



Faculté de Médecine
Département des Sciences de la Santé Publique
Service de Santé au Travail et d'Éducation pour la Santé

Pierre-René SOMVILLE

**Évaluation de l'exposition professionnelle aux
facteurs de risque mécaniques de la lombalgie
dans un contexte épidémiologique**

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de
Docteur en Sciences de la Santé Publique
Année académique 2006-2007

Remerciements

Au seuil de ce travail, je souhaite exprimer mes remerciements à toutes les personnes et institutions qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce doctorat.

À Monsieur le Professeur Philippe Mairiaux, qui m'a accueilli durant six années au sein de son service et sans qui je n'aurais ni collaboré à l'étude BELCOBACK, ni mis sur pied ce projet de doctorat. Au cours de ces années, il a non seulement soutenu et accompagné la réalisation de cette thèse de bout en bout mais il m'a aussi permis de me former en ergonomie et de me forger une expérience dans ce domaine. Outre les qualités scientifiques et intellectuelles dont j'ai bénéficié à ses côtés, je retiendrai aussi les qualités humaines, l'attention et la confiance qu'il m'a toujours témoignées.

À Monsieur le Professeur Adelin Albert, qui m'a plusieurs fois reçu avec beaucoup de compétence et de gentillesse pour discuter des questions de méthodologie statistique de mon travail. Au-delà de cette précieuse aide scientifique, il a toujours trouvé les mots d'encouragement les plus justes et m'a apporté beaucoup de sérénité dans la réalisation de ce doctorat, comme dans l'ensemble de mon expérience professionnelle au sein de son département.

À Monsieur le Professeur Jean-Michel Crielaard pour ses précieux conseils et encouragements, certes plus directs que ce que j'avais connus par le passé, mais non moins efficaces. Je tiens aussi à le remercier de la confiance qu'il m'a témoignée au terme de mes études de kinésithérapie et qu'il me témoigne encore aujourd'hui au sein de son service.

À Monsieur le Docteur Philippe Nysten, qui m'a permis de bénéficier d'une bourse de recherche octroyée par la Fondation SMIL, attachée à la Fondation Léon Frédéricq. Il a toujours témoigné beaucoup d'intérêt à l'évolution de mon doctorat et m'a apporté son soutien lors des principales communications scientifiques relatives à l'étude BELCOBACK.

Aux responsables du Fond National de la Recherche Scientifique qui ont octroyé des crédits de recherche pour la participation à divers Congrès et pour l'achat du matériel nécessaire aux observations directes.

À Monsieur Eddy Husson, dont j'ai bénéficié des grandes compétences en informatique pour la programmation du logiciel permettant la saisie et l'extraction des données issues des observations directes.

À Mlle Nathalie Scheepers, qui a contribué avec beaucoup de rigueur et de motivation à l'étude de validation de la méthodologie d'observation.

À Mme Laurence Seidel qui, avec beaucoup de patience, a largement contribué au traitement statistique des données de ce travail.

À mon ami Florent Richy, qui m'a apporté son savoir et ses compétences concernant le traitement statistique relatif aux méta-analyses et leur interprétation.

Aux responsables de la Politique Scientifique Fédérale qui ont décidé de financer le projet BELCOBACK.

À Mme An Van Nieuwenhuysse, collègue du réseau BELCOBACK, pour son implication dans l'ensemble du projet, sa disponibilité à mon égard et notre agréable collaboration quant à l'interprétation de nos principaux résultats.

À Messieurs les Professeurs Guido Moens et Raphaël Masschelein, respectivement coordinateur et promoteur du projet BELCOBACK, ainsi qu'à l'ensemble des membres du réseau de recherche, pour le soutien méthodologique et l'excellente ambiance de travail dont j'ai pu bénéficier à leurs côtés. Parmi ceux-ci, Monsieur le Professeur Geert Crombez, Mme Kristien Johannik, Mlle An Leys, Mlle Lydia Moors, Mlle Els Persijn, Mme Danièle Pirenne, Messieurs les Professeurs Omer Van den Bergh et Geert Verbeke.

À Monsieur le Professeur Alex Burdorf, qui a accepté de me recevoir à l'Université de Rotterdam pour discuter de la méthodologie et de l'interprétation de mes résultats, et sur qui j'ai, plus d'une fois, pu compter pour des conseils ponctuels.

Aux Entreprises qui ont accepté de participer au projet BELCOBACK et qui m'ont ouvert leur porte avec bienveillance. Je pense particulièrement aux responsables des services de ressources humaines, des services internes de prévention et de protection au travail, aux médecins du travail, aux chefs de services, d'unités ou d'équipes et à tout le personnel d'encadrement en général. Dans chaque entreprise où j'ai passé du temps à récolter des données d'observation, ils m'ont été d'une précieuse aide tant sur le plan logistique que méthodologique.

À tous les travailleurs que j'ai observés, et sans doute importunés, au cours d'une de leur journée de travail. Tous m'ont accueilli avec gentillesse et bienveillance et, sans forcément le vouloir, m'ont appris beaucoup sur leur travail et leur vie professionnelle. Ainsi, grâce à eux, la phase souvent rébarbative de récolte des données a pris une toute autre dimension et s'est avérée être une expérience très enrichissante tant sur le plan humain et que sur celui de ma profession d'ergonome.

À tous mes anciens collègues et amis du Service de Santé au Travail et d'Education pour la Santé, du Service de Santé Publique, d'Epidémiologie et d'Economie de la Santé, du service de Biostatistique sans oublier les voisins du Service d'Oncologie Moléculaire et du laboratoire photo du CHU. S'ils n'ont pas directement participé à ce travail, ils ont certainement contribué à ma motivation et leur compagnie a fait de mon passage au sein du Département des Sciences de la Santé Publique, une expérience inoubliable. Nul besoin de les citer, je sais qu'ils se reconnaîtront tous.

À ma mère, Malou Garant, qui a eu la patience de relire ce travail minutieusement pour le rendre plus lisible et qui m'a toujours soutenu et conseillé quel que soit le projet entrepris.

À mon père, Pierre Somville, pour sa relecture finale du doctorat mais surtout, pour sa présence, à la fois solide et discrète, à cette étape de ma vie.

À mon ami Fabrice Maggio, dont les compétences d'infographiste m'ont été d'un grand secours pour l'impression de ce travail.

Enfin, à ma Véronique, qui au-delà de son précieux travail de relecture, a dû partager cette expérience au jour le jour et n'a eu de cesse de me soutenir et de m'encourager. Je lui en suis infiniment reconnaissant.

Table des matières

Introduction	8
1. Contexte de la thèse	9
2. Présentation de l'étude BELCOBACK	9
2.1. Contexte général et but de l'étude	9
2.2. Méthodologie	10
2.2.1. Design de l'étude	10
2.2.2. Critères d'inclusion	10
2.2.3. Mesures d'effet	11
2.2.4. Méthodes de mesure de l'exposition	11
2.2.5. Structure du questionnaire initial	11
2.2.6. Méthodologie des observations directes	12
2.2.7. Population de l'étude	12
2.3. Résultats	12
2.3.1. Incidence de la lombalgie	12
2.3.2. Les facteurs de risque mis en évidence	13
3. Question de recherche	13
Etat de la question	14
1. L'évaluation de la lombalgie en épidémiologie	15
2. L'épidémiologie de la lombalgie dans la population générale	15
3. L'épidémiologie de la lombalgie en milieu de travail	17
4. Les facteurs de risque de la lombalgie liés à l'activité professionnelle	19
4.1. Les facteurs individuels	19
4.2. Les facteurs mécaniques	22
4.2.1. Les contraintes posturales	22
4.2.2. L'immobilité posturale	23
4.2.3. La manutention manuelle de charges	24
4.2.4. L'exposition aux vibrations dites "corps entier"	25
4.3. Les facteurs psychosociaux	28
5. L'évaluation de l'exposition aux facteurs mécaniques de la lombalgie	30
6. Les auto-questionnaires validés dans la littérature	30
6.1. La validité de contenu	30

6.2.	Les modalités de réponse	33
6.3.	Les niveaux d'exposition	34
6.4.	L'intervalle temporel	34
6.5.	La reproductibilité	38
6.6.	La validité de concordance	39
6.7.	Les questionnaires ultérieurs à la revue	39
7.	Les méthodes d'évaluation par observation directe	41

Chapitre 1

Développement et validation d'un auto-questionnaire pour l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie 45

1.	Qu'entend-on par validation ?	46
2.	Présentation de l'auto-questionnaire	46
2.1.	Validité de contenu	46
2.2.	Formulation des questions et modalités de réponses	47
3.	Etude de validation de l'auto-questionnaire	52
3.1.	Méthodologie	52
3.1.1.	Les observations directes	52
3.1.2.	Validation contre observation	52
3.1.3.	Validation contre le jugement de l'observateur	53
3.1.4.	Test de reproductibilité	53
3.1.5.	Traitement statistique	54
3.2.	Résultats	54
3.3.	Discussion	62
3.3.1.	Validité contre critère	62
3.3.2.	Reproductibilité	64
3.4.	Conclusion	65

Chapitre 2

Développement et validation d'une méthodologie d'observation directe pour l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie 66

1.	Présentation de la méthodologie d'observation	67
1.1.	Principes généraux de l'observation	67
1.2.	Mode de saisie des données	68
1.3.	Définition de la période d'observation	68
1.4.	Echantillonnage des périodes d'observation	69
1.5.	Méthodologie utilisée	70
1.6.	Matériel utilisé	70
1.7.	Test de faisabilité	71
1.8.	Grille d'observation	71
1.8.1.	Définition des items de la grille	72

1.9.	Procédure de traitement des données	73
1.9.1.	Création de variables d'exposition	73
1.9.2.	Expression des variables d'exposition	74
1.9.3.	Estimation des durées et des fréquences	74
2.	Etude de validation de la méthodologie d'observation	76
2.1.	Introduction	76
2.2.	Questions de recherche	77
2.3.	Méthodologie	77
2.3.1.	Réalisation des bandes vidéo	77
2.3.2.	Définition des variables	79
2.3.3.	Test de reproductibilité intra-observateur	79
2.3.4.	Test de reproductibilité inter-observateurs	80
2.3.5.	Validation du mode de saisie discontinu	80
2.3.6.	Traitement statistique	81
2.4.	Résultats	81
2.5.	Discussion	83
2.6.	Conclusions	85

Chapitre 3

Etude des relations entre l'exposition évaluée et l'incidence des lombalgies

87

1.	Relation entre le niveau d'exposition évalué sur base du questionnaire et l'incidence des lombalgies	88
2.	Relation entre le niveau d'exposition évalué sur base des observations et l'incidence des lombalgies	90
2.1.	Méthodologie	90
2.1.1.	Phase préliminaire	91
2.1.2.	Echantillonnage des sujets observés	91
2.1.3.	Définition des "Groupes de Fonction"	92
2.1.4.	Définition des variables d'exposition en fonction des GF	93
2.1.5.	Définition des "Groupes d'Exposition"	94
2.1.6.	Sélection des variables d'exposition pour l'analyse d'effet	98
2.2.	Traitement statistique	98
2.2.1.	Contrôle de qualité des données recueillies	98
2.2.2.	Statistique descriptive	98
2.2.3.	Modèles d'analyse d'effet	99
2.3.	Résultats	102
2.4.	Discussion	107
2.5.	Conclusions	110
3.	Comparaison de l'auto-questionnaire et de l'observation en ce qui concerne leur relation entre le niveau d'exposition évalué et l'incidence des lombalgies	110
3.1.	Méthodologie	111
3.2.	Résultats	111
3.3.	Discussion	115
3.4.	Conclusions	115

Discussion générale	116
Conclusions	127
Références	131
Annexes	143
Annexe 1 Auto-questionnaire pour l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie	144
Annexe 2 Représentation de la grille d'observation informatisée	149
Annexe 3 Liste des catégories professionnelles observées	151
Annexe 4 Profils d'exposition des "Groupes de Fonction" dans chaque secteur d'activité	155
Annexe 5 Liste des publications, en premier auteur, relatives à la thèse de doctorat	158

Table des figures et tableaux

Figure 1	Modèle biopsychosocial de Waddell [1998]	21
Figure 2	Grille d'observation	71
Figure 3	Codage de la grille d'observation	73
Figure 4	Création des Groupes d'Exposition à partir des Groupes de Fonction: exemple dans le secteur des soins de santé	96
Figure 5	Création des Groupes d'Exposition à partir des Groupes de Fonction: exemple dans le secteur de la distribution	96
Figure 6	Schéma méthodologique: échantillonnage, création des Groupes d'Exposition et attribution d'un niveau d'exposition à chaque travailleur de la cohorte	97
Figure 7	Représentation graphique de la séparation des travailleurs en "travailleurs exposés" et "travailleurs non-exposés" pour les 7 variables d'exposition. Axe des abscisses: travailleurs de la cohorte (les 28 GE) classés de manière croissante; axe des ordonnées: plage d'exposition (exprimée en pourcentage de temps)	100

Tableau 1	Associations significatives ($p < 0.05$) entre les facteurs de risque mécaniques liés à l'activité professionnelle et la survenue de lombalgies dans les études épidémiologiques non reprises dans les revues citées au point 4.2.	27
Tableau 2	Caractéristiques des questionnaires analysés et contexte d'application	31
Tableau 3	Questions évaluant les contraintes posturales	35
Tableau 4	Questions évaluant les manutentions manuelles	36
Tableau 5	Questions évaluant l'immobilité posturale	37
Tableau 6	Questions évaluant l'exposition aux vibrations "corps entier"	38
Tableau 7	Variables du questionnaire et échelle utilisée	50
Tableau 8	Détail des modalités de réponse	51
Tableau 9	Distribution des réponses aux données des tests de validité de concordance (Questionnaire de fin d'observation, variables correspondantes d'observation directe et de l'opinion de l'observateur) et du test de reproductibilité (Questionnaire de fin d'observation et questionnaire au moment de l'inclusion)	55

Tableau 10	Test d'accord pour les variables à modalité de réponse dichotomique (échantillon, coefficient de <i>kappa</i> , intervalle de confiance à 95% et pourcentage d'accord) entre le questionnaire de fin d'observation et: les observations directes, l'opinion de l'observateur et le questionnaire reçu au moment de l'inclusion	58
Tableau 11	Test d'accord pour les variables à modalité de réponse ordinale (coefficient de Spearman de rang, coefficient de <i>kappa</i> , intervalle de confiance à 95% et pourcentage d'accord) entre le questionnaire de fin d'observation et: les observations directes, l'opinion de l'observateur et le questionnaire reçu au moment de l'inclusion	60
Tableau 12	Liste des 34 variables et codes recherchés	74
Tableau 13	Valeur des coefficients de corrélation intra-classe (<i>r</i>) et moyenne des durées et/ou fréquences encodées pour les tests de reproductibilité intra-observateur, inter-observateurs et de validité contre critère du mode de saisie discontinu	82
Tableau 14	Détail des 23 "Groupes de Fonction" et de leurs effectifs respectifs	93
Tableau 15	Détail des 28 "Groupes d'Exposition"	95
Tableau 16	Description des 7 variables d'exposition exprimées en pourcentage de temps	103
Tableau 17	Régressions logistiques univariées et multivariées (modèle 1). Valeurs <i>p</i> , <i>Odds Ratios</i> et intervalle de confiance à 95% pour un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu, au cours de l'année de suivi, en fonction de l'exposition aux 7 variables	104
Tableau 18	Régressions logistiques multivariées (modèle 2). Valeurs <i>p</i> , <i>Odds ratios</i> et intervalle de confiance à 95% pour un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu, au cours de l'année de suivi, en fonction de l'exposition aux variables significatives issues de l'observation et aux co-variables issues du questionnaire	106
Tableau 19	Tests d'hétérogénéité des tables 2X2 selon que l'exposition est évaluée au moyen des observations ou du questionnaire auto-administré. Valeur au test <i>Q</i> de Cochran, valeurs <i>p</i> , Risques Relatifs univariés et intervalle de confiance à 95% pour un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu, au cours de l'année de suivi	113

Liste des abréviations

% Accord	pourcentage d'accord
BELCOBACK	BELgian COhort study on low BACK pain
CCI	Coefficient de Corrélation Intra-classe
GE	Groupe d'Exposition
GF	Groupe de Fonction
IC95%	Intervalle de Confiance à 95%
K	valeur du coefficient de <i>kappa</i>
LBP	<i>Low Back Pain</i> (lombalgie)
Max	Maximum
Min	Minimum
MP	Métacarpo-Phalangienne
MTSK	<i>Modified Tampa Scale for Kinesiophobia</i>
n	effectif
NA	<i>Non Available</i> (non disponible)
NC	Non Calculé
NS	Non Significatif
OBS	OBServations directes
Opinion _{obs}	Opinion de l'observateur
OR	<i>Odds Ratio</i>
OR _{mv}	<i>Odds Ratio</i> en analyse multivariée
OR _{uv}	<i>Odds Ratio</i> en analyse univariée
p	valeur du niveau de signification
P10	Percentile 10
P25	Percentile 25
P75	Percentile 75
P90	Percentile 90
PSF	Politique Scientifique Fédérale
Q	valeur au test Q de Cochrane
$Q_{inclusion}$	Questionnaire auto-administré (rempli au moment de l'inclusion)
$Q_{observation}$	Questionnaire auto-administré (rempli en fin d'observation)
r	valeur du coefficient de corrélation intra-classe
RR	Risque Relatif
r_s	valeur du coefficient de corrélation de Spearman de rang
S1	1 ^{ère} Saisie en mode discontinu de l'observateur 1
S2	2 ^{ème} Saisie en mode discontinu de l'observateur 1
S3	Saisie en mode discontinu de l'observateur 2
SC	Saisie en mode Continu
TMS	Trouble Musculo-Squelettique

Introduction

1. Contexte de la thèse

Ce travail de recherche s'inscrit dans le contexte d'une étude épidémiologique de cohorte. De septembre 1999 à décembre 2003, une vaste étude longitudinale comportant 2 ans de suivi avait été lancée en Belgique grâce à un financement de la Politique Scientifique Fédérale (PSF). Elle s'intitulait: "Etude de cohorte des déterminants étiologiques et pronostiques des maux de dos liés à la profession". Cette étude était conduite par plusieurs centres de recherche¹. Dans un souci de visibilité internationale, elle porte le nom de BELCOBACK Study (BELgian COhort study on low BACK pain).

2. Présentation de l'étude BELCOBACK

2.1. Contexte général et but de l'étude

La lombalgie est un problème fréquent entraînant des coûts individuels et sociaux importants. Pour citer quelques chiffres qui seront développés dans l'**Etat de la question**, signalons qu'elle affecte jusqu'à 85 % des adultes au moins une fois dans leur vie et que, dans la population active, elle est le trouble musculo-squelettique le plus fréquent et le premier motif d'invalidité permanente avant 50 ans.

Une des retombées attendues de l'étude BELCOBACK est une meilleure orientation des actions de prévention en entreprise. Dès lors, les co-auteurs de cette étude ont pensé qu'il était primordial d'identifier à la fois les facteurs causaux et les facteurs pronostiques de la lombalgie. Les premiers concernent les déterminants de l'apparition d'un premier épisode de lombalgie, l'incidence en somme. Les seconds sont les déterminants de l'évolution d'une lombalgie tels que la récurrence des plaintes, la consommation de soins de santé, l'absentéisme au travail ou encore le passage à la chronicité.

Il est vrai que beaucoup d'études ont déjà été menées sur le sujet; cependant, en Belgique, toutes présentaient un design transversal ou rétrospectif dont la fiabilité n'égale pas les études longitudinales. Vu que le système belge de surveillance médicale en milieu de travail, grâce aux examens périodiques, se prêtait bien aux études de suivi, l'étude BELCOBACK a été mise sur pied. Elle est donc la première étude de cohorte conduite en Belgique sur ce thème.

L'originalité de cette étude réside à la fois dans les caractéristiques de la population étudiée et dans les facteurs étiologiques et pronostiques pris en compte. En effet,

¹ Département des Etudes de IDEWE: Prof. G. MOENS coordinateur et promoteur; Service de Médecine du travail et Médecine d'Assurance, KU Leuven: Prof. R. MAASCHELEIN, promoteur; Service de Santé au Travail et Education pour la Santé, Université de Liège: Prof. Ph. MAIRIAUX, promoteur; Faculté de Psychologie et Sciences pédagogiques, Université de Gand: Prof. G. CROMBEZ; Service de Physiothérapie, UZ Gasthuisberg, K.U.Leuven: Prof. R. LYSSENS et Département de Psychologie, K.U.Leuven: Prof. O. VAN DEN BERGH.

cette population est constituée de jeunes travailleurs sans antécédent lombalgique récent. Ces critères visaient à atténuer l'effet de l'âge sur l'apparition de la lombalgie et à réduire le biais potentiel dû à l'existence d'une lombalgie récente.

Pour étudier les déterminants étiologiques et pronostiques des maux de dos, l'étude a pris en compte tant les facteurs physiques ou biomécaniques que les facteurs psychosociaux. Au cours de ces 10 dernières années, les études épidémiologiques avaient tendance à prendre en compte de façon prépondérante ou les facteurs physiques ou les facteurs psychosociaux. En étudiant de manière équivalente ces deux types de facteurs, l'étude BELCOBACK présente un intérêt nouveau par rapport aux études réalisées précédemment.

Ainsi, l'étude BELCOBACK a principalement visé à étudier l'influence des facteurs physiques (au travail et durant les loisirs), des facteurs psychosociaux liés au travail ainsi que celle des facteurs individuels sur l'incidence de la lombalgie dans une population de jeunes travailleurs asymptomatiques.

En outre, l'étude avait pour but d'identifier les facteurs de risque d'absentéisme résultant des lombalgies et de déterminer la valeur prédictive d'un examen clinique standardisé du dos. Ces deux derniers points dépassent le cadre de la thèse et n'y seront pas traités.

2.2. Méthodologie

2.2.1. Design de l'étude

L'étude BELCOBACK est une étude longitudinale conduite sur 3 ans. Au cours de la première année (de 2000 à 2001), les participants ont été inclus dans l'étude et la mesure des variables d'exposition a été effectuée. De 2001 à 2002 et de 2002 à 2003 respectivement, les données d'une première et d'une seconde année de suivi ont été récoltées. La population a été recrutée en Flandre comme en Wallonie dans deux types de secteurs: celui des soins de santé (y compris les soins à domicile) et celui des entreprises de la grande distribution (bases de supermarché). Les participants étaient répartis dans quatre institutions du secteur des soins de santé et dans deux entreprises du secteur de la grande distribution. Le recrutement et le suivi ont été organisés dans le cadre du système de surveillance médicale annuelle des travailleurs. L'étude BELCOBACK s'est limitée à l'exploitation des données obtenues après un an de suivi. Dès lors, les résultats épidémiologiques présentés dans cette thèse se limiteront également à la première année de suivi.

2.2.2. Critères d'inclusion

Pour entrer dans l'étude, les participants ne devaient pas être âgés de plus de 30 ans et ne devaient pas avoir présenté un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu au cours des 12 mois précédant l'inclusion. Ces deux premiers critères visaient à réduire l'influence de l'âge et des antécédents lombalgiques afin de mieux mettre en évidence les facteurs étiologiques de l'apparition d'une lombalgie. En outre, pour réduire les risques de pertes dues au suivi, les travailleurs devaient présenter une perspective d'emploi stable. Pratiquement, les travailleurs

intérimaires étaient d'emblée écartés ainsi que ceux ayant un contrat à durée déterminée inférieur à deux ans.

2.2.3. Mesures d'effet

La variable dépendante, c'est à dire la mesure de l'effet santé, était définie comme un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu observé au cours des 12 derniers mois [Santos-Eggimann et al., 2000; Miranda et al., 2001; Viikari-Juntura et al., 2001]; elle a été mesurée par auto-questionnaire après 1 an et 2 ans de suivi. En outre, plusieurs caractéristiques de la lombalgie étaient également étudiées: début, intensité, fréquence, répercussion sur le travail (absence-maladie) et sur la vie sociale ainsi que le taux de consultations médicales [Kuorinka et al., 1987; Von Korff et al., 1992].

2.2.4. Méthodes de mesure de l'exposition

Les variables indépendantes ont été mesurées par questionnaire auto-administré et au moyen d'observations directes des activités de travail. Le questionnaire explorait les facteurs individuels, les facteurs psychosociaux liés au travail et les contraintes physiques liées d'une part à l'activité professionnelle et d'autre part aux activités de loisirs; 93% des participants éligibles avaient répondu au questionnaire initial. Des observations directes ont aussi été réalisées sur un échantillon de travailleurs afin d'étudier plus précisément les contraintes physiques de travail.

2.2.5. Structure du questionnaire initial

En ce qui concerne la charge physique de travail, des questions concernant la fonction actuelle étaient posées. Elles abordaient l'ancienneté dans la fonction, le type d'horaire, les postures statiques de travail (position assise ou debout durant de longues périodes), les postures de travail inconfortables (flexion et/ou rotation du tronc), la possibilité ou non de changer régulièrement de position, les manutentions manuelles de charges (soulever, transporter, pousser ou tirer des charges), le niveau d'intensité perçue de l'effort physique général [Borg, 1990] et l'exposition aux vibrations "corps entier". Des questions concernant les activités sportives, les activités de construction ou d'aménagement de la maison et le temps passé à conduire un véhicule (kilométrage annuel) étaient également posées pour évaluer la charge physique durant les loisirs [Van Nieuwenhuyse, 2005]. La partie du questionnaire concernant les contraintes physiques du travail actuel sera développée en détail au **Chapitre 1** du présent travail.

Les facteurs psychosociaux liés au travail ont été évalués par les 43 items du "Job Content Questionnaire" sur la base du modèle "demande-contrôle-soutien" de Karasek et Theorell [1990]. Les dimensions suivantes ont été prises en compte: le développement des aptitudes (6 items), l'autorité décisionnelle (3 items), les exigences psychologiques du travail (5 items), le soutien des collègues et de la hiérarchie (4 items chacun), l'insécurité de l'emploi (5 items) et l'insatisfaction professionnelle (5 items).

Les caractéristiques individuelles incluaient l'âge, le sexe, la langue et le niveau d'éducation comme facteurs démographiques. En outre, les habitudes tabagiques, l'indice de masse corporelle, la perception de l'état général de la santé ainsi que la

co-morbidité musculo-squelettique [Kuorinka et al., 1987] dans l'année précédant l'inclusion étaient pris en compte comme facteurs liés à la santé. Enfin, la peur du mouvement liée à la douleur [Vlaeyen et Crombez, 1999], la dramatisation de la douleur [Sullivan et al., 1995], l'affectivité négative [Watson et al., 1988] et la somatisation [Van Dixhoorn et Duivenvoorden, 1985] entraînent dans la catégorie des facteurs psychologiques investigués.

2.2.6. Méthodologie des observations directes

Un examinateur unique a observé chaque travailleur de l'échantillon à raison de 4 périodes de 30 minutes distribuées aléatoirement au cours de la journée de travail. Au cours de ces périodes, toutes les 15 secondes, l'observateur "photographiait" mentalement le travailleur et encodait les variables d'exposition sur un PC portable à écran tactile (voir publications en **Annexe 5**). La méthodologie de ces observations ainsi que le traitement des données obtenues sont développées au **Chapitre 2** de ce travail.

2.2.7. Population de l'étude

Un total de 1672 travailleurs a été contacté pour être inclus dans l'étude; 1200 d'entre eux ont accepté de participer. Parmi eux, 159 travailleurs ont dû être exclus parce qu'ils avaient souffert de lombalgie pendant une période de 7 jours ou plus en continu au cours de l'année précédant l'inclusion. Enfin, 972 (93%) des 1041 travailleurs restants ont renvoyé le questionnaire initial et constituent donc la population de l'étude. Cet échantillon comptait 63% de femmes et l'âge moyen y était de 26 ans [Van Nieuwenhuysse et al., 2006]. Un sous-échantillon de 152 travailleurs (17% de la cohorte) fut observé, sur son lieu de travail, après recrutement dans l'ensemble des catégories professionnelles de la cohorte.

Après 12 mois de suivi, 800 (82%) des 972 travailleurs inclus au départ ont retourné leur questionnaire et 716 d'entre eux occupaient leur fonction depuis au moins deux mois à l'entrée dans l'étude. Ces 716 travailleurs se répartissent en 283 hommes (40%) et 433 femmes (60%); 212 francophones (30%) et 504 néerlandophones (70%); 460 (64%) travailleurs appartenant au secteur des soins de santé et 256 (36%) au secteur de la distribution [Van Nieuwenhuysse et al., 2006].

2.3. Résultats

2.3.1. Incidence de la lombalgie

Parmi ces 716 travailleurs, 12.6% ont développé un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu pendant la première année de suivi. Aucune différence significative d'incidence entre hommes et femmes ni entre travailleurs francophones ou néerlandophones n'a été mise en évidence. La lombalgie était présente, de manière presque permanente, dans 15% des cas et, de façon récurrente, dans 47% des cas. Plus d'un tiers des participants attribuait leur lombalgie à leur activité professionnelle [Van Nieuwenhuysse et al., 2006].

2.3.2. Les facteurs de risque mis en évidence

Les déterminants objectivés par les analyses statistiques sur base du questionnaire ou des observations directes seront présentés au **Chapitre 3** où seront analysés les résultats de la première année de suivi.

3. Question de recherche

Comme toute étude épidémiologique, l'étude BELCOBACK vise à mettre en relation l'exposition à une série de facteurs de risque et l'apparition de plaintes en relation avec une problématique de santé. Ainsi, la précision de cette relation dépend à la fois de la précision de l'estimation de l'exposition et de la précision de l'estimation de l'effet santé. Dans le contexte présent, l'effet santé correspond à l'apparition d'un épisode de lombalgie dont l'objectivation est davantage basée sur le symptôme que sur des critères cliniques. Ainsi, en épidémiologie, le questionnaire est bien la méthode de choix pour évaluer la lombalgie. Une définition précise et standardisée des symptômes est cependant requise pour cette évaluation. De nombreuses études utilisent le "Nordic Standardized Questionnaire" [Kuorinka et al., 1987] qui représente en quelque sorte un consensus en la matière.

La précision avec laquelle l'exposition est évaluée est moins consensuelle et plus complexe car un plus grand choix de méthodes est possible. Dans ce domaine, les méthodes les plus précises, comme les mesures directes par instrumentation du sujet, sont aussi les plus coûteuses et les plus difficiles à appliquer à un large effectif. Or, dans toute étude épidémiologique, l'effectif doit être important pour des raisons de puissance statistique. En sachant qu'il existe un cadre budgétaire limitatif, il est donc généralement nécessaire d'aboutir à un compromis de "coût-précision" dans le choix des méthodes d'évaluation à mettre en œuvre. L'étude BELCOBACK ne faisant pas exception à cette règle, le choix des méthodes d'évaluation est donc au centre de ce travail. L'objectif de celui-ci consiste à évaluer l'exposition professionnelle aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie, en utilisant une méthodologie qui présente une précision suffisante tout en restant dans des limites de coûts acceptables.

Un état de la question sera d'abord présenté. Il vise à résumer l'épidémiologie de la lombalgie dans la population générale et dans la population active, les méthodes d'évaluation de la lombalgie, les facteurs de risque professionnels de la lombalgie et leurs méthodes d'évaluation. Dans l'étude BELCOBACK, les deux instruments de mesures retenus pour l'évaluation des risques mécaniques de la lombalgie étaient le questionnaire auto-administré et les observations directes. Les deux premiers chapitres sont dès lors consacrés au développement et à la validation de ces instruments. Le dernier chapitre est, quant à lui, consacré à l'étude des relations entre l'incidence des lombalgies et le niveau d'exposition évalué par les méthodes développées.

Etat de la question

1. L'évaluation de la lombalgie en épidémiologie

L'évaluation de la lombalgie demeure un problème complexe tant en clinique qu'en épidémiologie. L'étiologie et les mécanismes physiopathologiques de la lombalgie ne sont connus que lorsque l'algie ressentie dans la région lombaire résulte d'une pathologie organique bien définie telle une affection rhumatismale inflammatoire, métabolique, ou tumorale [Derriennic et al., 2000]. Dans les autres cas, qui concernent environ 85% des personnes souffrant de lombalgie [COST B13, 2006], on parlera de "lombalgie commune" c'est-à-dire d'une entité qui relève plus du symptôme que de la maladie. Selon Jenner et Barry [1995], il s'agit d'un "symptôme pouvant répondre à la souffrance mécanique de structures rachidiennes et périrachidiennes diverses".

De nombreux auteurs ont souligné le manque de correspondance entre les signes radiologiques et les plaintes somatiques même lors de l'utilisation de techniques avancées d'imagerie telles que l'IRM [Bourgeois et al., 1995]. Dans leur revue de la littérature, Van Tulder et al. [1997] ont montré des correspondances significatives mais faibles entre les signes radiologiques et l'existence de symptômes. A l'heure actuelle, le groupe de travail COST B13 concernant la prise en charge de la lombalgie aiguë non-spécifique conclut que les rayons-X ne sont pas directement utiles dans le diagnostic de ces lombalgies et sont réservés aux cas où une pathologie sous-jacente est suspectée [COST B13, 2006].

Dès lors, l'évaluation de la lombalgie commune se fonde principalement sur le recueil de l'expression des plaintes, à l'anamnèse en pratique clinique ou par questionnaires en épidémiologie. Dans un souci de standardisation des études épidémiologiques, des définitions similaires sont souvent retenues; il est notamment important de préciser la période de référence sur laquelle porte l'évaluation et la durée de la lombalgie. Un instrument largement utilisé à cet effet dans de nombreux pays est le "Standardized Nordic questionnaire" [Kuorinka et al., 1987].

2. L'épidémiologie de la lombalgie dans la population générale

La prévalence élevée des lombalgies en fait un des problèmes de santé les plus courants dans notre société. La littérature définit plusieurs types de prévalence pour la lombalgie: la prévalence "vie entière" (le taux de personnes ayant déjà présenté une lombalgie au cours de leur vie), la prévalence sur une période donnée, généralement un an, et la prévalence instantanée (au moment de l'enquête). Les taux observés dans la littérature sont très variables et dépendent de la définition de la lombalgie dans le questionnaire utilisé, de la population étudiée et de différences inter-culturelles [Raspe et Kohlmann, 1994; Leboeuf-Yde et Lauritsen, 1995]. La prévalence "vie entière" varie ainsi entre 49 et 70% dans la revue d'Andersson [1999], elle atteint 70% dans les statistiques nationales du Royaume Uni [Office for National Statistics, 2000] et même 85% dans l'étude

canadienne de Cassidy et al. [1998]. La prévalence sur un an varie de 25 à 42% dans la revue d'Andersson [1999], elle est de 40% selon les statistiques nationales du Royaume Uni [Office for National Statistics, 2000] et atteint 44% dans une étude néerlandaise [Picavet et Schouten, 2003]. La prévalence est la plus élevée entre 35 et 55 ans [Andersson, 1997]. L'incidence à un an, c'est-à-dire le nombre de nouveaux cas sur une période d'un an, est d'environ 5% selon la synthèse du groupe de travail COST B13 [2006].

La plupart des épisodes de lombalgie aiguë présentent une récupération spontanée (90% de rétablissements sur 6 semaines) [Von Korff et Saunders, 1996] mais 2 à 7% des cas développent une douleur chronique responsable d'un absentéisme au travail [COST B13, 2006]. Selon Frank et al. [1996], 15 à 20% des lombalgiques continuent à présenter des symptômes durant au moins un an; 73% présenteront au moins un second épisode dans l'année suivante [Pengel et al., 2003]. La lombalgie est la cause de limitation la plus courante dans les activités habituelles chez les moins de 45 ans et la seconde cause après l'arthrite chez les 45-65 ans [Frank et al., 1996]. Aux Etats Unis, elle est la 2^{ème} cause de consultation médicale, la 5^{ème} cause d'admission à l'hôpital et la 3^{ème} cause de chirurgie [Andersson, 1999].

Dans l'enquête britannique menée par Hillman et al. [1996] sur des sujets âgés de 25 à 64 ans, la prévalence était de 59% sur la vie entière, de 39% sur un an et de 19% au moment de l'enquête; l'incidence annuelle était de 4.7% se répartissant en 50% d'épisodes aigus (moins de 2 semaines), 21 % d'épisodes subaigus (de 2 semaines à 3 mois) et 26 % d'épisodes chroniques (de plus de 3 mois). Ces chiffres sont donc bien en accord avec ceux présentés dans la littérature. Par contre, dans une récente étude canadienne menée par Cassidy et al. [2005] sur une population de 318 individus n'ayant pas présenté de lombalgies au cours des 6 mois précédant l'inclusion, le taux d'incidence à un an est de 18.6% (en contrôlant pour l'âge et le sexe) avec seulement 1% de lombalgie sévère et 0.4% de lombalgie invalidante. Ces chiffres élevés pourraient s'expliquer par le fait que, dans cette étude, 98% des lombalgies sont définies comme peu invalidantes et de faible intensité douloureuse; en outre, le critère de 6 mois d'absence de lombalgie avant l'inclusion ne permet pas d'exclure des cas récurrents. Cet exemple démontre que la définition de la lombalgie joue un rôle primordial dans les chiffres présentés et que la standardisation des définitions est essentielle.

En Belgique, Skovron et al. [1994] ont exploré en 1991 la question du taux de lombalgie. Sur un échantillon de 3829 personnes âgées de 15 ans au minimum, 33% déclaraient souffrir régulièrement du dos (il s'agissait d'un premier épisode pour 5% d'entre eux), 26% en avaient souffert précédemment et 41% n'en avaient jamais souffert. La prévalence des lombalgies a également été étudiée en 2001 sur 1624 personnes âgées de 17 à 91 ans [Belgian Pain Society, 2002]: 42% des répondants ont rapporté un épisode de lombalgie dans les 6 mois précédant l'étude. Les épisodes duraient plus d'un jour pour la plupart des participants et plus de 20 jours pour la moitié d'entre eux. Plus récemment, dans l'enquête nationale de santé par interview [Institut Scientifique de la Santé Publique, 2004], la lombalgie chronique, définie comme le fait de souffrir de "problèmes sérieux au dos durant

plus de 3 mois" au cours des 12 derniers mois, atteint un taux de prévalence de 11.3% chez les hommes de 15 à 65 ans et de 10.3% chez les femmes. Ces chiffres restent stables par rapport aux enquêtes de 1997 et 2001. Cette enquête montre également une augmentation de la prévalence avec l'âge et une relation inversement proportionnelle au niveau d'éducation.

Au terme de ce compte rendu, le constat d'une prévalence élevée peut être fait mais aussi celui d'une grande variabilité des résultats qui témoigne de la difficulté de définir la lombalgie. Un consensus en terme de prévalence et d'incidence est donc assez difficile à obtenir.

3. L'épidémiologie de la lombalgie en milieu de travail

Les lombalgies constituent le premier problème de santé attribué à l'activité professionnelle dans la population européenne [European Foundation for the improvement of living and working conditions, 1996]. Associées à un absentéisme élevé, elles constituent aussi une des premières causes d'invalidité précoce chez les travailleurs de plus de 40 ans [Bongers et al., 1993] et le premier motif d'invalidité permanente avant 50 ans [Dionne, 1999].

Dans l'étude de Ozguler et al. [2000] menée sur 725 salariés français, la prévalence des lombalgies d'au moins un jour sur les 6 derniers mois était de 45,4% chez les femmes et de 40,8% chez les hommes. Les lombalgies de plus de 30 jours présentent des taux de 18,8% et 15,5% respectivement chez les femmes et chez les hommes. Ces taux de prévalence se situent donc à la limite supérieure de ceux rencontrés en population générale. Cependant, cette étude portait sur des secteurs à risque: 30% de manutentionnaires, 21% de travailleurs issus du secteur hospitalier, le reste de la cohorte appartenant au secteur tertiaire. Dans cette étude, la moitié des lombalgiques n'a pas eu recours à une consultation médicale et moins de la moitié ont arrêté leur travail.

Dans leur étude menée en Norvège, Hagen et Thune [1998] montrent que les arrêts de travail de plus de 2 semaines pour lombalgies concernent 2,27% des cas de lombalgies, ce qui leur permet de dire que la plupart des interruptions sont de courte durée. L'étude de la population des salariés EDF-GDF citée dans l'expertise collective de l'INSERM [Derriennic et al., 2000] confirme ce constat; en effet, dans cette étude où la prévalence annuelle de lombalgie était de 40%, les arrêts de travail de 1 à 7 jours représentent 55% des cas, ceux de 8 à 30 jours, 30% et ceux de plus de 30 jours, 15%. Le taux annuel d'arrêt de travail de plus de 30 jours pour lombalgie s'élève donc à 1,2% chez les salariés employés. Dans une étude canadienne concernant le secteur industriel [Lee et al., 2001], sur 5 ans, la durée moyenne des arrêts de travail pour lombalgie était de 17 jours. Nachemson et al. [2000] ont aussi démontré dans leur ouvrage de synthèse qu'une moitié des jours d'absence au travail pour lombalgies étaient pris par 85% de travailleurs absents pour moins de 7 jours alors que l'autre moitié l'était par 15% de travailleurs absents pour plus d'un mois. Ces auteurs ont aussi rappelé que 80% des coûts de soins de santé sont dus aux 10% de sujets souffrants de lombalgies chroniques ou invalidantes.

Enfin, une étude de 3 ans de suivi, récemment menée par Elders et Burdorf [2004] sur une population de 288 monteuses d'échafaudages, fait état de 60% de lombalgies dans les 12 mois précédant l'étude (dont 22% de lombalgies chroniques). L'incidence annuelle variait de 20 à 28% et le taux de récurrence allait de 64 à 77%. Les taux d'incidence élevés de cette dernière étude laissent présumer de l'impact de la profession sur l'incidence de la lombalgie. Les auteurs de l'expertise collective de l'INSERM [Derriennic et al., 2000] se sont posés la question et rapportent que dans diverses études (française, hollandaises et américaines), les professionnels les plus exposés sont, chez les hommes, les ouvriers (en particulier ceux du bâtiment) et, chez les femmes, le personnel soignant (aides soignantes, infirmières), les techniciennes de surfaces et les coiffeuses.

L'étude BELCOBACK décrite dans l'**Introduction** a porté sur deux secteurs particuliers à savoir celui des soins de santé avec une prédominance d'infirmières et celui de la grande distribution avec une prédominance de manutentionnaires, préparateurs de commandes.

Concernant les infirmières, Engels et al. [1996] parlent d'une prévalence de 36% pour des "lombalgies fréquentes" sans précision de la période de référence. Une étude de cohorte présente un taux d'incidence de lombalgie de 38% sur un suivi moyen de 18,6 mois et un taux d'absentéisme de 11% sur la même période [Smedley et al., 1997]. Une autre étude longitudinale avec un maximum de 8 moments de suivi tous les 3 mois présente une prévalence sur un mois allant de 16 à 19% [Smedley et al., 1998]. Plus récemment, Maul et al. [2003] ont mené une étude prospective avec un suivi à un et huit ans. Ces auteurs rapportent un taux de prévalence annuelle variant de 73 à 76% et démontrent que sur la période de 8 ans, une lombalgie de même intensité a touché près de la moitié des infirmières, ce qui les amène à soutenir l'hypothèse d'une évolution récurrente plutôt que progressive du problème. Les résultats de ces études suggèrent donc que le secteur des soins de santé est bien un secteur à risque élevé.

En ce qui concerne les manutentionnaires, deux importantes études épidémiologiques menées aux Etats-Unis sur plus de 31000 manutentionnaires du secteur du commerce de détail mettent en évidence une forte relation entre la charge de travail de manutention (volume et intensité) et le développement de lombalgies [Kraus et al., 1997; Gardner et al., 1999]. La première montre une relation directe entre la fréquence et le poids des objets manipulés et l'augmentation de blessures au bas du dos. Les OR sont de 3.56 (2.75-4.61) pour une intensité modérée et de 5.77 (4.55-7.31) pour une forte intensité comparées à une faible intensité. L'étude de Gardner et al. [1999] montre que les travailleurs dont l'activité principale est la manutention présentent un risque accru de blessure [OR=1.62 (1.38-1.91)] par rapport aux superviseurs.

En résumé, le taux de prévalence de la lombalgie ne varie pas de façon importante entre la population générale et des populations spécifiques de travailleurs [Nachemson et al., 2000]. Cependant, au sein de ces populations spécifiques de travailleurs, les taux de prévalence et d'incidence de la lombalgie sont

significativement influencés par le type de profession étudiée. Dans ces populations de travailleurs, les difficultés déjà évoquées de la définition des lombalgies subsistent.

4. Les facteurs de risque de la lombalgie liés à l'activité professionnelle

L'analyse de ces facteurs a fait l'objet de plusieurs revues de la littérature dont, notamment, celle de Burdorf et Sorock [1997]. Ces auteurs subdivisent les facteurs de risque en 3 catégories: les facteurs individuels, les facteurs mécaniques et les facteurs psychosociaux. Les principaux facteurs de risque seront décrits aux points suivants selon cette subdivision. Seuls les facteurs étiologiques influençant l'apparition de lombalgies seront décrits. Les facteurs pronostiques n'ont pas été pris en compte dans cette synthèse à l'exception des antécédents personnels.

4.1. Les facteurs individuels

Parmi les facteurs individuels, Burdorf et Sorock [1997] citent l'âge, le sexe, la taille, le poids, le tabagisme, la pratique sportive, le statut matrimonial et le niveau d'étude. La consommation d'alcool [Leboeuf-Yde, 2000a], la perception de la santé générale [Bongers et al., 1993] ainsi que des antécédents familiaux [Videman et al., 1998; Hestbaek et al., 2004a] et personnels [Hestbaek et al., 2003] ont également été étudiés. Outre ces facteurs, une série de caractéristiques psychologiques ont également été étudiées telles que le stress, l'anxiété, la dépression, le fonctionnement cognitif ainsi que les attitudes, croyances et comportements face à la douleur [Andersson, 1997; Hoogendoorn et al., 2000a; Linton, 2000].

L'âge est un facteur couramment étudié. On observe une augmentation de la fréquence des lombalgies en relation avec l'âge jusqu'à environ 45-50 ans, puis une stabilisation et même une légère décroissance [Burdorf et Sorock, 1997; De Zwart et al., 1997]. La gravité de la lombalgie semble aussi évoluer avec l'âge, les sujets plus âgés étant plus à risque de lombalgies chroniques ou invalidantes. Alcouffe et al. [1999] ont montré dans leur étude que l'âge augmentait la fréquence des sciatalgies plutôt que des lombalgies. Par contre, une série d'études analysées par Burdorf et Sorock [1997] ne présentent aucune association avec l'âge et 3 études relevées montrent même une association inverse. Les preuves scientifiques concernant ce facteur restent donc limitées.

Peu d'études ont analysé le rôle spécifique du sexe sur la lombalgie. Burdorf et Sorock [1997] en relèvent 2 menées en population générale qui montrent une fréquence supérieure chez les femmes. Deux autres études citées dans l'expertise de l'INSERM [Derriennic et al., 2000] confirment ces observations. Plus récemment, si certaines études ont montré une prévalence plus élevée chez les femmes [De Zwart et al., 1997; Linton et al., 1998; Swedish Work Environment Authority and Statistics Sweden, 2005], d'autres études ont cependant montré l'inverse [Guo et al., 1995; Leino-Arjas et al., 1998]. Pour expliquer l'incidence plus élevée de lombalgies chez les femmes, les auteurs de l'expertise de l'INSERM évoquent un

comportement des femmes par rapport à la douleur qui serait différent de celui des hommes: les femmes déclareraient plus volontiers leurs plaintes, auraient plus recours aux soins et aux arrêts de travail. Les travaux récents de Leijon et al. [2005] suggèrent une autre hypothèse explicative: ces auteurs ont en effet observé que certaines contraintes posturales seraient plus élevées dans des professions à prédominance féminine.

L'impact de la taille et du poids reste assez controversé. Deux études relevées dans les revues de Burdorf et Sorock [1997] et de l'INSERM [Derriennic et al., 2000] ont cependant montré un risque accru de sciatalgie chez les personnes de plus grande taille. De la même façon l'impact de la surcharge pondérale est encore discuté et les associations démontrées sont relativement modestes. La surcharge pondérale pourrait cependant augmenter le risque de passage à la chronicité [Leboeuf-Yde et al., 2000b].

La plupart des études ne montrent pas d'association entre le tabagisme et la lombalgie [Burdorf et Sorock, 1997; Leboeuf-Yde, 1999]. Les études démontrant un effet présentent des associations relativement faibles et sont parfois difficiles à interpréter [Derriennic et al., 2000]. La consommation d'alcool ne montre pas non plus d'association à la lombalgie [Leboeuf-Yde, 2000a].

La plupart des études n'ont pas démontré d'effet de la pratique sportive sur les lombalgies [Hoogendoorn et al., 1999]. Il en va de même pour la récente étude hollandaise de Picavet et Schuit [2003] menée en population générale qui n'a pas démontré d'impact de l'inactivité sur la lombalgie. L'état de santé général perçu ne présente pas non plus d'association dans la revue de Bongers et al. [1993].

Un faible niveau d'éducation (enseignement primaire ou moins) semble quant à lui être associé à une prévalence plus élevée de lombalgies selon des études transversales relevées par Burdorf et Sorock [1997] avec des OR allant de 1.39 à 2.54. En Belgique, l'enquête de santé par interview [Institut Scientifique de la Santé Publique, 2004] montre que la prévalence des problèmes sérieux au dos est inversement proportionnelle au niveau d'instruction. Skovron et al. [1994] parlent d'une prévalence plus élevée dans les classes sociales défavorisées. Dans la plupart des études, le statut matrimonial ne présente pas d'influence sur les maux de dos.

Outre ces différents facteurs de risque, l'histoire personnelle et familiale doit être prise en compte. En ce qui concerne la prédisposition génétique, 4 études citées dans l'expertise collective de l'INSERM [Derriennic et al., 2000] montrent une influence sur la dégénérescence discale. Videman et al. [1998] évoquent une susceptibilité au processus de dégénération discale en raison d'un polymorphisme du gène codant pour le récepteur de la vitamine D.

Les antécédents personnels sont évidemment des facteurs pronostiques plutôt qu'étiologiques. Selon la revue d'Hestbaek et al. [2003], la préexistence de symptômes est le facteur de risque le plus important d'un nouvel épisode de lombalgie avec un risque approximativement doublé dans les 12 mois à venir. Sur le plan pronostique, le risque de chronicité est lié à la sévérité de la douleur et à

l'impact fonctionnel de la lombalgie initiale [Turner et al., 2000; Shaw et al., 2001] et est également influencé par la co-morbidité, comme la présence de pathologie non rachidienne ou un mauvais état de santé [Hestbaek et al., 2004b].

Enfin, certaines caractéristiques psychologiques personnelles semblent jouer un rôle dans l'apparition et l'évolution des lombalgies. Dans la littérature scientifique, des associations modérées à fortes sont rencontrées selon le type de personnalité [Bongers et al., 1993], la dépression et l'anxiété [Linton, 2000] et les symptômes de stress en général [Bongers et al., 1993; Davis et Heaney, 2000; Linton, 2000; Lyons, 2002].

Parmi ces caractéristiques psychologiques, les réactions par rapport à la douleur doivent aussi être prises en considération. Le modèle bio-psycho-social de Waddell [1992] décrit 5 éléments consécutifs pour décrire l'expérience de la douleur: la perception sensorielle du signal douloureux, les attitudes et les croyances, la détresse psychologique, le comportement face à la douleur ou littéralement le "comportement de malade" (*illness behaviour*) et les interactions sociales. Chaque élément inclut celui qui le précède (voir Figure 1). Cette théorie suggère que le comportement face à la douleur est largement influencé par les attitudes et les croyances, les techniques de *coping* et l'état de détresse éventuellement associé à la douleur.

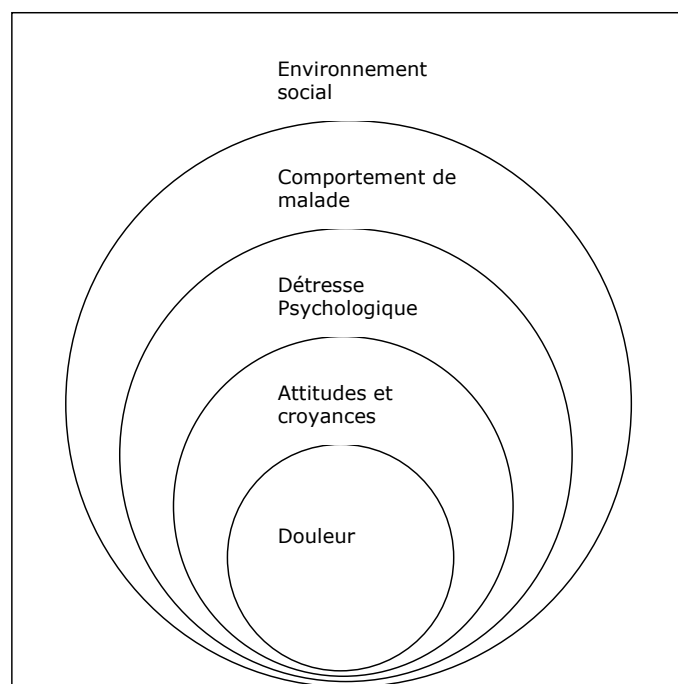


Figure 1 Modèle biopsychosocial de Waddell [1998]

Ainsi, par exemple, "l'affectivité négative" est un concept qui augmenterait la détresse psychologique en cas de douleur avec une tendance à la somatisation [Watson et al., 1988]. Dans le même ordre d'idée, la "dramatisation" des douleurs (*catastrophising*) entraîne une focalisation sur le problème douloureux et une exagération du sentiment de menace lié à la douleur. Ce concept semble être un

important prédicteur de l'expérience douloureuse [Sullivan et al., 1995]. Enfin, un dernier concept important est celui de la kinésiophobie ou la peur du mouvement lié à la douleur. La kinésiophobie se développe lorsque la douleur est interprétée comme une menace; s'ensuivent alors des comportements d'évitement généralisé. La réduction de l'usage du mouvement participe à l'invalidité et au maintien de la douleur. Ce cercle vicieux est par conséquent à l'origine d'un moins bon pronostic [Vlaeyen et Crombez, 1999].

4.2. Les facteurs mécaniques

L'analyse de ces facteurs repose principalement sur deux revues systématiques de la littérature [Burdorf et Sorock, 1997; Hoogendoorn et al., 1999], sur l'expertise collective publiée par l'INSERM [Derriennic et al., 2000] et sur une méta-analyse récente [Lötters et al., 2003]. D'autres publications non reprises dans ces revues ont également été prises en compte. Dans leur travail de synthèse, Burdorf et Sorock [1997] proposent une classification des facteurs physiques au travail en six catégories: les manutentions manuelles, les flexions et rotations du tronc fréquentes, le travail physique lourd, les postures statiques de travail, les mouvements répétitifs du tronc et les vibrations "corps entier".

Pour des raisons de clarté de l'exposé, ces catégories ont été quelque peu modifiées dans cette synthèse. Le travail physique lourd n'a pas été repris car il s'agit d'une variable très générale qui recouvre en partie les cinq autres. Les flexions et rotations du tronc fréquentes et les mouvements répétitifs du tronc ont été regroupés sous la catégorie "contraintes posturales". Les postures statiques de travail qui correspondent chez Burdorf et Sorock [1997] au maintien prolongé de la station debout ou assise ont été placées dans une catégorie "immobilité posturale" afin d'éviter toute confusion avec le maintien statique d'une posture contraignante. Enfin, les catégories manutentions manuelles et vibrations dites "corps entier" ont été conservées.

4.2.1. Les contraintes posturales

Dans la littérature, les contraintes posturales correspondent généralement à la flexion du tronc, à la rotation ou torsion, à l'association flexion/rotation, à l'inclinaison latérale et aux postures à genoux ou accroupi. Il faut noter qu'il n'y a pas de distinction claire entre le fait de maintenir une posture ou d'adopter fréquemment cette posture. Autrement dit, du point de vue biomécanique, il est difficile de savoir si la contrainte est plutôt liée au maintien d'une posture contraignante ou à des mouvements fréquents du tronc amenant à cette posture.

Les contraintes posturales (et en particulier la flexion et la flexion associée à la rotation du tronc) présentent dans la quasi-totalité des études une relation significative avec l'apparition de lombalgies. Dans la revue de Burdorf et Sorock [1997], 9 études sur 10 ont identifié comme facteur de risque le fait de devoir fréquemment se pencher et effectuer des rotations du tronc avec des OR variant de 1.29 à 1.80.

Dans leur revue de la littérature, Hoogendoorn et al. [1999] ont sélectionné exclusivement des études de grande qualité méthodologique et observent dans les deux études ainsi sélectionnées une relation significative entre ces facteurs posturaux et la lombalgie. Le fait de "se pencher en avant" quelques fois, ou souvent, constitue également un facteur de risque significatif dans la cohorte française GAZEL [Derriennic et al., 2000]. Enfin, la méta-analyse de Lötters et al. [2003] portant sur 40 études confirme ces résultats en présentant un OR de 1.39 (IC95%: 1.24-1.55) pour une exposition à des flexions du tronc >20° durant plus de 2 heures ou à des rotations fréquentes.

Parmi les études non reprises dans ces revues et décrites dans le tableau 1, celle de Wickström et Pentti [1998], menée dans le secteur de l'industrie métallurgique, présente également un risque relativement élevé pour les postures contraignantes (OR=1.95).

4.2.2. L'immobilité posturale

L'immobilité posturale est définie dans la littérature par le fait de rester longtemps en position assise ou immobile; selon certains auteurs, ce facteur contribuerait au risque de lombalgie, tandis que le fait de se déplacer et de bouger beaucoup durant une journée de travail constituerait à l'inverse un facteur protecteur. A l'appui de cette hypothèse, des études expérimentales chez le chien ont mis en évidence un effet positif de la variation de position sur le métabolisme nutritionnel du disque intervertébral [Holm et Nachemson, 1983].

La revue de littérature déjà mentionnée [Burdorf et Sorock, 1997] montre cependant des résultats relativement contradictoires quant à l'influence de cette variable sur les lombalgies: en effet, deux études présentent une corrélation positive entre immobilité posturale et lombalgies alors que quatre autres ne montrent aucune association.

La revue de Hoogendoorn et al. [1999] a relevé deux études de grande qualité méthodologique qui ont étudié l'impact de la position assise prolongée. La première a montré un effet significatif inverse, donc protecteur, uniquement observé dans le cas des femmes. La seconde ne démontre aucun impact significatif. Dans leur méta-analyse, Lötters et al. [2003] n'ont pas étudié le facteur d'immobilité posturale. Comme le montre le tableau 1, Wickström et Pentti [1998] observent qu'il existe des risques associés à la station debout prolongée et au travail prolongé en position assise.

Enfin, une revue critique et systématique a été menée sur la question de la position assise au travail et des "professions sédentaires" [Hartvigsen et al., 2000]. Il en résulte que sur 35 études identifiées, 8 rentraient dans les critères de haute qualité méthodologiques. Parmi ces 8 études, une seule a démontré un effet négatif marginal de la position assise en comparaison aux autres contraintes d'exposition (posture, manutention, conduite de véhicule...). Parmi les autres études de moindre qualité méthodologique, une seule montre une association entre la position assise dans une "mauvaise posture" et les lombalgies. Et les auteurs de conclure que la position assise au travail n'est pas associée aux lombalgies. Ainsi, les hypothèses

pathogéniques relatives à l'influence néfaste de l'immobilité posturale sur la nutrition du disque ne sont actuellement pas confirmées par les études épidémiologiques.

4.2.3. La manutention manuelle de charges

La manutention est sans doute le facteur le plus étudié et aussi le plus souvent retrouvé associé aux lombalgies [Macfarlane et al., 1997]. Le terme de manutention recouvre en fait plusieurs tâches distinctes: lever une charge, la transporter, la pousser ou la tirer. Le lever et le transport de charges sont les tâches de manutention les plus étudiées [Krause et al., 1997]. Dans la revue de Burdorf et Sorock [1997], sur 19 articles évaluant le risque de lombalgie associé au lever et transport de charges, 16 montrent une augmentation du risque de lombalgie.

Dans la revue d'Hoogendoorn et al. [1999], 3 études sur 4 concluent à une relation significative avec des OR variant de 1.5 à 3.1. Plusieurs études confirment cette tendance. Ainsi, par exemple, dans une étude de population générale réalisée dans un comté suédois, Vingard et al. [2000] ont comparé 686 cas ayant consulté un médecin en raison de lombalgies à 1385 témoins: un risque relatif de 1.5 (1.1-2.1) est observé pour les personnes déclarant devoir lever des charges de 15 kg au moins, plusieurs fois par jour.

En outre, dans une étude cas-témoins réalisée au Canada dans une usine de montage automobile [Kerr et al., 2001], la mesure de paramètres biomécaniques au cours des activités de travail a permis de montrer que la compression cumulée calculée au niveau du disque L4-L5 constituait un facteur étiologique de risque important [OR=2.0 (1.2-3.6)], de même que la force de crête exercée au niveau manuel [OR=1.9 (1.2-3.1)]. Une étude relevée dans cette synthèse s'est aussi intéressée à la perception de soulèvement de charges trop lourdes et a montré des associations significatives de ce facteur à l'apparition de lombalgies [Masset et al., 1998].

La méta-analyse de Lötters et al. [2003] traite le facteur "manutentions manuelles" comme des soulèvements fréquents de charges de >5 kg ou le soulèvement de charges de plus de 25 kg plus d'une fois par jour. Il en résulte un OR de 1.69 (IC95%: 1.41-2.01).

En ce qui concerne les tâches consistant à pousser ou tirer une charge, certains auteurs [Wickström et Pentti, 1998; Fautrel et al., 1998] les prennent en considération pour évaluer le risque de lombalgies lors des manutentions. Cependant, ces tâches ont rarement été étudiées de manière spécifique sauf chez Hoozemans et al. [1998] qui constatent que ces tâches entraînent également un risque important de lombalgie.

4.2.4. L'exposition aux vibrations dites "corps entier"

Cette exposition est caractéristique de la conduite d'un véhicule ou d'un engin qui soumet le corps entier à des vibrations de basse fréquence proches de la fréquence de résonance du tronc (de 3 à 7 Hz). Ce facteur a été largement étudié et son association aux plaintes de lombalgie est retrouvée dans la grande majorité des études.

Dans la revue de Burdorf et Sorock [1997], 13 études sur 14 présentent une corrélation positive entre l'exposition aux vibrations et le risque de lombalgies; certaines études montrent en outre que le risque augmente avec l'intensité de l'exposition. Fautrel et al. [1998] observent également une association presque toujours significative entre lombalgie et exposition aux vibrations. Dans une étude rétrospective portant sur une population de patients sollicitant des soins de kinésithérapie, Levangie [1999] rapporte un risque de lombalgie très important (OR=5.22) pour une exposition aux vibrations pendant au moins une heure par jour.

Krause et al. [1997] étudiant le risque de lombalgie parmi les employés d'une société de transport en commun, observent un OR de 3.43 pour les sujets ayant 10 ans d'expérience de conduite et un OR de 1.96 pour ceux conduisant au moins 20 heures par semaine; par contre, ils n'observent pas d'influence significative du type de véhicule. Dans sa revue de littérature, Johanning [2000] montre cependant que les véhicules tout-terrain ou les engins de construction individualisent des niveaux de vibration plus dangereux pour le dos. La récente méta-analyse de Lötters et al. [2003] confirme ces résultats mais conclut à un risque beaucoup plus faible avec un OR de 1.30 (IC95%: 1.17-1.45) pour l'exposition à des vibrations "corps entier" de plus de 0.5 m/s² durant une journée de travail.

Une revue de littérature a aussi été consacrée à la recherche de preuves scientifiques quant à une association étiologique des vibrations à la lombalgie et à l'existence d'une relation dose-réponse entre les vibrations et la lombalgie [Lings et Leboeuf-Yde, 2000]. Sur 24 études relevées, 7 répondaient aux critères définis de qualité méthodologique. Parmi ces 7 études, une d'elles présente une augmentation de la fréquence du prolapsus discal chez les chauffeurs professionnels et les 6 autres ont montré, à l'anamnèse, des lombalgies plus fréquentes parmi les groupes exposés aux vibrations. Une relation dose-réponse a été objectivée dans 2 des 4 études analysées dans cette revue. Les auteurs concluent que les preuves scientifiques de l'influence du facteur "vibration" ne sont pas encore définitives mais qu'il existe des raisons suffisantes pour chercher à réduire au maximum cette exposition. Enfin, il est rappelé au terme de cette revue que le problème lié aux vibrations est en régression en raison des progrès techniques en matière de suspension des sièges de conduite.

En conclusion, les données scientifiques actuellement disponibles et en particulier celles tirées d'études récentes de nature prospective ou de type cas-témoins permettent de conclure à l'existence d'une influence étiologique de la flexion et/ou rotation du tronc, de la manutention de charges lourdes et de l'exposition aux vibrations "corps-entier". Cette influence reste cependant assez modérée en référence à la méta-analyse de Lötters et al. [2003] dans laquelle les OR varient de 1.30 à 1.68. Quant à l'immobilité posturale et à l'impact de la position assise, les conclusions des travaux les plus récents sur le sujet s'orientent vers une absence d'effet de ces facteurs.

Tableau 1 Associations significatives ($p < 0.05$) entre les facteurs de risque mécaniques liés à l'activité professionnelle et la survenue de lombalgies dans les études épidémiologiques non reprises dans les revues citées au point 4.2.

Auteurs	Echantillon	Design de l'étude	Lombalgie	Facteurs de risque	Exposition	OR RR	IC95%
Krause et al., 1997	1449 chauffeurs de transports en communs à San Francisco	Longitudinal (5 ans de suivi)	Lombalgies fréquentes	Conduite de véhicule (10 ans d'expérience) Conduite régulière (20 heures/semaine)	oui vs non	3.43	1.50-7.81
					oui vs non	1.96	1.06-3.63
Levangie, 1999	288 patients (150 traités pour lombalgies et 138 pour d'autres raisons)	Cas-témoin	Patients traités pour lombalgie	Exposition aux vibrations Conduite de voiture	1h ou plus vs <1h	5.22	1.46-18.59
					1h ou plus vs <1h	2.49	1.42-4.34
Masset et al., 1998	Travailleurs masculins (entreprises métallurgiques belges)	Longitudinal	Survenue de lombalgie durant les 2 ans de suivi	Perception de manutention lourde	oui vs non	2.26	1.12-4.55
Wickström et Pentti, 1998	189 travailleurs de deux industries métallurgiques	Longitudinal (2 ans de suivi)	Lombalgie récurrente les 12 derniers mois	Soulever/transporter/pousser/tirer	oui vs non	2.85	1.32-6.02
				Posture contraignante	oui vs non	1.95	1.04-3.69
				Station debout prolongée	oui vs non	2.48	1.30-4.72
				Station assise prolongée	oui vs non	2.68	1.36-5.27

4.3. Les facteurs psychosociaux

Les facteurs psychosociaux liés au travail se différencient des caractéristiques psychologiques individuelles discutées au point 4.1. La base théorique qui définit ces facteurs a été, à l'origine, le modèle *Job demand-control* (demande-contrôle) de Karasek [Karasek, 1979; Karasek et Theorell, 1990; Karasek et al., 1998]. Il s'agit d'un modèle en deux dimensions. La première concerne la demande professionnelle: volume de travail, rythme, ordres contradictoires... La seconde concerne le contrôle du travailleur sur la réalisation de son travail (latitude décisionnelle); il s'agit par exemple de l'autonomie décisionnelle ou de la possibilité de développer ses aptitudes. Dans ce modèle, la situation la plus défavorable combine une demande professionnelle élevée avec une faible latitude décisionnelle. Dans les années 80, la dimension du soutien social a été ajoutée à ce modèle [Johnson et Hall, 1988] suggérant qu'un soutien important peut compenser l'impact défavorable des deux autres facteurs.

Plus tard, le modèle de Siegrist a montré le rôle joué par la reconnaissance sociale du travail effectué par le travailleur (récompense financière, évolution de carrière, assurance de stabilité d'emploi, reconnaissance des pairs, etc.). Un déséquilibre entre l'effort fourni et la reconnaissance reçue en retour constitue donc la situation défavorable sur base de ce modèle [Siegrist, 1996].

Ainsi, dans la littérature scientifique, les facteurs de risque psychosociaux se retrouvent généralement regroupés dans les catégories suivantes: les demandes professionnelles élevées (contenu et intérêt du travail, rythme élevé, pression temporelle, ordres contradictoires), la faible autonomie de décision, la monotonie du travail, l'impossibilité de développer ses compétences et le manque de soutien social. A ces dimensions s'ajoutent l'insatisfaction au travail, l'insécurité de l'emploi et le stress lié au travail. Quatre revues de la littérature ont été analysées: celle de Burdorf et Sorok [1997], de Hoogendoorn et al. [2000a], la meta-analyse de Lötters et al. [2003] et enfin une récente revue de Hartvigsen et al. [2004] concernant les études prospectives.

Dans la revue de Burdorf et Sorock [1997], sur les études évaluant les facteurs psychosociaux, l'absence de latitude décisionnelle ou le travail monotone sont associés à la lombalgie dans 5 études sur 7 avec des OR variant de 1.35 à 2.34. Le soutien social, analysé dans deux études ne montre pas d'effet. Une étude sur 4 présente un lien entre la pression temporelle et les lombalgies. L'insatisfaction au travail présente un lien dans 5 études sur 8 et le stress au travail, dans 3 études sur 5.

La revue de Hoogendoorn et al. [2000a] incluant 11 études de cohorte et deux études cas-témoin, rapporte des preuves scientifiques quant à l'impact d'un faible soutien social et d'une faible satisfaction au travail. Cependant, en changeant légèrement les critères de qualité méthodologique et en incluant ainsi plus d'études, les preuves scientifiques deviennent insuffisantes pour le soutien social. L'impact d'une faible satisfaction au travail pourrait quant à lui résulter d'un manque de prise en considération de la charge physique au travail comme facteur

confondant. Les auteurs de cette revue concluent à un effet des facteurs psychosociaux liés au travail en général sans pouvoir apporter de preuve quant au rôle des facteurs spécifiques. Dans la méta-analyse de Lötters et al. [2003], l'insatisfaction analysée dans 8 études présente une relation faible avec un OR de 1.3 (IC95%: 1.17-1.45).

La revue de Hartvigsen et al. [2004] porte sur 40 études prospectives répertoriées entre 1990 et 2002. Dix d'entre elles répondaient à des critères de grande qualité méthodologique. Les facteurs de perception du travail (incluant l'insatisfaction au travail) présentent une association modérée dans une étude sur 4 de haute qualité méthodologique. La valeur de l'OR y est de 1.2 (IC95%: 1.01-1.40). Les aspects organisationnels du travail, dont la demande psychologique, ne sont associés positivement que dans une étude sur 3 de haute qualité méthodologique [OR=2.19 (IC95%: 1.04-2.61)]. Concernant le soutien social, aucune des 3 études de grande qualité ne rapporte d'association. Enfin, concernant le stress au travail, une des deux études de haute qualité présente une forte association avec un OR de 2.71 (IC95%: 1.36-5.38). Les auteurs de cette revue en concluent qu'il existe des preuves scientifiques modérées d'une absence d'impact de la perception du travail, des aspects organisationnels et du soutien social; l'influence du stress au travail sur la lombalgie présente quant à lui des preuves scientifiques insuffisantes.

A l'analyse de ces revues concernant les facteurs psychosociaux, il faut constater que, sur le plan de l'épidémiologie, ces derniers présentent un impact limité sur la lombalgie et même si de nombreuses études ont montré des effets de ces facteurs de manière isolée, il semble que, de manière globale, les résultats des revues systématiques tendent plutôt à prouver l'absence d'effet.

5. L'évaluation de l'exposition aux facteurs mécaniques de la lombalgie

Afin d'évaluer l'exposition professionnelle des travailleurs aux contraintes mécaniques, une série de méthodes d'évaluation sont disponibles, qui peuvent être classées en trois niveaux de complexité: un niveau simple d'évaluation subjective (par questionnaire, journal ou interview), un niveau intermédiaire basé sur l'observation (par des méthodes directes ou différées) et enfin un niveau très spécialisé impliquant une instrumentation du sujet [Van der Beek et Frings-Dresen, 1998]. Le passage du premier niveau au second ou au troisième offre une évaluation de précision croissante, mais s'accompagne inévitablement d'une augmentation du coût, ce qui rend aussi plus difficile son application à une large population.

6. Les auto-questionnaires validés dans la littérature

Dix questionnaires comportant une évaluation des facteurs physiques de risque de TMS et ayant fait l'objet d'une étude de validation ou de reproductibilité publiée dans la littérature entre 1987 et 1999 ont été analysés. Le point 6.7. de ce chapitre est consacré aux questionnaires publiés ultérieurement. Les 10 questionnaires analysés se différencient par la taille de l'échantillon analysé, de 82 à 2480 personnes, et par la nature de la population cible, celle-ci appartenant à un nombre variable de catégories professionnelles (de 1 à 55). En raison des objectifs spécifiques poursuivis par les équipes de recherche qui les ont développés, aucun de ces questionnaires n'est exclusivement consacré à l'évaluation des contraintes mécaniques pour la colonne lombaire en milieu de travail (tableau 2). Certains questionnaires prennent également en considération la contrainte pour la colonne cervicale ou les membres supérieurs, tandis que d'autres s'intéressent aux contraintes physiques supportées durant les loisirs.

6.1. La validité de contenu

Les questionnaires analysent toujours la contrainte posturale, l'immobilité posturale et la manutention manuelle tandis que l'exposition aux vibrations n'est prise en compte que dans 5 questionnaires sur 10. Comme le montre le tableau 2, la proportion des questions consacrées à chaque catégorie de facteurs de risque varie, elle aussi, d'un questionnaire à l'autre. Cela suggère que certains facteurs de risque sont abordés plus en détail que d'autres et c'est généralement le cas pour la manutention manuelle de charges.

Afin d'apprécier la validité de contenu des 10 questionnaires analysés, les items retenus ont été relevés et classés en fonction des groupes de facteurs de risque définis plus haut. Les tableaux 3 à 6 reprennent, à titre d'illustration, le contenu des items de chaque questionnaire pour les contraintes posturales, les manutentions, l'immobilité posturale et l'exposition aux vibrations "corps entier".

Tableau 2 Caractéristiques des questionnaires analysés et contexte d'application

Auteurs	n=	Type de population	Objet de l'évaluation	Période évaluée	Méthodologie utilisée	n questions "Travail"	Nombre de questions par catégorie			
							contraintes posturales	immobilité posturale	manutention manuelle	exposition aux vibrations
Campbell et al., 1997	152	16 professions	Activités physiques Travail actuel	Un jour de travail moyen	Comparaison d'un questionnaire par interview aux observations d'une journée de travail	11	2	1	4	1
Hollmann et al., 1999	455	16 maisons de repos	Exigences physiques Travail actuel	Durant le travail	Reproductibilité d'un auto-questionnaire administré 3 fois sur une période de 12 mois	19	7	2	6	
Pope et al., 1998	123	6 professions	Exigences physiques Travail actuel	Une heure spécifique de travail	Comparaison d'un auto-questionnaire aux observations portant sur la même heure de travail	14	1	2	8	
Rossignol et Baetz, 1987	96	1 hôpital	Facteurs de risque de lombalgies Travail actuel	Travail habituel	Comparaison d'un auto-questionnaire au même instrument rempli par le médecin du travail suite à l'observation du poste de travail	11	2	4	1	1
Torgen et al., 1997	167	55 professions	Activités physiques Travail et loisirs Travail actuel et antérieur	Cfr modalités de réponse (tableaux 3-6)	Reproductibilité d'un auto-questionnaire après 2 semaines (44 sujets) et 1 an (123 sujets)	16	2	1	2	1

Tableau 2 Suite et fin

Auteurs	n=	Type de population	Objet de l'évaluation	Période évaluée	Méthodologie utilisée	n questions "Travail"	Nombre de questions par catégorie			
							contraintes posturales	immobilité posturale	manutention manuelle	exposition aux vibrations
Torgen et al., 1999	82	Déménageurs et secrétaires médicales	Charges physiques Travail antérieur	Cfr modalités de réponse (tableau 3-6)	Reproductibilité d'un questionnaire à 6 ans d'intervalle Comparaison de l'auto-questionnaire aux observations réalisées 6 ans avant	13	3	1	3	
Viikari-Juntura et al., 1996	2756	Industrie forestière	Charge physique de travail (pour les problèmes de TMS) Travail actuel	Journée de travail ordinaire	Comparaison d'un auto-questionnaire aux observations pour 36 travailleurs et à un journal horaire	10	3	1	1	
Wiktorin et al., 1993	97	45 professions	Postures et manutentions manuelles Travail actuel	Journée de travail ordinaire	Comparaison de l'auto-questionnaire aux observations directes et à des mesures instrumentales durant une journée de travail	17	4	1	8	
Wiktorin et al., 1996	343	30 professions	Charge physique Travail et loisirs Travail actuel et antérieur	Journée de travail ordinaire	Reproductibilité d'un auto-questionnaire après 2 semaines	33	4	1	8	1
Wiktorin et al., 1999	2480	Population générale	Charge physique et dépense énergétique Travail et loisirs Travail actuel	Journée de travail typique	Comparaison de l'auto-questionnaire à une interview de 30 à 45 minutes	15	2	1	2	1

En ce qui concerne l'évaluation des contraintes posturales, la flexion du tronc est analysée dans tous les questionnaires sauf ceux de Campbell et al. [1997] et de Pope et al. [1998] (tableau 3); 7 des 10 questionnaires évaluent l'exposition à la rotation du tronc et au travail à genoux. L'inclinaison latérale du tronc n'est analysée que dans deux questionnaires (ceux de Rossignol et Baetz [1987] et de Hollmann et al. [1999]). Rossignol et Baetz [1987] et Wiktorin et al. [1999] sont les seuls à différencier le mouvement de flexion du tronc et le maintien d'une posture en flexion.

Pour les manutentions manuelles (tableau 4), le lever et le transport de charges sont évalués dans la totalité des questionnaires; Hollmann et al. [1999] s'intéressent en outre aux positions du tronc lors de ces tâches. Quatre questionnaires évaluent aussi les efforts de poussée et de traction. Un seul questionnaire [Rossignol et Baetz, 1987] s'intéresse à l'abaissement de la charge qui implique un effort musculaire excentrique.

L'immobilité posturale (tableau 5) est analysée à travers le maintien de la position assise dans l'ensemble des questionnaires analysés. Rossignol et Baetz [1987], Pope et al. [1998] et Hollmann et al. [1999] sont les seuls à prendre en compte en outre, la position debout immobile. Rossignol et Baetz [1987] se sont aussi intéressés à certains facteurs de pondération tels que le fait de pouvoir changer de position ou de marcher de temps en temps.

Les 5 auteurs qui évaluent l'exposition aux vibrations "corps entier" (tableau 6) proposent aussi une formulation assez variable des items. Rossignol et Baetz [1987] et Campbell et al. [1997] se limitent à évoquer la conduite de véhicule alors que les 3 autres généralisent davantage cette contrainte.

Outre les variations de contenu observées, l'examen des tableaux 3 à 6 montre que la comparabilité des données d'exposition obtenues par ces différents questionnaires est sans doute influencée par d'autres éléments tels que les modalités de réponse proposées, les niveaux d'exposition choisis pour chaque facteur de risque et enfin, l'intervalle temporel sur lequel porte l'évaluation.

6.2. Les modalités de réponse

Ces modalités prennent, pour une majorité des items, la forme d'une échelle de fréquence. Celle-ci peut être ordinale (pas du tout, rarement, plutôt souvent, souvent) ou continue (jamais-----toujours), et se distinguer aussi selon qu'elle a un caractère subjectif (parfois, souvent, ...) ou objectif (1 à 10 fois/heure, par exemple). Pour le reste, un certain nombre de réponses ont un caractère dichotomique, de type oui/non. Certains auteurs utilisent une échelle d'intensité (pour le poids par exemple) [Pope et al., 1998] ou de durée. Deux travaux complètent les modalités de réponse par des questions ouvertes [Viikari-Juntura et al., 1996; Pope et al., 1998].

Pour la contrainte posturale (tableau 3), des échelles de fréquence (comprenant de 4 à 6 classes) sont utilisées comme modalité de réponse dans 7 questionnaires,

tandis que les autres questionnaires emploient le mode dichotomique. Pour les manutentions manuelles (tableau 4), des échelles de fréquence sont utilisées dans tous les questionnaires sauf chez Rossignol et Baetz [1987], Viikari-Juntura et al. [1996] et Pope et al. [1998] qui utilisent un mode dichotomique éventuellement complété par une question ouverte. Concernant l'immobilité posturale (tableau 5), quatre auteurs utilisent le mode dichotomique et les six autres, une échelle de fréquence (ordinales ou continues). Pour les réponses concernant les vibrations (tableau 6), deux auteurs utilisent le mode dichotomique, les autres utilisent des échelles de fréquence ordinales ou continues.

6.3. Les niveaux d'exposition

L'exposition à la contrainte posturale (tableau 3) est évaluée au moyen d'une amplitude seuil (en degrés) dans trois questionnaires, d'une durée seuil dans trois autres questionnaires et d'une fréquence seuil dans un questionnaire de Wiktorin et al. [1999]. Seuls Hollmann et al. [1999] proposent des qualificatifs subjectifs pour déterminer le niveau d'exposition en flexion du tronc. Trois questionnaires enfin ne définissent pas de niveau seuil d'exposition. En ce qui concerne le niveau d'exposition aux manutentions manuelles, le tableau 4 montre que la majorité des auteurs proposent de 2 à 4 classes pour évaluer le poids des charges. Pope et al. [1998] demandent d'estimer le poids sur une échelle de réponse semi-continue qui s'applique à différentes modalités de soulèvement et de transport de charges. Rossignol et Baetz [1987] par contre, ne proposent pas de critère chiffré d'exposition. Les limites de poids ainsi définies varient cependant assez fort d'un auteur à l'autre, surtout pour les valeurs extrêmes de la gamme couverte. Concernant l'immobilité posturale (tableau 5), Campbell et al. [1997] et Pope et al. [1998] sont les seuls à définir un niveau d'exposition: ils parlent d'une durée limite estimée sur la période d'évaluation. Pour les vibrations (tableau 6), Campbell et al. [1997] sont aussi les seuls à proposer un niveau d'exposition qu'ils définissent comme une durée limite sur la journée.

6.4. L'intervalle temporel

L'intervalle sur lequel porte l'évaluation est bien précisé dans certains questionnaires: il se retrouve alors dans la formulation des questions ou bien est défini par l'échelle de fréquence utilisée. Cependant, la durée de l'intervalle pris en compte est très variable d'un instrument à l'autre. Ainsi, Pope et al. [1998] évaluent les contraintes supportées durant une heure spécifique de travail, tandis que Viikari-Juntura et al. [1996] et Campbell et al. [1997] font référence à une journée de travail ordinaire. Pour évaluer la fréquence des manutentions, Campbell et al. [1997] utilisent une échelle couvrant une semaine de travail alors que celle de Torgen et al. [1999] ne concerne qu'une heure de travail (tableau 4). D'autres instruments ne définissent pas de manière précise la période d'évaluation: c'est le cas du questionnaire de Hollmann et al. [1999] qui fait appel exclusivement à une échelle subjective de fréquence ou de celui de Rossignol et Baetz [1987] qui parle de "travail habituel". Dans certains cas, la période d'évaluation varie en fonction de la contrainte analysée [Torgen et al., 1999].

Tableau 3 Questions évaluant les contraintes posturales

Auteurs	Facteur de risque	Niveaux seuil	Schémas	Modalités de réponse
Campbell et al., 1997	Se mettre à genoux Plier les genoux	>2 heures >1 heure		oui/non
Hollmann et al., 1999	Tronc droit Tronc incliné Tronc en rotation Tronc en inclinaison latérale A genoux (un ou deux genoux) Les genoux pliés	légèrement fort	+	jamais rarement parfois souvent toujours
Pope et al., 1998	Se mettre à genoux		+	oui/non minutes
Rossignol et Baetz, 1987	Position penchée en avant Position penchée sur le côté Position en torsion Se pencher vers l'avant Effectuer des rotations du tronc Travailler sous les genoux			oui/non
Torgen et al., 1997	Mains sous le niveau des genoux Posture penchée ou en torsion	>30 min/jour >30 min/jour		presque jamais/pas du tout 1 à 3 jours par mois un jour par semaine 2 à 4 jours par semaine tous les jours de travail
Torgen et al., 1999	A genoux/les genoux fléchis Tronc incliné vers l'avant Tronc en rotation	>60° >45°		pas du tout un peu, 1/10 du temps à peu près 1/4 du temps la moitié du temps à peu près 3/4 du temps presque tout le temps
Viikari-Juntura et al., 1996	Travail le tronc fléchi vers l'avant Mouvement de rotation du tronc Travail à genoux ou les genoux fléchis		+	moins d'1/2 heure 1/2 heure à une heure 1 à 2 heures plus de 2 heures pas du tout rarement peu souvent souvent pas du tout moins d'1/2 heure 1/2 heure à 1 heure plus de 1 heure
Wiktorin et al., 1993 et 1996	Tronc fléchi vers l'avant Tronc en rotation A genoux/les genoux fléchis	de 20 à 60° >60° >45°	+	pas du tout un peu, 1/10 du temps 1/4 du temps la moitié du temps 3/4 du temps presque tout le temps
Wiktorin et al., 1999	Mains sous le niveau des genoux Mouvements de flexion ou de rotation du tronc	>30 min/jour plusieurs fois par heure		presque jamais, pas du tout 1 à 3 jours par mois un jour par semaine 2 à 4 jours par semaine tous les jours de travail

Tableau 4 Questions évaluant les manutentions manuelles

Auteurs	Facteur de risque	Niveaux seuil	Schémas	Modalités de réponse
Campbell et al., 1997	Soulever ou transporter	10kg ou plus 25kg ou plus 50kg ou plus 100kg ou plus		jamais moins d'une fois/semaine 1 à 10 fois/semaine plus de 10 fois/semaine
Hollmann et al., 1999	Soulever ou transporter (tronc droit) Soulever ou transporter (tronc incliné)	poids léger (<10kg) poids moyen (10-20kg) poids lourd (+ de 20kg) poids léger (<10kg) poids moyen (10-20kg) poids lourd (+ de 20kg)	+	jamais rarement parfois souvent toujours
Pope et al., 1998	Soulever à une main à deux mains au dessus des épaules Transporter à une main à deux mains sur l'épaule Tirer Pousser		+	- oui - non Si oui, Poids moyen (kg) ? 0-5-10-15-20-25-30-35-40-45-50 Poids maximum (kg) ? 0-5-10-15-20-25-30-35-40-45-50 Durée totale ? ...min ...sec
Rossignol et Baetz, 1987	Soulever Abaissier Transporter Pousser Tirer			- oui - non Temps passé à l'activité ? Effort requis par l'activité - peu/pas - un peu - beaucoup
Torgen et al., 1997 et Wiktorin et al., 1999	Soulever ou transporter	poids entre 5 et 15kg poids >15kg		presque jamais/pas du tout 1 à 3 jours par mois un jour par semaine 2 à 4 jours par semaine tous les jours de travail
Torgen et al., 1999	Soulever ou transporter	poids entre 1 et 5kg poids entre 6 et 15kg poids entre 16 et 45kg		pas du tout moins d'une fois/heure d'1 à 10 fois/heure de 11 à 30 fois/heure plus de 30 fois/heure
Viikari-Juntura et al., 1996	Soulèvement Transport Transfert manuel	poids de 6 à 15kg poids de 16 à 25kg poids de plus de 25kg	+	- oui - non Combien de fois par jour ?fois
Wiktorin et al., 1993 et 1996	Transporter Pousser/tirer Soulever	forces correspondant à 1-5kg 6-15kg 15-45kg >45kg poids de 1-5kg poids de 6-15kg poids de 16-45kg poids de >45kg	+	pas du tout un peu, à peu près 1/10 du temps à peu près 1/4 du temps à peu près la moitié du temps à peu près 3/4 du temps presque tout le temps moins d'1 fois/heure 1 à 10 fois/heure 11 à 30 fois/heure plus de 30 fois/heure

Tableau 5 Questions évaluant l'immobilité posturale

Auteur	Facteur de risque	Niveaux seuil	Schémas	Modalité de réponse
Campbell et al., 1997	Rester assis	>2h au total		oui non
Hollmann et al., 1999	Rester assis Rester debout		+	jamais rarement parfois souvent toujours
Pope et al., 1998	Etre debout dans une seule position Etre assis dans une seule position	>30 minutes >30 minutes	+	oui non Durée totale ? ... min
Rossignol et Baetz, 1987	Travail en position assise/debout prolongée			oui non Quelle position ? assis –debout -les deux
	Possibilité de marcher de temps en temps Changer souvent de position durant la pause			oui non
Torgen et al., 1997	Proportion de la journée en position assise			Echelle continue pas du tout.....tout le temps
Torgen et al., 1999	Etre assis			pas du tout un peu, à peu près 1/10 du temps à peu près 1/4 du temps à peu près la moitié du temps à peu près 3/4 du temps presque tout le temps
Viikari-Juntura et al., 1996	Temps passé assis au travail		+	moins de 2 heures 2 à 4 heures plus de 4 heures
Wiktorin et al., 1993 et 1996	Etre assis		+	pas du tout à peu près 1/10 du temps à peu près 1/4 du temps à peu près la moitié du temps à peu près 3/4 du temps presque tout le temps
Wiktorin et al., 1999	Proportion de la journée en position assise			Echelle continue pas du tout.....tout le temps

Tableau 6 Questions évaluant l'exposition aux vibrations "corps entier"

Auteur	Facteur de risque	Niveaux seuil	Schémas	Modalité de réponse
Campbell et al., 1997	Conduire	>4h au total		oui non
Rossignol et Baetz, 1987	Exposition aux vibrations d'un véhicule			oui non
Torgen et al., 1997	Vibrations du corps entier (proportion sur la journée)			Echelle continue pas du tout.....tout le temps
Wiktorin et al., 1993	Proportion de la journée sur sol/siège vibrant		+	pas du tout à peu près 1/10 du temps à peu près 1/4 du temps à peu près la moitié du temps à peu près 3/4 du temps presque tout le temps
Wiktorin et al., 1999	Proportion de la journée sur sol/siège vibrant			Echelle continue pas du tout.....tout le temps

6.5. La reproductibilité

La reproductibilité dans le temps des données recueillies par ces questionnaires a été étudiée pour quatre d'entre eux. La méthode utilisée est toujours celle du "test-retest" mais l'intervalle entre les deux administrations varie: 15 jours, 4 mois, 1 an ou 6 ans. Les données publiées montrent que la reproductibilité est peu influencée par l'intervalle de temps entre les deux tests. Ainsi, Torgen et al. [1999] qui évaluent la reproductibilité à 15 jours et à 6 ans d'intervalle rapportent des résultats similaires pour ces deux tests: ils en déduisent que les difficultés de mémorisation ont peu d'incidence sur la reproductibilité. Hollmann et al. [1999] évaluent la reproductibilité d'un index de charge physique au moyen de deux administrations du questionnaire, respectivement 4 mois et un an après la passation initiale. L'index reste stable pour les deux tests ($r > 0.60$). La reproductibilité peut aussi varier en fonction des items des questionnaires. De manière générale, l'évaluation de la position assise présente les coefficients de corrélation les plus élevés [Wiktorin et al., 1996; Torgen et al., 1997; Torgen et al., 1999]. La reproductibilité de l'exposition aux vibrations, évaluée dans deux questionnaires, est également satisfaisante. La reproductibilité des évaluations de la contrainte posturale, par contre, est plus variable: les corrélations sont jugées faibles (surtout pour les flexions et les torsions) dans deux études [Wiktorin et al., 1996; Torgen et al., 1999] mais satisfaisantes dans une troisième [Torgen et al., 1997]. Enfin, en ce qui concerne les manutentions, la reproductibilité a tendance à se détériorer lorsque l'évaluation porte sur des poids légers (de moins de 5 kg en l'occurrence) [Torgen et al., 1999].

6.6. La validité de concordance

Celle-ci a été étudiée pour 8 des 10 questionnaires analysés. Dans une étude de Wiktorin et al. [1999], l'auto-questionnaire est comparé à l'interview du travailleur: de fortes corrélations sont observées pour l'estimation du temps passé en position assise et à la conduite d'un véhicule alors que les corrélations sont assez moyennes pour des contraintes posturales telles que les flexions du tronc.

Cependant, pour la majorité des questionnaires analysés, le critère de référence choisi pour la validation est l'observation directe de l'activité du travailleur [Rossignol et Baetz, 1987; Pope et al., 1998; Torgen et al., 1999]. Certaines observations générales peuvent être tirées de ces analyses de concordance. Ainsi, les contraintes globales et bien définies telles que l'estimation du temps passé en position assise, ou encore celle de l'exposition aux vibrations sont généralement bien corrélées aux observations directes. Par contre les corrélations entre questionnaire et observations sont nettement moins satisfaisantes lorsqu'il s'agit de contraintes plus complexes à définir comme les manutentions lourdes ou les postures contraignantes [Rossignol et Baetz, 1987 ; Wiktorin et al., 1993; Pope et al., 1998; Torgen et al., 1999]. Wiktorin et al. [1993] rapportent aussi que la concordance est moins bonne pour les activités de durée et fréquence variables en comparaison aux activités de courte durée et de faible fréquence.

L'utilisation du mode de réponse dichotomique semble apporter de meilleurs résultats en termes de validité de concordance qu'une évaluation plus détaillée des contraintes [Campbell et al., 1997]. Pope et al. [1998] confirment ces résultats en testant la validité d'un questionnaire administré immédiatement à l'issue de la période d'observation; dans cette étude, la validité reste cependant satisfaisante lorsque l'on utilise une échelle en fréquence. Le questionnaire de Hollmann et al. [1999] dont le système de réponse est exclusivement basé sur une échelle de fréquence, montre également une bonne validité de concordance.

6.7. Les questionnaires ultérieurs à la revue

Trois questionnaires plus récents ne sont pas inclus dans la revue de littérature décrite aux points précédents. Il n'ont donc pas été pris en compte dans la conception du questionnaire BELCOBACK (voir **Chapitre 1**): le "Risk Factor Questionnaire" (RFQ) [Halpern et al., 2001], le "Dutch Musculoskeletal Questionnaire" (DMQ) [Hildebrandt et al., 2001] et le "Stockholm Public Health Questionnaire" [Leijon et al., 2002].

Le RFQ compte 25 items concernant la posture de travail, les tâches et les poids manutentionnés. La catégorie "posture" évalue la flexion du tronc légère (mains au dessus des genoux), la flexion du tronc importante (mains sous les genoux) et la rotation du tronc (>45°). Les tâches concernant le risque lombaire sont la manipulation de charges encombrantes, le transport à une main, la manipulation de charges difficiles à saisir, le fait de pousser/tirer des charges, le transport d'objets entre 10 et 30lb, de plus de 30lb, de plus de 10lb sur plus de 40ft, la position assise, la position à genoux ou accroupie et la conduite de véhicules motorisés. Pour ces items, le questionnaire utilise des échelles de réponse en 6 points:

presque jamais, 10, 25, 50 et 75% du temps environ et presque toujours. Les charges, classées en 3 catégories (<10lb, 10-30lb et >30lb), sont estimées par une échelle de fréquence en 5 points: presque jamais, moins d'1 fois/h, d'1 à 10 fois/h, de 11 à 30 fois/h et plus de 30 fois/h. Seule la reproductibilité de cet instrument a été testée dans une population de 29 travailleurs. Les résultats présentent des valeurs de *kappa* allant de 0.37 à 0.93; les valeurs les plus faibles concernent la flexion légère du tronc ($\kappa=0.41$), la manipulation d'objets encombrants ($\kappa=0.45$), le fait de pousser ou de tirer des charges ($\kappa=0.37$) ou encore le fait de transporter plus de 10lb sur plus de 40ft ($\kappa=0.40$). Mis à part ces variables, la reproductibilité semble satisfaisante pour un intervalle court entre les deux administrations (moins de 43 jours) mais le RFQ n'est encore que partiellement validé.

En ce qui concerne le DMQ, la charge de travail "musculo-squelettique" est évaluée par 63 questions donnant lieu au calcul de 7 indices (la force, la charge dynamique et statique, la charge répétitive, les facteurs climatiques, les vibrations et les facteurs ergonomiques environnementaux) et par 4 questions concernant la posture assise, debout, la marche et les postures inconfortables. L'étude portant sur 1575 travailleurs a montré une homogénéité satisfaisante des indices. La validité divergente est assez bonne, ce qui signifie qu'il existe une discrimination des index de conditions psychosociales de travail et de l'inconfort dû aux charges physiques. Des groupes de travailleurs présentant une charge musculosquelettique différente ont ainsi pu être différenciés sur base des 7 indices et des 4 autres facteurs. Concernant la validité concurrente dont le but est d'objectiver un effet santé différent selon le score mesuré, il apparaît que la plupart des indices et des facteurs montrent des associations significatives avec la lombalgie. Les auteurs concluent en disant que le DMQ peut être utilisé en pratique ergonomique pour identifier les groupes de travailleurs pour lesquels une analyse ergonomique et une action de prévention devraient être envisagées.

Le Stockholm Public Health Questionnaire compte 8 questions qui évaluent la charge physique: l'activité physique générale dans le travail (sédentaire, léger; léger, quelque peu mobile; mobile, assez lourd; lourd), la proportion de temps passé en position assise (10% ou moins; environ 25%; 50%; environ 75%; presque tout le temps), la proportion du temps passé avec les mains au dessus du niveau des épaules (presque jamais; environ 10%; environ 25%; 50% ou plus), la proportion de temps passé en flexion du tronc (même échelle), la flexion/torsion du tronc plusieurs fois par heure (presque jamais; 1 à 2 jours par mois; un jour/semaine; 2 à 3 jours/semaine; tous les jours), la fréquence de manutentions manuelles d'au moins 10 kg (presque jamais; 1 à 10 fois/jour; 11 à 50 fois/jour; >50 fois/jours), la proportion de temps passé en effectuant des mouvements répétitifs plusieurs fois par heure (10% ou moins; environ 25%; 50%; environ 75%; presque tout le temps) et l'intensité de l'activité physique/sport durant les loisirs (principalement inactif; entraînement modéré; entraînement modéré et régulier; pratique sportive régulière).

Afin de réaliser un test-retest classique, 203 travailleurs (hommes et femmes) ont rempli le questionnaire à deux reprises à un intervalle d'environ 3 semaines; le questionnaire a également été validé par une interview structurée. Le degré d'accord a été calculé par le test de *kappa* de Cohen avec une pondération quadratique (κ_w). Le test-retest présente des accords variant de 0.74 à 0.92. Les accords du test de validité varient de 0.38 à 0.81. Les plus faibles coefficients concernent la flexion/rotation du tronc ($\kappa_w=0.38$) et les mouvements répétitifs ($\kappa_w=0.39$). Les questions concernant la posture assise, l'activité physique générale durant le travail et l'activité de loisir présentent de bons degrés d'accord ($\kappa_w=0.66-0.81$); les manutentions, la flexion du tronc et le travail avec les mains au-dessus des épaules montrent des résultats intermédiaires ($\kappa_w=0.48-0.54$). En outre, les résultats n'indiquent aucune influence du sexe, du type de travail ou des plaintes musculosquelettiques.

7. Les méthodes d'évaluation par observation directe

La précision, le coût et la faisabilité de l'observation directe des activités de travail en font un compromis valable entre le questionnaire et les mesures directes par instrumentation du sujet. De très nombreuses méthodes d'observation existent et ont été analysées de manière approfondie dans quatre revues de la littérature [Burdorf, 1992; Kilbom, 1994; Li et Buckle, 1999; Denis et al., 2000]. Ces revues détaillent et discutent les facteurs de risque pris en compte dans chaque méthode, leur contexte d'application (ergonomique ou épidémiologique) et les différents principes d'observation choisis. Parmi ces principes, on retrouve le choix du nombre d'observateurs, d'une observation directe sur le lieu de travail ou différée par enregistrement de bandes vidéo, de l'emploi ou non d'un support informatisé et de la nature de la saisie (en continu ou en échantillonnage temporel utilisant un intervalle fixe de saisie). La définition des variables d'observation est présentée pour chaque méthode et enfin, les résultats de tests de reproductibilité et de validité contre critère sont présentés.

L'analyse de ces revues permet d'abord de sélectionner les méthodes qui prennent en compte les facteurs de risques pertinents dans un contexte d'étude épidémiologique concernant la lombalgie. Ces facteurs sont la posture du tronc, les manutentions et l'exposition aux vibrations. Dans la revue systématique de Kilbom [1994], les 19 méthodes analysées étudient la posture du tronc; 9 incluent également les manutentions. Parmi celles-ci, 4 s'intéressent aux charges manutentionnées ou aux forces exercées. Six de ces méthodes différencient l'action de soulever/transporter et de pousser/tirer une charge. Trois études intègrent le type de tâche ou d'événement spéciaux, comme par exemple le fait de conduire un véhicule ou un engin. L'analyse quantitative des vibrations n'est, quant à elle, possible que par des techniques de mesures directes. Dans leur revue, Denis et al. [2000] ont inclus 38 méthodes dont 23 intéressent directement l'évaluation de l'exposition, les autres étant consacrées à l'évaluation du risque en général ou du travail d'un point de vue ergonomique. Chacune des 23 méthodes évalue la posture; 14 prennent en compte également le type et le niveau d'effort incluant ainsi les tâches de manutention; 13 étudient le poids et/ou le type et/ou les

caractéristiques de l'objet manutentionné; enfin, 9 s'intéressent aux tâches réalisées dans le travail, incluant outre les manutentions, tout autre type de tâches spécifiques.

Au terme de sa revue, Kilbom [1994] insiste sur la nécessité de l'emploi d'une méthode informatisée. Li et Buckle [1999] répertorient dans leur analyse 10 méthodes informatisées dont 5 sont compatibles avec l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque de lombalgie: les méthodes ROTA [Ridd et al., 1989], TRAC [Van der Beek et al., 1992], SAM [Wells et al., 1995], HARBO [Wiktorin et al., 1995] et PEO [Fransson-Hall et al., 1995]. Ces 5 méthodes sont décrites ci-après. Dans la revue plus récente de Denis et al. [2000], seule la méthode PATH [Buchholz et al., 1996] a retenu notre attention pour sa grille d'observation; cette méthode n'étant pas informatisée, elle ne sera pas décrite dans ce travail.

La méthode ROTA est une méthode entièrement flexible et optionnelle: l'observation peut être directe ou différée (sur base d'enregistrements vidéo), la classification des amplitudes des postures du tronc est à déterminer tout comme la position globale (corps entier) et les activités de manutention manuelle. Les items concernant le poids des charges manutentionnées sont également à déterminer. Les tâches, le poste de travail ou les outils utilisés peuvent être encodés dans un maximum de 9 catégories. La méthode ROTA a été développée pour tout type de travail, le choix des catégories d'exposition incombant à l'observateur.

La méthode TRAC (Task Recording and Analysis on Computer) est une application directe de la méthode ROTA développée par Van der Beek et al. [1992] pour une population de chauffeurs-livreurs. Ils ont choisi de réaliser une observation directe avec une saisie discontinue utilisant un intervalle temporel de 15 secondes. Les postures y sont estimées de manière dichotomique ou catégorielle. La flexion et la rotation utilisent les catégories suivantes: 0-15°, 15-45°, 45-75° et >75°; les postures globales étudiées sont la position assise, debout, à genoux, accroupi et la marche. Le soulèvement/transport de charges est catégorisé en charges de <2 kg, de 2 à 10 kg et >10 kg; pour la poussée/traction, les catégories de charges sont les suivantes: <2 kg, de 2 à 17 kg et >175 kg. La reproductibilité de cette méthode présente des coefficients de *kappa* aux alentours de 0.80 sauf en ce qui concerne la flexion du tronc. Le degré d'accord est amélioré par l'entraînement. En excluant les manutentions, les valeurs de *kappa* concernant la posture restent cependant supérieures à 0.50. L'estimation des amplitudes articulaires a été comparée à des mesures optoélectroniques et présente une erreur inférieure à 5° pour la flexion du tronc en position statique. Les auteurs suggèrent le développement d'une version modifiée faisant appel à deux observateurs: l'un observant les postures, l'autre les manutentions.

La méthode SAM (comme work SAMpled information) est une méthode d'observation directe utilisant un échantillonnage temporel (donc un mode de saisie discontinu). Cette méthode est clairement conçue pour le contexte épidémiologique et en particulier pour l'exposition aux tâches de cycle long. Les estimations de la posture et de la charge sont intégrées dans une équation qui estime la charge sur le disque L4/L5. La posture globale se divise en 5 catégories: debout, assis, couché,

à genoux, accroupi; l'amplitude de flexion du tronc en 6 catégories: flexion négative (extension), 0-15°, 15-45°, 45-75°, 75-105°, 105-120°. L'inclinaison latérale et la rotation sont considérées positives pour une amplitude >20°. La position horizontale des bras est également prise en compte en trois catégories (proche du corps, intermédiaire et loin du corps) et la direction de la charge est également appréciée en *up-down-in-out* (respectivement soulever, abaisser, tirer, pousser). Enfin la force développée est divisée en 6 catégories: 0 kg, 1-4 kg, 5-10 kg, 11-17 kg, 18-22 kg, 23 kg et plus. Cette méthode fait partie d'un modèle d'évaluation de la charge physique qui inclut en outre un auto-questionnaire, des observations qualitatives, des enregistrements vidéo et des tracés électromyographiques; cet ensemble de méthodes converge vers un estimateur commun qui est la force de compression tissulaire [Wells et al., 1997]. La méthode a en outre été appliquée dans une étude cas-témoins évaluant les facteurs de risque biomécaniques et psychosociaux de la lombalgie au travail [Kerr et al., 2001].

La méthode HARBO (HAnds Relative to the BOdy) a été développée pour un enregistrement (de plusieurs heures) des durées cumulées de 5 postures standardisées. Il s'agit d'une méthode directe utilisant un enregistrement continu et dont la technique d'observation se focalise sur la position des mains. Les 5 postures sont les suivantes: debout avec une ou deux mains au dessus du niveau des épaules; debout avec les deux mains situées de manière continue dans le secteur "acromion-métacarpophalangienne (MP)" (donc entre les épaules et les 2/3 supérieurs des cuisses); la même position avec les mains qui ne restent pas de manière continue dans le secteur décrit; la position debout avec une ou deux mains situées de manière continue sous la ligne des MP; la position assise. Le traitement des données utilise le logiciel développé pour la méthode PEO [Fransson-Hall et al., 1995]. La reproductibilité inter-observateur a été testée sur 8 ouvriers durant une journée de travail entière; les résultats sont excellents avec des coefficients de corrélation intraclasse >0.99. La validité interne a également été testée en comparaison à des mesures directes de la position des bras et du tronc via des analyseurs de position. La corrélation entre les observations et les mesures directes a été mesurée par une analyse en régression linéaire et un coefficient de corrélation de Pearson. L'estimation de la durée de la position "mains au dessus du niveau des épaules" est bien corrélée avec un coefficient de 0.97; concernant la position "mains sous les MP" la corrélation est également excellente avec un coefficient de 0.98.

La méthode PEO (Portable Ergonomic Observations) a été développée pour tous les types de profession et tous les types de tâche en requérant peu de ressources humaines pour la récolte et l'analyse des données. C'est donc clairement le contexte épidémiologique qui est visé par cette méthode. Il s'agit d'une méthode informatisée qui enregistre en temps réel et de manière continue une série de variables d'exposition sur une période de 30 minutes. Parmi ces variables, on retrouve la position du dos, des bras, de la nuque, la posture globale et l'intensité des charges soulevées/transportées et poussées/tirées. Concernant le dos, les limites d'amplitude de flexion sont de 20-60° et >60°; la rotation est considérée comme positive au-delà de 45°. Les positions globales analysées sont les positions

à genoux ou accroupi. En ce qui concerne le poids des charges soulevées/transportées ou poussées/tirées, les limites sont identiques dans les deux cas: 1-5 kg, 6-15 kg, 16-45 kg et >45 kg. Tous ces items sont mutuellement exclusifs si bien que lors des tâches de manutention, l'information sur l'amplitude de flexion n'est pas relevée, seules des remarques générales quant à la position du tronc sont notées. La reproductibilité intra et inter-observateurs de cette méthode est élevée. Concernant la validité interne, testée en comparaison avec des analyses de bandes vidéo, l'amplitude de flexion du tronc légère est quelque peu surestimée par l'observateur. Elle est non concluante pour la flexion importante. En général, la fréquence des événements est sous-estimée alors que pour les manutentions, l'erreur va plutôt dans le sens de la surestimation des fréquences.

En conclusion, au terme de cette brève revue des méthodes informatisées d'observation directe, il faut constater que les méthodes pertinentes pour évaluer l'exposition professionnelle en épidémiologie de la lombalgie sont peu nombreuses: 5 méthodes seulement et qui, en outre, se différencient en matière du mode d'observation et des limites d'exposition choisies. De plus, les différentes méthodes de validation utilisées ne permettent pas de comparer clairement leur fiabilité et leur validité interne.

Chapitre 1

Développement et validation d'un auto-questionnaire pour l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie

1. Qu'entend-on par validation ?

Les termes de validité, fiabilité, reproductibilité sont fréquemment utilisés lorsqu'il s'agit de décrire les qualités souhaitées d'un questionnaire. Pour être valide, le questionnaire utilisé doit être "un instrument qui fournit une évaluation correcte de ce qu'il est censé évaluer ou prédire" [De Landsheere, 1979]. Cette notion recouvre en fait différents types de validité dont la terminologie varie. En ce qui concerne les qualités d'un questionnaire, deux types de validité apparaissent importantes: la validité de contenu (*content validity*) et la validité contre critère (*criterion validity*).

La première examine dans quelle mesure l'instrument couvre tous les aspects du phénomène qu'il est supposé mesurer. Il s'agit donc ici de savoir si le questionnaire proposé couvre bien l'ensemble des facteurs contribuant au risque de la lombalgie. La validité contre critère (*criterion validity*) se doit de comparer la mesure étudiée à un critère extérieur pris comme référence. Ainsi, on parlera de validité de concordance chaque fois que les résultats d'un l'instrument sont comparés avec ceux d'un autre instrument dont la validité a déjà été appréciée. Par exemple, lorsque les données d'un questionnaire sont comparées à celles obtenues par une mesure considérée comme plus précise telle que, par exemple, les observations directes [Bowling, 1995].

Outre la validité, il est important de prendre en compte les qualités de fiabilité (*reliability*) du questionnaire, plus souvent désignée sous le terme de reproductibilité. Cette dernière est évaluée par la méthode du test-retest: pour être qualifiée de reproductible, un questionnaire, administré aux mêmes personnes, à deux moments différents et dans les mêmes conditions, doit donner des résultats identiques [Bowling, 1995].

2. Présentation de l'auto-questionnaire

2.1. Validité de contenu

Afin d'assurer la validité de contenu du questionnaire, il fallait donc réaliser une revue de la littérature relative aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie. Au moment du développement du questionnaire (année 2000), l'état de la question indiquait que trois voire quatre groupes de facteurs de risque devaient être pris en compte: la contrainte posturale, les manutentions manuelles, les vibrations du corps entier et dans une moindre mesure l'immobilité posturale.

La revue de dix questionnaires validés, développée dans l'**Etat de la question**, point 6., indique qu'aucun d'entre eux n'étudie de manière complète et spécifique l'ensemble de ces facteurs de risque mécaniques. Par conséquent, l'utilisation d'un questionnaire existant n'a pu être retenue pour notre étude et l'élaboration d'un nouvel outil spécifique a été décidée.

2.2. Formulation des questions et modalités de réponses

Le questionnaire est présenté *in extenso* en **Annexe 1**. Il compte 23 questions. Le choix de la formulation des questions et des modalités de réponses se base sur l'analyse critique des questionnaires validés dans la littérature (**Etat de la question**, point 6). Ainsi, le mode de réponse dichotomique est utilisé pour 14 questions. C'est le cas par exemple de la question évaluant la contrainte en flexion du tronc.

Dans votre travail habituel, êtes-vous amené(e) régulièrement (plus d'une fois toutes les cinq minutes) à effectuer des flexions du tronc ?

Oui Non

Pour 7 autres questions, des échelles ordinales proposant des niveaux d'exposition précis sont aussi utilisées pour l'estimation en durée et en fréquence des contraintes. Ces échelles comptent un maximum de 4 possibilités de réponses. Par exemple, pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations "corps-entier", tout comme pour l'évaluation de la durée de flexion du tronc au cours de la journée de travail; les échelles de durée, intégrant ou non un niveau dichotomique, sont formulées de la façon suivante:

Dans votre travail habituel, conduisez-vous un véhicule ou un engin ?

- non
- oui, moins de 2 heures par jour en moyenne
- oui, de 2 à 6 heures par jour en moyenne
- oui, plus de 6 heures par jour en moyenne

Dans votre travail habituel, devez-vous travailler le tronc incliné vers l'avant (45° ou plus) ?



- moins d'1/2 heure
- d'1/2 heure à 1 heure
- d'1 à 2 heures
- plus de 2 heures

De même, une des questions évaluant la fréquence des manutentions est formulée comme suit:

Devez-vous soulever, ou transporter, des charges de plus de 10 kg ?

- non
- oui, moins d'1 fois/heure
- oui, d'une à 12 fois/heure
- oui, plus de 12 fois/heure

L'avant-dernière question est une question ouverte et la dernière reprend l'échelle de Borg en 10 points [Borg, 1990] afin de cerner la perception de l'effort physique général.

L'utilisation de ces modalités de réponse (dichotomiques ou en échelles ordinales objectives) implique cependant la fixation d'une (ou de plusieurs) limites d'exposition (ou valeurs *cut-off*). Le choix de ces limites s'est inspiré de la littérature et a privilégié des valeurs qui présentent de fortes associations entre le facteur étudié et les effets sur la santé. Pour reprendre les exemples mentionnés ci-dessus, l'exposition aux vibrations est évaluée sur la base de limites de 2 et 6 heures par jour. Le niveau seuil de deux heures est utilisé par d'autres auteurs [Xu et al., 1997; Mairiaux et al., 2000]. Celui de six heures a pour but d'identifier les sujets pour lesquels la conduite d'engins constitue l'activité prédominante sinon exclusive. Pour l'évaluation des manutentions de charge, la limite de 10 kg est utilisée dans plusieurs autres études [Campbell et al., 1997; Hoogendoorn et al., 2000b; Mairiaux et al., 2000] ainsi que dans la norme européenne [CEN, 2003]. La limite en fréquence de 12 fois par heure, utilisée pour évaluer la fréquence des manutentions et des mouvements de flexion du tronc, a été proposée en 1988 dans le code de bonne pratique australien et est reprise depuis dans la norme européenne [CEN, 2003]. En outre, pour estimer la posture statique en flexion du tronc, l'échelle de durée utilisée est tirée du questionnaire de Viikari-Juntura [1996]; la limite de 45° d'inclinaison proposée s'aligne sur les choix faits par d'autres auteurs [Mairiaux et al., 1998; Hollmann et al., 1999].

L'évaluation des contraintes posturales et en particulier les questions concernant les postures statiques du tronc en flexion et flexion/rotation s'accompagnent d'une illustration graphique qui aide le travailleur à comprendre la posture et l'amplitude articulaire pour laquelle il doit évaluer la durée du maintien. Plusieurs auteurs ont eu recours à de tels schémas dans leur questionnaire [Viikari-Juntura et al., 1996; Pope et al., 1998; Hollmann et al., 1999].

S'inspirant des études qui utilisent des questions faisant appel à la perception du sujet [Duquette et al., 1997; Masset et al., 1998], certaines questions sont aussi posées de manière subjective afin d'explorer la pénibilité ressentie des efforts et mouvements. Par exemple, en ce qui concerne la manutention, une question est formulée comme suit:

Les charges que vous devez soulever, transporter, tirer ou pousser vous paraissent-elles excessives en raison de leur poids ou de la fréquence des manutentions ?

Oui Non

De plus, l'échelle de Borg [Borg, 1982] ou "*Rating of perceived exertion*", dans sa dernière version (Category ratio scale) [Borg, 1990] permet d'obtenir une évaluation subjective et globale de l'importance de l'effort physique que requiert le travail actuel.

L'intervalle temporel sur lequel le sujet est invité à formuler son évaluation des contraintes physiques est celui d'une "journée typique de travail" ou, dans le cas où le travail varie d'un jour à l'autre, celui de "l'activité ou la fonction qui a été réalisée le plus souvent au cours du dernier mois". Il a paru important en effet de donner une définition aussi opérationnelle que possible du travail actuel afin d'augmenter la validité de concordance du questionnaire.

Des 23 questions présentées en **Annexe 1**, les questions 5 et 7, concernant le maintien prolongé des postures respectivement en flexion et en flexion/rotation, présentent des modalités de réponse dichotomiques. En cas de réponse positive à ces questions, la question suivante propose une échelle ordinale de durée en 4 points. Pour l'estimation de ces deux postures, les échelles dichotomiques et ordinales ont été regroupées en une échelle ordinale en 5 points. En outre, les questions 20 à 22 concernent les autres activités que les activités de manutention requérant un effort important (manipuler des manivelles, courir etc.). Ces questions ont été supprimées car la fréquence des réponses positives étaient négligeables dans l'étude. Ainsi, il a été retenu un total de 18 items exploitables résumés au tableau 7. Les différentes modalités de réponse sont détaillées au tableau 8. Cette numérotation en 18 items servira de base à la validation du questionnaire décrite au point 3. de ce chapitre.

Tableau 7 Variables du questionnaire et échelle utilisée

Variables	Echelle utilisée
1 Conduire un véhicule ou un engin ?	durée en 4 points
2 Travailler en position assise de façon prolongée ?	dichotomique
3 Travailler debout (sans se déplacer) de façon prolongée ?	dichotomique
4 Possibilité de changer régulièrement de position ?	dichotomique
5 Travail avec le tronc incliné vers l'avant (>45°) pendant de longues périodes ?	durée en 5 points
6 Travail avec le tronc incliné vers l'avant et en torsion pendant de longues périodes ?	durée en 5 points
7 Flexions du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	dichotomique
8 Rotations du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	dichotomique
9 Manutentionner (soulever, transporter, pousser, tirer des charges) ?	dichotomique
10 Soulever ou transporter des charges ?	dichotomique
11 Soulever ou transporter des charges de plus de 10 kg ?	fréquence en 4 points
12 Soulever ou transporter des charges de plus de 25 kg ?	fréquence en 4 points
13 Bonne posture pour soulever/transporter des charges ?	dichotomique
14 Possibilité de tenir les charges à soulever/transporter contre le corps ?	dichotomique
15 Efforts physiques importants pour pousser ou tirer des charges ?	fréquence en 3 points
16 Efforts de traction/poussée rendus plus difficiles en raison d'un élément indépendant de la charge ?	dichotomique
17 Charges à manutentionner excessives en raison de leur poids ou de la fréquence des manutentions ?	dichotomique
18 Effort physique général perçu (Borg category-ratio scale)	Borg en 10 points

Tableau 8 Détail des modalités de réponse

Echelle utilisée	Modalités de réponse				
	1	2	3	4	5
dichotomique	non	oui			
fréquence en 3 points	non	moins d'une fois/heure	d'une à plusieurs fois/heure		
fréquence en 4 points	non	moins d'une fois/heure	d'une à 12 fois/heure	plus de 12 fois/heure	
durée en 4 points	non	moins de 2 heures/jour en moyenne	de 2 à 6 heures/jour en moyenne	plus de 6 heures/jour en moyenne	
durée en 5 points	non	moins d'1/2 heure/jour	d'1/2 heure à 1 heure/jour	de plus d'1 heure à 2 heures/jour	Plus de 2 heures/jour

3. Etude de validation de l'auto-questionnaire

Cette étude a consisté à tester le questionnaire en termes de validité de concordance et de fiabilité. Pour ce faire, les données collectées par l'auto-questionnaire ont été comparées à deux critères pris comme référence: l'observation directe des activités de travail d'une part et l'opinion d'expert de l'observateur d'autre part. Si la comparaison à l'observation est fréquemment utilisée dans la littérature [Wiktorin et al., 1993; Viikari-Juntura et al., 1996; Campbell et al., 1997], la comparaison des opinions des travailleurs et de l'observateur est moins souvent mentionnée [Rossignol et Baetz, 1987; Wells et al., 1997]. La reproductibilité de l'auto-estimation de l'exposition par les travailleurs a été étudiée par une procédure du type test-retest. Ces tests de validité contre critère et de reproductibilité ont été réalisés sur un échantillon de la cohorte BELCOBACK. Cette étude de validation a donné lieu à une publication dont la référence est citée en **Annexe 5**.

3.1. Méthodologie

3.1.1. Les observations directes

Les observations directes, développées d'abord comme instrument d'évaluation de l'exposition dans l'étude BELCOBACK, offrent aussi un critère de référence pour tester la validité du questionnaire. La méthodologie des observations directes est décrite en détail au **Chapitre 2** sous le point 1. Cependant, pour faciliter la compréhension de l'exposé, en voici déjà les principes généraux. Les observations sont réalisées en temps réel, par un observateur unique et entraîné qui utilise un mode de saisie des données discontinu (l'intervalle temporel est de 15 secondes). En pratique, la méthode consiste à photographier mentalement le travailleur toutes les 15 secondes et à remplir une grille d'observation informatisée sur un PC portable à écran tactile. La grille informatisée est présentée en **Annexe 2**. Cette grille consiste en trois catégories d'observables: la posture, l'action motrice générale et la charge; la catégorie "posture" est divisée en posture globale, flexion et rotation du tronc. La grille consiste en fait en 5 colonnes complémentaires dont les items s'excluent mutuellement. Pour chaque travailleur étudié, quatre périodes d'observation de 30 minutes sont distribuées aléatoirement au long de la journée de travail.

Un échantillon de 152 travailleurs, principalement issus de la cohorte BELCOBACK, a été observé selon cette méthodologie.

3.1.2. Validation contre observation

Au terme de la journée d'observation, chaque travailleur observé a été invité à remplir le questionnaire auto-administré en ayant à l'esprit "la journée de travail d'aujourd'hui si c'est une journée typique de travail". Des 152 travailleurs observés, 5 n'ont pas rendu leur questionnaire car la journée en question n'était pas considérée comme "typique".

Comme les données de l'observation consistent en variables continues exprimées en pourcentage d'événements encodés, il a fallu dériver des variables secondaires discrètes correspondant aux catégories du questionnaire afin de permettre la comparaison entre ces deux jeux de données (voir **Chapitre 2**, point 1.9.).

En pratique, pour estimer les fréquences, chaque encodage sur la grille a été considéré comme un événement de manière à exprimer les variables de fréquence en nombre de fois par heure comme dans le questionnaire. Par définition, l'observation se limitait donc à un maximum de 4 événements différents par minute. Pour estimer les durées, chaque encodage a été considéré comme un événement qui dure 15 secondes. Les encodages similaires étaient additionnés et la durée totale de l'événement était traduite en heures/minutes. Ainsi les variables de durées pouvaient être exprimées en heures/minutes par journée de travail tout comme dans le questionnaire.

Concernant les questions 2 et 3 estimant les durées des positions assise et debout (tableau 7), aucun seuil d'exposition précis n'était donné dans le questionnaire si bien que les termes "de façon prolongée" ont dû être interprétés de manière à classer les sujets observés en travailleurs exposés ou non-exposés. Un seuil de 2 heures par jour a été choisi sur base d'autres travaux validés [Viikari-Juntura et al., 1996; Campbell et al., 1997]. Un problème semblable a été soulevé à la question 15: les "efforts physiques importants pour pousser ou tirer des charges" ont été interprétés comme une charge supérieure à 10 kgF. Finalement, pour identifier les travailleurs qui manutentionnent (question 9) ou qui soulèvent/transportent des charges (question 10), le seuil de plus d'1 kg a été choisi pour objectiver ces variables.

3.1.3. Validation contre le jugement de l'observateur

La procédure est plus simple dans ce cas: l'observateur qui avait observé le travailleur remplissait en même temps que lui un exemplaire du même questionnaire à la fin de la journée d'observation ce qui permettait de comparer leurs estimations respectives de l'exposition.

3.1.4. Test de reproductibilité

Parmi les travailleurs inclus dans l'étude de validation de concordance (n=147), 127 faisaient partie de la cohorte BELCOBACK et avaient donc rempli deux fois le questionnaire: d'abord au moment de l'inclusion dans la cohorte et ensuite, à la fin de la journée d'observation. C'est ce qui a permis de tester la reproductibilité de l'auto-questionnaire entre ces deux moments. L'intervalle de temps écoulé entre ces deux administrations était cependant variable d'un sujet à l'autre vu qu'il dépendait du moment d'inclusion dans la cohorte BELCOBACK (avec une variation de 12 mois) et du moment de l'observation (avec une variation de 9 mois). En moyenne, cet intervalle était de 17 ± 4 mois.

En outre, il faut remarquer que les instructions données aux travailleurs n'étaient pas exactement similaires: une "journée typique" dans le questionnaire d'inclusion (voir point 2.2.) et "la journée d'aujourd'hui si c'est une journée typique" dans le

questionnaire de fin d'observation. Afin de minimiser les sources de biais dans la comparaison, les questionnaires de travailleurs qui avaient changé de fonction ou de catégorie professionnelle entre-temps (n=56) furent écartés du test. Les questionnaires restants des travailleurs appartenant au secteur de la distribution (n=13) furent aussi exclus vu que ces travailleurs, pour la plupart polyvalents, occupaient des fonctions variant d'un jour à l'autre et pour qui une journée de travail ne pouvait pas être typique. Ainsi, le test de reproductibilité se limite à une population de 58 travailleurs, tous issus du secteur des soins de santé et n'ayant pas changé de fonction au cours du suivi.

3.1.5. Traitement statistique

Pour tester l'accord entre les 147 auto-questionnaires des travailleurs et les données correspondantes issues des observations, on a appliqué le coefficient de *kappa* de Cohen et le pourcentage d'accord dans tous les cas; le coefficient de corrélation de rang de Spearman a été calculé pour les variables qui présentent un mode de réponse ordinal. En outre, pour ces variables ordinales, des tests de *kappa* supplémentaires ont été réalisés en groupant les catégories les plus exposées, de manière à réduire l'échelle de réponse en une échelle à 3 points d'abord, puis à 2 points (dichotomique) ensuite. L'interprétation des valeurs du *kappa* est la suivante: moins de 0.40, accord médiocre; de 0.40 à 0.75, accord de assez bon à bon; au-delà de 0.75, accord excellent [Shoukri, 2004]. Le test en question concerne 12 des 18 variables du questionnaire car 6 variables sont des questions "subjectives" ne pouvant être testées par cette méthode.

La comparaison statistique entre les questionnaires des travailleurs et ceux remplis par l'observateur fait usage des mêmes tests. Mais contrairement à l'observation, chacune des 18 questions a pu être testée par cette méthode.

Dans l'étude de reproductibilité, les questionnaires remplis à l'inclusion et ceux remplis le jour de l'observation ont été comparés en utilisant la même procédure que dans l'étude de validation contre critère: test de *kappa* et pourcentage d'accord pour chaque variable, coefficient de corrélation de Spearman pour les seules variables ordinales et *kappa* supplémentaires qui sont donc appliqués à des échelles réduites en 3 et 2 points pour ces variables ordinales. Bien entendu chaque item du questionnaire a été testé par cette méthode.

3.2. Résultats

Les tests de validité de concordance ont donc été conduits sur 147 travailleurs. Le tableau 9 montre respectivement la distribution des réponses du travailleur à l'auto-questionnaire rempli en fin d'observation ($Q_{\text{observation}}$), des variables correspondantes dérivées des données de l'observation (OBS) et des réponses basées sur l'opinion de l'observateur ($\text{Opinion}_{\text{obs}}$). Le tableau 9 montre aussi, sur les 58 travailleurs du secteur des soins de santé, la distribution des réponses à l'auto-questionnaire rempli au moment de l'inclusion dans la cohorte ($Q_{\text{inclusion}}$) et au questionnaire rempli le jour de l'observation directe ($Q_{\text{observation}}$).

Tableau 9 Distribution des réponses aux données des tests de validité de concordance (Questionnaire de fin d'observation, variables correspondantes d'observation directe et de l'opinion de l'observateur) et du test de reproductibilité (Questionnaire de fin d'observation et questionnaire au moment de l'inclusion)

Variables du questionnaire	Modalités de réponse	Distribution des réponses				
		Validité de concordance			Reproductibilité	
		Q _{observation}	OBS	Opinion _{obs}	Q _{observation}	Q _{inclusion}
1 Conduire un véhicule ou un engin ?	Non	89	103	93	40	42
	<2h	11	16	24	6	6
	≥2, ≤6h	11	28	17	8	6
	>6h	36	0	13	4	4
2 Travailler en position assise de façon prolongée ?	Non	115	92	85	41	42
	Oui	32	55	62	11	16
3 Travailler debout (sans se déplacer) de façon prolongée ?	Non	102	72	45	41	35
	Oui	45	75	102	16	22
4 Possibilité de changer régulièrement de position ?	Non	13	NA	7	6	3
	Oui	134	NA	140	52	55
5 Travail avec le tronc incliné vers l'avant (>45°) pendant de longues périodes ?	Non	65	30	43	24	24
	<1/2h	19	103	37	1	4
	≥1/2h, ≤1h	18	14	64	14	14
	>1h, ≤2h	21	0	4	8	10
	>2h	24	0	0	11	6
6 Travail avec le tronc incliné vers l'avant et en torsion pendant de longues périodes ?	Non	86	46	70	37	33
	<1/2h	18	99	69	7	7
	≥1/2h, ≤1h	18	2	7	5	9
	>1h, ≤2h	13	0	1	3	7
	>2h	12	0	0	5	1
7 Flexions du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	Non	43	41	50	26	20
	Oui	104	106	97	30	36
8 Rotations du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	Non	60	122	104	33	29
	Oui	87	25	43	24	28
9 Manutentionner (soulever, transporter, pousser, tirer des charges) ?	Non	31	14	19	11	12
	Oui	116	133	128	46	45
10 Soulever ou transporter des charges ?	Non	32	16	22	12	12
	Oui	115	131	125	45	45
11 Soulever ou transporter des charges de plus de 10 kg ?	Non	46	78	41	19	18
	<1/h	39	20	62	27	20
	≥1/h, ≤12/h	44	41	27	11	19
	>12/h	18	8	17	1	1

NA= *Non Available* (non disponible)

Tableau 9 Suite et fin

Variables du questionnaire	Modalités de réponse	Distribution des réponses				
		Validité de concordance			Reproductibilité	
		Q _{observation}	OBS	Opinion _{obs}	Q _{observation}	Q _{inclusion}
12 Soulever ou transporter des charges de plus de 25 kg ?	Non	83	144	109	21	22
	<1/h	30	3	30	21	18
	≥1/h, ≤12/h	29	0	7	9	11
	>12/h	5	0	0	0	0
13 Bonne posture pour soulever/transporter des charges ?	Non	51	NA	80	10	8
	Oui	64	NA	35	19	21
14 Possibilité de tenir les charges à soulever/transporter contre le corps ?	Non	54	NA	51	14	11
	Oui	61	NA	64	17	20
15 Efforts physiques importants pour pousser ou tirer des charges ?	Non	63	103	49	12	11
	<1/h	36	16	66	23	17
	≥1/h	48	28	32	10	17
16 Efforts de traction/poussée rendus plus difficiles en raison d'un élément indépendant de la charge ?	Non	25	NA	61	8	9
	Oui	51	NA	15	20	19
17 Charges à manutentionner excessives en raison de leur poids ou de la fréquence des manutentions ?	Non	64	NA	59	22	23
	Oui	52	NA	57	19	18

NA= *Non Available* (non disponible)

Par rapport aux données de l'observation ou au jugement de l'observateur, le tableau 9 suggère que les travailleurs ont tendance à surestimer le temps passé à conduire un véhicule, à avoir le tronc fléchi ou en flexion-torsion. Concernant les fréquences, la répétition des mouvements de rotation est également surestimée mais pas celle de la flexion du tronc; une claire surestimation de la fréquence de levage de charges supérieures à 25 kg est également observée. Pour les postures statiques, les travailleurs semblent sous-estimer le temps passé en position assise et debout. Les estimations du travailleur et de l'observateur sont en accord pour la plupart des items de nature subjective à l'exception de la qualité de la posture lors du lever/transport de charge (question 13) et de la pénibilité accrue des efforts de poussée/traction en raison d'un facteur externe à la charge (question 16). Aucune tendance à la sur- ou sous-estimation ne peut être démontrée pour les autres questions. Dans le test de reproductibilité, la distribution des réponses semble assez similaire entre les deux administrations.

En ce qui concerne les 11 questions dont la modalité de réponse est dichotomique (oui/non), les résultats sont présentés au tableau 10. L'accord entre les données d'observation et l'auto-questionnaire n'a pas pu être testé pour les questions subjectives concernant la manutention manuelle de charges (questions 13, 14, 16 et 17) et la possibilité de changer de posture régulièrement (question 4). En ce qui concerne les 6 autres questions, aucune valeur de *kappa* ne peut être considérée comme excellente. Les meilleures valeurs concernent les activités de manutention manuelle. La contrainte posturale, au même titre que l'immobilité posturale, présente de faibles valeurs de *kappa*.

Le tableau 10 montre que le degré d'accord est toujours meilleur lorsque l'auto-évaluation du travailleur est comparée au jugement de l'observateur. Les activités de manutention manuelle montrent encore les meilleures valeurs d'accord, alors que l'accord peut être considéré comme assez bon pour la répétition de flexions du tronc mais pauvre pour les rotations. La position assise prolongée présente une bien meilleure valeur de *kappa* dans ce test; la possibilité de changer de posture montre un assez bon accord. La taille de l'échantillon des 4 questions subjectives concernant la manutention manuelle (questions 13, 14, 16 et 17) est plus faible vu que tous les travailleurs n'ont pas déclaré manutentionner des charges et qu'un plus petit nombre encore déclarent devoir en pousser ou en tirer. L'accord est assez bon en ce qui concerne la perception de pénibilité relative aux manutentions (question 17) et la possibilité de tenir la charge contre le corps (question 14). Elle est par contre médiocre pour les deux autres questions (questions 13 et 16).

En ce qui concerne les tests de reproductibilité, la variation d'effectif observée (entre 28 et 58) s'explique par des questions auxquelles le travailleur a omis de répondre dans l'un des deux questionnaires. Les résultats sont, quant à eux, similaires aux tests de validité: la reproductibilité est bonne pour l'évaluation des tâches de manutention manuelle. Les questions subjectives concernant la manutention présentent une reproductibilité relativement faible; cependant, l'estimation de la qualité de la posture de manutention (question 14) et de la pénibilité des activités de poussée/traction due à un facteur externe (question 16) présente des valeurs juste au-delà du seuil de 0.40. Les flexions du tronc fréquentes présentent un assez bon accord tandis que l'accord est médiocre pour les rotations répétées. Enfin, un assez bon accord est observé pour la posture assise prolongée alors que celui-ci est pauvre pour le maintien de la position debout sans déplacements.

Tableau 10 Test d'accord pour les variables à modalité de réponse dichotomique (échantillon, coefficient de *kappa*, intervalle de confiance à 95% et pourcentage d'accord) entre le questionnaire de fin d'observation et: les observations directes, l'opinion de l'observateur et le questionnaire reçu au moment de l'inclusion

Variables du questionnaire	Q _{observation} comparé à OBS			Q _{observation} comparé à Opinion _{obs}			Q _{observation} comparé à Q _{inclusion}		
	n	K (IC95%)	% accord	n	K (IC95%)	% accord	n	K (IC95%)	% accord
2 Travailler en position assise de façon prolongée ?	147	0.29 (0.14-0.44)	69	147	0.52 (0.38-0.67)	78	58	0.57 (0.32-0.82)	84
3 Travailler debout (sans se déplacer) de façon prolongée ?	147	NS	55	147	0.25 (0.25-0.37)	57	57	0.30 (0.05-0.55)	68
4 Possibilité de changer régulièrement de position ?	NA	NA	NA	147	0.47 (0.31-0.62)	93	58	NC	91
7 Flexions du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	147	0.33 (0.17-0.48)	73	147	0.55 (0.39-0.71)	80	56	0.49 (0.26-0.71)	75
8 Rotations du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	147	0.15 (0.04-0.26)	52	147	0.34 (0.21-0.48)	65	57	NS	61
9 Manutentionner (soulever, transporter, pousser, tirer des charges) ?	147	0.51 (0.37-0.66)	87	147	0.65 (0.50-0.80)	90	57	0.73 (0.50-0.95)	91
10 Soulever ou transporter des charges ?	147	0.56 (0.41-0.71)	88	147	0.69 (0.53-0.84)	90	57	0.68 (0.45-0.92)	89
13 Bonne posture pour soulever/transporter des charges ?	NA	NA	NA	115	0.28 (0.13-0.43)	63	29	0.36 (0.01-0.72)	72
14 Possibilité de tenir les charges à soulever/transporter contre le corps ?	NA	NA	NA	115	0.46 (0.29-0.42)	73	31	0.41 (0.08-0.72)	71
16 Efforts de traction/poussée rendus plus difficiles en raison d'un élément indépendant de la charge ?	NA	NA	NA	76	0.17 (0.05-0.29)	50	28	0.41 (0.05-0.77)	75
17 Charges à manutentionner excessives en raison de leur poids ou de la fréquence des Manutentions ?	NA	NA	NA	117	0.50 (0.34-0.66)	75	41	0.36 (0.07-0.65)	68

NA= *Non Available* (non disponible)

NC= Non Calculé (trop peu d'effectifs dans les catégories)

NS= Non Significatif

Le tableau 11 décrit les degrés d'accord observés pour les 8 questions dont la modalité de réponse est ordinale. Comme ce tableau le montre, la réduction des échelles de réponse en 3 puis 2 points s'accompagne d'une augmentation des valeurs de *kappa*.

Lorsque l'auto-questionnaire est comparé aux observations directes, toutes les valeurs d'accord sont médiocres à l'exception de la question de conduite de véhicule ou d'engin qui offre un assez bon à excellent accord en fonction de la réduction de l'échelle.

Lorsque l'auto-questionnaire est confronté à l'opinion de l'observateur, des résultats similaires sont mis en évidence pour la conduite de véhicule. Au niveau dichotomique, l'accord est assez bon pour la posture en flexion du tronc mais reste médiocre dans tous les cas pour l'association de la flexion et la rotation. Le degré d'accord pour le levage/transport de charges de plus de 10 kg devient assez bon lorsque l'échelle est réduite à 3 points; cependant, les niveaux d'accord restent médiocres pour les charges de plus de 25 kg. La variable "pousser/tirer des charges" montre un assez bon accord avec l'échelle en 3 points. Enfin, l'échelle de Borg en 10 points montre un bon coefficient de Spearman.

En ce qui concerne la reproductibilité, la conduite de véhicule présente des degrés d'accord assez bons à excellents. Le fait de devoir travailler le tronc penché vers l'avant montre aussi une assez bonne reproductibilité pour l'échelle en 3 points; cependant, la flexion/rotation reste faiblement reproductible. En ce qui concerne la manutention manuelle de charges, la reproductibilité est assez bonne pour le soulèvement de charges de plus de 25 kg mais est plus faible pour les charges de plus de 10 kg. L'estimation des efforts de poussée/traction est également peu reproductible, même au niveau dichotomique.

Tableau 11 Test d'accord pour les variables à modalité de réponse ordinale (coefficient de Spearman de rang, coefficient de *kappa*, intervalle de confiance à 95% et pourcentage d'accord) entre le questionnaire de fin d'observation et: les observations directes, l'opinion de l'observateur et le questionnaire reçu au moment de l'inclusion

Variables du questionnaire	Echelle utilisée	Q _{observation} comparé à OBS n=147			Q _{observation} comparé à Opinion _{obs} n=147			Q _{observation} comparé à Q _{inclusion} n=58		
		r _s	K (IC95%)	% accord	r _s	K (IC95%)	% accord	r _s	K (IC95%)	% accord
1 Conduire un véhicule ou un engin ?	durée en 4 points	0.93	0.47 (0.38-0.55)	69	0.90	0.61 (0.51-0.71)	78	0.85	0.56 (0.39-0.73)	79
	durée en 3 points		0.73 (0.61-0.85)	86		0.72 (0.61-0.84)	85		0.62 (0.44-0.80)	83
	dichotomique		0.93 (0.77-1.09)	97		0.94 (0.78-1.10)	97		0.83 (0.68-0.99)	93
5 Travail avec le tronc incliné vers l'avant (> 45°) pendant de longues périodes ?	durée en 5 points	0.39	NC	27	0.50	0.14 (0.06-0.21)	33	0.37	0.19 (0.05-0.34)	41
	durée en 3 points		NC	31		0.29 (0.18-0.41)	55		0.39 (0.17-0.60)	67
	dichotomique		0.23 (0.09-0.37)	64		0.40 (0.25-0.55)	71		0.51 (0.28-0.73)	76
6 Travail avec le tronc incliné vers l'avant et en torsion pendant de longues périodes ?	durée en 5 points	NS	NC	31	0.36	0.18 (0.09-0.27)	46	0.41	NC	53
	durée en 3 points		NC	32		0.22 (0.13-0.32)	50		NC	65
	dichotomique		0.18 (0.04-0.32)	56		0.35 (0.19-0.51)	67		0.34 (0.09-0.58)	68

NA= *Non Available* (non disponible)

NC= Non Calculé (trop peu d'effectifs dans les catégories)

NS= Non Significatif

Tableau 11 suite et fin

Variables du questionnaire	Echelle utilisée	Q _{observation} comparé à OBS n=147			Q _{observation} comparé à Opinion _{obs} n=147			Q _{observation} comparé à Q _{inclusion} n=58		
		<i>r_s</i>	K (IC95%)	% accord	<i>r_s</i>	K (IC95%)	% accord	<i>r_s</i>	K (IC95%)	% accord
11 Soulever ou transporter des charges de plus de 10 kg?	fréquence en 4 points	0.40	0.21 (0.12-0.31)	44	0.63	0.39 (0.29-0.48)	55	0.39	0.34 (0.15-0.52)	55
	fréquence en 3 points		0.28 (0.17-0.39)	52		0.41 (0.30-0.52)	60		0.35 (0.17-0.54)	57
	dichotomique		0.34 (0.19-0.48)	66		0.63 (0.46-0.79)	84		0.40 (0.15-0.66)	74
12 Soulever ou transporter des charges de plus de 25 kg ?	fréquence en 4 points	0.16	NC	57	0.36	NC	61	0.71	NC	NC
	fréquence en 3 points		NC	57		0.26 (0.15-0.37)	61		0.57 (0.38-0.76)	73
	dichotomique		NC	59		0.34 (0.20-0.49)	69		0.64 (0.42-0.85)	82
15 Efforts physiques importants pour pousser ou tirer des charges ?	fréquence en 3 points	0.33	0.21 (0.10-0.32)	52	0.56	0.44 (0.33-0.55)	62	0.42	NC	60
	dichotomique		0.25 (0.12-0.39)	61		0.57 (0.41-0.73)	80		0.36 (0.05-0.67)	75
18 Effort physique général perçu (Borg category-ratio scale)	Borg en 10 points	NA	NA	NA	0.72	NA	NA	0.56	NA	NA

NA= *Non Available* (non disponible)

NC= Non Calculé (trop peu d'effectifs dans les catégories)

NS= Non Significatif

3.3. Discussion

3.3.1. Validité contre critère

Le type d'accord trouvé entre les données récoltées par auto-questionnaire et celles dérivées des observations correspond aux résultats d'autres études. Les variables dichotomiques montrent un meilleur accord que les variables ordinales [Wiktorin et al., 1993; Campbell et al., 1997; Pope et al., 1998]. L'accord est meilleur pour des activités bien définies comme la conduite de véhicule, les manutentions manuelles sans estimation de poids ou de fréquences [Wiktorin et al., 1993; Pope et al., 1998], ou la flexion du tronc seule, c'est-à-dire sans association à la rotation [Rossignol et Baetz, 1987]. En ce qui concerne l'estimation du poids des charges manipulées, les valeurs de *kappa* sont plus élevées pour la catégorie de poids intermédiaire (plus de 10 kg) [Wiktorin et al., 1993; Campbell et al., 1997]. Les résultats montrent cependant que les valeurs de *kappa* sont plus faibles que celles rapportées dans d'autres études [Rossignol et Baetz, 1987; Wiktorin et al., 1993; Campbell et al., 1997; Pope et al., 1998; Torgen et al., 1999]. On observe aussi que l'accord est meilleur quand les questionnaires sont comparés à l'opinion de l'observateur que lorsqu'ils sont comparés aux observations. Ces faits ne pourraient-ils pas être attribués à certaines limites méthodologiques, inhérentes au protocole de validation lui-même ?

La comparaison entre le questionnaire et l'observation a en effet nécessité une transformation des items de la grille d'observation en variables utilisées dans l'auto-questionnaire.

Il faut en outre garder à l'esprit que, selon le protocole de recherche BELCOBACK, les résultats sont basés sur 4 périodes de 30 minutes d'observation distribuées aléatoirement tout au long de la journée de travail. Ce fait pose la question suivante: comme Burdorf et Laan [1991] l'ont déjà discuté précédemment, ces périodes d'observation sont-elles suffisamment représentatives pour évaluer la journée de travail entière comme le travailleur est censé le faire lorsqu'il complète son questionnaire ? Cette question a été soulevée par Heinrich et al. [2004] qui a réalisé le même type de validation contre critère dans une population de travailleurs sur écran et qui a également obtenu de faibles niveaux d'accord entre auto-questionnaire et observations. Effectivement, ces quatre périodes pourraient bien être insuffisantes pour évaluer le niveau d'exposition d'un seul individu mais il ne faut pas oublier que ce mode d'échantillonnage randomisé des périodes était destiné à une approche par groupes et non pas par individus (voir **Chapitre 2**, point 1.4.). En d'autres termes, c'est la répétition de journées d'observation (de 4 périodes) chez des travailleurs représentatifs d'une catégorie professionnelle donnée qui va permettre d'affiner et de préciser le niveau d'exposition d'un groupe donné. Dès lors, il convient que le niveau d'exposition soit évalué par plusieurs journées d'observation [Hoozemans et al., 2001].

Troisième remarque, il faut rappeler que, à l'image de la population de l'étude BELCOBACK, la population de ces tests concerne à la fois le secteur des soins de

santé et celui de la distribution. Or, l'analyse de la nature des activités de travail observées dans la cohorte démontre que dans le secteur des soins de santé, la plupart des fonctions (ou des catégories professionnelles) impliquent des tâches variables au cours de la journée, sans caractère cyclique ou répétitif alors que, dans le secteur de la distribution, non seulement les tâches sont généralement de nature cyclique et répétitive mais, en outre, les travailleurs de ce secteur étant polyvalents, ils pouvaient changer de fonction dans le même mois. Ainsi, "la journée de travail d'aujourd'hui si c'est une journée typique de travail" pourrait avoir été interprétée de manière erronée par certains travailleurs qui y verraient une journée "moyenne" sans tenir compte de la variabilité de leurs activités. Cette hypothèse ne peut malheureusement pas être confirmée, car aucune information détaillée sur les tâches réalisées lors de la journée d'observation n'a été récoltée dans notre étude. En effet, comme nous l'expliquerons au **Chapitre 2**, point 1.4., l'échantillonnage des périodes d'observation est réalisé selon une distribution aléatoire: une distribution par tâche ne pouvait en effet pas être considérée comme une stratégie optimale dans un contexte épidémiologique [Svendson et al., 2005]. L'utilisation d'une période de référence beaucoup plus courte pour comparer les auto-questionnaires aux observations (comme la période d'une heure utilisée dans l'étude de Pope et al. [1998]) pourrait fortement diminuer la tendance du travailleur à globaliser l'exposition; et par conséquent, accroître le degré d'accord. Cependant, à l'exception d'activités hautement répétitives, une telle période ne semblait pas appropriée pour évaluer l'exposition d'une journée entière de travail.

Enfin, le mode de saisie discontinu des données utilisé dans cette étude avec un échantillonnage temporel de 15 secondes peut expliquer les degrés d'accord plus faibles observés vu que celui-ci ne fournit qu'une estimation des durées et des fréquences. En ce qui concerne les durées, le fait d'avoir considéré chaque événement encodé comme ayant une durée de 15 secondes peut avoir conduit l'observateur à surestimer la durée réelle des activités comme par exemple le travail en flexion ou flexion/torsion du tronc. En ce qui concerne l'estimation des fréquences, les deux types d'erreur sont possibles. Les fréquences peuvent être sous-estimées par l'observateur si le travailleur effectue des mouvements répétitifs à une fréquence supérieure à 4 fois par minute ou encore, si des événements tombent systématiquement en dehors du moment d'observation. Si par contre, le travailleur maintient, durant plus de 15 secondes, une position censée être de courte durée (comme une flexion importante du tronc), la fréquence à laquelle cette posture est adoptée risque d'être surestimée. Ces risques d'erreur sont traités au **Chapitre 2**, point 2. où des saisies discontinues sont comparées à des saisies continues basées sur des enregistrements vidéo. Notons enfin que le mode d'estimation par échantillonnage temporel est jugé comme étant une modalité "raisonnable" dans la revue de Kilbom [1994].

En contradiction avec la littérature [Viikari-Juntura et al., 1996; Torgen et al., 1999], il y a peu d'accord dans notre étude entre l'auto-questionnaire et les observations pour les postures statiques (le travail en position assise prolongée ou en position debout sans déplacements). Cela peut être dû au fait que la limite d'exposition de 2 heures a été sélectionnée pour répartir les travailleurs observés en sujets exposés et non exposés alors que dans le questionnaire, aucune limite de

durée n'était proposée. Aucune information qualitative n'est disponible pour savoir comment les travailleurs ont interprété les termes "durant de longues périodes" utilisés dans ces deux questions. Ainsi, concernant ces variables, le fait de n'avoir proposé aucune limite d'exposition précise dans le questionnaire ne semble pas judicieux car, en comparaison à cette estimation subjective de la durée, aucune méthode d'évaluation ne pouvait servir de critère de référence.

3.3.2. Reproductibilité

Les résultats concernant la reproductibilité sont aussi en accord avec ceux trouvés dans la littérature scientifique [Wiktorin et al., 1996; Torgen et al., 1997; Torgen et al., 1999]. La reproductibilité est bonne pour la conduite de véhicule [Torgen et al., 1997]; elle est meilleure pour la flexion du tronc seule qu'en flexion combinée à la rotation [Torgen et al., 1997; Torgen et al., 1999] et meilleure aussi pour les charges les plus lourdes [Wiktorin et al., 1996; Torgen et al., 1997; Torgen et al., 1999]. Néanmoins, de faibles niveaux d'accord ont été trouvés pour la plupart des variables.

Une première explication pourrait être l'intervalle variable entre les deux administrations du questionnaire. Cependant, Torgen et al. [1999] ont démontré dans leur étude que les résultats de la reproductibilité à 15 jours ou à 6 ans ne sont pas significativement différents. Ces auteurs en ont conclu que l'effet possible de la mémoire dû à un intervalle de temps variable entre deux administrations était minime.

Le fait que les instructions du questionnaire n'étaient pas tout à fait les mêmes dans les deux administrations induit un autre biais possible: comment pouvons-nous être sûr que l'évaluation portant sur "la journée d'aujourd'hui si c'est une journée typique" dans la seconde administration est la même que celle portant simplement sur une "journée typique" dans la première administration ? En effet, au premier questionnaire d'inclusion, il n'y avait pas de jour de référence clair et l'évaluation peut donc avoir été globalisée alors que dans le second questionnaire, le jour de l'observation était bien le jour de référence.

En outre, alors que la position assise prolongée aurait dû, selon la littérature, montrer les meilleurs résultats de reproductibilité, les résultats concernant les positions debout et assise étaient plutôt pauvres dans notre étude. Cela peut être attribué aux mêmes raisons que dans l'étude de validation: la possibilité d'une interprétation erronée du terme "longue période" vu qu'aucune valeur seuil précise n'était proposée dans le questionnaire.

3.4. Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la validité contre critère et la reproductibilité du questionnaire correspondent bien aux données de la littérature à l'exception des postures statiques et en particulier de la position assise. Le niveau d'accord était toujours plus élevé pour des réponses dichotomiques et presque toujours médiocre pour des échelles de durée ou de fréquence supérieures à 3 points. L'étude démontre aussi une tendance du travailleur à surévaluer les différentes estimations. Il faut aussi signaler que le niveau général d'accord est souvent plus faible que dans d'autres études et cela pourrait, en partie, être dû aux limites de l'étude discutées plus haut.

Quoi qu'il en soit, les résultats rappellent que la précision de l'évaluation par auto questionnaire est limitée et plus particulièrement lorsque les durées ou fréquences d'exposition sont explorées trop en détail. La question qui reste posée est de savoir si l'instrument testé ici peut être applicable dans un contexte épidémiologique. En réalité, aucun élément de cette étude ne permet de juger du risque d'erreur de classification des travailleurs en travailleurs "exposés" ou "non exposés". Par contre, la précision des niveaux seuils révélés par le questionnaire est, quant à elle, beaucoup plus discutable. Ainsi, pour évaluer le niveau d'exposition des travailleurs avec plus de précision, le fait de coupler au questionnaire une technique telle que l'observation directe, plus précise dans son estimation des niveaux d'exposition réels, semble présenter une solution intéressante.

Chapitre 2

Développement et validation d'une méthodologie d'observation directe pour l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie

La méthodologie d'observation a été développée dans le but de compléter les données issues du questionnaire. Même si l'évaluation par questionnaire est facilement applicable à un niveau individuel sur une cohorte importante, il est bien connu que, comparées aux observations, les données collectées par questionnaire offrent une moins bonne classification des sujets dans les différents groupes d'exposition [Van der Beek et Frings-Dresen, 1998]. Une méthodologie d'observation portant sur un échantillon de la cohorte méritait donc d'être développée. Cependant, la mise au point d'une telle méthodologie soulève une série de questions qui sont discutées ci-après.

1. Présentation de la méthodologie d'observation

Quatre revues de la littérature [Burdorf, 1992; Kilbom, 1994; Li et Buckle, 1999; Denis et al., 2000] ont été analysées et ont permis de sélectionner 5 méthodes pertinentes dans le contexte de la recherche BELCOBACK [Ridd et al., 1989; Van der Beek et al., 1992; Wells et al., 1995; Wiktorin et al., 1995; Fransson-Hall et al., 1995]. Après analyse de ces méthodes (voir **Etat de la question**, point 7), le faible nombre de méthodes retenues et le fait qu'elles soient difficilement comparables ont amené la conclusion qu'aucune d'entre elles ne pouvait être utilisée telle quelle dans notre étude. Il est donc apparu nécessaire de développer une méthode propre aux besoins de l'étude.

L'analyse de la littérature scientifique a permis d'opérer un choix s'inspirant des différents principes d'observation possibles: observations directes ou différées ? Mode de saisie continu ou discontinu ? La revue de littérature a aussi permis de trouver le meilleur rapport entre la précision de l'observation et la charge mentale requise de la part de l'observateur afin de sélectionner les caractéristiques de la période d'observation les plus appropriées. Une dernière question concernait la stratégie à mettre en oeuvre pour l'échantillonnage des périodes d'observation au cours de la journée de travail. Pour évaluer le plus précisément possible les activités de travail, valait-il mieux opter pour une approche basée sur les tâches ou, au contraire, sur une technique de distribution temporelle aléatoire ?

1.1. Principes généraux de l'observation

D'abord, il ressort de l'analyse des revues de la littérature que le choix d'un observateur unique peut être fait à condition d'utiliser une grille informatisée: cela a l'avantage d'éviter le risque de biais lié à la variabilité inter-observateurs. Cependant, en accord avec les lignes de conduite de Kilbom [1994], dans le cas d'un observateur unique, le nombre de variables à observer simultanément devrait idéalement être inférieur à 10 et l'évaluation des variables d'estimation de la posture du tronc, utiliser 3 catégories maximum. En outre, même si l'observateur est bien entraîné à sa grille d'observation, un test de reproductibilité intra-observateur doit être réalisé [Buchholz et al., 1996].

Afin d'assurer la validité de contenu de la grille d'observation, celle-ci doit prendre en compte les facteurs de risque de lombalgie définis plus haut (vibration "corps entier", manutentions manuelles, flexion et rotation du tronc) [Burdorf et Sorock, 1997; Hoogendoorn et al., 1999; Lötters et al., 2003].

Enfin, pour choisir entre des observations directes (en temps réel) ou différées, il apparaît que, comparées aux observations directes, les observations différées, basées sur un enregistrement vidéo, permettent d'évaluer avec plus de précision les durées et fréquences de chaque activité mais elles sont coûteuses, prennent beaucoup plus de temps et ne permettent pas d'observer en 3 dimensions. Les observations directes pourraient donc offrir une bien meilleure relation coût-efficacité [Kilbom, 1994].

Compte tenu des limites budgétaires disponibles, notre choix s'est orienté vers la réalisation d'observations en temps réel par un seul observateur et l'utilisation d'une grille informatisée qui respecterait les principes de validité de contenu et la limitation du nombre de variables à observer simultanément.

1.2. Mode de saisie des données

L'option des observations directes imposait le choix entre un mode de saisie continu ou discontinu. Le mode continu offre en soi une meilleure évaluation des durées et des fréquences mais il augmente la charge mentale de l'observateur et implique par conséquent une réduction du nombre de variables observées. Ainsi, le mode de saisie discontinu a semblé être le meilleur choix pour utiliser une grille d'observation exhaustive.

1.3. Définition de la période d'observation

Lors de l'utilisation d'un mode de saisie discontinu, il faut trouver un compromis entre la précision de l'observation (en utilisant l'intervalle temporel le plus court possible entre deux saisies) et la charge mentale de l'observateur. En effet, diminuer cet intervalle permet à l'observateur d'observer un plus grand nombre d'opérations de chaque tâche mais il impose une limitation tant du nombre de variables observées que de la durée d'observation.

L'analyse de la littérature montre que la durée d'observation varie entre les méthodes. En effet la charge mentale requise pour ces observations est souvent, en pratique, le facteur limitant de la durée. Or, elle dépend pour une saisie discontinue de la complexité de la grille, du mode de saisie et de la durée de l'intervalle temporel. Une limite de 30 minutes est toutefois mentionnée pour la saisie en continu dans le cadre de la méthode PEO [Fransson-Hall et al., 1995].

En ce qui concerne l'intervalle temporel de saisie des données, il varie dans la littérature de 15 secondes [Van der Beek et al., 1992] à 1 minute [Buchholz et al., 1996]. Si l'observation se focalise sur une seule tâche, il semble logique de choisir cet intervalle en fonction du nombre d'opérations réalisées par minute lors de la tâche en question. Dans le cas de notre étude, où de nombreuses tâches différentes sont analysées, il faut définir cet intervalle en fonction de la tâche qui compte le

plus d'opérations par minute dans les limites de la contrainte cognitive de l'observateur. Vu que certaines tâches comptent plus de 4 opérations par minute, nous avons opté pour le plus petit intervalle possible sur le plan cognitif: 15 secondes.

Selon les recommandations de la méthode OWAS [Karhu et al., 1977], un minimum de 100 points de saisie sont nécessaires par période d'observation. Dans notre cas, cela équivaldrait à une durée unitaire d'observation de minimum 25 minutes. Le choix d'une période de 30 minutes, également utilisé par Jansen et Burdorf [2003], semble constituer un bon compromis.

1.4. Echantillonnage des périodes d'observation

Le nombre de périodes d'observation à effectuer par travailleur observé et leur distribution au cours du temps pose le problème de la représentativité de l'observation. Dans la littérature scientifique [Wells et al., 1997; Mathiassen et al., 2003], deux approches sont décrites pour assurer cette représentativité, l'approche dite "par tâche" et l'approche par "échantillonnage aléatoire".

La première approche demande une analyse poussée, au préalable, de la fonction de chaque travailleur afin de déterminer si la fonction est cyclique (toutes les tâches se répètent dans une période donnée) ou non. Si la fonction est cyclique, c'est l'entièreté d'un ou de plusieurs cycles qui est observée et l'exposition est extrapolée à une journée de travail. Dans le cas d'une fonction non cyclique, chaque tâche du travailleur doit être observée puis pondérée en fonction de la proportion du temps de travail qu'elle représente afin de ramener l'exposition du travailleur à une mesure d'exposition standard et comparable [Wells et al., 1997]. Cette approche requiert donc une lourde analyse préliminaire des fonctions impliquant notamment la connaissance précise de la ventilation temporelle des différentes tâches dans la fonction du travailleur observé. En outre, selon Svendsen et al. [2005], cette stratégie ne serait pas optimale dans le contexte épidémiologique.

La seconde approche propose une distribution aléatoire d'un nombre fixe de périodes d'observation par travailleur sans prendre en compte la distribution de leurs tâches. Cette approche est, bien entendu, plus simple du point de vue méthodologique. En outre, la variance pour des observations distribuées aléatoirement au cours de la journée de travail semble être plus faible que pour une approche spécifique par tâche [Mathiassen et al., 2003].

Une telle approche se doit de définir le meilleur rapport entre le nombre de travailleurs à observer et le nombre de périodes à réaliser par travailleur. Utilisant la technique du "bootstrapping", Hoozemans et al. [2001] ont défini pour un nombre donné de périodes d'observation, le nombre de sujets nécessaire à assurer la représentativité d'une fonction avec une précision à 5% dans l'intervalle du percentile 5 à 95. Par exemple, dans une même fonction, l'observation de 8 sujets au cours de 8 périodes distinctes offre la même précision que l'observation de 12 sujets pendant 4 périodes.

Vu la multitude des fonctions présentes dans la cohorte BELCOBACK, l'échantillonnage ne permettait pas d'assurer un effectif de 12 travailleurs par fonction. Nous avons donc tablé sur un regroupement ultérieur des travailleurs en groupes de fonctions similaires sur le plan de la contrainte biomécanique. Ainsi le choix d'une distribution aléatoire de 4 périodes d'observation au cours de la journée de travail a été fait. Cette procédure permettait aussi d'observer 2 travailleurs au cours d'une même journée en alternant les périodes d'observation au cours de la journée.

1.5. Méthodologie utilisée

Chaque participant était donc observé durant 4 périodes de 30 minutes distribuées aléatoirement au cours de la journée de travail. Au cours de chaque période, l'observateur accompagnait le travailleur et, toutes les 15 secondes, il regardait le travailleur puis encodait les variables d'observation sur un PC portable. Il s'agit d'une technique de "snap shot" où l'observateur "photographie" mentalement le travailleur 120 fois au cours de la période d'observation.



1.6. Matériel utilisé

Le support d'encodage informatisé comprend un ordinateur portable à écran tactile (Fujitsu Stylistic LT C-500*), équipé du logiciel (Access*) programmé pour la saisie directe des données de la grille d'observation et le traitement de ces données sur PC.

1.7. Test de faisabilité

Un test de faisabilité a été réalisé dans deux entreprises participantes, l'une dans le secteur des soins de santé et l'autre dans le secteur de la distribution. Le protocole d'observation a été respecté à la lettre. Ainsi, pour chaque journée test, deux travailleurs ont été observés en alternance durant 4 périodes de 30 minutes chacun.

Ces deux journées-test ont montré que le support de saisie informatisé était bien conçu et que, sur le plan de la charge mentale, la réalisation de 8 périodes d'observation par journée était réalisable par un seul observateur. Suite à ces tests, le contenu de la grille a été légèrement remanié pour déboucher à la version finale présentée à la figure 2 ainsi qu'à la définition claire de ses items (point 1.8.1.). En outre, il a été décidé de réaliser dans chaque site d'observation, une phase test préliminaire au cours de laquelle les forces exercées par les travailleurs observés (lors des activités de manutention) seraient estimées au moyen d'un dynamomètre.

1.8. Grille d'observation

La grille d'observation telle qu'elle est utilisée dans l'étude est présentée à la figure 2. Elle permet de prendre en compte les catégories de facteurs de risque de lombalgie et se compose de 5 variables principales (ou de 11 si "action motrice de base" est considéré comme un groupe de 7 variables dichotomiques). Ces variables concernent la posture (position globale, flexion et rotation du tronc), l'action motrice globale et la charge associée. Les postures du tronc sont évaluées par un maximum de 3 catégories. La limite de 20° se retrouve dans la méthode PATH [Buchholz et al., 1996] et celle de 45° est aussi utilisée dans la méthode PEO [Fransson-Hall et al., 1995] La grille comporte donc 5 variables complémentaires constituées chacune d'items mutuellement exclusifs.

Posture de base	Flexion	Rotation	Action motrice globale	Charge
debout assis à genoux/accroupi	moins de 20° de 21 à 45° plus de 45°	Non Oui	nulle/porter une charge marcher/transporter conduire soulever/abaisser pousser/tirer jeter autre action	moins d'1 kg d'1 à 10 kg de 11 à 25 kg plus de 25 kg

Figure 2 Grille d'observation

Une illustration de la grille informatisée est présentée en **Annexe 2**. L'informatisation de la grille permet de réduire la charge mentale de l'observateur. Un compte à rebours de 15 secondes est visible sur la grille informatisée; il se termine par un bip sonore qui indique à l'observateur le moment où il doit regarder le travailleur. Ensuite, il dispose de 15 secondes pour cocher un item dans chaque

colonne. Les variables encodées sont considérées comme des valeurs par défaut pour l'encodage suivant ce qui évite à l'observateur d'encoder une situation restée inchangée par rapport à l'encodage précédent. Une commande "pause" permet d'interrompre la période d'observation et une commande "non disponible" est également prévue pour les items posant problème lors de l'observation.

1.8.1. Définition des items de la grille

Le protocole d'observation comporte une définition précise de chaque item de la grille afin d'assurer la complémentarité des 5 variables et d'exclure un recouvrement potentiel entre items d'une même colonne. Les items répondent aux définitions suivantes.

Posture de base:

- debout: 1 ou 2 pieds en contact avec le sol, flexion des hanches et des genoux n'excédant pas 90°
- assis: plan d'assise proche de l'horizontale, flexion de genoux autour des 90 °
- à genoux, accroupi: 2 genoux, 1 genou/1 pied ou 2 pieds au sol (si la flexion des genoux excède 90°).

Flexion:

les amplitudes considérées correspondent à l'inclinaison du rachis lombaire par rapport à la verticale. Cette variable implique aussi une absence de toute forme d'appui du tronc.

Rotation:

la rotation est considérée positive lorsque le plan des épaules forme un angle de plus de 45° avec le plan du bassin. En pratique, il faut que les deux bras désignent un axe situé à 45° par rapport à l'axe formé par la perpendiculaire au plan vertical du bassin.

Action motrice globale

- nulle/porter: si la charge est nulle, il s'agit d'une immobilité posturale quelle que soit la posture de base et la position du tronc; si la charge ≥ 1 kg, l'item est considéré comme "porter une charge"
- marcher/transporter: si la charge est nulle, il s'agit d'un déplacement à pied (toujours un pied en contact avec le sol); si la charge ≥ 1 kg, l'item est considéré comme "transporter une charge"
NB: la course doit être considérée comme "autre action"
- conduire: implique le déplacement à bord d'un véhicule ou d'un engin quelle que soit la position et éventuellement la charge
NB: la "conduite" d'un transpalette électrique par exemple doit être considérée comme un déplacement à pied
- soulever/abaisser: implique le déplacement vertical d'une charge par manutention manuelle (contact permanent avec la charge)
- pousser/tirer: implique le déplacement horizontal d'une charge par manutention manuelle (contact permanent avec la charge)
- jeter: implique le déplacement horizontal et/ou vertical d'une charge suite à une impulsion (contact lors de l'impulsion)

- autre action: une liste non exhaustive est reprise ci-dessous
Courir, manipuler une manivelle, écrire, écrire au clavier, injecter, se laver les mains, manger, travail manuel léger en général...

Charge:

La charge n'exclut aucun autre item. Elle correspond au poids de la charge portée, transportée, soulevée, abaissée ou jetée, à la force développée pour pousser ou tirer une charge ou déplacer un outillage (vanne, manivelle...). La force (et/ou le poids) est estimée au moyen d'un dynamomètre lors de la phase préliminaire aux observations. La charge nulle correspond au poids du corps ou à toute action motrice requérant une force de moins d'un kg

1.9. Procédure de traitement des données

Sur le plan informatique, chaque travailleur observé doit totaliser 480 points de saisie (4 périodes de 120 points). Au terme de la journée d'observation, le logiciel utilisé génère automatiquement un tableur constitué de 5 colonnes (correspondant aux 5 variables) et de 480 lignes. Ces lignes (ou points de saisie) sont en fait composées d'un code à 5 chiffres selon le codage de la grille d'observation présenté à la Figure 3.

Posture de base	Flexion	Rotation	Action motrice globale	Charge
1= debout 2= assis 3= à genoux/accroupi	1= moins de 20° 2= de 21 à 45° 3= plus de 45°	1= Non 2= Oui	1= nulle/porter une charge 2= marcher/transporter 3= conduire 4= soulever/abaisser 5= pousser/tirer 6= jeter 7= autre action	1= moins d'1 kg 2= d'1 à 10 kg 3= de 11 à 25 kg 4= plus de 25 kg

Figure 3 Codage de la grille d'observation

1.9.1. Création de variables d'exposition

La grille en elle-même est donc constituée d'items et non pas de variables bien définies comme c'était le cas dans le questionnaire. Il est donc nécessaire de combiner les items de la grille pour obtenir des variables cohérentes.

Un total de 34 variables peut être défini à partir de la grille. Il est donc possible de sélectionner, par un système de requêtes réalisées en Access*, des codes à 5 chiffres définissant la variable. Il est parfois nécessaire d'effectuer des opérations entre ces codes (addition/soustraction) afin de définir les variables souhaitées. Le tableau 12 décrit la liste des 34 variables qui ont pu être dérivées de la grille et la requête qui y est associée.

Tableau 12 Liste des 34 variables et codes recherchés

	Variable définie	Code(s) recherché(s)
1.	Conduite d'un véhicule ou d'un engin	xxx31
2.	Position assise	2xxxx
3.	Conduite assis	2xx31
4.	Position assise à l'exclusion de la conduite	2xxxx-xxx31
5.	Position debout	1xxxx
6.	Station debout (sans se déplacer)	11111+11171
7.	Flexion >20°	x2xxx+x3xxx
8.	Flexion de >45°	x3xxx
9.	Flexion 21-45°	x2xxx
10.	Flexion >20°avec charge	(x2xxx+x3xxx)-(x2xx1+x3xx1)
11.	Flexion de >45° avec charge	x3xxx-x3xx1
12.	Flexion 21-45° avec charge	x2xxx-x2xx1
13.	Rotation	xx2xx
14.	Flexion >20°/rotation	x22xx+x32xx
15.	Flexion >45 °/rotation	x32xx
16.	Flexion 21-45°/rotation	x22xx
17.	Flexion >20°/rotation avec charge	(x22xx+x32xx)-(x22x1+x32x1)
18.	Flexion >45°/rotation avec charge	x32xx-x32x1
19.	Flexion 21-45°/rotation avec charge	x22xx-x22x1
20.	Manutention >1 kg	xxxxx-xxxx1-xxx7x-xxx3x
21.	Manutention >10 kg	xxxxx-xxxx1-xxxx2-xxx7x-xxx3x
22.	Soulever/transporter ≥1 kg	(xxx2x+xxx4x)-(xxx21+xxx41)
23.	Soulever/transporter >10 kg	(xxx2x+xxx4x)-(xxx21+xxx22+xxx41+xxx42)
24.	Soulever/transporter >25 kg	xxx24+xxx44
25.	Soulever/transporter 1-10 kg	xxx22+xxx42
26.	Soulever/transporter 11-25 kg	xxx23+xxx43
27.	Pousser/tirer ≥1 kg	xxx5x-xxx51
28.	Pousser/tirer >10 kg	xxx5x-(xxx51+xxx52)
29.	Pousser/tirer >25 kg	xxx54
30.	Pousser/tirer 1-10 kg	xxx52
31.	Pousser/tirer 11-25 kg	xxx53
32.	Autre action ≥1 kg	xxx7x-xxx71
33.	Autre action >10 kg	xxx7x-(xxx71+xxx72)
34.	Autre action 1-10 kg	xxx72

x= aucun chiffre spécifique n'est requis dans le code

1.9.2. Expression des variables d'exposition

Les variables d'exposition ainsi définies sont exprimées, pour chaque travailleur observé, comme un nombre d'encodages sur un total de 480 points de saisie. Les variables d'observation ont été définies comme une proportion du nombre de saisies. Exprimée en pourcentage d'encodages, elle estime le pourcentage de temps durant lequel le travailleur a été exposé à cette variable.

1.9.3. Estimation des durées et des fréquences

Il était aussi nécessaire de rendre comparables les variables d'observation aux variables du questionnaire. Vu que ces dernières sont exprimées en durée ou en fréquence, la proportion d'encodages a dû, elle aussi, être traduite en durée ou fréquence.

Pour estimer la fréquence d'une variable, chaque encodage sur la grille a été considéré comme un événement unique. Le pourcentage d'encodage est déjà une fréquence en soi: pour chaque travailleur observé, avec 480 points de saisies espacés de 15 secondes, le nombre d'encodages du même événement correspond à la fréquence de cet événement sur 2 heures. La division de ce nombre par deux donne une estimation de la fréquence horaire de cet événement. Voilà donc comment chaque variable a pu être traduite en nombre de fois par heure.

Pour estimer la durée d'une variable, chaque encodage sur la grille a été considéré comme un événement d'une durée de 15 secondes. Les encodages similaires étaient additionnés pour donner la durée totale (cumulée) de la variable. Par une simple règle de trois, cette durée, exprimée en heures/minutes, était ramenée à une journée de travail moyenne estimée à 7 heures 30 minutes. Ainsi, chaque variable pouvait être traduite en une durée journalière.

Cette estimation des fréquences et des durées des variables est à la base de la méthodologie de validation du questionnaire contre les observations directes (voir **Chapitre 1**, point 3.) et de la comparaison de l'auto-questionnaire et de l'observation en ce qui concerne leur relation entre le niveau d'exposition estimé et l'incidence de lombalgies (voir **Chapitre 3**, point 3.).

2. Etude de validation de la méthodologie d'observation

2.1. Introduction

La validation de la méthodologie d'observation vise à estimer le niveau de précision de la méthode. La question, déjà discutée au **Chapitre 1**, est de savoir si la méthode d'observation est effectivement plus précise que le questionnaire et si son utilisation comme critère de référence pour valider le questionnaire est recevable. En outre, cette validation cherche à savoir si la méthode apporte un degré de précision suffisant pour évaluer la contrainte biomécanique lombaire dans un contexte d'étude épidémiologique longitudinale.

Comme c'était le cas pour la validation du questionnaire, il faut prendre en compte la validité de contenu, la reproductibilité des mesures et la validation contre critère (voir **Chapitre 1**, point 1.).

La validité de contenu fait appel aux mêmes références que celles du questionnaire. Elle a donc été prise en compte pour la conception de la grille d'observation (voir point 1. de ce chapitre). La reproductibilité des mesures est un test classique et incontournable. Elle peut être estimée comme une reproductibilité intra-observateur (point 2.3.4.) ou inter-observateurs (point 2.3.5.).

La validité contre critère peut être testée selon 3 niveaux différents. Le premier concerne la grille de manière intrinsèque et teste l'estimation de ses items: il est ici question de savoir si l'encodage d'une situation par l'observateur correspond bien à la réalité. Le second niveau concerne le mode de saisie des données et teste l'estimation des fréquences et des durées à partir d'une saisie discontinue utilisant un échantillonnage temporel de 15 secondes; en d'autres termes, il faut s'assurer que l'utilisation de cet échantillonnage temporel permette d'estimer des fréquences ou des durées réelles. Enfin, le troisième niveau, plus complexe, concerne l'échantillonnage des périodes d'observation et cherche à savoir si l'échantillonnage utilisé dans la méthodologie permet d'estimer, avec précision, le niveau d'exposition d'une fonction donnée.

Aucune étude spécifique n'a été réalisée concernant le 1^{er} niveau. Cependant, ce niveau a été indirectement validé par la conjonction de plusieurs éléments: d'abord, le fait de formaliser une définition des items de la grille (point 1.7.1.) rend univoque le choix d'un item et évite tout recouvrement entre deux items d'une même catégorie. Reste le problème de l'estimation à l'œil nu des amplitudes articulaires et du poids des charges ou des forces exercées. Contrairement aux études de validation des méthodes présentées au point 7. de l'**Etat de la question** [Van der Beek et al., 1992; Fransson-Hall et al., 1995; Wiktorin et al., 1995], aucune étude complémentaire n'a été réalisée concernant l'estimation des amplitudes articulaires car une étude sérieuse aurait nécessité la comparaison des estimations à des mesures continues prises par inclinométrie; or notre budget ne le permettait pas. L'estimation reste donc limitée à la subjectivité de l'observateur expert.

En revanche, en ce qui concerne l'estimation du poids des charges et des forces développées, une phase préliminaire (**Chapitre 3**, point 2.1.1.) était prévue sur chaque site d'observation afin d'estimer ces paramètres au moyen d'un dynamomètre; une échelle de valeur était donc disponible pour l'estimation de ces forces par l'observateur. Enfin, le test de reproductibilité, et en particulier la reproductibilité inter-observateurs, permet de valider indirectement ce premier niveau.

Le troisième niveau n'a pas pu être testé car l'échantillon des périodes d'observation défini ici pour l'étude BELCOBACK était le maximum réalisable dans les limites budgétaires du projet; aussi cet échantillonnage n'a-t-il pas pu être comparé à un échantillonnage de fréquence plus élevée.

Ce chapitre traite donc principalement du second niveau en se basant sur une comparaison du mode de saisie discontinu avec un enregistrement continu des mêmes activités pris comme critère de référence.

2.2. Questions de recherche

Deux questions de recherche sont soulevées dans ce chapitre: d'une part, évaluer si la méthodologie utilisée est reproductible, tant d'un point de vue de la reproductibilité intra-observateur qu'inter-observateurs, et d'autre part, évaluer dans quelle mesure l'utilisation d'une saisie discontinue (utilisant un intervalle temporel de 15 secondes) permet d'estimer correctement la durée et la fréquence des activités observées. En effet, ces estimations basées sur des saisies discontinues engendrent des risques d'erreur déjà discutés au point 3.3.1. du **Chapitre 1**. L'étude de validation contre critère permet donc de quantifier ces sources d'erreur potentielles.

2.3. Méthodologie

La validation contre critère et l'étude de reproductibilité reposent sur la réalisation de bandes vidéo des activités de travail à partir desquelles des saisies discontinues (S) et une saisie continue (SC) sont réalisées. Les saisies discontinues permettent de tester la reproductibilité intra- et inter-observateurs. La comparaison d'une saisie discontinue et de la saisie continue permet de tester la validité contre critère.

2.3.1. Réalisation des bandes vidéo

Activités à filmer

Lors de la comparaison entre une saisie discontinue et une mesure continue, le facteur essentiel qui peut influencer les résultats est le type d'activité et plus particulièrement la nature des tâches, leur durée et leur fréquence. Ainsi, pour suivre la logique scientifique de l'étude BELCOBACK, il était nécessaire, pour cette validation, de prendre en compte les groupes de fonctions qui diffèrent au sein de la cohorte des travailleurs observés.

Deux grands secteurs de travail ont été définis dans l'étude BELCOBACK, à savoir le secteur des soins de santé et le secteur de la distribution. Il nous est apparu important que ces deux secteurs soient représentés dans cette étude particulière. Dès lors les travailleurs observés pour cette étude ont été choisis dans ces deux secteurs.

Dans l'étude BELCOBACK, 152 travailleurs répartis en 79 catégories professionnelles avaient été observés. Ces travailleurs ont ensuite été regroupés en 23 groupes de fonctions (GF) sur base de jugements d'experts (voir **Chapitre 3**, point 2.1.3.). Une analyse canonique (résultats non présentés) avait permis de définir les groupes qui se différiaient le mieux sur le plan de leur exposition aux contraintes mécaniques. C'est donc parmi des groupes bien différenciés que la sélection pour cette étude a été réalisée. Dans le secteur des soins de santé, les fonctions qui impliquaient de filmer des patients en plus du travailleur observé ont du être écartées à la demande de l'entreprise participante.

Dès lors, les fonctions filmées sont les suivantes:

-Pour le secteur hospitalier:

"Travail administratif"
(une secrétaire médicale);
"Travail assis/déplacement" (une diététicienne)
"Médico-technique" (un infirmier en radiologie)
"Laboratoire" (un laborantin)
"Ouvrier" (un travailleur du lave-vaisselle)

-Pour le secteur de la distribution:

"Responsables de quai/réception"
"Préparateur de commandes"
"Gestion des vidanges et contenants"
"Conducteur de chariot élévateur"
"Chargeur"

Le nombre de périodes

Au total, un travailleur était filmé dans chacune des 10 fonctions. Ces travailleurs ne devaient pas forcément faire partie de la cohorte BELCOBACK mais devaient occuper les fonctions décrites. La sélection des travailleurs se faisait selon les disponibilités de ceux-ci. Chaque travailleur sélectionné était filmé deux fois 30 minutes au cours de la journée. La réalisation de deux observations à des moments différents de la journée augmentait la probabilité de filmer une plus large variété de tâches dans une même fonction. L'étude de validation portait donc sur un total de 20 périodes d'observation.

La manière de filmer

Une familiarisation de l'observateur principal avec la caméra vidéo était prévue. Il était recommandé de filmer les plans les plus globaux possible permettant de voir le dos et les jambes du travailleur. Le travailleur devait toujours être visible sur la bande vidéo.

La position du cameraman devait correspondre à la position prise par un observateur en condition d'observation directe, à savoir toujours derrière le travailleur avec un axe de type "trois-quart dos".

Il était autorisé d'effectuer des *cuts* (interruptions) sur la bande s'il perdait le travailleur de vue, mais ceux-ci devaient être limités dans la mesure du possible.

La préparation de la saisie discontinue lors du tournage

Lors des séances de tournage, le poids des charges soulevées/transportées et les forces de poussées/tractions ont pu être évaluées (au moyen d'un dynamomètre ou en consultant le listing des marchandises pour le secteur de la distribution). En profitant de la vision en trois dimensions, l'observateur a pu s'entraîner sur le terrain à l'estimation des amplitudes articulaires en 3 catégories. Ainsi, les séances de tournage ont constitué l'équivalent de la phase préliminaire nécessaire pour les observations directes réalisées dans l'étude BELCOBACK, telle qu'elle est décrite au **Chapitre 3**, point 2.1.1.

2.3.2. Définition des variables

Au **Chapitre 3**, point 2.1.4., une sélection de 10 variables d'exposition est définie hors de la liste exhaustive des 34 variables dérivées à partir de la grille d'observation. Ces 10 variables sont, en pratique, celles qui différencient le mieux les 23 groupes de fonctions. C'est sur ces 10 variables que se base cette étude de validation. Comme nous l'avons déjà expliqué, ces variables sont exprimées dans l'étude BELCOBACK en pourcentage d'encodages; or, pour cette étude de validation, c'est en termes de durées et de fréquences qu'elles devaient être exprimées.

Ainsi, les variables définissant la conduite d'un véhicule ou la position assise seront exprimées en durées et celles impliquant des manutentions ou définissant les mouvements de rotation du tronc seront exprimées en fréquences. Par contre, trois variables impliquant la flexion du tronc seront à la fois exprimées en termes de durée et de fréquence. Dès lors, 13 variables (au lieu de 10) ont été définies pour l'étude de validation. Ces variables (et leur mode d'expression) sont les suivantes:

- | | |
|----|--|
| 1 | Conduite en position assise (durée) |
| 2 | Position assise à l'exclusion de la conduite (durée) |
| 3 | Flexion du tronc >20° (durée) |
| 4 | Flexion du tronc >20° (fréquence) |
| 5 | Flexion du tronc >20° avec charge (durée) |
| 6 | Flexion du tronc >20° avec charge (fréquence) |
| 7 | Rotation du tronc (fréquence) |
| 8 | Flexion du tronc >20° avec rotation (durée) |
| 9 | Flexion du tronc >20° avec rotation (fréquence) |
| 10 | Flexion >20° avec rotation et charge (fréquence) |
| 11 | Soulever/transporter ≥1 kg (fréquence) |
| 12 | Soulever/transporter >10 kg (fréquence) |
| 13 | Pousser/tirer ≥1 kgF (fréquence) |

2.3.3. Test de reproductibilité intra-observateur

Deux saisies discontinues ont été effectuées par un même observateur sur chacune des 20 séquences vidéo. Ces deux saisies portent les noms de S1 et S2. Chacune des deux saisies a été effectuée sur une période de 5 jours successifs à raison de 4 séquences par jour. Sept jours après le démarrage de la première saisie, les bandes ont été réobservées dans le même ordre. L'encodage réalisé a suivi exactement la procédure décrite dans ce chapitre au point 1., à la différence qu'il a été réalisé sur bandes vidéo et non sur le terrain. L'encodage devait être fait dès le premier

visionnage des bandes et il n'était pas autorisé de revenir en arrière pour visionner une séquence particulière. Afin de synchroniser les deux saisies, l'encodage devait commencer à la troisième seconde du début de chaque bande. Avant de réaliser le test, l'observateur avait pu bénéficier d'une phase d'entraînement en réalisant l'encodage en saisie discontinue de 2 périodes d'observation de 30 minutes en situation réelle et de 2 périodes sur des bandes vidéo d'autres activités de travail que celles utilisées pour le test.

Ensuite, pour les deux saisies S1 et S2, les 10 variables ont été dérivées (comme il est expliqué au point 1.9.1.) et estimées en fréquence et/ou durée (voir point 1.9.3.) de manière à obtenir 13 variables comparables entre elles.

2.3.4. Test de reproductibilité inter-observateurs

Une saisie discontinue a été réalisée sur les mêmes bandes par un second observateur. Cette saisie porte le nom de S3 et a été réalisée exactement aux mêmes conditions que les saisies S1 et S2 du premier observateur: phase d'entraînement, encodage sur 5 jours successifs, encodage au premier visionnage, démarrage à la 3^{ème} seconde de chaque bande et interdiction de retour en arrière. Ainsi les variables dérivées de la saisie S1 du premier observateur ont pu être comparées aux variables dérivées de la saisie S3 du second observateur.

2.3.5. Validation du mode de saisie discontinu

Cette validation contre critère implique la réalisation d'une saisie continue (appelée SC) sur les bandes vidéo. Le mode de saisie continu permet de mesurer de manière précise les fréquences et les durées et sert ainsi de critère de référence qui permet la comparaison avec le mode de saisie discontinu.

L'encodage a été réalisé dans un tableur comptant 5 colonnes comme dans la grille d'observation. A partir de la 3^{ème} seconde de chaque bande (pour respecter le même timing que dans la saisie discontinue), chaque événement était encodé sous forme de code à 5 chiffres (selon le codage présenté à la Figure 3). A chaque changement d'événement, le timing était noté dans une colonne prévue à cet effet. Par soustraction du timing entre deux événements différents, la durée réelle de chaque événement était automatiquement encodée dans une colonne spécifique. La fréquence des événements (par comptage du nombre de saisies identiques) et la durée cumulée de ces événements (par addition des durées des saisies identiques) étaient ainsi connues.

Les bandes n'ont été visionnées qu'une seule fois dans leur entièreté, mais elles pouvaient être ralenties (si le travail était très variable) ou accélérées (si la situation était constante). Un retour sur la bande de quelques secondes en arrière était autorisé pour les situations très complexes.

Les 10 variables prédéfinies ont été extraites de ce tableur puis traduites en durée et/ou fréquence pour obtenir les 13 variables définies pour le test. Dans le cas de cette SC, les durées et les fréquences sont mesurées et non plus estimées. Les 13 variables de la saisie discontinue S1 ont alors pu être comparées aux 13 variables mesurées par la SC.

2.3.6. Traitement statistique

Au total, 4 saisies ont été effectuées sur les 20 bandes: S1, S2, S3 et SC. Chaque saisie compte 13 variables (en colonnes) et 20 observations (en lignes). Les 13 variables de chaque saisie sont exprimées dans les mêmes unités afin d'être comparables entre-elles: les fréquences sont exprimées en nombre de fois par heure et les durées en secondes (sur une heure d'observation).

Le test de reproductibilité intra-observateur compare une à une les variables de la saisie S1 à celles de la saisie S2. Pour la reproductibilité inter-observateur, ce sont les variables des saisies S1 (première saisie de l'observateur 1) et S3 (saisie de l'observateur 2) qui sont comparées. Pour le test de validité de concordance, les variables de la saisie S1 sont comparées aux variables de la saisie continue SC.

Comme il s'agit de comparer une à une des variables continues, un test de corrélation intra-classe a été réalisé pour les trois tests de validation. Le calcul d'un coefficient de corrélation intra-classe (CCI) est l'équivalent, pour des variables continues, du coefficient de *kappa* de Cohen (qui, lui, est utilisé pour des variables ordinales ou binaires). La valeur du CCI varie entre 0 et 1 et s'interprète comme un coefficient de *kappa*: une valeur inférieure à 0.40 représente un accord médiocre, une valeur comprise entre 0.40 et 0.75 définit un accord assez bon à bon et une valeur supérieure à 0.75 est signe d'un accord excellent [Shoukri, 2004].

Il faut toutefois noter que les tests de reproductibilité intra et inter-observateurs ont été réalisés sur 10 variables et non pas 13. En effet, comme nous l'avons signalé plus haut, 3 des 10 variables de base du test ont été "dupliquées" vu qu'elles étaient estimées à la fois en durée et en fréquence; or cette estimation procède de la même valeur de base lorsqu'elle est définie à partir d'une saisie discontinue. Ainsi, les CCI pour ces 3 variables exprimées à la fois en durée et en fréquence auraient donné exactement les mêmes résultats, ce qui, bien entendu, n'est pas le cas pour le test de validité contre critère.

2.4. Résultats

Le tableau 13 présente les résultats des trois tests en donnant pour chaque variable la valeur r du CCI et les valeurs moyennes des durées et/ou fréquences déterminées dans chaque saisie.

En ce qui concerne le test de reproductibilité intra-observateur, les valeurs de CCI peuvent toutes être jugées comme excellentes pour chacune des variables testées. Les variables "position assise" et "conduite en position assise" présentent le meilleur niveau d'accord entre les deux saisies. La variable "flexion >20° avec rotation et charge" présente la différence la plus significative. Toutefois, la fréquence d'événements observés est ici extrêmement faible. Les deux autres variables impliquant la rotation ("flexion >20° avec rotation" et "rotation") sont aussi caractérisées par un coefficient de corrélation légèrement moins bon.

Tableau 13 Valeur des coefficients de corrélation intra-classe (r) et moyenne des durées et/ou fréquences encodées pour les tests de reproductibilité intra-observateur, inter-observateurs et de validité contre critère du mode de saisie discontinu

Variables	Reproductibilité intra-observateur			Reproductibilité inter-observateur			Validation contre critère		
	CCI	Moyennes*		CCI	Moyennes*		CCI	Moyennes*	
	$r=$	S1	S2	$r=$	S1	S3	$r=$	S1	SC
Conduite en position assise (durée)	0.998	161	155	0.998	161	170	0.998	161	170
Position assise à l'exclusion de la conduite (durée)	0.999	729	744	1	729	723	0.998	729	762
Flexion du tronc >20° (durée)	0.940	225	218	0.868	225	285	0.959	225	231
Flexion du tronc >20° (fréquence)	0.940	15	14.5	0.868	15	19	0.274	15	57
Flexion du tronc >20° avec charge (durée)	0.972	84	95	0.953	84	110	0.949	84	117
Flexion du tronc >20° avec charge (fréquence)	0.972	6	6	0.953	6	7	0.318	6	33
Rotation du tronc (fréquence)	0.864	14.5	10	0.885	14.5	11	0.582	14.5	27
Flexion du tronc >20° avec rotation (durée)	0.880	49.5	32	0.842	49.5	44	0.937	49.5	51
Flexion du tronc >20° avec rotation (fréquence)	0.880	3	2	0.842	3	3	0.277	3	57
Flexion >20° avec rotation et charge (fréquence)	0.750	1.5	1	0.906	1.5	1.5	0.404	1.5	6.5
Soulever/transporter ≥ 1 kg (fréquence)	0.983	17.5	18	0.970	17.5	16	0.315	17.5	73.5
Soulever/transporter > 10kg (fréquence)	0.994	3.5	3.5	0.753	3.5	2	0.37	3.5	16.5
Pousser/tirer ≥ 1 kg (fréquence)	0.986	7	6.5	0.958	7	5.5	0.932	7	10

S1: 1^{ère} saisie en mode discontinu de l'observateur 1

S2: 2^{ème} saisie en mode discontinu de l'observateur 1

S3: saisie en mode discontinu de l'observateur 2

SC: saisie en mode continu

* les durées sont exprimées en secondes et les fréquences en nombre de fois/heure

Les résultats du test de reproductibilité inter-observateurs peuvent être jugés comme excellents. Ici encore, les variables liées à la durée de la position assise présentent les meilleurs degrés d'accord. L'estimation de la fréquence de soulèvement de charges de plus de 10 kg montre un accord plus faible en restant toutefois dans le domaine du très bon. Les variables impliquant l'estimation de la rotation présentent des valeurs de coefficients de corrélation légèrement moins bonnes que les autres.

En ce qui concerne la validation du mode de saisie discontinu, l'ensemble des variables estimées en termes de durée par la saisie discontinue présente un accord excellent par rapport aux valeurs mesurées par l'analyse des bandes vidéo.

Par contre, les résultats sont moins bons pour les estimations en fréquence. Mise à part l'estimation de la fréquence de poussée/traction de charge (qui est excellente) et celle des mouvements de rotation (qui est assez bonne), les autres variables estimées en termes de fréquence présentent un degré d'accord médiocre avec les mesures vidéo: les données obtenues mettent clairement en évidence une sous-estimation importante des fréquences évaluées par la saisie discontinue par rapport aux valeurs réelles.

2.5. Discussion

L'objectif premier des tests de reproductibilité était de mettre en évidence la possibilité de reproduire les mesures par le même observateur d'abord, puis par deux observateurs différents ensuite. Les résultats de ces tests sont excellents. Ces résultats contribuent à la validation intrinsèque de la grille et démontrent que le choix des items pour définir une situation donnée est constant pour un même observateur et équivalent pour deux observateurs différents. Ces résultats confirment l'importance d'une définition claire et univoque de chaque item couplée d'une phase préliminaire préparant l'observateur à l'estimation des amplitudes articulaires et des forces développées lors des activités de manutention. En effet, l'estimation de ces deux paramètres demeure assez subjective et n'a fait l'objet d'aucun test de validation; cependant les bons résultats des tests de validité plaident en faveur d'une précision satisfaisante de la méthode.

Le test de reproductibilité intra-observateur a cependant montré que l'estimation des variables impliquant un mouvement de rotation du tronc était légèrement moins fiable que celle des autres estimations (en restant toutefois dans le domaine de l'excellent). Cette constatation rappelle que le mouvement de rotation du tronc est difficile à appréhender par une observation sur bande vidéo, principalement à cause de la perte des 3 dimensions de l'espace [Kilbom, 1994].

Les résultats de reproductibilité inter-observateurs ont montré un accord plus faible pour l'estimation de la fréquence de soulèvement de charges de plus de 10 kg. Même si ce résultat reste excellent dans son interprétation, ce fait peut être dû à une moins bonne estimation du poids des charges lourdes sur bande vidéo. Van der Beek et Frings-Dresen [1998] considèrent en effet que, seules, les mesures directes par instrumentation du sujet présentent une option sérieuse pour pouvoir évaluer les forces exercées par un travailleur. Dans ce test, les variables impliquant une flexion et/ou une rotation présentent des résultats légèrement moins bons que les autres. Ici encore, la perte des trois dimensions due à l'enregistrement vidéo [Kilbom, 1994; Buchholz et al., 1996] peut être mise en cause tout comme la difficulté de distinguer deux secteurs d'angulation adjacents [Li et Buckle, 1999].

La validation de la saisie discontinue montre que, de façon générale, les estimations des durées présentent un accord excellent avec les mesures correspondantes lors des saisies continues. Par contre, les estimations en fréquence présentent des degrés d'accord assez médiocres allant toujours dans le sens d'une sous-estimation importante des fréquences; une exception à cette observation concerne les mouvements de rotation dont l'accord est assez bon et les poussées/tractions de

charge dont l'accord est excellent. Les bons résultats concernant cette dernière variable peuvent s'expliquer par le fait qu'elle est assez caractéristique et, en définitive, fort peu encodée sur l'ensemble des observations réalisées.

Lors d'une saisie discontinue, la moins bonne estimation des fréquences par rapport aux durées a été démontrée par d'autres auteurs [Kilbom, 1994; Denis et al., 2000]. Une surestimation des fréquences a aussi été objectivée en utilisant une saisie continue lors d'observations directes [Fransson-Hall et al., 1995]. Dans leur revue, Denis et al. [2000] montrent aussi que les durées sont souvent surestimées: deux événements différents étant considérés comme un seul. Cette surestimation des durées n'a pas été constatée dans notre étude.

Dans notre étude, trois variables impliquant la flexion du tronc ont été estimées tant en durée qu'en fréquence à partir des mêmes valeurs brutes. Dans ces cas précis les estimations en durée sont excellentes alors que celles en fréquence sont médiocres. Le fait d'avoir considéré chaque événement comme ayant une durée unitaire de 15 secondes pour estimer les durées aurait donc a sans doute pu compenser la sous-estimation des fréquences.

D'autre part, les fréquences moyennes, mesurées par la saisie continue dans chacun des deux secteurs d'activité, ont été relevées. Pour les différentes variables, le nombre d'événements par unité de temps est, en moyenne, 12 fois supérieur dans le secteur de la distribution (résultats non présentés). Le travail, il est vrai, y est fort répétitif avec des temps de cycle beaucoup plus courts. Or plusieurs auteurs ont démontré que ces caractéristiques induisaient de moins bonnes estimations des activités de travail par observation directe avec une saisie discontinue [Burdorf, 1992; Kilbom, 1994; Li et Buckle, 1999]. Ainsi les résultats médiocres obtenus pour les estimations des fréquences seraient davantage attribuables au secteur de la distribution où la nature des activités limite la précision de la méthodologie.

Certaines limites méthodologiques de notre étude doivent encore être formulées ici. D'abord, en s'appuyant sur le modèle de traitement des données de l'étude BELCOBACK, tous les items de la grille n'ont pas pu être testés. Seules, les limites de 1 et 10 kg ont été retenues pour les charges et la limite de 20° pour l'amplitude de flexion. Toutefois, rappelons encore que l'objectif premier de cette étude n'était pas de valider l'estimation des amplitudes ou de la force exercée.

Ensuite, alors qu'une saisie continue donne, par définition, de meilleurs résultats qu'une saisie discontinue, le fait que l'observateur principal ait réalisé deux saisies discontinues avant de réaliser la SC a pu contribuer à améliorer encore la qualité des données recueillies par cette dernière méthode, introduisant ainsi un biais d'apprentissage.

Un dernier point à considérer est le fait que seulement 10 travailleurs ont été filmés au cours de 20 périodes d'observations, les fonctions importantes impliquant le contact avec des patients étant malheureusement exclues. Mis en rapport avec les quelques 608 périodes d'observation réalisées pour les besoins de l'étude longitudinale, l'échantillon restreint de cette étude donne donc des résultats qui doivent être interprétés avec prudence.

2.6. Conclusions

La reproductibilité intra et inter-observateur présente des résultats attestant de la qualité de la grille d'observation développée. Si l'estimation des mouvements de rotation et l'évaluation du poids des charges soulevées restent plus difficiles à évaluer, la validation du mode de saisie discontinu a permis de constater que l'estimation des durées était excellente alors que les fréquences étaient généralement sous-estimées quand on recourt à l'observation en mode discontinu.

Une des questions sous-tendue par cette étude était d'apporter des arguments à l'appui de l'utilisation d'une méthodologie d'observation directe comme critère de validation de l'auto-questionnaire. Les conclusions de cette étude montrent que la méthodologie d'observation peut servir de référence pour valider les questions exprimées en durée dans le questionnaire, mais pas celles concernant les fréquences et confirme donc une certaine réserve quant à l'interprétation du test de validation pour ces questions.

L'intérêt principal de cette étude était de savoir si la méthode développée pouvait être appliquée comme moyen d'évaluation de l'exposition dans une étude longitudinale. Dans ce contexte, il était inutile de définir à partir de mêmes valeurs brutes des variables exprimées en durée ou en fréquence. Ainsi, pour chaque variable, le taux d'encodage donne une estimation du pourcentage de temps auquel le travailleur est exposé à la variable. Il s'agit donc d'une estimation de la durée cumulée de l'exposition, concept qui s'éloigne de la notion de fréquence des activités. Cependant, par leur nature intrinsèque, certaines variables sont caractérisées par une durée importante et continue (comme la conduite d'un véhicule ou la position assise) et d'autres par une durée très courte mais répétée (principalement les activités de manutentions). Les résultats de cette étude de validation laissent supposer que l'estimation des activités qui "durent" est plus précise que celle des activités répétées.

Ainsi, dans le contexte d'une étude longitudinale, l'estimation d'activités caractérisées par des mouvements répétés poserait problème en termes de précision. Cependant, l'erreur va toujours dans le sens de la sous-estimation et ce, de manière reproductible. Ainsi, la classification des travailleurs en travailleurs "exposés" et travailleurs "non-exposés" dans un contexte d'étude longitudinale n'est pas forcément biaisée par ce manque de précision. Cette considération permet d'utiliser la méthodologie dans un contexte épidémiologique avec, cependant, une certaine réserve quant à la valeur réelle des niveaux seuils pour des activités courtes et répétées.

Malgré tout, dans certains cas particuliers, un biais de classification reste possible. En effet, l'utilisation d'un intervalle temporel de 15 secondes limite l'observation à une fréquence maximale de 4 événements par minute. Or, dans certaines fonctions rencontrées dans le secteur de la distribution, les temps de cycles de certaines tâches peuvent être inférieurs à 15 secondes (emballage d'un produit, tri de casier ou chargement de palettes). Pour ces cas précis, la méthode d'observation atteint un plafond au-delà duquel aucune différence en terme d'exposition ne peut être objectivée.

Chapitre 3

Etude des relations entre l'exposition évaluée et l'incidence des lombalgies

Le développement des deux instruments d'évaluation de l'exposition aux contraintes biomécaniques lombaires que sont l'auto-questionnaire et l'observation directe a été présenté aux chapitres précédents ainsi que leur étude de validation. Il s'agit à présent de mettre en application ces instruments dans le contexte épidémiologique d'une étude longitudinale, d'analyser les relations existant entre d'une part les niveaux d'exposition évalués et d'autre part l'incidence des lombalgies et enfin, de comparer ces instruments en termes de relations entre exposition et effet santé.

1. Relation entre le niveau d'exposition évalué sur base du questionnaire et l'incidence des lombalgies

L'exploitation des données de l'auto-questionnaire utilisé dans l'étude BELCOBACK (voir **Introduction**, point 2.2.5.) n'a pas été réalisée dans le cadre de ce travail. Cependant, pour comparer le questionnaire et les observations en ce qui concerne la relation entre l'exposition estimée et l'incidence des lombalgies, 9 variables issues du questionnaire ont toutefois été analysées dans ce travail (voir point 3. de ce chapitre). Pour le reste, l'analyse complète et approfondie de ces données a, bien entendu, été réalisée par le groupe d'étude BELCOBACK: elle a donné lieu à deux publications [Van Nieuwenhuyse et al., 2004; Van Nieuwenhuyse et al., 2006] auxquelles nous avons collaboré. Ces analyses se retrouvent aussi en partie dans la thèse de doctorat de Mme Van Nieuwenhuyse [2005]. Pour maintenir la cohérence de l'exposé, les informations utiles au développement de ce chapitre sont reprises ci-après de manière succincte. Elles concernent les méthodes de calcul statistique et les principaux résultats. Nous renvoyons également le lecteur au point 2. de l'**Introduction** qui présente l'étude BELCOBACK dans sa globalité.

La variable d'effet a été définie comme l'apparition d'un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu au cours des 12 derniers mois. Parmi les 716 travailleurs ayant complété le questionnaire après 12 mois de suivi, 12.6% (IC95%: 10.1-15.0) ont développé un tel épisode de lombalgie.

Pour étudier l'impact des différents facteurs mesurés par l'auto-questionnaire, des analyses univariées ont été réalisées dans un premier temps. Pour les variables nominales (binaires ou ordinales) les tests du *Chi carré* ou d'exactitude de Fisher ont été utilisés et des Risques Relatifs (RR) avec intervalle de confiance à 95% ont été calculés; pour les variables continues, des tests *T* pour échantillons non appariés ou *U* de Mann Whitney ont été appliqués.

Deux facteurs de risques biomécaniques ont été mis en relation avec l'incidence de lombalgie:

- "Travail avec le tronc incliné vers l'avant et en rotation pendant plus de 2 heures/jour"
(RR=1.94, IC95%: 1.17-3.23)
- "Impossibilité de changer régulièrement de position"
($p < 0.001$, RR=2.49, IC95%: 1.65-3.76)

Les variables concernant les manutentions manuelles n'ont pas été mises en relation avec la lombalgie, à l'exception de risques élevés, observés pour les catégories les plus exposées comme par exemple:

- "Efforts physiques importants pour pousser ou tirer des charges au moins une fois par heure"
(RR=1.70, IC95%: 1.07-2.72)
- "Soulever/transporter des charges de plus de 25 kg, plus de 12 fois/heure"
(RR=3.13, IC95%: 1.18-8.33)

Pour cette dernière variable, l'effectif du groupe exposé était cependant très réduit (n=13). En outre, une relation "dose-réponse" a été objectivée pour les poussées/tractions mais pas pour le soulèvement/transport de charges.

Aucune caractéristique psychosociale du travail ne s'est avérée prédictive de l'incidence de la lombalgie. Concernant les variables individuelles, des risques modérément élevés ont été objectivés pour

- "L'état de santé général perçu comme moyen"
(RR=1.75, IC95%: 1.15-2.66)
- "L'état de santé général perçu comme bon"
(RR=2.35, IC95%: 1.01-5.53)
- "Plaintes au niveau des membres supérieurs au cours de l'année précédant l'inclusion"
($p=0.015$, RR=1.69, IC95%: 1.11-2.58)
- "Lombalgie au cours de l'année précédant l'inclusion"
($p=0.008$, RR=1.70, IC95%: 1.14-2.53)
- "Peur de la douleur liée au mouvement (Kinésiophobie)"
($p=0.048$)

Ensuite, des analyses multivariées utilisant une régression de Cox avec une période de risque constante pour tous les sujets (les 12 mois entre l'inclusion et l'analyse à un an de suivi) ont été réalisées. Cette technique estime des Risques Relatifs plutôt que des *Odds Ratios* qui résulteraient d'une régression logistique classique. L'âge et le sexe ont été inclus dans le modèle comme facteurs confondants en dépit de leur absence de relation avec la lombalgie. Ensuite, les variables ayant atteint le niveau de signification de 20 % ($p<0.2$) dans l'analyse univariée ont été incluses dans le modèle multivarié. Des coefficients de corrélation ont été calculés parmi ces variables pour permettre de déterminer de possibles colinéarités entre les variables. Dans le modèle multivarié final, seules les variables présentant un niveau de signification à 5% ($p<0.05$) ont été retenues. Les variables non significatives ont été supprimées par une procédure de sélection de type "backward".

L'analyse multivariée montre des résultats significatifs pour

- "Travail avec le tronc incliné vers l'avant et en rotation pendant plus de 2 heures/jour"
(RR=2.21, IC95%: 1.20-4.07)
- "Impossibilité de changer régulièrement de position"
($p=0.005$, RR=2.11, IC95%: 1.26-3.54)

- "Lombalgies au cours de l'année précédent l'inclusion"
($p=0.027$, $RR=1.71$, $IC95\%: 1.07-2.75$)
- "Peur de la douleur liée au mouvement (Kinésiophobie) élevée vs faible"
($RR=1.81$, $IC95\%: 1.04-3.14$)

Concernant la discussion de ces résultats, nous renvoyons aux publications de Van Nieuwenhuyse et al. [2004; 2006].

2. Relation entre le niveau d'exposition évalué sur base des observations et l'incidence des lombalgies

Contrairement aux données issues de l'auto-questionnaire, l'exploitation des données issues de l'observation directe a été réalisée dans le cadre de ce travail. Elle constitueront la partie principale de ce chapitre. La méthodologie employée pour mettre sur pied un modèle d'analyse d'effet est assez complexe, et elle a soulevé une série de questions qui vont être discutées en détail. Viendront ensuite la présentation et la discussion des résultats.

2.1. Méthodologie

La méthodologie qui concerne la constitution de la grille d'observation et son mode d'application a déjà été présentée et discutée au **Chapitre 2**. Sous ce point, c'est donc l'échantillonnage des travailleurs observés et le mode de traitement des données qui restent à décrire et à discuter.

Sur le plan méthodologique, l'idée principale repose sur la constitution de groupes d'exposition dérivés des observations. Chaque groupe est caractérisé par un "profil d'exposition". Ensuite, les travailleurs de la cohorte sont distribués dans ces différents groupes et chaque travailleur se voit attribuer le "profil d'exposition" du groupe auquel il appartient. Avec ce mode de catégorisation, chaque travailleur de la cohorte présente un niveau d'exposition (dépendant du groupe auquel il appartient) et une variable d'effet santé en termes de lombalgies, déterminée par auto-questionnaire. Ainsi un modèle d'analyse d'effet peut être mis sur pied.

Pour réaliser ce modèle, une série d'étapes ont été nécessaires et sont décrites ici. Une phase préliminaire a d'abord été nécessaire pour définir la stratégie d'échantillonnage des travailleurs. Ensuite, des groupes de fonctions (GF) et des variables d'exposition ont été définis. Dans le secteur de la distribution, la majorité des travailleurs sont polyvalents et occupent principalement deux fonctions sur le mois. Les GF ne tiennent pas compte de cette polyvalence. Les travailleurs de la cohorte ne peuvent donc pas être distribués dans ces GF pour réaliser le modèle d'analyse d'effet. Par contre, un profil d'exposition peut être défini pour chaque GF. Cette statistique descriptive a surtout été développée à l'usage des entreprises participantes.

Ensuite, à partir de ces GF, des groupes d'exposition (GE) ont été définis en tenant compte du système de la polyvalence. Ces GE sont donc représentatifs de l'activité réelle des travailleurs de la cohorte et permettent donc une catégorisation de ces travailleurs. Le modèle d'analyse d'effet est présenté ensuite.

2.1.1. Phase préliminaire

La phase préliminaire avait pour but de définir dans chaque entreprise participante les catégories professionnelles, de réaliser une analyse sommaire des tâches rencontrées dans chaque catégorie professionnelle et d'estimer, au moyen d'un dynamomètre, les forces exercées lors des tâches de manutention (soulever/abaisser et pousser/tirer des charges).

Cinq entreprises ont participé à cette étude d'observation: deux bases de distribution de supermarchés (une entreprise francophone et une entreprise néerlandophone) pour le secteur de la distribution, un hôpital général francophone, un néerlandophone et une société francophone de services à domicile, pour le secteur des soins de santé. Au sein de ces entreprises, on a défini un total de 79 catégories professionnelles. Le secteur de la distribution en compte 13 (4 dans l'entreprise francophone et 9 dans l'entreprise néerlandophone) et le secteur des soins de santé 66 (32 dans l'hôpital francophone, 32 dans le néerlandophone et 2 dans l'entreprise de services à domicile). Ces catégories professionnelles ont été définies avec l'aide des responsables des ressources humaines et des chefs de service ou de secteur. Dans le secteur des soins de santé, c'est la profession et l'unité ou le service qui définit la catégorie professionnelle. Dans le secteur de la distribution les catégories correspondent aux fonctions telles qu'elles sont définies par l'entreprise, sachant qu'un travailleur y occupe généralement deux fonctions différentes. Il est important de rappeler que cette polyvalence n'a pas été prise en compte à ce stade. Le détail des 79 catégories professionnelles est présenté en **Annexe 3**. Les résultats concernant l'analyse des tâches et des forces exercées sont actés dans les rapports de suivi du groupe BELCOBACK et ne sont pas présentés dans ce travail.

2.1.2. Echantillonnage des sujets observés

La stratégie choisie est l'échantillonnage en grappe (*cluster sampling*). Dans la cohorte BELCOBACK, 884 travailleurs étaient inclus au début des observations. Sachant que 2 travailleurs pouvaient être observés par jour et compte tenu des moyens et du temps alloué à ces observations, un échantillonnage global de 17% représentait le maximum réalisable.

La cohorte a été échantillonnée en 2 niveaux. D'abord divisée en 5 entreprises (premier niveau d'échantillonnage), elle a ensuite été répartie, dans chaque entreprise, en catégories professionnelles telles que décrites au point précédent (deuxième niveau d'échantillonnage). Un échantillonnage de 17% revient à observer un travailleur sur six; il fallait donc que chaque catégorie professionnelle compte un effectif minimal de 6 travailleurs. Cette condition avait été anticipée lors de la constitution des catégories professionnelles; dans certains cas concernant le

secteur des soins de santé, des regroupements avaient dû être effectués avec l'aide des différents chefs de secteurs.

Si cette stratégie d'échantillonnage n'a posé aucun problème dans le secteur des soins de santé où les travailleurs n'occupent qu'une seule fonction, ce ne fut pas le cas dans le secteur de la distribution en raison de la polyvalence des travailleurs car chaque travailleur occupe deux catégories professionnelles différentes au cours d'un même mois de travail mais il n'en occupe qu'une seule par journée de travail. Pour résoudre ce problème, deux paramètres ont été définis avec l'aide des services de ressources humaines: le nombre de travailleurs potentiels dans chaque catégorie professionnelle et le pourcentage d'occupation de chaque catégorie au sein de l'entreprise (à 10% près). Ainsi, dans chaque catégorie professionnelle, l'échantillon correspond à 17% des travailleurs potentiels; cet échantillon, évidemment trop important, a ensuite été pondéré selon la proportion d'occupation définie. De cette façon, le taux global de 17% de travailleurs échantillonnés a été respecté en tenant compte de la proportion de temps d'occupation dans chaque catégorie professionnelle.

Parmi les 884 travailleurs inclus dans la cohorte au début des observations, 152 travailleurs ont été observés au cours de 76 journées d'observation réparties sur 9 mois. Chaque catégorie professionnelle compte donc un effectif moyen de 1.9 travailleurs avec un minimum de 1 travailleur et un maximum de 12. Le détail de l'échantillon pour chaque catégorie professionnelle est présenté en **Annexe 3**.

2.1.3. Définition des "Groupes de Fonction"

Le nombre élevé de catégories professionnelles et le faible effectif de chaque catégorie a conduit à effectuer un regroupement de ces catégories en groupes de fonction (GF). 23 GF ont été définis d'une part sur la base de discussions avec les chefs de services ou de secteurs et des responsables des ressources humaines et d'autre part, en fonction du jugement d'expert de l'observateur basé sur la phase préliminaire et de son expérience des journées d'observation. En pratique, il s'agit donc d'un premier regroupement de catégories professionnelles issues de fonctions équivalentes dans les entreprises néerlandophones et francophones ou encore pour des fonctions jugées équivalentes et tirées d'échantillons différents. Ces GF étant constitués à partir des catégories professionnelles, il ne peut être tenu compte de la polyvalence qui règne dans le secteur de la distribution, ces groupes ne peuvent donc pas être utilisés comme tels dans un modèle d'analyse d'effet. Les 23 GF et leurs effectifs sont détaillés au tableau 14.

Tableau 14 Détail des 23 "Groupes de Fonction" et de leurs effectifs respectifs

Secteur	GF	n=
Soins de santé	Aide familiale (service à domicile)	8
	Assistant(e) logistique	4
	Entretien ménager	6
	Infirmier(ère) (medico-technique)	11
	Infirmier(ère) (services légers)	7
	Infirmier(ère) (services lourds)	12
	Infirmier(ère) (services moyens)	7
	Infirmier(ère) (soins intensifs)	10
	Infirmière (service à domicile)	8
	Kiné	2
	Labo	3
	Ouvrier	12
	Travail administratif	8
Travail assis/déplacements	6	
Distribution	Chargement/déchargement	5
	Chauffeur de "Terberg"	3
	Conducteur de chariot élévateur	10
	Emballeur	3
	Gestion des vidanges	2
	Gestion et transport des contenants	3
	Préparateur de commandes (charges courantes)	14
	Préparateur de commandes (colis léger)	3
	Responsable de quai/réception	5

Comme nous l'avons défini au **Chapitre 2**, point 1.9., les 34 variables dérivées à partir de la grille d'observation sont exprimées en une estimation du pourcentage de temps durant lequel chaque travailleur observé est exposé à cette variable. Dans chaque GF, le niveau d'exposition à ces variables correspond à la moyenne arithmétique des niveaux d'exposition des travailleurs inclus dans le GF. En résumé, l'exposition des 23 GF est définie par 34 variables exprimées en pourcentage de temps d'exposition.

2.1.4. Définition des variables d'exposition en fonction des GF

Entre les 34 variables définies au tableau 12 (point 1.9.1. du **Chapitre 2**), il existe un certain recouvrement. Les variables qui discriminent le mieux les 23 GF ont donc été recherchées. En réalisant conjointement une ANOVA et un *chi carré* de Kruskal-Wallis (résultats non présentés), 10 variables ont été sélectionnées parmi les 34 existantes:

- | | |
|----|--|
| 1 | Conduite en position assise |
| 2 | Position assise à l'exclusion de la conduite |
| 3 | Flexion du tronc >20° |
| 4 | Flexion du tronc >20° avec charge |
| 5 | Rotation du tronc |
| 6 | Flexion du tronc >20° avec rotation |
| 7 | Flexion >20° avec rotation et charge |
| 8 | Soulever/transporter ≥1 kg |
| 9 | Soulever/transporter >10 kg |
| 10 | Pousser/tirer ≥1 kgF |

Ces 10 variables sont à la base des rapports descriptifs fournis aux entreprises participantes: dans chacun des deux secteurs, un profil d'exposition (constitué de ces 10 variables) a été dressé pour chaque GF. Ces profils d'exposition ont été représentés de manière graphique en les superposant dans un même secteur. Les deux graphiques présentant les profils d'exposition des GF du secteur de la distribution et du secteur des soins de santé sont présentés en **Annexe 4**.

2.1.5. Définition des "Groupes d'Exposition"

Pour mettre sur pied un modèle d'analyse d'effet, il fallait constituer des "groupes d'exposition" où pouvoir répartir les travailleurs de la cohorte. Il était en effet impossible d'allouer un GF à chaque travailleur puisque ces groupes (résultant de catégories professionnelles rassemblées) ne tenaient pas compte du système de la polyvalence en usage dans le secteur de la distribution. En d'autres termes, les GF sont représentatifs des fonctions exercées au sein de la cohorte mais pas du travail réel de chaque travailleur. C'est donc pour cette raison que des Groupes d'Exposition (GE) visant à représenter l'activité réelle de travailleurs ont été créés à partir des 23 GF.

Dans un premier temps, une analyse par Cluster euclidien [Johnson et Wichern, 1992] (résultats non présentés) a été réalisée sur les 23 GF pour regrouper des GF similaires en termes de niveau d'exposition aux différentes variables. Dans le secteur des soins de santé, les infirmier(ère)s des services lourds, moyen et légers ont été regroupés en un seul groupe; dans le secteur de la distribution, les préparateurs de commandes "charges courantes" et ceux qui préparent des "colis légers" ont également été regroupés.

Dans le secteur des soins de santé, il en résulte que les 14 GF sont devenus 12 GE (3 GF ont été regroupés en 1 GE et les 11 autres GF sont restés les mêmes). Les GE sont détaillés au tableau 15. La constitution des 12 GE sur ce principe est illustrée à la Figure 4.

Dans le secteur de la distribution, 2 GF ont effectivement été regroupés, mais le problème de la polyvalence n'était pas résolu pour autant. Puisque la plupart des travailleurs occupent 2 fonctions différentes, il a fallu créer des GE hybrides spécifiques à ces travailleurs polyvalents, comme par exemple pour le couple "Préparateur de commandes/Conducteur de chariot élévateur". Le problème est que la proportion de temps passé dans chaque fonction peut également être variable. Une réunion de travail avec les responsables des ressources humaines a permis de

déterminer l'ensemble des couples de fonction existants et les proportions de temps possibles passé dans chaque fonction du couple.

Dans le secteur de la distribution, 16 GE ont été constitués à partir des 9 GF (3 groupes sont restés identiques et 13 ont été constitués sur base de la méthode décrite). Le détail des GE est présenté au tableau 15 et la constitution des 16 GE du secteur de la distribution est illustrée à la figure 5.

Tableau 15 Détail des 28 "Groupes d'Exposition"

Secteur	GE
Soins de santé	Aide familiale (service à domicile)
	Assistant(e) logistique
	Entretien ménager
	Infirmier(ère) (services de soins banalisés)
	Infirmier(ère) (medico-technique)
	Infirmier(ère) (soins intensifs)
	Infirmière (service à domicile)
	Kiné
	Labo
	Ouvrier
	Travail administratif
	Travail assis/déplacements
	Distribution
Emballeur80-Chargement/déchargement20	
Emballeur60-Conducteur de chariot élévateur40	
Gestion des vidanges100	
Gestion des vidanges60-Conducteur de chariot élévateur40	
Gestion des vidanges20-Chauffeur de "Terberg"80	
Préparateur de commande100	
Préparateur de commande50-Conducteur de chariot élévateur50	
Préparateur de commande40-Chargement/déchargement60	
Préparateur de commande30-Conducteur de chariot élévateur70	
Préparateur de commande20-Chauffeur de "Terberg"80	
Préparateur de commande20-Conducteur de chariot élévateur80	
Préparateur de commande10- Responsable de quai90	
Responsable de quai/réception100	
Responsable de quai/réception70-Conducteur de chariot élévateur30	
Responsable de quai/réception50-Conducteur de chariot élévateur50	

En ce qui concerne le niveau d'exposition d'un GE pour les différentes variables, il correspond à la moyenne des niveaux d'exposition des GF qui le constituent. Pour les GE spécialement créés pour les travailleurs polyvalents, les moyennes de GF sont pondérées en fonction de la proportion du temps passé dans chaque fonction concernée.

L'ensemble de la méthodologie est présenté schématiquement à la figure 6.

Figure 4 Création des Groupes d'Exposition à partir des Groupes de Fonction: exemple dans le secteur des soins de santé

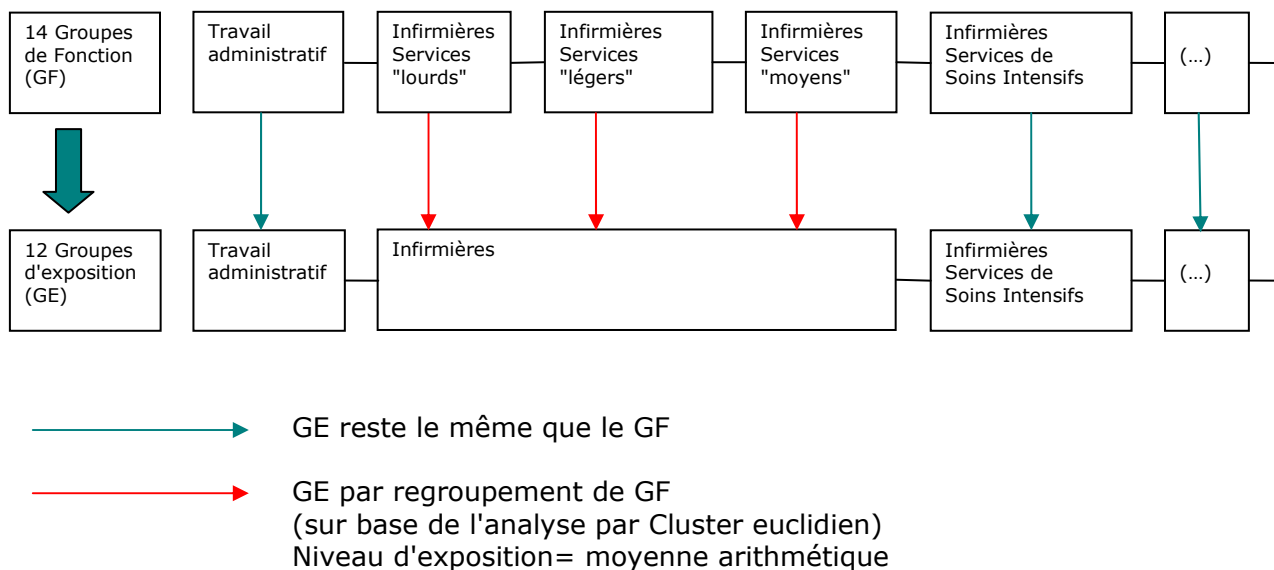


Figure 5 Création des Groupes d'Exposition à partir des Groupes de Fonction: exemple dans le secteur de la distribution

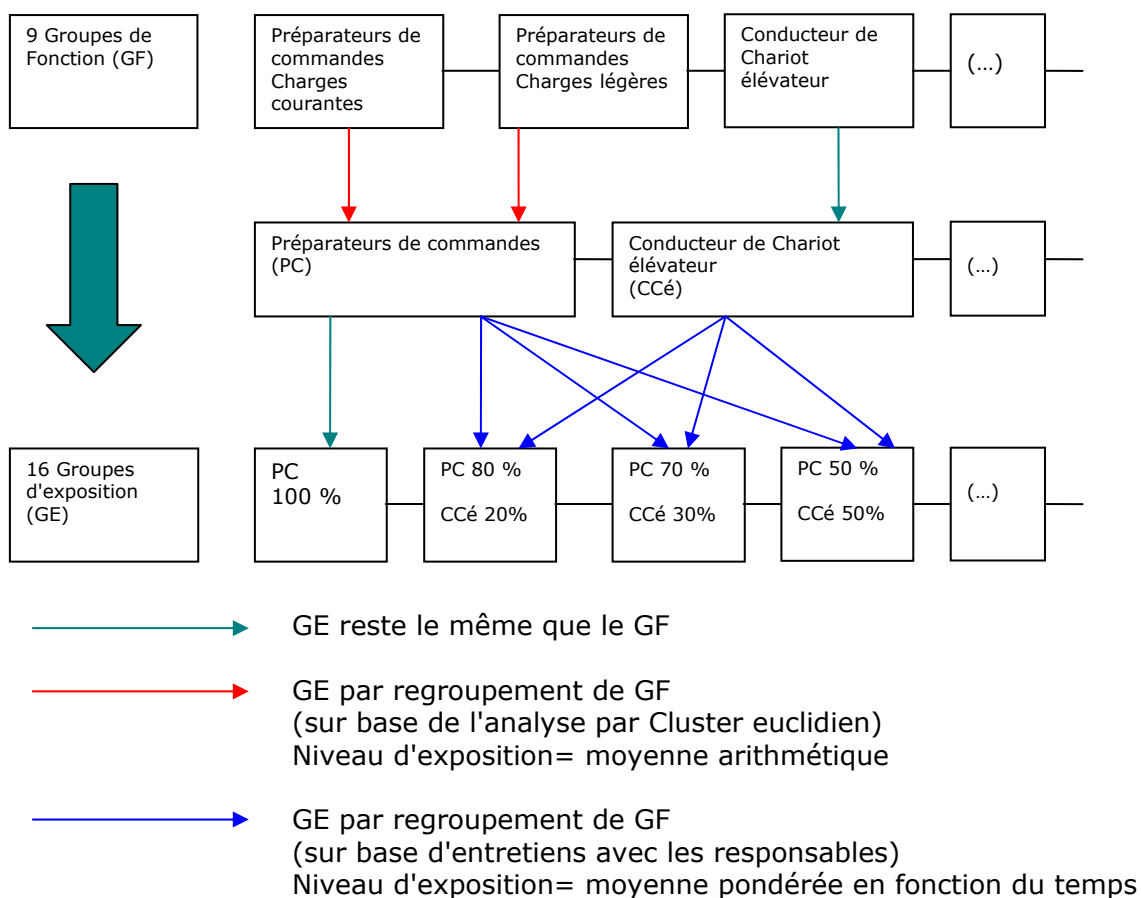
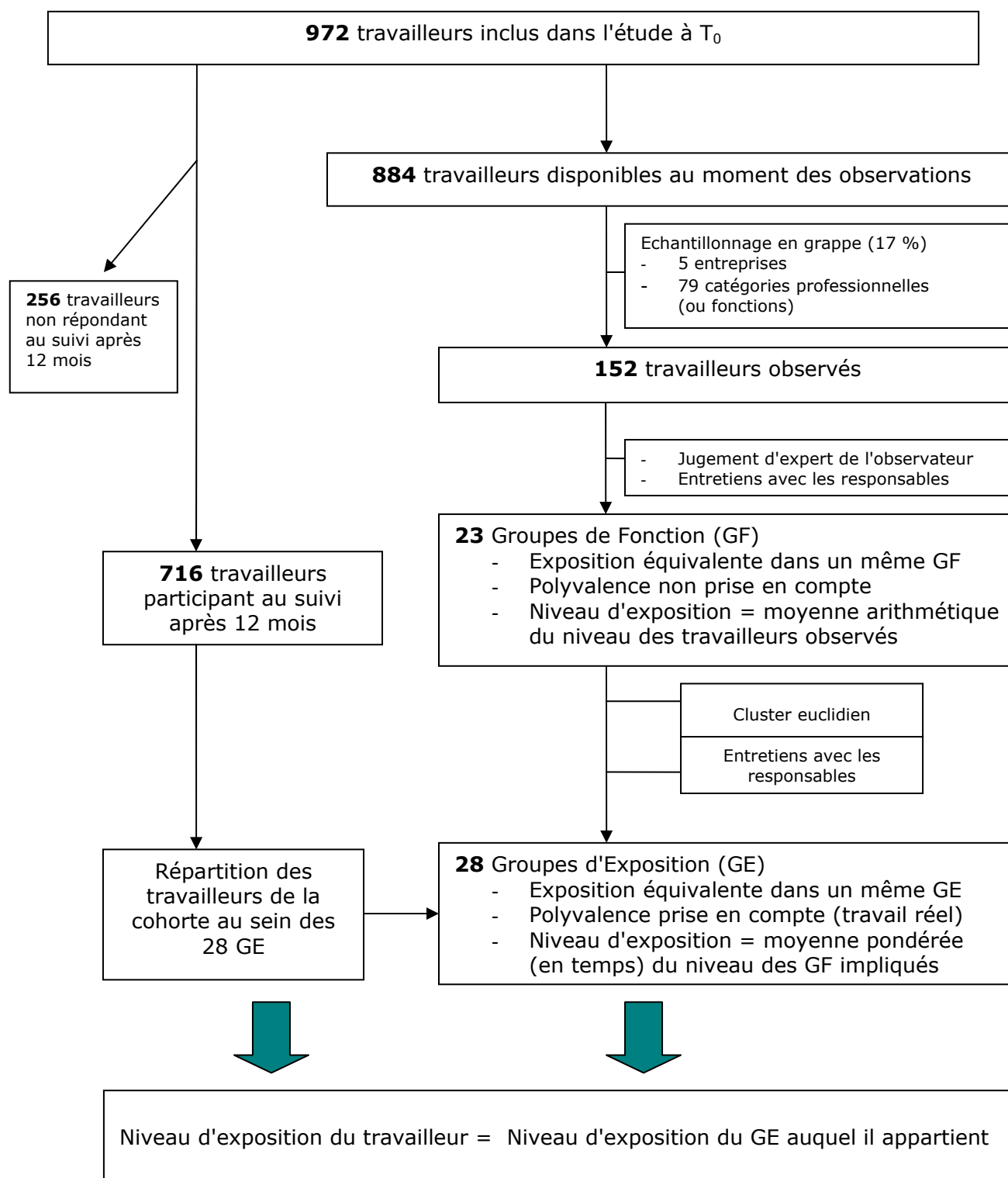


Figure 6 Schéma méthodologique: échantillonnage, création des Groupes d'Exposition et attribution d'un niveau d'exposition à chaque travailleur de la cohorte



2.1.6. Sélection des variables d'exposition pour l'analyse d'effet

Les 10 variables d'exposition définies au point 2.1.4. ont été sélectionnées sur une base statistique en fonction de leur capacité à différencier les 23 GF; or ces GF ne sont pas représentatifs de l'activité réelle des travailleurs de la cohorte. Comme les GE résultent d'un remaniement des GF, les 10 variables ne discriminent donc plus nécessairement ces groupes d'exposition et ceux-ci peuvent donc présenter des colinéarités; les 10 variables définies ne peuvent donc pas être considérées comme les variables d'exposition à inclure dans le modèle d'analyse d'effet.

En réalité, à ce stade, les 28 GE sont définis par un nombre maximal de 34 variables exprimées en une estimation de pourcentage de temps d'exposition. Le but est de sélectionner des variables non corrélées au sein de ces 28 GE. Une matrice de corrélation (34 par 34) basée sur les valeurs des 28 groupes a été réalisée et seules les variables présentant une corrélation non significative ($p > 0.05$) ont été conservées. Cette analyse a abouti à une liste de 7 variables d'exposition qui seront incluses dans le modèle d'analyse d'effet. Ces variables sont les suivantes:

- Conduite en position assise
- Position assise (à l'exclusion de la conduite)
- Position debout (sans se déplacer)
- Flexion du tronc $>20^\circ$
- Flexion du tronc $>20^\circ$ avec rotation et charge ≥ 1 kg
- Soulever/transporter ≥ 10 kg
- Pousser/tirer ≥ 1 kgF

Notons que ces 7 variables couvrent bien l'ensemble des facteurs de risque de lombalgie définis dans l'**Etat de la question**.

2.2. Traitement statistique

2.2.1. Contrôle de qualité des données recueillies

Le contrôle de qualité assure que la table de résultats de chaque participant totalise bien 480 lignes composées de 5 colonnes complètes (voir **Chapitre 2**, point 1.9.). Ainsi, les périodes interrompues ont été supprimées et les valeurs manquantes ont été remplacées par des valeurs déduites lorsque c'était possible.

2.2.2. Statistique descriptive

La statistique descriptive concernant l'incidence de la lombalgie a été présentée dans l'**Introduction** et au point 1. de ce chapitre. Les niveaux d'exposition aux 10 variables en fonction du GF ont également déjà été présentés en **Annexe 4**.

Dans les résultats, la distribution des 716 travailleurs de la cohorte au sein des 28 GE sera décrite ainsi que les caractéristiques de distribution de la cohorte pour les 7 variables d'exposition: moyenne, minimum et maximum, limites des 1^{er} et 4^{ème} quartile ainsi que les limites des percentiles 10 et 90.

2.2.3. Modèles d'analyse d'effet

Variable dépendante

La variable dépendante est définie dans l'étude BELCOBACK comme la survenue d'un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu au cours de la première année de suivi. Cette variable était mesurée à l'aide du questionnaire retourné par 716 travailleurs un an après l'inclusion. Il s'agit d'une variable nominale binaire.

Variabes indépendantes

Les variables indépendantes sont les 7 variables d'exposition définies au point 2.1.6. Ces variables sont exprimées en pourcentage de temps et sont donc des variables continues. La distribution des travailleurs de la cohorte pour ces variables est particulière puisque chaque travailleur d'un même GE présente le même niveau d'exposition. Pour chacune des 7 variables d'exposition, nous avons décidé de séparer les travailleurs de la cohorte en travailleurs "exposés" et travailleurs "non-exposés" et de dichotomiser ainsi les travailleurs autour d'une valeur seuil ou d'une "limite d'exposition".

Choix de la limite d'exposition

Le choix des travailleurs "exposés" repose sur 3 critères.

Pour être considérés comme "exposés", les travailleurs doivent:

- être inclus au minimum dans le P90 de la distribution
- être issus de minimum 3 GE différents
- au moins présenter des niveaux d'exposition qui incluent le quart supérieur de la plage de l'exposition.

Par exemple, pour la flexion du tronc $>20^\circ$, la plage d'exposition va de 2.81% pour le groupe le moins exposé à 22.81% pour le plus exposé; ainsi, tous les travailleurs dont le niveau d'exposition est compris entre 17.81% et 22.81% sont considérés comme exposés.

La figure 7 illustre ce mode de division des travailleurs. Elle présente, pour chacune des 7 variables, la classification des travailleurs (ou des GE) de la cohorte par ordre croissant de niveau d'exposition. La plage d'exposition est divisée en 4. Ces graphiques illustrent le fait que les travailleurs exposés répondent aux conditions énoncées ci-dessus.

Ce système permet de ne pas baser uniquement sur leur distribution, la séparation des travailleurs en "exposés" et "non exposés". En effet, en raison de la distribution des travailleurs de la cohorte dans les GE, la distribution n'est pas continue; elle dépend des GE et non des travailleurs eux-mêmes. La prise en compte des 3 GE les plus exposés assure une diversité des valeurs situées au-delà du seuil d'exposition. En outre, le fait d'inclure au moins le quart supérieur de la plage d'exposition évite de se baser uniquement sur des valeurs extrêmes d'exposition.

Figure 7 Représentation graphique de la séparation des travailleurs en "travailleurs exposés" et "travailleurs non-exposés" pour les 7 variables d'exposition. Axe des abscisses: travailleurs de la cohorte (les 28 GE) classés de manière croissante; axe des ordonnées: plage d'exposition (exprimée en pourcentage de temps)

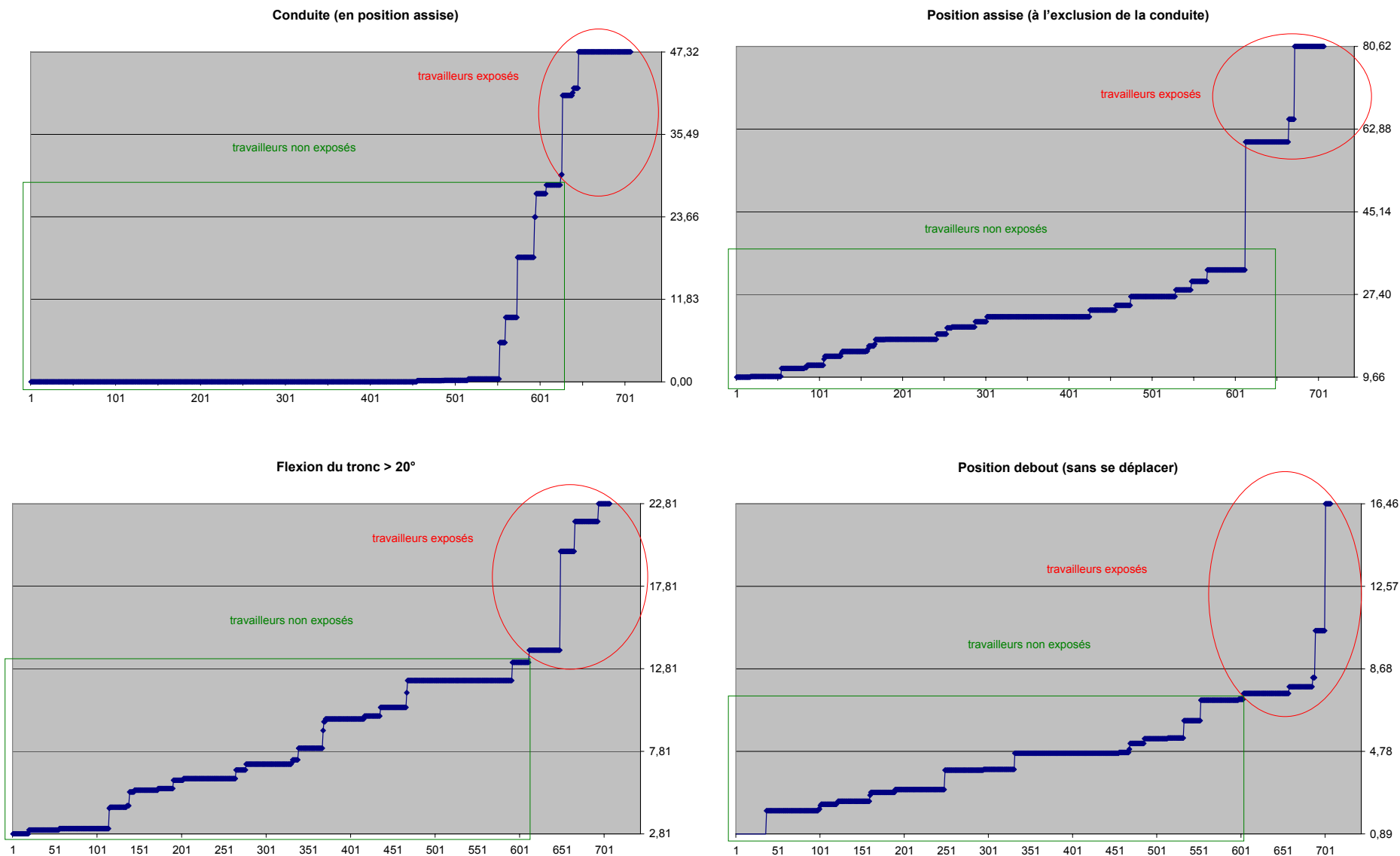
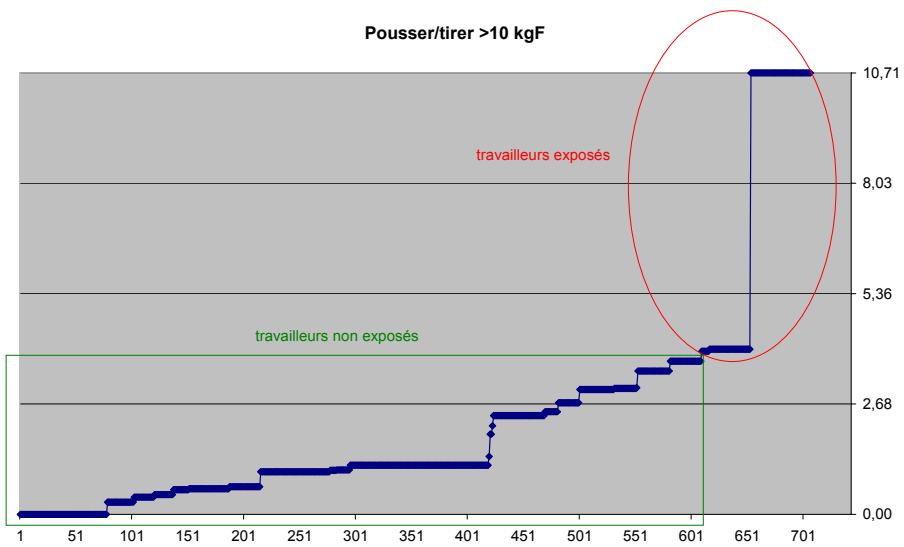
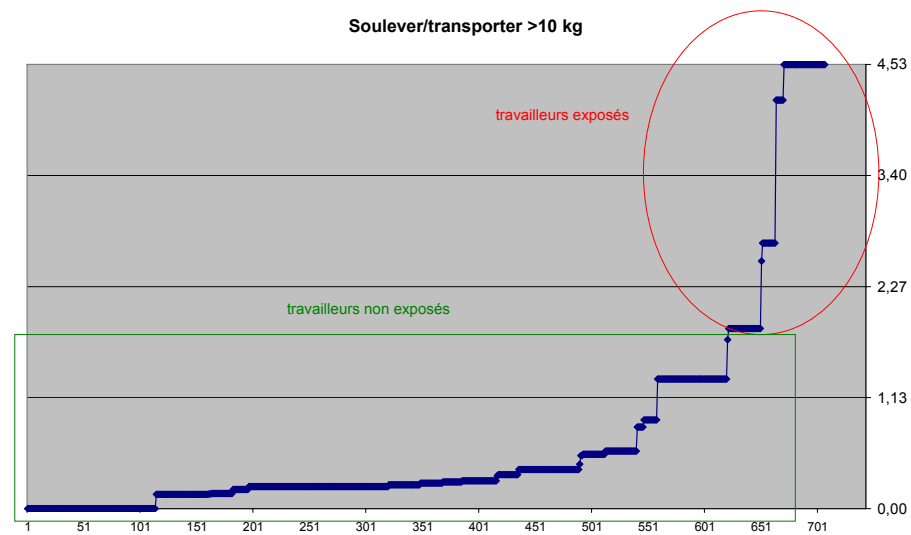
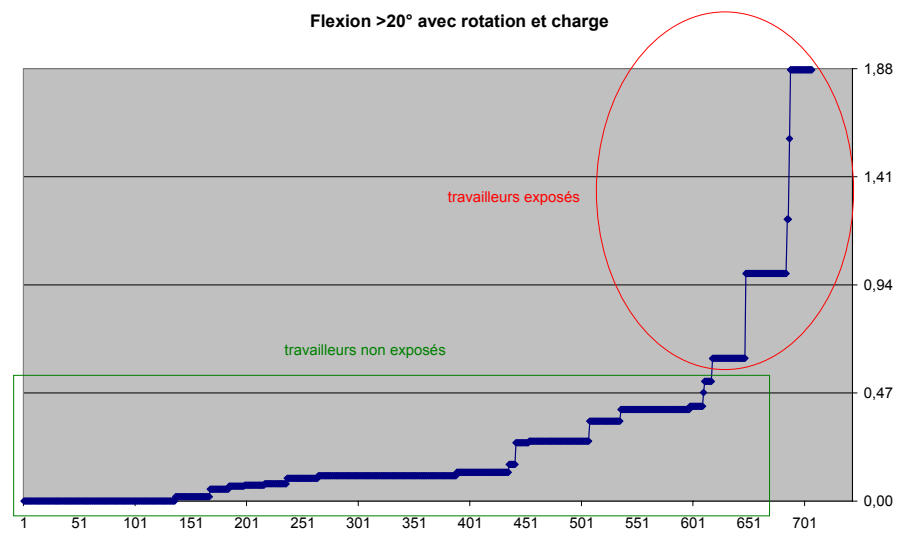


Figure 7 (suite et fin)



Analyse statistique

La technique statistique utilisée est la régression logistique estimant le risque sous forme d'*odds ratios* (OR). Les 7 variables d'exposition ont été mises une à une en relation avec l'incidence de la lombalgie dans un modèle univarié.

Les variables indépendantes montrant une relation significative ($p < 0.05$) avec la variable d'effet ont été mises ensemble en relation avec l'incidence de la lombalgie dans un modèle multivarié (modèle 1)

Un second modèle multivarié (modèle 2) a été mis sur pied. Il s'agit d'un modèle hybride qui prend en compte des données issues du questionnaire comme co-variables. Dans le modèle 2, on inclut d'une part les variables indépendantes résultant de l'observation et présentant une relation significative ($p < 0.05$) avec la variable d'effet dans l'analyse univariée, d'autre part l'âge et le sexe comme variables confondantes (en dépit de l'absence de relation avec la variable d'effet) et enfin, les 5 variables issues du questionnaire présentant des associations significatives ($p < 0.05$) avec l'incidence des lombalgies dans l'analyse univariée présentée au point 1, à savoir:

- Perception de l'état général de santé
- Plaintes aux membres supérieurs l'année précédant l'inclusion
- Lombalgie l'année précédant l'inclusion
- Impossibilité de changer régulièrement de position
- Kinésiophobie (score au MTSK)

2.3. Résultats

En ce qui concerne le contrôle de qualité des données observées, 152 travailleurs ont été observés au cours de 4 périodes de 30 minutes (soit 480 points de saisie). Sur un total de 72960 enregistrements (152 X 480), 324 enregistrements comprenant au minimum une valeur manquante ont été comptabilisés, soit un taux d'erreur d'environ 0.4 %.

Les travailleurs inclus dans l'étude après un an de suivi ont été distribués dans les 28 GE sur la base de jugement d'expert et en fonction des discussions avec les responsables des ressources humaines. Parmi les 716 travailleurs concernés, 704 ont pu être répartis dans les GE mais 12 travailleurs ont dû être exclus en raison d'une incertitude quant au groupe où les placer. Chaque GE compte donc en moyenne 25 travailleurs observés mais la distribution est très hétérogène allant de 1 à 123 travailleurs par groupe. La figure 7 illustre cette variation de la taille des GE.

Le tableau 16 décrit les 7 variables d'exposition en termes de moyenne, minimum et maximum et de valeurs dépendantes de la distribution des travailleurs (limites du 1^{er} et du 3^{ème} quartile et des percentiles 10 et 90). Les valeurs sont exprimées en pourcentage de temps d'exposition sur une journée de travail. L'analyse de ce tableau montre que, pour la variable de conduite et les trois variables impliquant une manipulation de charge, tous les travailleurs ne sont pas exposés; pour la conduite, ce n'est qu'à partir du P75 de la distribution que l'exposition devient positive, ce qui indique que moins de la moitié des travailleurs de la cohorte sont exposés à cette contrainte. De faibles pourcentages de

temps estimés pour la flexion du tronc avec charge et le soulèvement/transport de charges sont aussi observés. Ces faibles valeurs s'expliquent par le fait que ces tâches sont constituées de gestes de courte durée par rapport à une position assise ou au maintien d'une flexion du tronc.

Tableau 16 Description des 7 variables d'exposition exprimées en pourcentage de temps

	Moyenne	IC95%	Min	Max	P10	P25	P75	P90
Conduite en position assise	7,36	(6,23-8,50)	0,00	47,33	0,00	0,00	0,41	41,08
Position assise (à l'exclusion de la conduite)	27,05	(25,74-28,35)	9,66	80,63	11,54	17,72	28,39	60,14
Position debout (sans se déplacer)	4,59	(4,42-4,77)	0,89	16,46	1,99	2,85	5,42	7,52
Flexion du tronc >20°	9,18	(8,81-9,56)	2,81	22,81	3,13	5,56	12,10	13,93
Flexion du tronc >20° avec rotation et charge ≥1 kg	0,26	(0,24-0,29)	0,00	1,88	0,00	0,05	0,35	0,62
Soulever/transporter ≥10 kg	0,72	(0,64-0,80)	0,00	4,53	0,00	0,16	0,59	1,84
Pousser/tirer ≥1 kgF	2,27	(2,07-2,47)	0,00	10,71	0,00	0,63	3,03	4,01

Le tableau 17 présente les résultats des régressions logistiques univariées (valeur p , OR et IC95%) et de la régression logistique multivariée (modèle 1) sur les variables significatives ($p < 0.05$) résultant des régressions logistiques univariées.

Même en répondant aux 3 critères énoncés plus haut, les limites d'exposition correspondent généralement au percentile 90 de la distribution à l'exception des limites concernant la conduite en position assise et la poussée/traction de charge qui sont inférieures au P90.

Les tables 2 fois 2 répartissant les travailleurs en "lombalgiques/non-lombalgiques" et en "exposés/non-exposés" rappellent que l'effectif pour ces analyses est de 704 travailleurs parmi lesquels 88 sont des cas incidents. L'incidence correspond donc à 12.5% (10.1-14.9) et reste similaire à celle présentée à partir des 716 travailleurs. Le nombre de travailleurs exposés est variable car il dépend de la taille du dernier GE exposé: ce nombre varie de 86 à 102 travailleurs exposés.

Prises unes à unes dans des régressions logistiques univariées, seules 3 variables présentent des associations significatives avec l'incidence de lombalgie: la flexion du tronc, la flexion associée à une rotation et au port d'une charge et le fait de soulever/abaisser des charges de plus de 10 kg. En plaçant ces 3 variables dans un modèle multivarié, seule la flexion du tronc reste significative.

Tableau 17 Régressions logistiques univariées et multivariées (modèle 1). Valeurs p , *Odds Ratios* et intervalle de confiance à 95% pour un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu, au cours de l'année de suivi, en fonction de l'exposition aux 7 variables

Variable d'exposition	Limite d'exposition (% de temps)	Lombalgie		p	OR _{uv}	IC95%	p	OR _{mv}	IC95%
		Oui	Non						
Conduite en position assise	<28.22	76	528		1.00				
	≥28.22	12	88	0.871	0.95	(0.49-1.82)			
Position assise (à l'exclusion de la conduite)	<60.14	77	532		1.00				
	≥60.14	11	84	0.771	0.90	(0.46-1.77)			
Position debout (sans se déplacer)	<7.52	81	521		1.00				
	≥7.52	7	95	0.069	0.47	(0.21-1.06)			
Flexion du tronc >20°	<13.93	67	541		1.00			1.00	
	≥13.93	21	75	0.004	2.26	(1.31-3.91)	0.032	1.92	(1.06-3.49)
Flexion du tronc >20° avec rotation et charge ≥ 1 kg	<0.62	69	545		1.00			1.00	
	≥0.62	19	71	0.010	2.11	(1.20-3.72)	0.231	1.75	(0.70-4.39)
Soulever/transporter ≥10 kg	<1.84	71	547		1.00			1.00	
	≥1.84	17	69	0.032	1.90	(1.06-3.41)	0.931	0.96	(0.36-2.54)
Pousser/tirer ≥1 kgF	<3.96	77	531		1.00				
	≥3.96	11	85	0.741	0.89	(0.46-1.75)			

Le tableau 18 présente les résultats de la régression logistique pour le modèle 2 dans lequel sont incluses les 3 variables significativement corrélées à la lombalgie ainsi que l'âge, le sexe et les 5 co-variables significativement associées à la lombalgie dans l'analyse basée sur les données du questionnaire.

Parmi les 7 nouvelles variables, l'âge et le score au MTSK sont des variables continues alors que les 5 autres sont nominales (4 binaires et une ordinale). Concernant l'âge, les travailleurs ont été divisés autour de la limite du P75 et le score au MTSK (Modified Tampa Scale for Kinesiophobia) a été divisé en 3 catégories comme dans le questionnaire. De cette façon, les variables sont toutes binaires sauf 2 d'entre elles: la kinésiophobie et la perception de l'état de santé. Pour ces deux variables, seules les valeurs p sont présentées.

En raison des valeurs manquantes au sein des 7 variables issues du questionnaire, l'effectif de cette régression porte sur 683 travailleurs seulement; l'incidence de la lombalgie reste également inchangée avec un taux de 12.7% (10.2-15.2)

La contrainte en flexion du tronc reste significative quand on contrôle pour l'âge, le sexe et les co-variables issues du questionnaire. Les antécédents lombalgiques et l'impossibilité de changer régulièrement de position sont également corrélés à l'incidence des lombalgies dans ce modèle multivarié.

Tableau 18 Régressions logistiques multivariées (modèle 2). Valeurs p , *Odds ratios* et intervalle de confiance à 95% pour un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu, au cours de l'année de suivi, en fonction de l'exposition aux variables significatives issues de l'observation et aux co-variables issues du questionnaire

Variable	Limite d'exposition (% de temps)	Lombalgie		p	OR	IC95%
		Oui	Non			
Flexion du tronc >20°	<13.93	66	525		1.00	
	≥13.93	21	71	0.048	1.91	(1.01-3.64)
Flexion du tronc >20° avec rotation et charge ≥1 kg	<0.62	68	532		1.00	
	≥0.62	19	64	0.225	1.74	(0.71-4.24)
Soulever/transporter ≥10 kg	<1.84	70	533		1.00	
	≥1.84	17	63	0.871	1.08	(0.41-2.87)
Age	<29 ans	60	442		1.00	
	≥29 ans	27	154	0.426	1.23	(0.73-2.07)
Sexe	Homme	33	230		1.00	
	Femme	54	366	0.685	1.11	(0.66-1.88)
Perception de l'état général de santé	Bon	30	296			
	Moyen	53	282			
	mauvais	4	18	0.313		
Plaintes aux membres supérieurs l'année précédant l'inclusion	Non	63	495		1.00	
	Oui	24	101	0.256	1.38	(0.79-2.42)
Lombalgie l'année précédant l'inclusion	Non	34	320		1.00	
	Oui	53	276	0.034	1.69	(1.04-2.75)
Possibilité de changer régulièrement de position	Oui	65	533		1.00	
	Non	22	63	0.001	2.77	(1.55-4.95)
Kinésiophobie (score au MTSK)	Faible	22	165			
	Moyen	20	222			
	Elevé	45	209	0.076		

2.4. Discussion

Avant d'entamer la discussion des résultats épidémiologiques de cette étude, certaines questions méthodologiques doivent d'abord être soulevées. La première consiste à savoir si la précision des estimations est suffisante pour utiliser cette méthode dans ce contexte épidémiologique. En réalité, le **Chapitre 2** concluait en soulignant une importante sous-estimation de la fréquence des événements alors que la durée de ceux-ci présentait d'excellents résultats. Or, l'évaluation de l'exposition basée sur une estimation du pourcentage de temps d'exposition sur une journée est en réalité un estimateur de la durée cumulée des contraintes. Les résultats de l'étude de validation apporteraient ainsi des arguments quant à la précision des estimations de la méthode d'observation. Il existe cependant deux biais possibles qu'il faut mentionner à ce stade.

Le premier pose la question de la représentativité des 28 GE par rapport à l'ensemble de la cohorte. En effet, selon l'étude de Hoozemans et al. [2001], en optant pour l'observation de chaque travailleur à raison de 4 périodes d'observation de 30 minutes distribuées aléatoirement au cours de la journée de travail, il aurait été nécessaire d'observer 12 personnes dans chaque groupe pour que celui-ci soit représentatif de la fonction observée (voir **Chapitre 2**, point 1.4.). Rappelons que ces résultats sont basés sur des techniques de Bootstrapping pour deux groupes professionnels seulement: des infirmières et des stewards de trains. Or notre échantillon est bien plus hétérogène et présente aussi des fonctions dont les tâches sont beaucoup plus répétitives.

Quoi qu'il en soit, cette condition de 12 travailleurs par groupes n'a pas été remplie dans tous les cas. (Certains groupes de fonction du secteur des soins de santé ne présentaient pas un effectif de 12 travailleurs, faute d'effectif suffisant dans la population observée.) En outre, dans le secteur de la grande distribution où la plupart des travailleurs sont polyvalents, cette condition n'a plus de sens puisque les groupes d'exposition sont composés d'une combinaison de groupes d'observation qui utilise des moyennes pondérées en fonction du pourcentage de temps passé dans chaque fonction. Par exemple, pour observer le couple de fonction "Préparateur de commande/conducteur de chariot élévateur" en suivant les critères énoncés par l'étude de Hoozemans et al. [2001], il aurait fallu observer 12 travailleurs répondant à cette polyvalence mais en distribuant leurs périodes d'observation sur un mois et non une journée vu qu'une seule fonction est occupée par journée de travail. Cette option ne paraissait ni réaliste sur le plan de la réalisation ni fiable en termes de précision. C'est la raison pour laquelle nous avons opté pour une évaluation précise des fonctions isolées et d'une reconstitution ultérieure de groupes d'exposition tenant compte de la polyvalence sur base de jugement d'expert. Cette question de la représentativité des groupes n'a donc pas pu être vérifiée, leur constitution étant principalement basée sur des jugements d'expert.

Le second biais possible concerne la classification des travailleurs. Ici encore, la répartition des 716 travailleurs au sein des 28 GE n'est basée que sur le jugement des responsables des ressources humaines. Notons cependant qu'en cas de doute

quant au groupe de destination d'un travailleur, celui-ci était exclu de l'analyse d'effet.

En dépit de ces limites méthodologiques, les résultats de la présente étude sont cohérents avec ceux basés sur l'analyse des données du questionnaire [Van Nieuwenhuyse, 2005]. En effet, dans l'analyse multivariée des contraintes biomécaniques (modèle 1), seule la contrainte de flexion du tronc $>20^\circ$ ($\geq 13.93\%$ du temps) est significative. Bien qu'il ne s'agisse pas exactement de la même variable, celle-ci s'apparente fort à la variable du questionnaire "travailler avec le tronc en flexion et rotation durant plus de 2 heures par jour" qui présente aussi une association significative avec l'incidence des lombalgies. Le soulèvement/transport de charges lourdes présente une association significative dans l'analyse univariée; cette association était aussi constatée dans l'analyse basée sur le questionnaire [Van Nieuwenhuyse, 2005].

L'observation des résultats du modèle multivarié (modèle 2) incluant les co-variables du questionnaire (qui présentaient des associations significatives en univarié) montre que la variable d'observation concernant la flexion du tronc reste significative. Parmi les co-variables incluses dans le modèle, les antécédents lombalgiques et l'impossibilité de changer régulièrement de posture sont significativement associées à la lombalgie et le score de kinésiophobie présente une relation proche de la signification ($p=0.076$). Ainsi, les résultats de ce modèle multivarié (modèle 2) restent cohérents par rapport à ceux obtenus avec le modèle développé pour le questionnaire. Le seul point de discordance entre les deux études tiendrait dans le fait que la variable "impossibilité de changer régulièrement de posture" présente une association positive dans l'analyse par questionnaire alors que les variables d'immobilité posturales de l'observation (position assise à l'exclusion de la conduite et position debout sans se déplacer) ne montrent aucune association. En réalité, ces deux variables d'observation n'impliquent pas nécessairement dans leur définition une incapacité de varier sa posture. Ainsi, pour cette variable la comparaison des résultats entre les deux études paraît difficile.

En réalité la comparaison des résultats des analyses basées sur le questionnaire avec ceux des analyses basées sur les observations reste biaisée par le fait que les variables ne sont jamais exactement définies de la même manière et que les limites d'exposition changent également. Au point 3. de ce chapitre, une étude comparative entre les deux méthodes a été réalisée en se basant sur des variables estimées de la même façon.

Quoi qu'il en soit, les questions posées par les résultats de ces deux études restent similaires. Conformément aux données de la littérature, un risque près de deux fois plus élevé pour le travail en flexion du tronc est observé pour une durée supérieure ou égale à environ 14% du temps de travail. Deux études récentes utilisant des techniques d'observations similaires ont mis en évidence ce facteur de risque: Hoogendoorn et al. [2000b] observent un OR de 1.5 (1.00-2.10) pour une flexion de $>30^\circ$, pendant plus de 5% du temps et Jansen et al. [2004] observent un OR de 3.18 (1.13-9.00) pour une flexion du tronc de $>45^\circ$ en dichotomisant les travailleurs autour de la limite du P90. Une étude cas-témoin de Punnett et al.

[1991] conduite dans l'industrie de montage automobile présente aussi des résultats analogues. L'absence de relation entre les postures statiques et la lombalgie est également en accord avec les résultats relevés dans la littérature [Bernard, 1997; Burdorf et Sorock, 1997; Hoogendoorn et al., 1999; Hartvigsen et al., 2000; Lötters et al., 2003].

L'absence de relation dans la présente étude entre l'exposition aux vibrations et la lombalgie peut s'expliquer par le fait que peu de travailleurs sont exposés à cette variable. Parmi les travailleurs qui "conduisent", la majorité d'entre eux le font de manière polyvalente, ce qui réduit considérablement le temps d'exposition effectif; en outre beaucoup d'engins du secteur de la distribution sont conduits en position debout (transpalettes) et ces travailleurs n'ont pas été considérés comme exposés car la position debout atténue la transmission des vibrations à la colonne vertébrale. Enfin, les études rapportant un lien entre vibrations "corps entier" et lombalgies font état de véhicules à moteurs thermiques tournant à basse fréquence; or, dans notre échantillon, la plupart des véhicules conduits disposent de moteurs électriques. Rappelons enfin qu'il n'existe, à l'heure actuelle, aucun consensus dans la littérature en faveur d'une relation dose-effet [Lings et Leboeuf-Yde, 2000].

L'absence d'effet des variables liées à la manutention pose davantage question. De manière générale, l'analyse de la littérature apporte en effet de fortes preuves scientifiques quant au risque lié aux manutentions manuelles. Les résultats de cette étude ont été comparés à des études similaires en termes de méthodologie. Dans l'étude de Hoogendoorn et al. [2000b], un effet a été démontré pour un soulèvement de charge de plus de 25 kg, plus de 15 fois/jour. Par contre, comme dans notre étude, Jansen et al. [2004] ne montrent pas non plus d'effet pour le soulèvement/transport de charges de plus de 10 kg, plus de 45 minutes par semaine.

L'observation des limites d'exposition utilisées dans notre étude (Tableau 17) donne à penser que l'exposition des travailleurs qui soulèvent/transportent des charges de plus de 10 kg est particulièrement faible par rapport à la contrainte en flexion du tronc (1.84% du temps par rapport à 13.93%) et que ce fait expliquerait l'absence d'effet. Or, il faut garder à l'esprit que le soulèvement de charge est une opération de très courte durée et qu'une exposition de 2% du temps en terme de durée cumulée est loin d'être négligeable. En outre, la limite de 45 minutes par semaine proposée par Jansen et al. [2004] est absolument similaire à celle utilisée dans notre étude: 2% d'une journée de 7.5 heures correspond à environ 9 minutes par jour, soit 45 minutes par semaine. L'hypothèse d'une exposition trop faible des travailleurs de notre cohorte peut donc être rejetée.

En fait, deux hypothèses sont plausibles pour expliquer cette absence d'effet: soit le biais de classification des travailleurs en catégories d'exposition aurait conduit à placer de manière erronée des travailleurs qui manutentionnent dans la catégorie des travailleurs non exposés; soit, un biais de sélection est possible dans les fonctions qui présentent une exposition élevée en terme de manutentions. Le fait que les travailleurs de la cohorte BELCOBACK soient toujours présents dans l'étude

après un an de suivi implique qu'ils disposaient d'un contrat stable et qu'ils n'avaient pas changé de fonction. En effet en incluant dans l'étude des travailleurs sans antécédents lombalgiques récents et en retrouvant ces travailleurs aux mêmes fonctions après un an de suivi, on peut songer à un effet de sélection naturelle.

A l'appui de cette hypothèse, les résultats de l'échantillon observé peuvent apporter des éléments intéressants. Sur les 152 travailleurs observés, la sélection de l'ensemble des enregistrements qui font état d'un soulèvement/transport d'une charge de plus de 10 kg montre que, dans environ 70% des cas, aucune flexion du tronc n'est associée. Le soulèvement des charges se ferait donc en rectitude du tronc dans la plupart des cas, donc avec une technique gestuelle réduisant les contraintes mécaniques sur la colonne.

2.5. Conclusions

Au terme de cette étude, la méthodologie d'observation des activités de travail fournit des résultats en termes d'effet sur la santé cohérents avec ceux issus de l'analyse basée sur l'évaluation de l'exposition par auto-questionnaire. En outre, les résultats présentés, et en particulier l'impact d'une durée cumulée du tronc en flexion sont en accord avec les résultats de la littérature récente. Enfin, la méthodologie d'observation apporte des éléments neufs par rapport au questionnaire et suggère une nouvelle hypothèse à explorer. Le risque associé au soulèvement/transport de charges lourdes pourrait être davantage dû à la posture de manutention qu'au poids des charges ou à la fréquence des manutentions.

3. Comparaison de l'auto-questionnaire et de l'observation en ce qui concerne leur relation entre le niveau d'exposition évalué et l'incidence des lombalgies

Sous ce dernier point, nous avons souhaité utiliser l'aspect longitudinal de l'étude BELCOBACK pour comparer les deux instruments de mesure développés dans ce travail. La difficulté de cette dernière étude était de rendre comparables les deux méthodes en termes d'estimation de l'exposition. Le questionnaire était par définition peu flexible en termes de traitement des données; par contre le traitement des données issues de la méthode d'observation permettait de fournir des estimations comparables aux catégories du questionnaire. Les données de l'observation ont donc été "traduites" dans les catégories du questionnaire.

Le but premier de ce volet de l'étude est d'abord méthodologique: il vise à exclure une hétérogénéité entre un risque estimé sur base du questionnaire et celui estimé sur base des observations en s'appuyant sur des techniques statistiques dérivées des meta-analyses. En d'autres termes, le but est d'objectiver la cohérence qui existe entre les deux méthodes pour évaluer les relations existant entre le niveau d'exposition estimé et l'incidence de la lombalgie. Cette étude permet en quelque sorte de valider les méthodes l'une par rapport à l'autre. Dans un second temps, puisque cette étude présente aussi des résultats en terme de Risques Relatifs, la discussion des résultats présentée au point 2.4. peut être complétée.

3.1. Méthodologie

La comparaison des analyses d'effet basées sur les deux méthodes différentes d'évaluation implique la mise sur pied de deux modèles d'analyse comparables. Chacun des deux modèles incluent l'ensemble des travailleurs de la cohorte BELCOBACK qui ont exprimé leurs plaintes éventuelles de lombalgies sur base de l'auto-questionnaire.

Le modèle basé sur l'estimation de l'exposition par questionnaire est exactement le même que celui utilisé dans la méthodologie BELCOBACK: les travailleurs de la cohorte ont été catégorisés dans les différentes classes d'exposition du questionnaire (voir **chapitre 1**, point 2.2.) mais seuls, des Risques Relatifs univariés ont été calculés. Le modèle basé sur les observations est, quant à lui, quelque peu différent du modèle BELCOBACK présenté au point 2. de ce chapitre vu qu'il a fallu dériver les mêmes variables que dans le questionnaire et catégoriser ces variables de la même façon que dans le questionnaire.

Les variables d'exposition issues de la méthodologie d'observation ont été sélectionnées à partir de la liste exhaustive des 34 variables dérivées de la grille d'observation (voir chapitre 2, point 1.9.1.). Ces variables exprimées en une estimation du pourcentage de temps ont ensuite été dérivées en durée ou en fréquences (selon le mode d'estimation des variables du questionnaire) en suivant la procédure décrite au chapitre 2, point 1.9.3. Enfin, ces variables continues estimées en fréquences ou durées ont été catégorisées en utilisant les mêmes limites d'exposition que dans le questionnaire. L'ensemble des travailleurs de la cohorte (distribués dans les GE) ont également été inclus dans ce modèle et des RR univariés comparables à ceux du questionnaire ont été calculés.

Sur le plan statistique, l'étude a comparé un à un les RR estimés sur base du questionnaire et ceux estimés sur base de l'observation. En pratique l'hétérogénéité de ces RR a été testée en utilisant un test Q de Cochran basé sur les procédures de méta-analyse [Cucherat, 1997]. Les RR ont été considérés comme étant hétérogènes pour une valeur $p < 0.1$.

3.2. Résultats

Des RR ont pu être comparés pour 9 des 18 variables du questionnaire (chapitre 1, point 2.2., tableau 7). Tout d'abord, les 6 questions "subjectives" ont été supprimées. Ensuite, sur base de la catégorisation des variables d'observation, pour une question (Q12, tableau 7), aucun travailleur n'était exposé et pour deux autres (Q9 et 10) tous les travailleurs se trouvaient être exposés. Ces questions ont aussi été supprimées.

Le tableau 19 compare les Risques Relatifs de développer un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu au cours de la première année de suivi selon que l'exposition est évaluée au moyen du questionnaire ou de l'observation directe. Pour les neuf questions testées, presque toutes les échelles ont dû être réduites en 3 points car, avec l'observation, aucun travailleur ne se trouvait dans la catégorie la plus exposée. Pour les mêmes raisons, le "travail avec le tronc en flexion et en

rotation" (Q6) a dû être estimé de manière dichotomique. L'hypothèse d'hétérogénéité par le test Q de Cochran sur ces neuf variables a pu être rejetée sauf pour l'estimation de la durée du travail en flexion du tronc (Q5) et ce uniquement lorsque les catégories les plus exposées sont comparées à la référence. En outre, pour cette variable, une relation dose-réponse est objectivée uniquement lorsque les RR sont estimés sur base des observations. C'est aussi cette variable qui présente des RR significatifs à la fois dans le questionnaire et à l'observation. La question 6, très proche en termes d'exposition, n'est significative que dans l'analyse par auto-questionnaire mais elle est proche de la signification dans l'analyse par observation.

Tableau 19 Tests d'hétérogénéité des tables 2X2 selon que l'exposition est évaluée au moyen des observations ou du questionnaire auto-administré. Valeur au test Q de Cochrane, valeurs p, Risques Relatifs univariés et intervalle de confiance à 95% pour un épisode de lombalgie d'au moins 7 jours en continu, au cours de l'année de suivi

Variables du questionnaire	Exposition	Evaluation par OBS				Evaluation par questionnaire				Q	p
		LBP oui	LBP Non	RR	(IC95%)	LBP oui	LBP Non	RR	(IC95%)		
1 Conduire un véhicule ou un engin ?	Non	50	401	1.00		46	359	1.00		0.01	0.974
	<2 h	14	78	1.37	(0.79-2.38)	12	66	1.35	(0.75-2.44)		
	≥2	24	137	1.34	(0.86-2.11)	32	189	1.27	(0.84-1.94)		
2 Travailler en position assise de façon prolongée ?	Non	49	328	1.00		73	497	1.00		0.01	0.967
	Oui	39	288	0.92	(0.62-1.36)	16	122	0.91	(0.54-1.50)		
3 Travailler debout (sans se déplacer) de façon prolongée ?	Non	37	277	1.00		60	458	1.00		0.532	0.466
	Oui	49	339	1.07	(0.72-1.60)	28	154	1.33	(0.88-2.01)		
5 Travail avec le tronc incliné vers l'avant (>45°) pendant de longues périodes ?	Non	13	120	1.00		36	289	1.00		2.16	0.141
	<1/2 h	67	473	1.27	(0.72-2.23)	11	32	2.31	(1.27-4.19)		
	≥1/2 h	8	23	2.64	(1.20-5.81)	43	297	1.14	(0.75-1.73)		
6 Travail avec le tronc incliné vers l'avant et en torsion pendant de longues périodes ?	Non	28	257	1.00		46	397	1.00		0.04	0.847
	Oui	60	359	1.46	(0.96-2.22)	41	215	1.54	(1.04-2.28)		
7 Flexions du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	Non	15	123	1.00		30	233	1.00		0.01	0.982
	Oui	73	493	1.19	(0.70-2.00)	60	380	1.20	(0.79-1.80)		
8 Rotations du tronc fréquentes (plus de 12 fois par heure) ?	Non	80	576	1.00		35	278	1.00		0.07	0.797
	Oui	8	40	1.37	(0.70-2.66)	54	337	1.24	(0.83-1.84)		

Q= valeur au test Q de Cochrane

Tableau 19 Suite et Fin

Variables du questionnaire	Exposition	Evaluation par OBS				Evaluation par questionnaire				Q	p
		LBP oui	LBP Non	RR	(IC95%)	LBP oui	LBP Non	RR	(IC95%)		
11 Soulever ou transporter des charges de plus de 10 kg?	Non	11	103	1.00		23	182	1.00		0.75	0.387
	<1 fois/h	44	276	1.43	(0.76-2.66)	21	169	0.99	(0.56-1.72)		
	≥1 fois/h	33	237	1.27	(0.66-2.42)	44	264	1.27	(0.79-2.04)		
15 Efforts physiques importants pour pousser ou tirer des Charges ?	Non	23	196	1.00		31	291	1.00		0.04	0.838
	<1 fois/h	50	316	1.30	(0.82-2.07)	27	174	1.40	(0.86-2.27)		
	≥1 fois/h	15	104	1.20	(0.65-2.21)	30	153	1.70	(1.07-2.72)		

Q= valeur au test Q de Cochrane

3.3. Discussion

Dans cette étude, pour les variables testées, la relation exposition-effet est similaire, que l'exposition soit évaluée par un questionnaire ou sur la base de l'observation des activités de travail. Seule, la variable concernant le fait de travailler dans une position en flexion du tronc $>45^\circ$ durant $\frac{1}{2}$ heure et plus par jour présente des RR hétérogènes quoique à la limite de l'homogénéité ($p=0.064$). Cependant la réduction de l'échelle de réponse de cette variable en une échelle dichotomique qui regroupe les deux catégories exposées donne des RR homogènes avec un valeur $Q=0.024$ et une valeur $p=0.876$. Cette observation rappelle l'importance de ne pas demander trop de détails en termes de durée dans des questions concernant la contrainte posturale. Il est également intéressant de noter que, à la fois dans le questionnaire et l'observation, les RR significatifs concernent les variables qui impliquent la durée du travail avec le tronc en flexion (Q5 et 6). La question 6 est en effet à la limite de la signification dans l'évaluation par observation.

3.4. Conclusions

Ainsi, que l'exposition soit estimée par le questionnaire ou par l'observation, les relations exposition-effet sont similaires alors que les études de validité contre critère de ces deux méthodes révélaient certaines limites quant à la précision des estimations. En d'autre termes, même si les limites d'exposition déterminées par le questionnaire ou par l'observation peuvent manquer de précision, la classification relative des travailleurs en catégories d'exposition donne les mêmes résultats en termes de relation exposition-effet avec les deux méthodes. Cette constatation conforte la thèse d'une cohérence méthodologique entre les deux instruments développés et apporte du crédit aux résultats présentés par ces deux méthodes en termes d'effet.

Discussion générale

Le thème central de ce travail concerne la méthodologie de l'évaluation de l'exposition aux risques de lombalgie. L'évaluation est centrée sur l'exposition aux facteurs de risque mécaniques sans pour autant négliger les autres facteurs de risque d'ordre démographiques, personnels ou psychosociaux qui ont été pris en compte comme des facteurs confondants. De même, l'évaluation ici concentrée sur l'exposition professionnelle, doit aussi compter avec l'exposition durant les activités de loisir.

Dans ce travail, l'exposition est évaluée dans un contexte épidémiologique et il est important de souligner ce point, car l'évaluation des facteurs de risque mécaniques de lombalgie trouve aussi sa place dans le contexte de la pratique ergonomique. La distinction entre épidémiologie et ergonomie tient en réalité plus au but poursuivi qu'aux méthodes d'évaluation elles-mêmes. L'épidémiologie évalue l'exposition des individus d'une population afin d'objectiver les relations existant entre un niveau d'exposition précis et les effets en termes de santé. Elle permet d'en quantifier le risque et d'apporter ainsi des preuves scientifiques de l'impact de tel ou tel facteur sur la santé. L'ergonomie, quant à elle, évalue l'exposition dans un contexte de travail précis où l'activité est analysée pour identifier les risques auxquels sont soumis le (ou les) travailleur(s) concerné(s); des solutions ergonomiques sont alors recherchées de manière participative, dans le but de réduire ces risques et d'ainsi contribuer à l'amélioration des conditions de travail (en agissant soit sur l'environnement du travail soit sur l'organisation de celui-ci).

Les instruments d'évaluation de l'exposition se divisent en plusieurs niveaux de complexité associés à une précision croissante mais aussi à un coût croissant et une applicabilité plus difficile à un large effectif [Van der Beek et Frings-Dresen, 1998]. En épidémiologie, où il est important de baser les études sur un effectif élevé, le choix des méthodes relève souvent d'un compromis entre le coût et la précision avec, en outre, un souci de standardisation des mesures afin d'assurer leur comparabilité au sein de populations parfois très hétérogènes. En ergonomie, où l'évaluation porte souvent sur un effectif restreint, le choix des méthodes est généralement plus flexible: il est non seulement possible d'utiliser des techniques plus qualitatives ou plus précises, mais aussi d'adapter ces techniques aux besoins spécifiques de l'évaluation dans un contexte donné. Il faut remarquer cependant que la tendance actuelle en matière d'ergonomie n'est pas de procéder d'emblée à des mesures complexes, mais bien d'utiliser de façon itérative des techniques d'un niveau croissant de précision et d'expertise afin d'identifier les solutions possibles pour réduire les risques [Malchaire et Piette, 2002].

Dans le cadre de ce travail, l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de lombalgie était évaluée pour les besoins de l'étude BELCOBACK, étude de cohorte qui visait à identifier les déterminants étiologiques et pronostiques des maux de dos liés à la profession. Il est important de rappeler ici que la question de recherche de cette thèse de doctorat, à savoir le développement d'une méthodologie d'évaluation de l'exposition, est une sous-question nécessaire à l'étude BELCOBACK et qu'elle ne peut dès lors en être dissociée. Ce lien à un design d'étude et à un planning pré-établi a constitué, de toute évidence, une contrainte externe engendrant certaines limites méthodologiques. Ainsi, par exemple, dans les limites de temps impartis, il

était impossible de développer deux stratégies différentes de mesure de l'exposition afin de les comparer. Au-delà de cette considération générale, d'autres limites inhérentes à l'étude se sont imposées. Ainsi, par exemple, pour être validé, le questionnaire n'a pas pu bénéficier d'une méthode de référence conçue expressément à cet effet; ou encore, lors du test de reproductibilité, il n'a pas été possible de proposer aux travailleurs une période de référence strictement identique pour les deux administrations du questionnaire.

Les caractéristiques de la population de l'étude ont entraîné, elles aussi, une certaine difficulté méthodologique. En effet, la population était répartie en deux secteurs d'activité: celui des soins de santé et celui de la grande distribution. Or, le type d'activité est très différent d'un secteur à l'autre: dans le secteur de la distribution, la plupart des fonctions présentent généralement des tâches cycliques ou répétitives; dans le secteur des soins de santé en revanche, on observe parmi les fonctions analysées une plus grande variabilité de tâches, ce qui est la caractéristique d'un travail non cyclique. En outre, dans le secteur de la distribution, la majorité des travailleurs sont polyvalents, occupant généralement deux fonctions principales sur le même mois (mais toujours la même fonction au cours d'une même journée). Ainsi, alors que dans le secteur des soins de santé les tâches varient au cours de la journée de travail, dans celui de la distribution, ce sont les fonctions qui varient au cours du mois. Dès lors, évaluer par une méthodologie commune ces deux types de population représentait une réelle difficulté méthodologique.

Une seconde difficulté liée à l'hétérogénéité de ces deux secteurs est la forte corrélation existant entre le sexe et le type de secteur: une majorité de femmes dans le secteur des soins de santé et d'hommes dans celui de la distribution. Le secteur d'activité est donc un facteur confondant qui rend difficile dans notre étude l'appréciation de l'impact du sexe sur la lombalgie.

Pour en revenir à la question de recherche du doctorat, l'étude BELCOBACK, avec ses limites de temps et de budget, imposait de choisir une stratégie d'évaluation relevant d'un compromis de coût et de précision. C'est la raison du choix d'utiliser conjointement un questionnaire auto-administré et des observations directes des activités de travail. Le questionnaire, dont la précision est limitée, pouvait être distribué à l'ensemble des travailleurs de la cohorte alors que les observations, par définition plus précises [Kilbom, 1994], devaient se limiter à un échantillon de ceux-ci. Il existait donc une complémentarité des deux méthodes, qui a guidé le choix de leur utilisation commune. D'autre part, l'analyse de la littérature a montré qu'il n'existait pas d'instruments faisant référence dans le contexte de notre travail et qu'il était par conséquent difficile de reprendre tel quel un instrument de mesure développé par d'autres équipes de recherche. En conséquence, l'option a été prise de développer de nouveaux instruments pour les besoins de l'étude.

Le développement de ces instruments a d'abord exigé que soit assurée leur validité de contenu, en y intégrant les facteurs de risque reconnus dans la littérature scientifique. Ensuite, une série d'options ont dû être prises en ce qui concerne la période d'évaluation à prendre en compte ou les valeurs seuils à utiliser pour

catégoriser l'exposition. Ces choix se sont appuyés sur l'analyse d'instruments validés. Une fois les instruments développés, ils ont dû être testés de manière intrinsèque: vérifier qu'ils soient reproductibles et assurer leur validité contre critère. Enfin, les instruments ont été appliqués dans leur contexte de recherche afin d'évaluer ce que d'aucuns appellent la "validité prédictive" [Trochim, 2000]. En effet, il est logique de penser qu'un instrument bien conçu objective une association significative entre une exposition importante à un facteur de risque reconnu et l'apparition de symptômes. Ainsi, après les aspects méthodologiques du développement des instruments, nous passerons aux résultats épidémiologiques.

La validation du questionnaire a été réalisée durant la phase d'observation en prenant comme critère de référence ces observations directes de l'activité de travail. Elles concernaient environ 17% des travailleurs de la cohorte, observés individuellement à raison de 4 périodes de 30 minutes, distribuées aléatoirement sur la journée de travail. La technique d'observation consistait en une saisie discontinue avec un intervalle temporel de 15 secondes. La phase d'observation a eu lieu, en moyenne, 17 mois après l'inclusion du travailleur dans l'étude. Au terme de la journée d'observation, chaque travailleur observé a été invité à répondre au questionnaire concernant la charge physique du travail de la journée écoulée, permettant ainsi de mesurer la reproductibilité de l'instrument par rapport au même questionnaire administré lors de l'inclusion. En outre, ce questionnaire a été comparé, d'une part, à celui qu'avait également rempli l'observateur et, d'autre part, aux résultats de l'observation.

Pour la majorité des variables, les résultats des tests de reproductibilité et de validité contre l'observation sont en accord avec la littérature: les variables dont le mode de réponse est dichotomique donnent un meilleur accord que les variables dont l'échelle de réponse est ordinale, les activités bien définies comme la conduite ou le fait de manutentionner des charges donnent les meilleurs accords et l'estimation de la flexion du tronc seule présente de meilleurs résultats que si elle est associée à la rotation. Cependant, les degrés d'accord présentés dans nos résultats sont globalement plus faibles que ceux que la littérature scientifique rapporte [Rossignol et Baetz, 1987; Wiktorin et al., 1993; Campbell et al., 1997; Pope et al., 1998; Torgen et al., 1999]. En ce qui concerne la distribution des réponses dans les différentes catégories, celle-ci est assez similaire entre les deux moments de mesure du test de reproductibilité. Par contre, en ce qui concerne le test de validité, la distribution des réponses suggère que les travailleurs surestiment les durées passées à conduire un véhicule ou à maintenir une position de flexion et de flexion/rotation du tronc et qu'ils surestiment aussi la fréquence de répétition des mouvements de rotation ou du soulèvement de charges lourdes; la durée passée en position assise ou debout sans se déplacer serait, quant à elle, sous-estimée par le travailleur.

Plusieurs hypothèses peuvent être évoquées pour expliquer les plus faibles degrés d'accord observés dans notre étude. Ainsi, en ce qui concerne le test de reproductibilité, la population a été réduite au seul secteur des soins de santé, ce qui a entraîné une diminution importante de l'effectif. Les travailleurs du secteur de la distribution occupant des fonctions différentes au cours du même mois ont en

effet dû être exclus car, la période de référence du premier questionnaire (une "journée typique de travail") et du second ("la journée d'aujourd'hui si c'est une journée typique de travail") ne pouvaient concorder. Une autre explication tiendrait dans le fait que l'intervalle entre les deux tests est à la fois variable et relativement long (17 ± 4 mois). Mais l'influence de la durée de l'intervalle entre les administrations reste cependant controversée. Selon Torgen et al. [1999], l'effet de la mémoire, dû à un intervalle de temps variable, est minime tandis que Halpern et al. [2001] insistent, dans leur étude, sur le fait qu'un intervalle plus court donne de meilleurs résultats.

En ce qui concerne le test de validité contre l'observation directe, une première explication des faibles niveaux d'accord réside dans la variabilité des activités de travail rencontrée dans la population de l'étude; cette variabilité pourrait avoir amené les travailleurs à globaliser leur estimation plutôt qu'à se concentrer sur la journée de travail qui venait de s'écouler. Ensuite, il est probable que l'observation de 4 périodes de 30 minutes ne soit pas suffisamment représentative de la journée de travail [Burdorf et Laan, 1991]. Enfin, il faut garder à l'esprit que l'échantillonnage temporel par saisie discontinue donne seulement une estimation de la proportion de temps durant laquelle les travailleurs sont exposés aux différentes contraintes. Pour valider le questionnaire, cette estimation a dû être traduite en termes de durée et/ou de fréquence similaires aux limites d'exposition du questionnaire. L'estimation de la fréquence et de la durée sur base de saisies discontinues est associée à un risque d'erreur mentionné dans la littérature scientifique: ce risque va généralement dans le sens d'une surestimation des durées et d'une sous-estimation des fréquences [Kilbom, 1994; Denis et al., 2000]. A l'appui de cette hypothèse, les résultats obtenus montrent que l'opinion subjective de l'observateur, qui émane par définition d'une observation continue, donne de meilleurs degrés d'accord. En conclusion, les faibles degrés d'accord observés seraient en partie dus à l'utilisation de la méthode d'observation directe en tant que critère de référence [Heinrich et al., 2004]. Mais ici encore, cette option relevait d'un compromis qui permettait d'inclure un grand nombre de travailleurs dans l'étude de validation. Dans un contexte plus favorable en matière de temps et de budget disponibles, l'utilisation d'observations continues ou l'analyse de bandes vidéo aurait vraisemblablement offert un critère de référence plus solide en termes de précision.

En ce qui concerne les postures statiques prolongées (assise et debout), alors que leur estimation donne d'excellents accords dans la littérature [Viikari-Juntura et al., 1996; Torgen et al., 1999], ceux-ci sont modérés à faibles dans nos résultats. Dans ce cas, l'explication semble plus simple. Alors qu'aucune limite de durée n'est précisée dans le questionnaire, une valeur seuil a forcément dû être choisie pour séparer les travailleurs observés en exposés et non-exposés. La limite relativement arbitraire de 2 heures était tirée de la littérature scientifique [Viikari-Juntura et al., 1996; Campbell et al., 1997]. Au-delà de cette explication, le fait de ne pas avoir imposé au travailleur une limite précise d'exposition semble aussi avoir eu un effet sur la reproductibilité des réponses. Ainsi, l'éventuelle utilisation ultérieure de notre questionnaire nécessiterait de réexaminer la formulation des questions concernant les postures statiques en proposant une valeur seuil en durée bien précise.

Cependant, à l'heure actuelle, la littérature scientifique s'oriente vers une absence d'effets des positions assise et debout prolongées sur l'étiologie des lombalgies [Hartvigsen et al., 2000]. Aussi, ces questions pourraient-elles tout aussi bien être supprimées pour l'évaluation de l'exposition.

La méthodologie d'observation a, elle aussi, été testée. Cependant, contrairement à l'étude de validation de l'auto-questionnaire, celle des observations directes a bénéficié d'une méthodologie de référence, conçue exclusivement à cet effet à savoir, la réalisation et l'analyse de bandes vidéo. Ce procédé a d'abord permis de réaliser les tests classiques de reproductibilité intra et inter-observateurs de la méthode d'observation. Les résultats de ces tests présentent des accords excellents pour toutes les variables testées avec néanmoins des valeurs légèrement plus faibles en ce qui concerne l'estimation de la rotation et du poids des charges lourdes. Les difficultés à estimer le poids des charges et les amplitudes articulaires par une observation réduite en deux dimensions sont du reste décrites dans la littérature [Kilbom, 1994; Van der Beek et Frings-Dresen, 1998].

Ensuite, les séquences filmées ont permis de comparer les durées et les fréquences estimées par l'observation en mode discontinu à la mesure précise de ces paramètres. Les résultats de cette étude de validité contre critère montrent que toutes les variables estimées en durée donnent des accords excellents avec les durées réelles. Par contre, la plupart des activités estimées en fréquence présentent un accord médiocre avec le critère de référence. En fait, ces résultats sont assez logiques, car l'échantillonnage temporel consiste avant tout en une segmentation de la durée. En conclusion, on peut dire que la méthodologie d'observation choisie représente un bon estimateur de la durée cumulée des contraintes, mais qu'elle ne permet pas d'estimer leur fréquence.

Comme les variables évaluées présentent toutes une durée d'exposition, et que cette durée peut être très différente d'une variable à l'autre, il est fort probable que les variables caractérisées par une durée d'exposition importante (comme le maintien d'une flexion du tronc) aient été estimées de manière plus précise que celles caractérisées par une répétition d'expositions de courte durée (comme des manutentions répétées).

Cette étude de validation de l'échantillonnage temporel résultant du mode de saisie discontinu a aussi apporté de nouveaux éléments en ce qui concerne la pertinence du critère choisi pour valider le questionnaire. Ainsi, les résultats permettent d'appuyer l'hypothèse selon laquelle les travailleurs auraient mal estimé les variables exprimées en durée; par contre, les résultats ne permettent pas d'affirmer qu'ils aient surestimé des variables exprimées en fréquence puisque celles-ci sont, elles-mêmes, sous-estimées par l'observation.

Il existe toutefois une restriction à l'étude de validation des observations: les estimations des forces exercées par le travailleur et des amplitudes articulaires n'ont pas été confrontées à un critère de référence. Ainsi, seuls les bons résultats des tests de reproductibilité inter-observateurs permettent d'apporter un argument indirect en faveur de la validité de ces estimations.

En résumé, après avoir étudié de manière intrinsèque la validité des deux instruments développés, nos résultats suggèrent que l'auto-questionnaire présente une précision limitée, en gardant toutefois à l'esprit que le critère de référence choisi, une observation discontinue, présente, lui-même, certaines limites. En ce qui concerne les observations, si la durée cumulée des contraintes peut être estimée avec une certaine précision, un risque d'erreur par sous-estimation subsiste toutefois en ce qui concerne les contraintes répétées à une fréquence élevée. Ainsi, les études de validation de l'auto-questionnaire et des observations directes aboutissent finalement à des conclusions assez similaires: les limites de ces deux méthodes concernent surtout la précision des seuils d'exposition autour desquels les travailleurs sont répartis en classes d'exposition.

S'il existe une réserve quant à la valeur absolue de ces seuils d'exposition, rien ne permet de présumer d'une erreur de la classification relative des travailleurs dans les différents groupes d'exposition. Seule l'application de ces deux méthodes dans leur contexte épidémiologique peut apporter des éléments de réponse. En effet, l'analyse des résultats épidémiologiques permet non seulement d'apprécier la cohérence existant entre les deux méthodes d'évaluation, mais aussi d'estimer le caractère prédictif de la lombalgie que chaque méthode permet d'apporter.

En nous penchant d'abord sur la cohérence existant entre les deux méthodes d'évaluation, l'analyse subjective des résultats épidémiologiques nous montre que les risques, qu'ils soient estimés par auto-questionnaire ou par observation, sont très similaires. L'exposition à une durée importante de flexion du tronc double le risque de lombalgie; le fait de soulever/transporter des charges lourdes montre une association significative dans les analyses univariées mais pas lorsque les autres facteurs de risques sont ajoutés au modèle; et enfin, l'impossibilité de varier sa posture ou les facteurs confondants individuels tels que les antécédents lombalgiques présentent des associations à la lombalgie dans les deux modèles. Si, donc, ces observations donnent à penser que les deux méthodes présentent des résultats similaires, leurs variables indépendantes ne sont pas en tous points comparables. Non seulement, la formulation des variables du questionnaire et de l'observation n'est pas toujours identique, mais les limites d'exposition utilisées pour catégoriser les travailleurs diffèrent également d'un instrument à l'autre. Ainsi, alors que dans l'analyse par questionnaire, les catégories d'exposition dépendent de limites d'exposition clairement exprimées en durée ou en fréquence, dans l'analyse par observation, les travailleurs sont classés en "travailleurs exposés" et "travailleurs non-exposés" principalement en fonction de leur place dans la distribution de la cohorte. C'est donc à partir de cette dichotomisation qu'un niveau d'exposition est déterminé mais, contrairement au questionnaire, ce niveau est exprimé sous la forme d'une estimation du pourcentage de temps d'exposition.

Afin de comparer de manière statistique les risques estimés par ces deux méthodes, toutes les variables issues des observations directes qui pouvaient être comparées à celles du questionnaire ont d'abord été "traduites" en durée ou en fréquence puis, catégorisées selon les classes d'exposition du questionnaire. Ensuite toutes les tables 2X2 ainsi déterminées ont été comparées en utilisant un test statistique dérivé des techniques de méta-analyse [Cucherat, 1997]. Cette

analyse, qui avait pour but de tester l'hétérogénéité des tables a montré des résultats non significatifs pour la quasi-totalité des tables. Ce qui signifie que les variables testées présentaient des résultats homogènes en termes d'effet. Cette dernière analyse conforte donc la thèse selon laquelle la classification relative des travailleurs dans les différents groupes d'exposition donne, pour les deux méthodes, des résultats similaires en terme de relation exposition-effet.

Si la cohérence des résultats entre les deux méthodes semble être acquise, un dernier point consiste à apprécier la valeur prédictive de l'exposition à différents facteurs de risque. Dans la littérature scientifique, l'exposition aux vibrations "corps entier", l'adoption pendant une durée importante de postures en flexion ou en flexion/rotation du tronc et le soulèvement/transport fréquent de charges lourdes sont les facteurs à l'exposition desquels une augmentation du risque de lombalgie est unanimement observée [Lötters et al., 2003]. Par contre, l'immobilité posturale telle que le maintien de la position assise ou debout semble ne présenter aucune association à la lombalgie [Hartvigsen et al., 2000].

En ce qui concerne la durée cumulée de la posture en flexion du tronc et l'immobilité posturale, nos résultats concordent bien avec les conclusions des différentes revues de la littérature. L'absence d'effet observé concernant les vibrations, bien que contraire à la littérature, peut être facilement expliquée. En effet, le risque "vibration" est lié à une exposition de longue durée à des vibrations de basses fréquences, caractéristiques des moteurs thermiques, transmises par le siège de conduite et aggravées par une mauvaise suspension de celui-ci [Derrienic et al., 2000; Johanning, 2000; Lings et Leboeuf-Yde, 2000]. Dans notre étude, mis à part les véhicules utilisés par les infirmier(ère)s à domicile, les aides familiales et quelques rares travailleurs du secteur de la distribution, la majorité des véhicules conduits étaient équipés de moteurs électriques. En outre, dans le cas des moteurs thermiques, la durée de l'exposition est relativement faible: les infirmier(ère)s et les aides familiales voient leur exposition fréquemment entrecoupée par leur travail au domicile du patient ou du bénéficiaire et les travailleurs du secteur de la distribution qui conduisent ces engins thermiques le font de manière polyvalente, ce qui réduit considérablement leur durée d'exposition aux contraintes. Ainsi, dans l'analyse par observation, le seuil d'exposition relativement bas (environ 30% du temps) et l'utilisation courante d'engins électriques au sein de la cohorte semblent expliquer l'absence d'effet des vibrations.

L'absence d'association entre l'incidence de la lombalgie et le soulèvement fréquent de charges lourdes est, quant à elle, inattendue et son explication est plus complexe. Une première hypothèse à évoquer est un biais de classification de type aléatoire. En répondant au questionnaire, il est possible que les travailleurs aient mal estimé la fréquence de leurs manutentions et qu'ils se soient erronément placés dans telle ou telle catégorie d'exposition; cette hypothèse est malheureusement difficile à vérifier, vu que le critère de validation du questionnaire semble inapproprié en ce qui concerne l'estimation des fréquences des activités. La formulation des questions, où il faut à la fois estimer le poids et la fréquence, peut aussi avoir accru le risque d'erreur. Enfin, le choix des limites d'exposition en fréquence pourrait avoir été inapproprié pour catégoriser les groupes d'exposition

et faire ressortir un effet. Il est possible, par exemple, que la catégorie intermédiaire, situant l'exposition entre une et 12 fois par heure, ait été trop large et ait mélangé des travailleurs présentant un risque élevé avec des travailleurs à faible risque. En d'autres termes, une éventuelle variabilité d'exposition trop importante au sein d'une même catégorie peut être à l'origine de l'absence d'effet des manutentions estimées par le questionnaire [Van Nieuwenhuyse et al., 2006]. Des limites d'exposition relativement similaires ont pourtant été utilisées par d'autres auteurs [Wiktorin et al., 1996].

En ce qui concerne la mesure de l'exposition par les observations, le problème est quelque peu différent. Tout d'abord, vu que les travailleurs de la cohorte ont dû être distribués parmi des groupes d'exposition (GE) et que cette distribution se basait uniquement sur des intitulés de fonction et le jugement des responsables des ressources humaines, il se peut, malgré les précautions prises, que certains travailleurs aient été erronément alloués à tel ou tel groupe. Il s'agit là d'une forme de biais de classification. Ensuite, nos analyses ont montré qu'un risque de sous-estimation par l'observation des activités caractérisées par une fréquence élevée était fort possible. Dès lors, il se peut que certains GE aient vu leur exposition sous-estimée en ce qui concerne le soulèvement de charges lourdes et n'aient pas pu être différenciés d'autres groupes en réalité plus faiblement exposés.

Au-delà de la possibilité d'un biais de classification, une autre explication possible est inhérente à la population de l'étude BELCOBACK. Dans la cohorte suivie, la population de travailleurs visée par des contraintes de manutentions répétées appartient au secteur de la distribution, un secteur caractérisé par une forte polyvalence. Cette technique de management a pour effet d'équilibrer les contraintes entre les différents travailleurs dans un but d'efficacité du travail. Si cette technique de rotation a fait ses preuves dans le monde des entreprises, elle n'en demeure pas moins un problème réel pour les épidémiologistes, car elle a pour effet d'atténuer les contrastes en termes d'exposition. Ainsi, au sein de notre population, peu de travailleurs présentent une exposition réellement importante au soulèvement fréquent de charges lourdes.

Le problème de la polyvalence rencontré dans le secteur de la distribution a aussi eu un impact sur la méthodologie de traitement des données issues de l'observation et en particulier sur la constitution des groupes d'exposition (GE). Selon cette méthodologie, les travailleurs des catégories professionnelles observées ont été regroupés sur base de jugements d'expert en groupes de fonctions (GF); ensuite, sur base de traitements statistiques et de jugements d'expert, des GE ont été déterminés. Dans le secteur des soins de santé, on observe que ces GE sont assez similaires aux GF d'origine. Dans le secteur de la distribution par contre, une série de GE (résultant à chaque fois d'une association de deux GF) ont dû être constitués spécialement pour les travailleurs polyvalents. Au sein de ces groupes, le niveau d'exposition ne correspond donc plus à une moyenne arithmétique des niveaux d'exposition des GF d'origine, mais bien à une moyenne pondérée en fonction du temps. En outre, la constitution complexe de ces GE se base essentiellement sur les déclarations des responsables de ressources humaines et comporte, pour cette raison, un risque d'imprécision quant à savoir si ces GE sont bien représentatifs de

l'activité des travailleurs qui les occupent. Ainsi, les difficultés méthodologiques essentiellement liées à la question de la polyvalence pourraient aussi expliquer l'absence d'effet du soulèvement fréquent de charges lourdes.

En rejetant les hypothèses d'un biais de classification et d'une exposition trop peu contrastée au sein de la population et en ne tenant pas compte des difficultés méthodologiques que le système de la polyvalence a engendré, une autre explication à l'absence d'effet des manutentions peut encore être avancée: celle d'un effet de sélection [Hartvigsen et al., 2001]. Il est en effet possible qu'une sélection naturelle se soit opérée parmi les travailleurs et que seuls les plus aptes à occuper des fonctions caractérisées par la répétition de manutentions de charges lourdes soient restés employés dans ces fonctions. Pour appuyer cette hypothèse, il est important de rappeler que ces travailleurs, disposant de contrats stables, n'avaient pas changé de fonction au cours du suivi et l'occupaient tous depuis au moins deux mois avant l'inclusion dans l'étude.

L'échantillon global des observations a été analysé afin d'explorer cette hypothèse de sélection naturelle. Alors que les résultats de l'étude démontrent clairement un risque associé à la flexion du tronc, il a été observé que dans 70% des enregistrements faisant état du soulèvement d'une charge de plus de 10 kg, aucune flexion du tronc n'était associée à cette contrainte. Cette observation suggère donc que dans la majorité des cas, le soulèvement de charges lourdes est réalisé en rectitude du tronc ou du moins, avec une flexion inférieure à 20°.

La flexion du tronc engendre un bras de levier résultant d'un éloignement du centre de gravité du tronc (et éventuellement de la charge) qui a pour effet d'accroître les contraintes de compression discale et de cisaillement [Marras et al., 1993]. Le maintien du tronc en rectitude contribue donc à réduire ce bras de levier et à prévenir ainsi ces augmentations de pression intra-discales. Pour illustrer cet effet, Wilke et al. [1999] ont réalisé des mesures de pression intra-discales *in vivo* dans une série de postures et d'activités de la vie quotidienne; ces auteurs rapportent une réduction de pression lors du soulèvement d'une charge de 20 kg les genoux fléchis plutôt que le dos arrondi. Il existerait donc dans notre population, une adaptation posturale des travailleurs qui soulèvent des charges lourdes.

Une telle adaptation est difficilement vérifiable dans le contexte de notre travail, car aucune information n'a été relevée concernant la technique gestuelle employée durant les manutentions. En outre, une estimation de l'impact de la technique gestuelle utilisée sur la contrainte discale nécessite d'effectuer des analyses *in vivo*. Par son caractère invasif, cette sorte d'analyse, rarement effectuée, est réservée à des études en laboratoire, forcément exclues dans un contexte épidémiologique. Il existe toutefois une alternative à ce type de technique: l'utilisation d'un modèle biomécanique [Van der Beek et Frings-Dresen, 1998] tel que le modèle décrit par Chaffin et Anderson [1991]. L'utilisation de ce type de modèle implique d'isoler une opération bien précise (comme une manutention manuelle) et d'intégrer dans une équation, les amplitudes de plusieurs segments corporels ainsi que l'intensité et la direction des forces exercées afin d'estimer la contrainte tissulaire supportée par le disque intervertébral L5/S1.

Au-delà de cette possibilité d'estimer l'impact d'un geste sur la contrainte tissulaire, les modèles biomécaniques présentent un intérêt plus général sur le plan épidémiologique: ils permettent de fournir, pour chaque fonction de la cohorte, une estimation de la contrainte discale maximale à laquelle le travailleur est soumis. Or, cette estimation échappe en quelque sorte au modèle d'évaluation développé dans ce travail, ce dernier se limitant à l'estimation de la durée cumulée de l'exposition.

Cependant, ces modèles biomécaniques présentent aussi des inconvénients non négligeables. D'abord, leur mise en œuvre est complexe car ils nécessitent une importante analyse préalable pour sélectionner les tâches à étudier et enfin, ils demandent un long travail d'analyse en laboratoire. Ensuite, l'utilisation de ces modèles dans un contexte épidémiologique soulève une question méthodologique: si l'on admet qu'ils estiment avec précision la contrainte tissulaire en relation avec une tâche précise (voire même une opération précise), encore faut-il ramener cette contrainte à chaque individu et estimer son apparition dans le temps. On peut donc craindre un risque d'erreur lié à cette distribution temporelle de la contrainte estimée. D'ailleurs, cette technique fréquemment utilisée dans la pratique ergonomique est rarement employée dans un contexte épidémiologique [Wells et al., 1997].

Conclusions

Evaluer la contrainte mécanique lombaire dans le contexte d'une étude épidémiologique de cohorte exigeait, dans les limites budgétaires du projet, que la méthodologie d'évaluation soit suffisamment précise pour permettre l'établissement de relations exposition-effet.

Cette méthodologie est d'abord fondée sur l'utilisation d'un auto-questionnaire. Compte tenu des limites d'un tel instrument, l'évaluation de l'exposition a été complétée par l'utilisation d'observations directes. Celles-ci étant nécessairement limitées à un échantillon de la cohorte, il a fallu en quelque sorte miser sur le fait que les observations directes permettraient de confirmer et de compléter les résultats du questionnaire. Cette méthodologie d'évaluation constitue donc, le maximum réalisable dans les limites de l'étude. Ainsi, son originalité réside dans une double évaluation des contraintes utilisant deux instruments très différents l'un de l'autre.

Bien entendu, les instruments développés n'ayant jamais été utilisés, il a fallu tester leur validité de manière intrinsèque et ainsi estimer leur précision. Concernant le questionnaire, les données obtenues montrent que la précision des niveaux seuils d'exposition, exprimés en durée ou en fréquence, est limitée. En d'autres termes, la méthode permet d'objectiver un risque lié à tel ou tel facteur étudié mais elle est de précision limitée en ce qui concerne la valeur absolue du niveau de ce risque. Pour les observations directes en revanche, il a été démontré qu'elles permettaient d'estimer avec précision la durée cumulée de l'exposition aux contraintes, celle-ci étant exprimée en une proportion de temps sur la journée de travail.

L'application conjointe de ces deux méthodes dans le contexte épidémiologique a débouché sur des conclusions convergentes en termes d'effet santé. Les méthodes se confortent donc l'une l'autre et attestent de leur capacité à établir des relations exposition-effet cohérentes. En outre, notre étude a montré que la plupart des résultats épidémiologiques concordent bien avec ceux de la littérature scientifique. Malgré tout, il subsiste une contradiction importante: l'absence d'effet d'un soulèvement fréquent de charges lourdes sur l'incidence de la lombalgie durant les 12 mois de suivi. Pour expliquer cette absence d'effet, les hypothèses d'un biais de classification et d'un manque de contraste dans la population étudiée ont été évoquées; en outre, un effet de sélection des travailleurs n'a pu être écarté.

Compte tenu de ces éléments, on peut considérer que l'objectif premier de ce travail a été atteint. Bien entendu les instruments sont perfectibles et leur éventuelle utilisation future mérite la formulation de quelques remarques. D'abord, pour l'auto-questionnaire proposé, il est important que la période de référence sur laquelle porte l'évaluation soit précise et univoque; ensuite, l'exploration d'une information trop détaillée des contraintes en termes de fréquence, durée et intensité devrait être évitée. Concrètement, le mode de réponse devrait être dichotomique dans la plupart des cas afin de catégoriser les travailleurs de part et d'autre d'une valeur seuil, bien précisée dans la formulation de la question. Une alternative est l'échelle en 3 points permettant de fournir une catégorie supplémentaire, pour les travailleurs dont l'exposition est nulle. Notons également

que, dans le contexte de la lombalgie, les questions concernant le risque lié à l'immobilité posturale devraient être supprimées. Ensuite, concernant les observations directes, la grille d'observation pourrait être simplifiée afin de diminuer la charge mentale de l'observateur. Ainsi par exemple, l'amplitude de flexion du tronc pourrait n'utiliser que les limites de 0 et 20° et les forces exercées seraient réparties entre les seules limites de 1 et 10 kg.

Au-delà de l'objectif premier annoncé dans la question de recherche de ce travail, sa mise en œuvre a naturellement amené de nouvelles questions et de nouvelles perspectives. Ainsi, l'originalité de la méthodologie réside, je pense, dans le développement des observations directes pour affiner l'évaluation fournie par le questionnaire. Si l'utilisation de ces observations mobilise beaucoup d'énergie et tout un travail de développement, d'application et d'analyse, la limitation de celles-ci à un échantillon de la cohorte permet de réduire l'investissement nécessaire, mais soulève en soi d'autres questions méthodologiques liées à la représentativité de cet échantillon. Il me paraît cependant important de défendre l'option des observations afin de mieux comprendre leur intérêt réel par rapport au questionnaire et d'apprécier les compléments d'informations qu'elles ont vraiment apportés.

Tout d'abord, car ces observations ont permis d'aller plus loin dans l'interprétation des résultats épidémiologiques. Ainsi, par exemple, en ce qui concerne l'absence d'effet lié aux manutentions manuelles, l'analyse basée sur les seuls résultats du questionnaire a permis d'évoquer l'hypothèse d'un effet de sélection naturelle des travailleurs [Van Nieuwenhuyse et al., 2006]. Les observations quant à elles suggèrent également une forme d'adaptation du travailleur. En effet, on a pu constater que la majorité des charges lourdes étaient soulevées sans flexion du tronc associée, ce qui attesterait d'une adaptation posturale des travailleurs réduisant le risque de lombalgie. Cette hypothèse devrait, bien sûr, être confirmée mais le cas échéant, elle suggérerait qu'en matière de manutention, le danger relève plus de la posture adoptée que du poids des charges ou de la fréquence des manutentions. Mis à part le peu d'études réalisées *in vivo*, force est de constater que peu d'études ont analysé l'impact de la technique gestuelle de travail sur l'incidence des lombalgies.

Ensuite, même si les observations ne peuvent pas être appliquées à l'ensemble d'une cohorte, on a pu tirer profit de l'échantillonnage réalisé grâce à un changement de cible: en effet, ce n'étaient plus les travailleurs qui étaient visés mais bien leurs fonctions. C'est ainsi qu'un profil d'exposition a pu être établi pour chaque fonction, dans chaque entreprise. Ces profils n'ont aucun intérêt dans l'analyse épidémiologique des résultats mais ils fournissent aux entreprises concernées un moyen simple d'identifier les fonctions associées à un risque plus élevé et de définir des priorités pour les actions de prévention. Il existe donc grâce à ce travail un lien direct entre les résultats épidémiologiques et leurs retombées pratiques dans un contexte de pratique ergonomique. Ces profils qui sortent quelque peu du cadre de ce travail méritaient d'être présentés en annexe.

Enfin, cette analyse basée sur la fonction a rapidement amené un nouveau problème: la question de la polyvalence. En effet, si un travailleur est impliqué dans deux fonctions différentes, comment ramener l'évaluation de l'exposition d'une fonction au niveau de l'individu ? A notre connaissance, ce problème méthodologique n'avait jamais été soulevé. La technique utilisée a consisté à créer des groupes d'exposition qui tiennent compte des fonctions occupées par les travailleurs et de la distribution temporelle de ces fonctions. Cette stratégie semble être la plus appropriée pour être représentative de la réalité du travail. Ainsi, seules les observations directes ont permis de réellement tenir compte de la polyvalence des travailleurs.

Le simple fait de tenir compte de la polyvalence ne résout pas les difficultés qu'elle implique sur le plan épidémiologique. En effet, elle contribue à réduire les contrastes en termes d'exposition, une fonction considérée comme "lourde" étant souvent compensée par une fonction "légère". Ce problème de manque de contraste a sans doute eu un effet négatif sur la puissance statistique des résultats. Cependant, ce problème ne peut être négligé car il représente une réalité dans le monde des entreprises où la polyvalence s'impose de plus en plus comme une solution de "management". Mais peut-elle représenter une solution ergonomique ? Autrement dit, la polyvalence réduit-elle le risque ? Comme le soulignait très récemment Mathiassen [2006], très peu d'études ont pointé les effets à long terme de la polyvalence et leurs résultats n'apportent encore aucune réponse définitive. Cette question mériterait à l'avenir d'être étudiée plus en détail.

Références

Alcouffe J, Manillier P, Brehier M, Fabin C, Faupin F. (1999) Analysis by gender of low back pain among small company workers in the Paris area: severity and occupational consequences. *Occup Environ Med* 56, 696-701.

Andersson GB. (1997) The epidemiology of spinal disorders. In *The Adult Spine: Principles and Practice* (Ed. Frymoyer JW), Lippincott-Raven, Philadelphia, 93-141.

Andersson GB. (1999) Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet* 354, 581-5.

Belgian Pain Society. Belgian Chapter of the International Association for the study of Pain. (2002) Rugpijn in België: Een epidemiologische enquête. Nr 11/01.

Bernard BP, ed. (1997) Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health.

Bongers PM, de Winter CR, Kompier MA, Hildebrandt VH. (1993) Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scand J Work Environ Health* 19, 297-312.

Borg G. (1982) A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. Psychophysical judgement and the process of perception. Geissler HG and Petzold P ed. Amsterdam, 25-34.

Borg G. (1990) Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health* 16, 55-8.

Bourgeois P, Charlot J, Derriennic F, Lebrun T, Leclerc A, Meyer JP, et al. (1995) Rachialgies en milieu professionnel. Quelles voies de prévention? Editions INSERM, Paris, 1995.

Bowling A. (1995) Theory of measurement. Measuring health. A review of quality of life measurement scale. Open university press ed. Philadelphia: Milton Keynes, 12-22.

Buchholz B, Paquet V, Punnett L, Lee D, Moir S. (1996) PATH : a work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work. *Appl Ergon* 27, 177-87.

Burdorf A, Laan J. (1991) Comparison of methods for the assessment of postural load on the back. *Scand J Work Environ Health* 17, 425-9.

Burdorf A. (1992) Exposure assessment of risk factors for disorders of the back in occupational epidemiology. *Scand J Work Environ Health* 18, 1-9.

Burdorf A, Sorock G. (1997) Positive and negative evidence of risk factors for back disorders. *Scand J Work Environ Health* 23, 243-56.

- Campbell L, Pannett B, Egger P, Cooper C, Coggon D. (1997) Validity of a questionnaire for assessing occupational activities. *Am J Ind Med* 31, 422-6.
- Cassidy JD, Carroll LJ, Cote P. (1998) The Saskatchewan health and back pain survey. The prevalence of low back pain and related disability in Saskatchewan adults. *Spine* 23, 1860-6.
- Cassidy JD, Cote P, Carroll LJ, Kristman V. (2005) Incidence and course of low back pain episodes in the general population. *Spine* 30, 2817-23.
- CEN. Safety of machinery - Human physical performance - Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery. (2003). EN 1005-2.
- Chaffin DB, Anderson GBJ. (1991) Occupational biomechanics. 2nd ed. New York: John Wiley.
- COST B13: European guidelines for the management of low back pain. (2006) *Eur Spine J* 15 (Suppl.2), s125-299.
- Cucherat M. (1997) Hétérogénéité et analyse en sous-groupes. Méta-analyse des essais thérapeutiques. Masson, 253-61.
- Davis KG, Heaney CA. (2000) The relationship between psychosocial work characteristics and low back pain: underlying methodological issues. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 15, 389-406.
- De Landsheere G. (1979) Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation. Paris: Presses Universitaires de France (PUF).
- Denis D, Lortie M, Rossignol M. (2000) Observation procedures characterizing occupational physical activities: critical review. *Int J Occup Saf Ergon* 6, 463-91.
- De Zwart BC, Broersen JP, Frings-Dresen MH, Van Dijk FJ. (1997) Musculoskeletal complaints in the Netherlands in relation to age, gender and physically demanding work. *Int Arch Occup Environ Health* 70, 352-60.
- Derriennic F, Leclerc A, Mairiaux, Meyer JP, Ozguler A. (2000) Lombalgies en milieu professionnel : Quels facteurs de risque et quelle prévention ? Paris: INSERM.
- Dionne CE. (1999) Low back pain. In: Crombie IK, ed. Epidemiology of pain. Seattle: IASP Press, 283-297.
- Duquette J, Lortie M, Rossignol M. (1997) Perception of difficulties for the back related to assembly work: general findings and impact of back health. *Appl Ergon* 28, 389-96.
- Elders LA, Burdorf A. (2004) Prevalence, incidence, and recurrence of low back pain in scaffolders during a 3-year follow-up study. *Spine* 29, E101-6.

Engels JA, Van der Gulden JW, Senden TF, van't Hof B. (1996) Work related risk factors for musculoskeletal complaints in the nursing profession: results of a questionnaire survey. *Occup Environ Med* 53, 636-41.

Enquête de Santé par Interview, Belgique, 2004, IPH/EPI REPORTS n°2006-34. Bruxelles: Institut de Santé Publique, section Epidémiologie.

European Foundation for the improvement of living and working conditions, second european survey on working conditions. EU Publications. Luxembourg: (1996).

Fautrel B, Sauverzac C, Rozenberg S, Bourgeois P. (1998) Facteurs de risques professionnels d'origine biomécanique et physiologique et lombalgies. *Rev Rhum [Ed Fr]* 65, 7s-10s.

Frank JW, Kerr MS, Brooker AS, DeMaio SE, Maetzel A, Shannon HS, et al. (1996) Disability resulting from occupational low back pain . Part I: What do we know about primary prevention? A review of the scientific evidence on prevention before disability begins. *Spine* 21, 2908-17.

Fransson-Hall C, Gloria R, Kilbom A, Winkel J. (1995) A portable ergonomic observation method (PEO) for computerized on-line recording of posture and manual handling. *Appl Ergon* 26, 93-100.

Gardner LI, Landsittel DP, Nelson NA. (1999) Risk factors for back injury in 31,076 retail merchandise store workers. *Am J Epidemiol* 150, 825-33.

Guo HR, Tanaka S, Cameron LL, Seligman PJ, Behrens VJ, Ger J, et al. (1995) Back pain among workers in the United States: national estimates and workers at high risk. *Am J Ind Med* 28, 591-602.

Hagen KB, Thune O. (1998) Work incapacity from low back pain in the general population. *Spine* 23, 2091-95.

Halpern M, Hiebert R, Nordin M, Goldsheyder D, Crane M. (2001) The test-retest reliability of a new occupational risk factor questionnaire for outcome studies of low back pain. *Appl Ergon* 32, 39-46.

Hartvigsen J, Leboeuf-Yde C, Lings S, Corder EH. (2000) Is sitting-while-at-work associated with low back pain? A systematic, critical literature review. *Scand J Public Health* 28, 230-9.

Hartvigsen J, Bakketeig LS, Leboeuf-Yde C, Engberg M, Lauritzen T. (2001) The association between physical workload and low back pain clouded by the "healthy worker" effect. *Spine* 26, 1788-93.

Hartvigsen J, Lings S, Leboeuf-Yde C, Bakketeig L. (2004) Psychosocial factors at work in relation to low back pain and consequences of low back pain; a systematic, critical review of prospective cohort studies. *Occup Environ Med* 61, e2.

- Heinrich J, Blatter BM, Bongers PM. (2004) Comparison of methods for the assessment of postural load and duration of computer use. *Occup Environ Med* 61, 1027-31.
- Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. (2003) Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. *Eur Spine J* 12, 149-65.
- Hestbaek L, Iachine IA, Leboeuf-Yde C, Kyvik KO, Manniche C. (2004a) Heredity of low back pain in a young population: A classical twin study. *Twin Res* 7, 16-26.
- Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Kyvik KO, Vach W, Russell MB, Skadhauge L, et al. (2004b) Comorbidity with low back pain: a cross-sectional population-based survey of 12-to 22-year-olds. *Spine* 29, 1483-92.
- Hildebrandt VH, Bongers PM, Van Dijk FJ, Kemper HC, Dul J. (2001) Dutch Musculoskeletal Questionnaire: description and basic qualities. *Ergonomics* 44, 1038-55.
- Hillman M, Wright A, Rajaratnam G, Tennant A, Chamberlain MA. (1996) Prevalence of low back pain in the community: implications for service provision in Bradford, UK. *J Epidemiol Community Health* 50, 347-52.
- Hollmann S, Klimmer F, Schmidt KH, Kylian H. (1999) Validation of a questionnaire for assessing physical work load. *Scand J Work Environ Health* 25, 105-14.
- Holm S, Nachemson A. (1983) Variation in nutrition of the canine intervertebral disc induced by motion. *Spine* 8, 866-74.
- Hoogendoorn WE, Van Poppel MN, Bongers PM, Koes BW, Bouter LM. (1999) Physical load during work and leisure time as risk factors for back pain. *Scand J Work Environ Health* 25, 387-403.
- Hoogendoorn WE, Van Poppel MN, Bongers PM, Koes BW, Bouter LM. (2000a) Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. *Spine* 25, 2114-25.
- Hoogendoorn WE, Bongers PM, de Vet HC, Douwes M, Koes BW, Miedema MC, et al. (2000b) Flexion and rotation of the trunk and lifting at work are risk factors for low back pain: results of a prospective cohort study. *Spine* 25, 3087-92.
- Hoozemans MJ, Van der Beek AJ, Frings-Dresen MH, Van Dijk FJ, Van der Woude LH. (1998) Pushing and pulling in relation to musculoskeletal disorders: a review of risk factors. *Ergonomics* 41, 757-81.
- Hoozemans MJ, Burdorf A, Van der Beek AJ, Frings-Dresen MH, Mathiassen SE. (2001) Group-based measurement strategies in exposure assessment explored by bootstrapping. *Scand J Work Environ Health* 27, 125-32.

- Jansen JP, Burdorf A. (2003) Effects of measurement strategy and statistical analysis on dose-response relations between physical workload and low back pain. *Occup Environ Med* 60, 942-7.
- Jansen JP, Morgenstern H, Burdorf A. (2004) Dose-response relations between occupational exposures to physical and psychosocial factors and the risk of low back pain. *Occup Environ Med* 61, 972-9.
- Jenner RJ, Barry M. (1995) Low back pain. *BMJ* 310, 929-32.
- Johanning E. (2000) Evaluation and management of occupational low back disorders. *Am J Ind Med* 37, 94-111.
- Johnson JV, Hall EM. (1988) Job Strain, Work Place Social Support, and Cardiovascular Disease: A Cross-Sectional Study of a Random Sample of the Swedish Working Population. *Am J Public Health* 78, 1336-42.
- Johnson RA, Wichern DW. (1992) Applied Multivariate Statistical Analysis. 3rd ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Karasek RA. (1979) Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Administration Science Quarterly* 24, 285-307.
- Karasek R, Theorell T. (1990) Healthy work. Stress, productivity and the reconstruction of working life. New York: Basic book Inc.
- Karasek R, Brisson C, Kawakami N, Houtman I, Bongers P, Amick B. (1998) The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessment of psychological job characteristics. *J Occup Health Psychol* 3, 322-55.
- Karhu O, Kansi P, Kuornika I. (1977) Correcting working posture in industry: a practical method for analysis. *Appl Ergon* 8, 199-201.
- Kerr MS, Frank JW, Shannon HS, Norman RW, Wells RP, Neumann WP, et al. (2001) Biomechanical and psychosocial risk factors for low back pain at work. *Am J Public Health* 91, 1069-75.
- Kilbom A. (1994) Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders--what information can be obtained from systematic observations? *Scand J Work Environ Health* 20, 30-45.
- Kraus JF, Schaffer KB, McArthur DL, Peek-Asa C. (1997) Epidemiology of acute low back injury in employees of a large home improvement retail company. *Am J Epidemiol* 146, 637-45.
- Krause N, Ragland DR, Greiner BA, Fisher JM, Holman BL, Selvin S. (1997) Physical workload and ergonomic factors associated with prevalence of back and neck pain in urban transit operators. *Spine* 22, 2117-26.

- Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sorensen F, Andersson G, et al. (1987) Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon* 18, 233-7.
- Leboeuf-Yde C, Lauritsen JM. (1995) The prevalence of low back pain in the literature. A structured review of 26 Nordic studies from 1954 to 1993. *Spine* 20, 2112-8.
- Leboeuf-Yde C. (1999) Smoking and low back pain. A systematic literature review of 41 journal articles reporting on 47 epidemiologic studies. *Spine* 24, 1463-70.
- Leboeuf-Yde C. (2000a) Alcohol and low back pain: a systematic literature review. *J Manipulative Physiol Ther* 23, 343-6.
- Leboeuf-Yde C. (2000b) Body weight and low back pain. A systematic literature review of 56 journal articles reporting on 65 epidemiologic studies. *Spine* 25, 226-37.
- Lee P, Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA, Stitt LW. (2001) Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial setting. *J Rheumatol* 28, 346-51.
- Leijon O, Wiktorin C, Härenstam A, Karlqvist L, MOA Research Group. (2002) Validity of a self-administered questionnaire for assessing physical work loads in a general population. *J Occup Environ Med* 44, 724-35.
- Leijon O, Bernmark E, Karlqvist L, Härenstam A. (2005) Awkward work postures: association with occupational gender segregation. *Am J Ind Med* 47, 381-93.
- Leino-Arjas P, Hanninen K, Puska P. (1998) Socioeconomic variation in back and joint pain in Finland. *Eur J Epidemiol* 14, 79-87.
- Levangie PK. (1999) Association of low back pain with self-reported risk factors among patients seeking physical therapy services. *Phys Ther* 79, 757-66.
- Li G, Buckle P. (1999) Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics* 42, 674-95.
- Lings S, Leboeuf-Yde C. (2000) Whole-body vibration and low back pain: a systematic, critical review of the epidemiological literature 1992-1999. *Int Arch Occup Environ Health* 73, 290-7.
- Linton SJ, Hellsing AL, Hallden K. (1998) A population-based study of spinal pain among 35-45-year-old individuals. Prevalence, sick leave, and health care use. *Spine* 23, 1457-63.
- Linton SJ. (2000) A review of psychological risk factors in back and neck pain. *Spine* 25, 1148-56.

- Lötters F, Burdorf A, Kuiper J, Miedema H. (2003) Model for the work-relatedness of low back pain. *Scand J Work Environ Health* 29, 431-40.
- Lyons J. (2002) Factors contributing to low back pain among professional drivers: a review of current literature and possible ergonomic controls. *Work* 19, 95-102.
- Macfarlane GJ, Thomas E, Papageorgiou AC, Croft PR, Jayson MI, Silman AJ, et al. (1997) Employment and physical work activities as predictors of future low back pain. *Spine* 22, 1143-9.
- Mairiaux Ph, Demaret JP, Masset D, Vandoorne Ch. (1998) Manutentions Manuelles. Guide pour évaluer et prévenir les risques. Commissariat général à la promotion du travail ed. Bruxelles.
- Mairiaux Ph, Albert A, Delavignette JP. (2000) Evaluation prospective d'un programme structuré de revalidation collective pour travailleurs lombalgiques. Rapport de recherche CECA 7280-04-052. CEE Luxembourg ed.
- Malchaire J, Piette A. (2002) Co-ordinated strategy of prevention and control of the biomechanical factors associated with the risk of musculoskeletal disorders. *Int Arch Occup Environ Health* 75, 459-67.
- Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, Rajulli SL, Allread WG, Fathallah FA, et al. (1993) The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupational-related low back disorders: the effects of workplace factors trunk position and trunk motion characteristics on risk of injury. *Spine* 18, 617-28.
- Masset D, Piette A, Malchaire J. (1998) Relation between functional characteristics of the trunk and the occurrence of low back pain. Associated risk factors. *Spine* 23, 359-65.
- Mathiassen SE, Möller T, Forsman M. (2003) Variability in mechanical exposure within and between individuals performing a strictly controlled industrial work task. *Ergonomics* 46, 800-24.
- Mathiassen SE. (2006) Diversity and variation in biomechanical exposure: what is it, and why would we like to know? *Appl Ergon* 37, 419-27.
- Maul I, Läubli T, Klipstein A, Krueger H. (2003) Course of low back pain among nurses: a longitudinal study across eight years. *Occup Environ Med* 60, 497-503.
- Miranda H, Viikari-Juntura E, Martikainen R, Takala EP, Riihimaki H. (2001) A prospective study of work related factors and physical exercise as predictors of shoulder pain. *Occup Environ Med* 58, 528-34.
- Nachemson A, Waddell G, Norlund AL. (2000) Epidemiology of neck and low back pain. In: Nachemson A, Jonsson E eds. Neck and back pain: the scientific evidence of causes, diagnosis, and treatment. Philadelphia, PA.: Lippincott Williams & Wilkins, 167-87.

- Office for National Statistics. (2000) *Social trends 30.*: Office for National Statistics, The Stationary Office.
- Ozguler A, Leclerc A, Landre MF, Niedhammer I. (2000) Individual and occupational determinants of low back pain according to various definitions of low back pain. *J Epidemiol Community Health* 54, 215-20.
- Pengel LH, Herbert RD, Maher CG, Refshauge KM. (2003) Acute low back pain: systematic review of its prognosis. *BMJ* 327, 323.
- Picavet HS, Schouten JS. (2003) Musculoskeletal pain in the Netherlands: prevalences, consequences and risk groups, the DMC(3)-study. *Pain* 102, 167-78.
- Picavet HS, Schuit AJ. (2003) Physical inactivity: a risk factor for low back pain in the general population? *J Epidemiol Community Health* 57, 517-8.
- Pope DP, Silman AJ, Cherry NM, Pritchard C, Macfarlane GJ. (1998) Validity of a self-completed questionnaire measuring the physical demands of work. *Scand J Work Environ Health* 24, 376-85.
- Punnett L, Fine LJ, Keyserling WM, Herrin GD, Chaffin DB. (1991) Back disorders and nonneutral trunk postures of automobile assembly workers. *Scand J Work Environ Health* 17, 337-46.
- Raspe H, Kohlmann T. (1994) Disorders characterised by pain: a methodological review of population surveys. *J Epidemiol Community Health* 48,531-7.
- Ridd J, Nicholson A, Montan A. (1989) A portable microcomputer based system for "on-site" activity and posture recording. In: Taylor and Francis, editor. Ergonomics-designing process. Megaw ED ed. London, 366-9.
- Rossignol M, Baetz J. (1987) Task-related risk factors for spinal injury: validation of a self-administered questionnaire on hospital employees. *Ergonomics* 30, 1531-40.
- Santos-Eggimann B, Wietlisbach V, Rickenbach M, Paccaud F, Gutzwiller F. (2000) One-year prevalence of low back pain in two Swiss regions: estimates from the population participating in the 1992-1993 MONICA project. *Spine* 25, 2473-9.
- Shaw WS, Pransky G, Fitzgerald TE. (2001) Early prognosis for low back disability: intervention strategies for health care providers. *Disabil Rehabil* 23, 815-28.
- Shoukri MM. (2004) Measures of interobserver agreement. Chapman and Hall.
- Siegrist J. (1996) Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *J Occup Health Psychol* 1, 27-41.
- Skovron ML, Szpalski M, Nordin M, Melot C, Cukier D. (1994) Sociocultural factors and back pain. A population-based study in Belgian adults. *Spine* 19, 129-37.

- Smedley J, Egger P, Cooper C, Coggon D. (1997) Prospective cohort study of predictors of incident low back pain in nurses. *BMJ* 314, 1225-8.
- Smedley J, Inskip H, Cooper C, Coggon D. (1998) Natural history of low back pain: a longitudinal study in nurses. *Spine* 23, 2422-6.
- Sullivan MJ, Bishop SR, Pivik J. (1995) The pain catastrophizing scale: development and validation. *Psychol Assess* 7, 524-32.
- Svendson SW, Mathiassen SE, Bonde JP. (2005) Task based exposure assessment in ergonomic epidemiology: a study of upper arm elevation in the jobs of machinists, car mechanics, and house painters. *Occup Environ Med* 62, 18-27.
- Swedish Work Environment Authority and Statistics Sweden. (2005) Work-related disorders 2005. Stockholm: Swedish Work Environment Authority.
- Torgen M, Alfredsson L, Koster M, Wiktorin C, Smith KF, Kilbom A. (1997) Reproducibility of a questionnaire for assessment of present and past physical activities. *Int Arch Occup Environ Health* 70, 107-18.
- Torgen M, Winkel J, Alfredsson L, Kilbom A. (1999) Evaluation of questionnaire-based information on previous physical work loads. Stockholm MUSIC 1 Study Group. Musculoskeletal Intervention Center. *Scand J Work Environ Health* 25, 246-54.
- Trochim W. (2000) The Research Methods Knowledge Base, 2nd Edition. Atomic Dog Publishing, Cincinnati, OH.
- Turner JA, Franklin G, Turk DC. (2000) Predictors of chronic disability in injured workers: a systematic literature synthesis. *Am J Ind Med* 38, 707-22.
- Van der Beek AJ, Van Gaalen L, Frings-Dresen MH. (1992) Working postures and activities of lorry drivers: a reliability study of on-site observation and recording on a pocket computer. *Appl Ergon* 23, 331-6.
- Van der Beek AJ, Frings-Dresen MH. (1998) Assessment of mechanical exposure in ergonomic epidemiology. *Occup Environ Med* 55, 291-9.
- Van Dixhoorn J, Duivenvoorden HJ. (1985) Efficacy of Nijmegen Questionnaire in recognition of the hyperventilation syndrome. *J Psychosom Res* 29, 199-206.
- Van Nieuwenhuysse A, Fatkhutdinova L, Verbeke G, Pirenne D, Johannik K, Somville PR, et al. (2004) Risk factors for first-ever low back pain among workers in their first employment. *Occup Med* 54, 513-9.
- Van Nieuwenhuysse A. (2005) A prospective study of risk factors for low back disorders in occupational settings. Acta Biomedica Lovaniensia: Leuven University Press.

- Van Nieuwenhuysse A, Somville PR, Crombez G, Burdorf A, Verbeke G, Johannik K, et al. (2006) The role of physical workload and pain related fear in the development of low back pain in young workers: evidence from the BelCoBack Study; results after one year of follow up. *Occup Environ Med* 63, 45-52.
- Van Tulder MW, Assendelft WJ, Koes BW, Bouter LM. (1997) Spinal radiographic findings and nonspecific low back pain. A systematic review of observational studies. *Spine* 22, 427-34.
- Videman T, Leppavuvori J, Kaprio J, Battie MC, Gibbons LE, Peltonen L, et al. (1998) Intragenic polymorphisms of the vitamin D receptor gene associated with intervertebral disc degeneration. *Spine* 23, 2477-85.
- Viikari-Juntura E, Rauas S, Martikainen R, Kuosma E, Riihimaki H, Takala EP, et al. (1996) Validity of self-reported physical work load in epidemiologic studies on musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health* 22, 251-9.
- Viikari-Juntura E, Martikainen R, Luukkonen R, Mutanen P, Takala EP, Riihimaki H. (2001) Longitudinal study on work related and individual risk factors affecting radiating neck pain. *Occup Environ Med* 58, 345-52.
- Vingard E, Alfredsson L, Hagberg M, Kilbom A, Theorell T, Waldenstrom M, et al. (2000) To what extent do current and past physical and psychosocial occupational factors explain care-seeking for low back pain in a working population? Results from the Musculoskeletal Intervention Center-Norrtaälje Study. *Spine* 25, 493-500.
- Vlaeyen JW, Crombez G. (1999) Fear of movement/(re)injury, avoidance and pain disability in chronic low back patients. *Man Ther* 4, 187-95.
- Von Korff M, Ormel J, Keefe FJ, Dworkin SF. (1992) Grading the severity of chronic pain. *Pain* 50, 133-49.
- Von Korff M, Saunders KJ. (1996) The course of back pain in primary care. *Spine* 21, 2833-7.
- Waddell G. (1992) Biopsychosocial analysis of low back pain. *Baillieres Clin Rheumatol* 6, 523-57.
- Waddell G. (1998) The low back pain revolution. London: Churchill Livingstone.
- Watson D, Clark LA, Tellegen A. (1988) Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *J Pers Soc Psychol* 54, 1063-70.
- Wells R, Moore A, Norman R, Neumann P, Andrews D. (1995) Development and implementation of SAM, a pen based computer system for work sampling. *Proceedings of the 2nd Congress on Prevention of Musculoskeletal Disorders (PREMUS)*, 317-9.

- Wells R, Norman R, Neumann P, Andrews D, Frank J, Shannon H, et al. (1997) Assessment of physical work load in epidemiologic studies: common measurement metrics for exposure assessment. *Ergonomics* 40, 51-61.
- Wickström GJ, Pentti J. (1998) Occupational factors affecting sick leave attributed to low-back pain. *Scand J Work Environ Health* 24, 145-52.
- Wiktorin C, Karlqvist L, Winkel J. (1993) Validity of self-reported exposures to work postures and manual materials handling. Stockholm MUSIC I Study Group. *Scand J Work Environ Health* 19, 208-14.
- Wiktorin C, Mortimer M, Ekenvall L, Kilbom A, Hjelm EW. (1995) HARBO, a simple computer-aided observation method for recording work postures. *Scand J Work Environ Health* 21, 440-9.
- Wiktorin C, Hjelm EW, Winkel J, Koster M. (1996) Reproducibility of a questionnaire for assessment of physical load during work and leisure time. Stockholm MUSIC I Study Group. MUSculoskeletal Intervention Center. *J Occup Environ Med* 38, 190-201.
- Wiktorin C, Vingard E, Mortimer M, Pernold G, Wigaeus-Hjelm E, Kilbom A, et al. (1999) Interview versus questionnaire for assessing physical loads in the population-based MUSIC-Norrtaälje Study. *Am J Ind Med* 35, 441-55.
- Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE. (1999) New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine* 24, 755-62.
- Xu Y, Bach E, Orhede E. (1997) Work environment and low back pain: the influence of occupational activities. *Occup Environ Med* 54, 741-5.

Annexes

Annexe 1	Auto-questionnaire pour l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie	144
Annexe 2	Représentation de la grille d'observation informatisée	149
Annexe 3	Liste des catégories professionnelles observées	151
Annexe 4	Profils d'exposition des "Groupes de Fonction" dans chaque secteur d'activité	155
Annexe 5	Liste des publications, en premier auteur, relatives à la thèse de doctorat	158

Annexe 1

Auto-questionnaire pour l'évaluation de l'exposition aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie

Veillez répondre aux questions qui suivent en pensant à votre travail habituel. Par « travail habituel », il faut comprendre

- soit une journée typique de travail
- soit, dans le cas où votre travail varie d'une façon importante d'un jour à l'autre, l'activité de travail que vous avez réalisée le plus souvent au cours du dernier mois

1) Dans votre travail habituel, conduisez-vous un véhicule ou un engin ?

- non
- oui, moins de 2 heures par jour en moyenne
- oui, de 2 à 6 heures par jour en moyenne
- oui, plus de 6 heures par jour en moyenne

2) Devez-vous travailler en position assise de façon prolongée ?

- Oui Non

3) Devez-vous travailler debout (sans vous déplacer) de façon prolongée ?

- Oui Non

4) De façon générale, avez-vous la possibilité de changer régulièrement de position si vous le souhaitez ?

- Oui Non

5) Dans votre travail habituel, devez-vous travailler le tronc incliné vers l'avant (45° ou plus) pendant de longues périodes ?



- Oui Non

Si vous répondez non, passez directement à la question 7, page suivante

6) Si **oui**, veuillez estimer la durée totale pendant laquelle vous maintenez cette posture sur une journée de travail,

- moins d'1/2 heure
- d'1/2 heure à 1 heure
- de plus d'1 heure à 2 heures
- plus de 2 heures

7) Dans votre travail habituel, devez-vous travailler le tronc incliné vers l'avant et en torsion pendant de longues périodes ?



Oui Non

Si vous répondez non, passez directement à la question 9

8) Si **oui**, veuillez estimer la durée totale pendant laquelle vous maintenez cette posture sur une journée de travail

- moins d'1/2 heure
- d'1/2 heure à 1 heure
- de plus d'1heure à 2 heures
- plus de 2 heures

9) Dans votre travail habituel, êtes-vous amené(e) régulièrement (plus d'une fois toutes les cinq minutes) à vous pencher vers l'avant et à vous redresser ?

Oui Non

10) Dans votre travail habituel, êtes-vous amené(e) régulièrement (plus d'une fois toutes les cinq minutes) à effectuer des rotations du tronc ?

Oui Non

11) Dans votre travail habituel, êtes-vous amené(e) à soulever, transporter, pousser ou tirer des charges ? (Par "charge", comprenez aussi "malades" si vous travaillez dans le secteur des soins de santé)

Oui Non

Si vous répondez non, passez directement à la question 20, page suivante

12) Si **oui**, dans votre travail habituel, êtes-vous amené(e) à soulever ou à transporter des charges ?

Oui Non

Si vous répondez non, passez directement à la question 17, page suivante

13) Si **oui**, devez-vous soulever, ou transporter, des charges de plus de 10 kg ?

- non
- oui, moins d'1 fois/heure
- oui, d'une à 12 fois/heure
- oui, plus de 12 fois/heure

Si vous répondez non, passez directement à la question 17, page suivante

14) Si **oui**, devez-vous soulever ou transporter des charges de plus de 25 kg ?

- non
- oui, moins d'1 fois/heure
- oui, de 1 à 12 fois/heure
- oui, plus de 12 fois/heure

15) Lorsque vous soulevez ou transportez ces charges, avez-vous la possibilité d'adopter une bonne position pour votre dos ?

- Oui
- Non

16) Pouvez-vous facilement tenir la charge que vous soulevez ou transportez contre le corps ?

- Oui
- Non

17) Dans votre travail habituel, êtes-vous amené(e) à faire des efforts importants pour tirer ou pousser des charges ?

- non
- oui, moins d'une fois par heure
- oui, d'une fois à plusieurs fois par heure

Si vous répondez non, passez directement à la question 19

18) Si **oui**, les efforts de traction ou de poussée sont-ils rendus difficiles par un élément extérieur à la charge (absence de chariot, mauvais état du chariot, manque d'espace, mauvais état du sol, présence d'obstacles ou d'éventuelles dénivellations) ?

- Oui
- Non

19) Les charges que vous devez soulever, transporter, tirer ou pousser vous paraissent-elles excessives en raison de leur poids ou de la fréquence des manutentions ?

- Oui
- Non

20) Dans votre travail habituel, effectuez-vous d'autres tâches (que soulever, transporter, pousser ou tirer) qui exigent un effort physique important ?

- Oui
- Non

Si vous répondez non, passez directement à la question 23, page suivante

21) Si **oui**, décrivez la tâche qui, à votre avis, demande l'effort le plus important:

.....

22) A quelle fréquence devez-vous effectuer cet effort ?

- moins d'1 fois/heure
- d'une à 12 fois/heure
- plus de 12 fois/heure

23) En plaçant une croix dans le schéma ci-dessous, estimez l'intensité de l'effort physique que requiert votre fonction

0	Nul	
0,5	Très très faible	(a peine perceptible)
1	Très faible	(léger)
2	Faible	
3	Modéré	
4	Un peu dur	
5	Dur	(lourd)
6		
7	Très dur	
8		
9		
10	Très très dur	(quasi maximal)

Annexe 2



Représentation de la grille d'observation informatisée

Observations

Fermer

Observateur : Pierre-René SOMVILLE **Entreprise :** Firm name
Observé : Subject Initials **Fonction obs. :** Homogeneous Exposure Group
Fonction ent. : Firm function name

Position globale	Flexion	Rotation	Action motrice de base	Charge
<input type="radio"/> debout <input type="radio"/> assis <input type="radio"/> à genoux / accroupi	<input type="radio"/> 0° - 20° <input type="radio"/> 21° - 45° <input type="radio"/> > 45°	<input type="radio"/> 0° rot <input type="radio"/> rot +	<input type="radio"/> nulle/porter <input type="radio"/> marcher/transporter <input type="radio"/> conduire <input type="radio"/> soulever/abaisser <input type="radio"/> pousser/tirer <input type="radio"/> jeter <input type="radio"/> autre action	<input type="radio"/> 0 kg <input type="radio"/> 1 - 10 kg <input type="radio"/> 11 - 25 kg <input type="radio"/> 26 - 40 kg <input type="radio"/> > 40 kg



15
NA
Obs. n°
1

Tâche

<input type="radio"/> Task 1 <input type="radio"/> Task 2 <input type="radio"/> Task 3	<input type="radio"/> Task 4 <input type="radio"/> Task 5 <input type="radio"/> Task 6
--	--

Annexe 3

Liste des catégories professionnelles observées

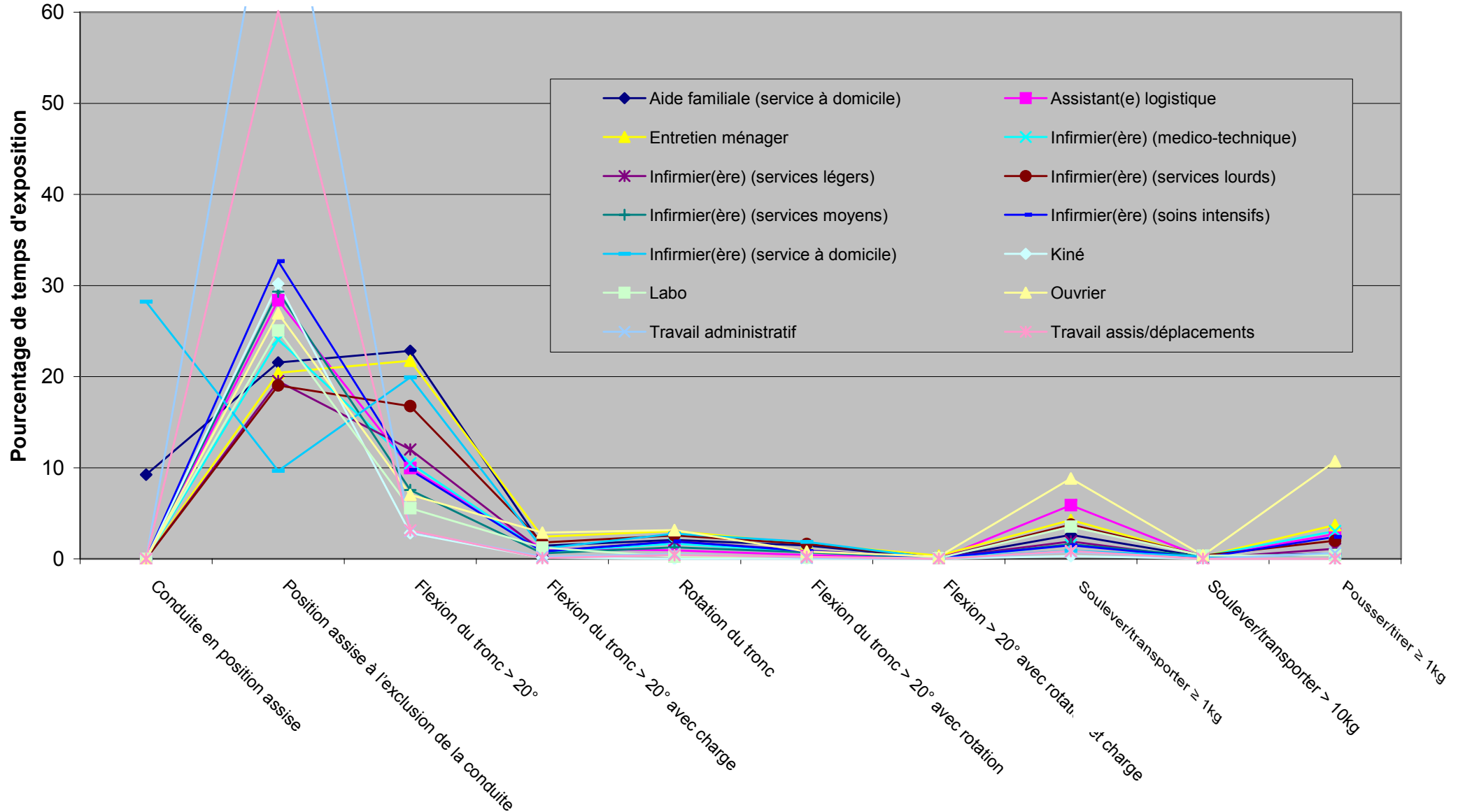
Catégorie Professionnelle		Secteur	Entreprise	n observés
1	Conducteur de chariot élévateur	Distribution	Entreprise 1 (francophone)	2
2	Gestion des vidanges et contenants	Distribution	Entreprise 1 (francophone)	1
3	Préparateur de commandes	Distribution	Entreprise 1 (francophone)	2
4	Responsable de quai/réception	Distribution	Entreprise 1 (francophone)	1
5	Chargement/déchargement	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	5
6	Chauffeur de Terberg	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	3
7	Conducteur de chariot élévateur	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	8
8	Emballeur	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	3
9	Gestion des contenants	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	3
10	Gestion des vidanges	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	1
11	Préparateur de commande	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	12
12	Préparateur de commande (colis légers)	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	3
13	Responsable de quai/réception	Distribution	Entreprise 2 (néerlandophone)	4
14	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Accoucheuse	Hôpital 1 (francophone)	1
15	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Cardiologie	Hôpital 1 (francophone)	1
16	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Chir.abdo./neurochir./chir.cardiovasc.	Hôpital 1 (francophone)	2
17	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Chir.ortho.	Hôpital 1 (francophone)	1
18	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Gériatrie	Hôpital 1 (francophone)	2
19	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Hémato/Diabéto/Médecine Interne	Hôpital 1 (francophone)	2
20	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Hop.jour/ORL/chir.main	Hôpital 1 (francophone)	2
21	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Néonatalogie	Hôpital 1 (francophone)	2
22	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Neuro./Gastro./Revalidation	Hôpital 1 (francophone)	1
23	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Pédiatrie	Hôpital 1 (francophone)	1
24	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Pneumologie	Hôpital 1 (francophone)	1
25	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Policlinique	Hôpital 1 (francophone)	1
26	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Psychiatrie	Hôpital 1 (francophone)	1
27	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Radiologie	Hôpital 1 (francophone)	1
28	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Salle d'op.	Hôpital 1 (francophone)	2
29	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Soins Intensifs	Hôpital 1 (francophone)	4
30	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Urgence	Hôpital 1 (francophone)	2

Catégorie Professionnelle		Secteur	Entreprise	n observés	
31	Accueil/admission/service social	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
32	Assistant(e) logistique	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	2	
33	Diététicien	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
34	Educateur	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
35	Entretien ménager	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	2	
36	Ergothérapeute	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
37	Kinésithérapeute	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
38	Labo./pharma.	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
39	Ouvrier archives	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
40	Ouvrier cuisine	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	2	
41	Ouvrier stérilisation	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
42	Ouvrier transport	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
43	Secrétariats médicaux	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	2	
44	Service rendez-vous (policlinique)	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
45	transport de patients	Soins de Santé	Hôpital 1 (francophone)	1	
46	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Accoucheuse	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
47	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Cardiologie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
48	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Chef d'unité	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
49	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Gynécologie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
50	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Hématologie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
51	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Hôpital de jour	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
52	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Maternité	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
53	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Médecine interne	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
54	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Néonatalogie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
55	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Neurologie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
56	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Oncologie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
57	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	ORL	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
58	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Pneumologie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
59	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Psychiatrie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
60	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Radiologie	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
61	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Salle de réveil	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1

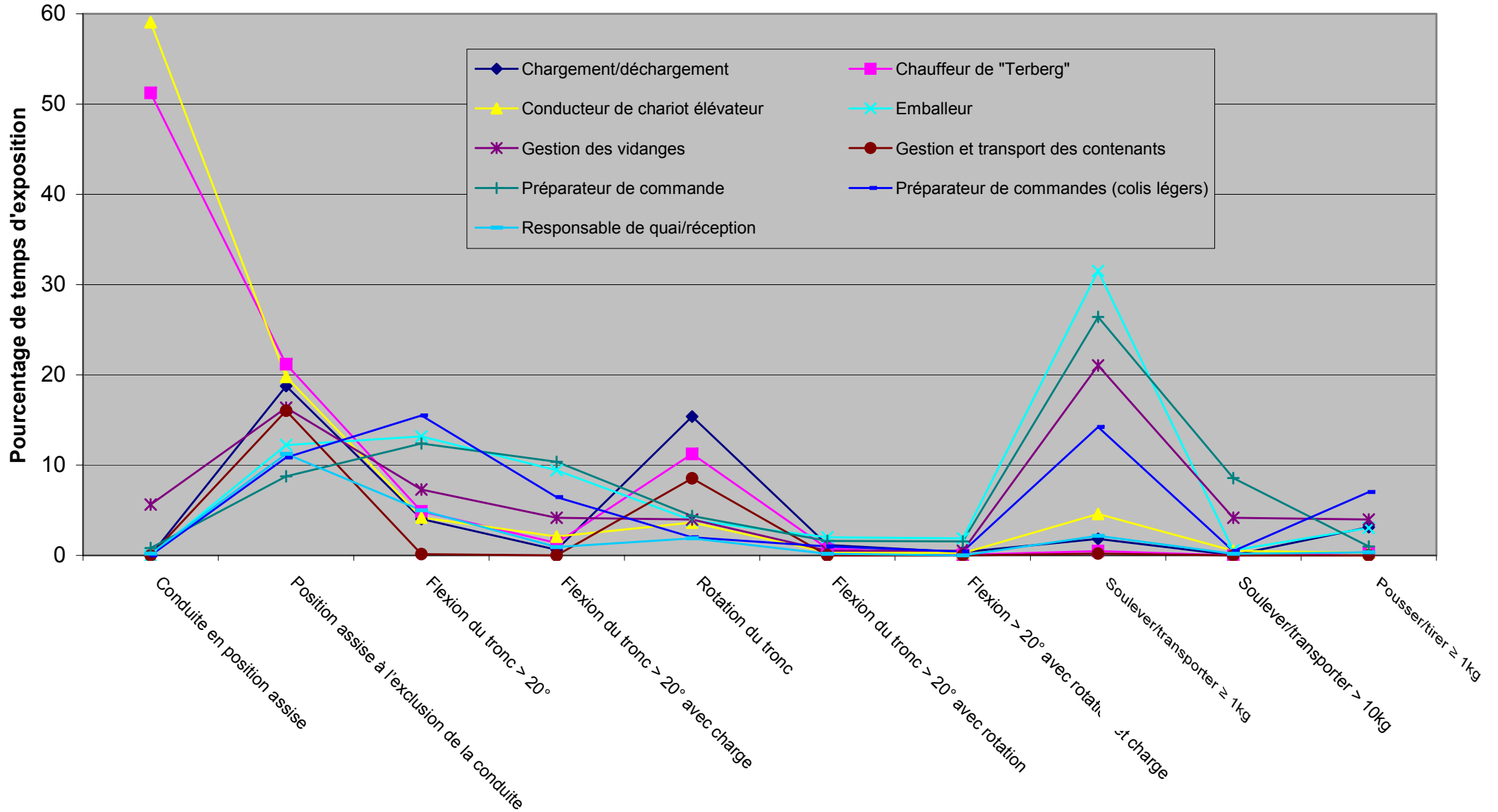
	Catégorie Professionnelle	Secteur	Entreprise	n observés	
62	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Salle d'op.	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	2
63	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Soins Intensifs	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	3
64	Infirmier(ère)/aide hospitali(er)ère	Urgence	Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
65	Assistant(e) logistique		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
66	Entretien ménager		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	4
67	Chef d'unité (infirmier(ère))		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
68	Kinésithérapeute		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	2
69	Laboratoires		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
70	Ouvrier archives		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
71	Ouvrier cuisine centrale		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
72	Ouvrier distr. repas		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
73	Ouvrier stérilisation		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
74	Pharmacie		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
75	Secrétariats médicaux		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	4
76	Service technique		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
77	Transport de patients		Soins de Santé	Hôpital 2 (néerlandophone)	1
78	Aide familiale à domicile		Soins de Santé	Service à domicile	8
79	Infirmier(ère) à domicile		Soins de Santé	Service à domicile	8

Annexe 4
Profils d'exposition des "Groupes de Fonction" dans chaque
secteur d'activité

Profil d'exposition des Groupes de Fonction du Secteur Hospitalier



Profil d'exposition des Groupes de Fonction du Secteur de la Distribution



Annexe 5

Liste des publications, en premier auteur, relatives à la thèse de doctorat

- I. Somville PR, Van Nieuwenhuyse A, Seidel L, Masschelein R, Moens G, Mairiaux Ph and the BELCOBACK Study Group. Validation of a self-administered questionnaire for assessing exposure to back pain mechanical risk factors. *Int Arch Occup Environ Health* 2006;79:499-508.
- II. Somville PR, Van Nieuwenhuyse A, Moens G, Masschelein R, Mairiaux Ph. BELCOBACK. Une étude prospective sur les facteurs étiologiques et pronostiques des maux de dos liés à la profession. *Médecine du travail et ergonomie* 2005;42:5-17.
- III. Somville PR, Mairiaux Ph. Validation of a self-administrated questionnaire for exposure assessment to work related low back pain risk factors. PREMUS Congress. Fifth International Scientific Conference on Prevention of Workrelated Musculoskeletal Disorders. In Proceedings book:403-4. Zürich, July 2004.
- IV. Somville PR, Van Nieuwenhuyse A, Pirenne D, Moens G, Mairiaux Ph. Predictive value of on-site observations on the occurrence of low back pain in a cohort of young. pain free. workers. PREMUS Congress. Fifth International Scientific Conference on Prevention of Workrelated Musculoskeletal Disorders. In Proceedings book:493-4. Zürich, July 2004.
- V. Somville PR, Seidel L, Albert A, Mairiaux Ph. Direct observation to assess physical workload as a predictor of low back pain -sampling strategy and exposure groups constitution. X2004 Congress. Exposure Assessment in a Changing Environment. In Proceedings book:36(11). Utrecht, June 2004.
- VI. Somville PR, Mairiaux Ph. Using on-site observations for low back related work load assessment. Methodological issues. GfA ISOES Congress. Quality of work and Products in entreprises of the future. In Strasser H, Kluth K, Rausch H, Bubb H. *Ergonomia verlag*:219-22. Stuttgart, 2003.
- VII. Somville PR, Mairiaux Ph. Evaluation des risques biomécaniques pour la colonne lombaire sur base de questionnaires. *Médecine du travail et ergonomie* 2003;40:5-17.