

NOTE TO USERS

This reproduction is the best copy available.

UMI'

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**OUTIL D'ANALYSE MULTIFACTORIELLE POUR LA PRÉVENTION DES
LÉSIONS AU DOS**

SYLVIE NADEAU

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

**THÈSE PRÉSENTÉE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE PHILOSOPHIAE DOCTOR (Ph.D.)
(GÉNIE ÉLECTRIQUE)**

Mai 2001

© Sylvie Nadeau, 2001.



**National Library
of Canada**

**Acquisitions and
Bibliographic Services**

**395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

**Bibliothèque nationale
du Canada**

**Acquisitions et
services bibliographiques**

**395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-65546-6

Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Cette thèse intitulée:

**OUTIL D'ANALYSE MULTIFACTORIELLE POUR LA PRÉVENTION DES
LÉSIONS AU DOS**

présentée par: **NADEAU, Sylvie**

en vue de l'obtention du diplôme de: **Philosophiae Doctor**

a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de:

M. **BAILON Jean-Paul**, D.Sc.A., président

M. **GILBERT Robert**, Ph.D., membre et directeur de recherche

M. **LEBLANC Daniel**, Ph.D., membre et codirecteur de recherche

M. **PLAMONDON André**, Ph.D., membre

Mme. **TERRIEN Marie-Christine**, Doctorat, membre externe

REMERCIEMENTS

Je remercie M. Robert Gilbert, Ph.D. et M. Daniel Leblanc, Ph.D., mon directeur et mon codirecteur de thèse, pour leur encadrement et leurs précieux conseils.

Je témoigne ma reconnaissance à Jean-Marc Robert (École Polytechnique de Montréal), Doctorat, Hélène Denis (École Polytechnique de Montréal), Doctorat d'État, Philippe Riel (Université du Québec à Trois-Rivières), Ph.D., pour tous leurs commentaires lors de mon examen synthèse et ma proposition de thèse. Je remercie Denis Marchand (Université du Québec à Montréal), Ph.D. pour ses commentaires et questions lors du dépôt de ma thèse.

Je témoigne aussi ma reconnaissance à Jean-Paul Bailon (École Polytechnique de Montréal), D.Sc.A., André Plamondon (Université Laurentienne), Ph.D., Marie-Christine Therrien (ENAP), Doctorat et Michel Rigaud (École Polytechnique de Montréal), D.Sc.A. membres de mon jury de thèse pour leur évaluation.

Je remercie le C.R.S.N.G. (Conseil de recherches en sciences naturelle et en génie du Canada), le F.C.A.R. (Fonds pour la Formation de Chercheurs et l'Aide à la Recherche) et

l'I.R.S.S.T. (Institut de Recherche sur la Santé et la Sécurité au Travail) pour leur soutien financier.

Je tiens à souligner la contribution exceptionnelle de Nathalie Durand, B.Ing., Nicolas Panet-Raymond, M.Sc.A., Marie-Elena Laurent, B.Ing., Oldine Étienne, B.Ing., Sylvain Legault, B.Ing. et Marie Méricin-Coréty, B.Ing. à la validation en entreprise de la démarche d'intervention et au développement des logiciels de consultation de données sur les facteurs de risques.

Je remercie la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), l'A.S.P. (Association Sectorielle Paritaire) Transport-Entreposage et les trois entreprises ayant participé à la validation de la démarche d'intervention pour leur collaboration.

Je remercie ma famille, mes amis (es) et l'association étudiante des études supérieures pour leur appui.

RÉSUMÉ

La présente recherche a pour objectif de revoir, de façon critique et rigoureuse, la problématique des maux de dos et ses fondements, et de proposer une nouvelle approche de prévention. Pour ce faire, il a fallu examiner les connaissances fondamentales multidisciplinaires sur lesquelles reposent les mécanismes lésionnels. Ces derniers sont incontournables pour toute analyse causale et, en conséquence, justifient le rappel de cette notion et de ses frontières.

Du point de vue méthodologique, les connaissances actuelles ont été revues selon les méthodes d'évaluation propres aux diverses dimensions du problème, mais de façon indissociable de l'épistémologie et de la physiologie.

De façon plus précise, l'objectif du présent travail est de retracer et d'établir les risques de lésions au dos, qui sont scientifiquement fondés. Cet objectif ne peut être satisfait que par la détermination des mécanismes lésionnels et de leurs déterminants.

La cause immédiate des lésions au dos que nous retenons comme hypothèse cohérente et plausible résultant d'une activité est l'effort, qu'il dépasse la résistance ultime ou non comme dans le processus de fatigue des matériaux. La problématique des risques réside dans les mécanismes générateurs d'efforts, qui précèdent les mécanismes lésionnels per

se. Ainsi, la problématique globale implique des dimensions probabilistes (portées par les mécanismes générateurs d'efforts) et des dimensions déterministes (portées par les mécanismes lésionnels).

Les risques ainsi retenus ont fait l'objet de la construction d'un réseau hiérarchisé dans un système de gestion de bases de données relationnelles, ACCESS. Celui-ci permet de pénétrer dans le réseau hiérarchisé par tout élément constitutif et de se déplacer dans la hiérarchie. De plus, chaque élément constitutif peut être interrogé sur sa justification, sa généalogie et ses caractéristiques. C'est ainsi que l'objectif initial d'une grille est devenu un réseau structuré.

Pour que ce travail puisse être utile pour tout intervenant et pour tout intéressé aux problèmes de la réalité, on a abordé la problématique de la gestion sur le terrain de l'outil développé. Entre autres, on a examiné et proposé des voies de solutions conformes aux exigences de la réalité du problème, au niveau législatif et partant de ses organismes exécutifs.

Tel que prévu, on a procédé avec succès, à une validation de premier niveau dans trois catégories d'entreprises couvrant une diversité d'opérations, d'organisation et de gestion du travail:

- une entreprise de production à la chaîne comportant de la manutention manuelle en environnement très stable (fabrication de boîtes de carton);
- une entreprise à poste de travail comportant une diversité d'opérations variables et dont les exigences d'efforts et de postures sont très variables, en environnement relativement stable (concessionnaire automobile);
- une entreprise comportant des postes de travail où les efforts et les postures atteignent les extrêmes, en environnement instable et d'une main-d'œuvre également instable (déménageurs).

Dans tous les cas, l'outil s'est avéré particulièrement riche pour l'identification des risques, l'élaboration d'un programme de prévention et la construction d'incitatifs favorisant la synergie des efforts des différents intervenants en santé-sécurité. Déjà, certains problèmes ont été réglés suite à son usage, en particulier dans le domaine du déménagement.

Nous suggérons de poursuivre les recherches sur la priorisation des risques afin:

- de proposer des mesures concrètes de prévention;
- de faciliter la justification des projets de prévention.

Nous suggérons aussi pour permettre la généralisation des résultats de cette étude de poursuivre la validation du modèle dans d'autres entreprises.

ABSTRACT

The purpose of this research is to review, rigorously, the problem and fundamentals of back pain. To do so, we examined the multi-disciplinary and fundamental knowledge on which the lesional mechanisms rest on. This is necessary for a causal analysis, therefore we will present this notion and its frontiers.

In a methodological manner, current knowledge has been reviewed according to epistemology, physiology and to the evaluation methods suited to the different aspects of the problem.

Precisely, the principal aim of this research is to identify the risks of back injuries, which are scientifically grounded. To reach this objective, we have to identify the lesional mechanisms and their determinants.

The immediate cause of back pain is the effort. The problem rests on the effort generating mechanisms, the foregoing the lesional mechanisms. Therefore, the problem has a probabilistic aspect (the effort generating mechanisms) and a deterministic aspect (the lesional mechanisms).

The risks identified were classified as a hierarchical network and computerized on a database management system, ACCESS. This permits the user to scan the hierarchical network and enter this network by any constitutive factor. In addition, each element can be consulted on its justification, genealogy and characteristics. Therefore the initial aim of a listing became a structured network.

The research has to be useful for any intervening party or anyone interested in the problem. Therefore, we have studied the field-work management of the tool developed. Among other things, we have examined and outlined solutions complying with the requirements of reality (legislative aspects and other executive organisms).

As foreseen, the first level validation, in three categories of companies, with different organizations, operations and work management, was a success. We studied:

- a cardboard mass production plant involving manual material handling in a stable environment:
- a car dealer where each workstation involves altering operations, effort requirements and positions with a relatively stable environment:
- a furniture remover company where the effort requirements and positions are extreme and where the environment and manpower is unstable.

In every case, the tool was powerful to identify the risks, to plan a prevention program and to construct incitements to encourage a synergy of efforts between the different intervening parties. Some problems have already been solved with this tool in the furniture removing industry.

We suggest to extend the research to the establishment of a priority of risks:

- to be able to propose realistic prevention measures:
- to make easier the justification of the prevention projects.

We also suggest, to permit the generalization of the results of this study to continue the validation of this model in other firms.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iv
RÉSUMÉ	vi
ABSTRACT	ix
TABLE DES MATIÈRES	xii
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES FIGURES	xv
LISTE DES ANNEXES	xvii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1: REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE	7
1.1 Sélection, formation et entraînement du personnel	8
1.2 Approche épidémiologique	15
1.3 Approche physiologique	17
1.4 Approche psychophysique	19
1.5 Approche biomécanique	23
1.6 Norme française	25
1.7 Équation N.I.O.S.H. (version révisée)	26
1.8 Norme australienne	31
1.9 Projet de norme O.S.H.A.	32
1.10 Modèles multicritères	34
1.11 Ergonomie participative	38
1.12 Systèmes de classification	42
1.13 Thèse de l'accumulation des micro-traumas	45

CHAPITRE 2:	CAUSALITÉ DES LÉSIONS AU DOS	..... 49
2.1	Mécanismes lésionnels	..... 54
2.1.1	Entorse lombaire	..... 55
2.1.2	Hernie discale	..... 57
2.1.3	Lésions aux muscles	..... 68
2.1.4	Lésions aux aponévroses	..... 70
2.1.5	Fracture des vertèbres	..... 71
2.1.6	Lésions aux tendons	..... 73
2.2	Mécanismes générateurs d'efforts	..... 78
2.3	Identification des causes antérieures	..... 83
2.4	Fatigue générale et fatigue musculaire	.....102
CHAPITRE 3:	COMPORTEMENTS STRATÉGIQUES DANS LA	
	GESTION DES RISQUES DE LÉSIONS AU DOS	.....105
3.1	Travail autonome et polyvalent	.....108
3.2	Sources de comportements stratégiques	.....109
3.3	Comportement du management en santé-sécurité au travail	.....113
3.4	Comportement des travailleurs en santé-sécurité au travail	.....118
3.5	Interactions entre les comportements du management et des travailleurs	.....124
3.5.1	Généralités sur les interactions entre les comportements du management et des travailleurs	.....124
3.5.2	Généralités sur la théorie des jeux	.....126
3.5.3	Stratégies	.....129
3.5.4	Gains	.....130
3.5.5	Rationalisation de la matrice des gains en termes du modèle d'interactions	.....132
3.5.6	Solutions du jeu	.....136

3.6	Gestion partenariale des risques	138
3.6.1	Généralités sur la gestion du risque	139
3.6.3	Gestion des risques en santé-sécurité	142
CHAPITRE 4: APPROCHE PARTENARIALE		146
4.1	Partage, appropriation et objectivation de l'information sur les facteurs de risques	147
4.2	Études de cas	151
4.2.1	Cartonnerie	160
4.2.2	Service de réparation automobile	161
4.2.3	Service de déménagement	163
4.2.4	Conclusion	165
4.3	Avenues pour le prolongement de l'approche pour la priorisation	168
4.3.1	Recommandation sur l'utilisation de la formule d'indemnisation de la C.S.S.T.	170
4.3.2	Recommandation pour assurer la synergie des efforts en prévention	174
4.3.3	Recommandation de mesure pour tirer profit de la sélection adverse	177
CONCLUSION		181
RÉFÉRENCES		186
BIBLIOGRAPHIE		226
ANNEXES		391

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1:	Caractéristiques des matériaux pour le modèle par éléments finis	61
Tableau 2.2:	Délai nécessaire pour différents types de réponses	81
Tableau 2.3:	Facteurs de risques de lésions au dos retenus et justification de leur lien	97
Tableau 4.1:	Résultats validation de premier niveau démarche d'intervention selon l'approche partenariale	154
Tableau A2.1:	Vertèbre typique	405
Tableau A2.2:	Illustration des vertèbres des différentes régions du rachis	406
Tableau A2.3:	Limites angulaires des différentes vertèbres	407
Tableau A2.4:	Amplitudes angulaires du rachis lombaire en fonction de l'âge	408
Tableau A2.5:	Amplitudes angulaires globales du rachis par région	408
Tableau A2.6:	Limites angulaires du tronc	409
Tableau A2.7:	Propriétés mécaniques des vertèbres	410
Tableau A2.8:	Propriétés mécaniques des disques intervertébraux	414
Tableau A2.9:	Ligaments impliqués dans les différents mouvements du tronc	416
Tableau A2.10:	Effort de rupture des fibres de collagène en traction uniaxiale	419
Tableau A2.11:	Les muscles du dos	422
Tableau A2.12:	Prédictions de la force musculaire - Plan sagittal	425
Tableau A2.13:	Prédictions de la force musculaire - Flexion latérale du tronc	426
Tableau A2.14:	Prédictions de la force musculaire – Torsion	427

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1:	Schéma de la colonne lombaire avec et sans lordose	11
Figure 2.1:	Schématisation des règles usuelles en épistémologie	50
Figure 2.2:	Schématisation de la causalité dans la problématique des lésions au dos	53
Figure 2.3:	Régions privilégiées pour la hernie discale	57
Figure 2.4:	Efforts simples analysés dans le modèle par éléments finis	59
Figure 2.5:	Modélisation par éléments finis	60
Figure 2.6:	Distribution des contraintes – flexion, extension ou inclinaison latérale	62
Figure 2.7:	Distribution des contraintes – tension	63
Figure 2.8:	Distribution des contraintes – compression	64
Figure 2.9:	Distribution des contraintes – cisaillement	66
Figure 2.10:	Diagramme d'efforts – torsion axiale	67
Figure 2.11:	Exemple d'arbre de défaillances	89
Figure 2.12:	Approche systémique dans l'analyse de postes de travail	92
Figure 3.1:	Comportement du management en santé-sécurité au travail	114
Figure 3.2:	Comportement des travailleurs en santé-sécurité au travail	121
Figure 3.3:	Matrice théorique du jeu au niveau des efforts en santé-sécurité	130
Figure 3.4:	Matrice des coûts au niveau des efforts en santé-sécurité	132
Figure 3.5:	Matrice des coûts au niveau des efforts en santé-sécurité incluant la stratégie minmax	136
Figure 4.1:	Démarche de prévention des lésions au dos selon l'approche partenariale	148
Figure 4.2:	Graphique synthèse cartonnerie	157
Figure 4.3:	Graphique synthèse service de réparation automobile	158

Figure 4.4: Graphique synthèse service de déménagement	159
Figure A2.1: Systèmes trabéculaires des vertèbres (Kapandji, 1975)	412
Figure A2.2: Anneau fibreux (Kapandji, 1975)	413
Figure A2.3: Les ligaments du dos (Kapandji, 1975)	418

LISTE DES ANNEXES

Annexe I:	Guide d'utilisation de quelques méthodes classiques de prévention des maux de dos	391
Annexe II:	Revue de quelques caractéristiques anatomiques, physiologiques et biomécaniques des différentes structures du dos	404
Annexe III:	Liste des facteurs de risques de lésions au dos	429
Annexe IV:	Taux personnalisé de cotisation à la CSST, tarification 1999	449
Annexe V:	Simulation économique, tarification 1997 et 1999	451
Annexe VI:	Base de données des facteurs de risques	454
Annexe VII:	Autorisations pour microfilmage	455
Annexe VIII:	Synthèse de la grille A.S.M.É.M.A.	459
Annexe IX:	Analyse des facteurs de risques de maux de dos – Entreprise 1	464
Annexe X:	Analyse des facteurs de risques de maux de dos – Entreprise 2	514
Annexe XI:	Analyse des facteurs de risques de maux de dos – Entreprise 3	577

INTRODUCTION

En 1990, le Canada a versé un peu plus de 1 milliard de dollars aux 122 471 cas de maux de dos (C.C.H.S.T. (Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au Travail), 1991). En 1998, les 33 100 cas de maux de dos indemnisés au Québec, soit un peu plus de 28% de l'ensemble des lésions professionnelles, ont totalisé près de 392 millions de dollars en prestations (Allaire et Ricard, 1999). Certains auteurs estiment que plus de 1% de la population est handicapé par des problèmes permanents de lésions au dos (Mandell et al., 1989). De plus, près de 80% de la population sera atteint de maux de dos au moins une fois dans sa vie, indépendamment de l'environnement de travail de l'individu (Mandell et al., 1989). Les coûts humains, économiques et sociaux des maux de dos sont énormes. Le flou dans lequel baignent les maux de dos, en matière de nature et de causes, contribue sans doute à la gravité de la situation (constatée statistiquement) par les décisions en cas de doute.

En 1972, Brown a fait une revue des études de lésions au dos sur près d'un demi-siècle. Les lésions au dos furent d'abord considérées comme des phénomènes accidentels. À partir des années 40, les hypothèses de causalité furent étendues progressivement à la notion de phénomènes cumulatifs. Ce qui sous-entend l'utilisation de la théorie de la fatigue des matériaux pour les biomatériaux. Hormis les rares hernies discales

diagnostiquées par radiologie (Duguay et Massicotte, 1999; Marras, 2000), les autres lésions au dos (dont les entorses) n'ont jamais été diagnostiquées de façon objective et claire (Marras, 2000). Ainsi, le problème des maux de dos, malgré son impact considérable, est jusqu'à présent mal connu. On départage difficilement les douleurs ou les malaises musculaires sans lésion par rapport aux douleurs associées à des lésions. Il y a confusion entre les malaises et les inconforts posturaux, les malaises associés au vieillissement ou aux conditions personnelles, et les lésions causées par le travail. Ainsi, les problèmes du diagnostic entachent de façon importante les statistiques et les études de prévention basées sur ces diagnostics n'autorisent pas de conclusions acceptables. De plus, faire la distinction entre les maux de dos attribuables à l'activité professionnelle et ceux attribuables à d'autres facteurs ou activités est difficilement utilisable comme information pour améliorer l'efficacité de la gestion de ce risque. D'une part, à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), aux maux de dos indemnisables résultant d'événements accidentels se sont ajoutés, depuis environ trois ans, les maux de dos aggravés ou rendus symptomatiques par le travail. D'autre part, la loi et la jurisprudence imposent à l'employeur d'engager le travailleur avec le risque que comportent ses caractéristiques physiques et physiologiques. Enfin, les environnements de travail de plus en plus autonomes et polyvalents permettent une flexibilité accrue de l'appareil productif. Ils amènent aussi de nombreux problèmes liés aux comportements stratégiques des intervenants, en particulier le risque d'aléa moral (phénomène par lequel un des partenaires adopte un ou des comportements stratégiques à cause des asymétries

d'information existantes) et de sélection adverse (phénomène par lequel le choix des partenaires est basé sur l'honnêteté et l'efficacité prévues de leur contribution). Plusieurs études ont démontré qu'en matière de santé et de sécurité au travail les intervenants ne sont pas passifs économiquement (Chelius, 1982; Worrall et Appel, 1987; Krueger, 1990; Moore et Viscusi, 1990; Smith, 1990; Dionne et al., 1995; Fortin et al., 1995; Butler, 1996; Gardner et Butler, 1996; Gardner et al., 1996; Bolduc et al., 1997; Fortin et Lanoie, 1998).

Le risque de maux de dos est mal compris et difficile à gérer. Il est certainement difficile de distinguer ce qui est de l'ordre du risque spécifique, attaché à une activité ou une situation particulière, de ce qui est de l'ordre des risques systématiques, provenant des activités humaines individuelles et de groupe. Cette difficulté a certainement une grande importance lorsqu'il s'agit de concevoir des mécanismes de prévention efficaces. Les méthodes classiques de prévention des maux de dos n'offrent, jusqu'à présent, que des résultats décevants (Mandell et al., 1989). Les maux de dos augmentent au lieu de régresser (Marras, 2000), malgré l'utilisation des mesures proposées. Il est donc nécessaire de revoir les fondements de la problématique des maux de dos et d'envisager d'autres avenues de prévention des lésions au dos, notamment celles intégrant les comportements stratégiques des intervenants et celles plus appropriées au travail polyvalent et autonome, dont l'importance relative est croissante dans les entreprises.

La présente recherche tente de répondre aux questions suivantes:

- Quelles sont les connaissances fondamentales et incontestables sur lesquelles on doit bâtir une approche de prévention des lésions au dos?
- Quelles sont les croyances qui dérogent à la cohérence du problème, c'est-à-dire les hypothèses qui doivent, du point de vue de l'épistémologie et de la physiologie, être rejetées?

La connaissance d'un problème est nécessaire à l'élaboration de sa solution. Elle demeure néanmoins insuffisante, puisque l'effet de la solution exige la gestion, dans son sens le plus large, de son application. Or, les changements grandissants de l'usage de la main-d'œuvre (polyvalence, autonomie) compliquent la stratégie de gestion de la prévention. Il s'agit donc premièrement de mieux comprendre le risque de maux de dos pour, par la suite, proposer une approche de prévention de ce risque.

La première partie de cette recherche comprend d'abord une revue critique des principales approches classiques de prévention, une revue et une classification des lésions au dos selon les structures anatomiques et les divers mécanismes lésionnels. Ensuite, les résultats de l'analyse des bases fondamentales (structure, résistance, mécanismes lésionnels) des lésions d'origine mécanique (activité de travail) seront présentés. Il s'agit d'un premier mécanisme (mécanismes générateurs d'efforts) de nature probabiliste par lequel des facteurs de risques interfèrent dans l'exécution des opérations et un deuxième

dont l'essence est déterministe et qui conditionne le dommage structural (mécanismes lésionnels). Au niveau mécanisme lésionnel, on a coutume d'aborder ce problème en comparant une distribution de contraintes à une distribution de la résistance, d'où cette facette probabiliste du problème. En réalité, le problème qui nous concerne n'échappe pas comme tel à ce caractère, mais comme on considère l'effet réalisé (dommage) pour remonter à ses causes, on le considère déterministe. La stratégie qui consiste à identifier les facteurs de risques à partir du dommage constaté (lésion) est une opération nécessaire pour l'application des arbres de défaillances. C'est en parcourant l'antériorité de la lésion que se présentent les passages obligatoires par les mécanismes lésionnels et les conditions rendant ces mécanismes opérationnels (régimes d'endommagement: fatigue cyclique, fatigue oligocyclique et rupture brutale – en résistance des matériaux il s'agit plutôt de rupture en fatigue et rupture en chargement statique). Les facteurs de risques apparaissent en amont des mécanismes lésionnels. Pour chaque dommage, il existe plusieurs coupes d'un arbre logique satisfaisant à sa réalisation. Toutefois, les facteurs de risques se comportent de façon probabiliste dans la création d'un dommage, de sorte que leur présence ne détermine pas continûment un dommage.

La deuxième partie tente d'abord de clarifier les comportements stratégiques des intervenants dans la gestion des risques de maux de dos pour enfin présenter un modèle de gestion des risques de santé-sécurité (approche partenariale). Contrairement à l'approche participative, où les résultats découlent d'un processus de recherche de

consensus. l'approche partenariale permet d'orienter les comportements des intervenants vers la prévention. Elle encourage, à l'aide de divers incitatifs, la construction d'un ensemble d'informations communes, liant entre eux les partenaires et est objectivée par un traitement scientifique des données. Les possibilités de manipulations ou de révélations sélectives d'informations sont ainsi réduites. Ceci devrait améliorer considérablement l'efficacité de l'identification des risques réels de lésions au dos et, par conséquent, l'efficacité des interventions.

Nos propositions ont été testées auprès de trois types d'entreprises (fabrication de boîtes de carton, concessionnaire automobile, déménageurs) par une validation de premier niveau (compréhension, applicabilité et perspective de prévention). Il est clair toutefois que cela ne règle pas le problème de diagnostics, mais nous espérons qu'il pourra être amélioré.

La priorisation des risques, étape subséquente à l'identification des facteurs de risques, ne fait pas l'objet de la présente recherche.

CHAPITRE 1: REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE

La prévention et le contrôle des maux de dos ont suscité et suscitent encore aujourd'hui l'intérêt de plusieurs groupes de notre société (groupes de recherche, syndicats, patronat, médias...). Les recherches entreprises, dans ce domaine, s'étendent sur un peu plus d'un demi-siècle. Plusieurs avenues ont été explorées, depuis la sélection et la formation des employés, jusqu'à l'établissement de limites acceptables de charge à manipuler. Cette dernière voie a, jusqu'à maintenant, été étudiée sous trois approches distinctes: la physiologie, la psychophysique et la biomécanique. L'approche épidémiologique tente d'établir les causes des maux de dos par l'utilisation des statistiques de corrélation. L'ergonomie participative tente de gérer les risques dits ergonomiques par un processus d'intervention "consultatif, représentatif et orienté vers un consensus" (Loisel et al., 1996).

L'objet du présent chapitre est de présenter les principales avenues de prévention explorées dans l'ordre suivant:

- situer chacune des approches classiques de prévention des maux de dos dans l'ensemble de la causalité plus large connue scientifiquement;
- établir les fondements et les hypothèses sur lesquels repose chacune de ces approches:

- faire une critique de l'applicabilité et de l'utilité de ces approches.

Une présentation de quelques méthodes classiques de prévention est disponible à l'annexe 1.

Dans ce chapitre, l'accent est mis sur la limite de ces méthodes et de ces approches, afin de montrer leur insuffisance lorsqu'elles sont utilisées comme seuls fondements d'un programme de prévention. Cette façon d'aborder les méthodes classiques de prévention est la reconnaissance de la difficulté du problème.

1.1 Sélection, formation et entraînement du personnel

Les premiers efforts de prévention des maux de dos ont été dirigés, à la fois par le monde scientifique et industriel, vers la sélection, la formation et l'entraînement du personnel. Aujourd'hui encore, ces méthodes sont largement utilisées par les grandes entreprises québécoises. On a même ajouté, dans ce courant, le port de la ceinture lombaire.

Par la sélection de personnel, on tente d'identifier les travailleurs les plus susceptibles d'être atteints de maux de dos. Les techniques utilisées peuvent être regroupées en examens médicaux, tests de force et de forme physique. Les résultats sont ensuite comparés à une évaluation des exigences du travail. Que ce soit en évaluant:

- les plages de mouvements et les postures pouvant être empruntées par le travailleur:
- les charges manipulées:
- la fréquence des efforts:

on cherche toujours à déterminer si le travailleur peut être soumis à une charge de travail donnée sans risque de blessures, eu égard à des critères cependant souvent non validés (psychophysique, compression discale, dépense d'énergie).

La sélection des travailleurs n'a, selon plusieurs chercheurs, donné aucun résultat concluant (Lavender et Kenyeri, 1995; Snook et al., 1978; Cedercreutz et al., 1987). Ainsi, les radiographies, d'utilisation répandue, n'ont pas permis de réduire de façon significative les maux de dos (Snook, 1978). Elles ne réussissent pas à prédire de façon efficace leur incidence (Benson, 1987; Boyd et Cartier, 1990; Buis, 1990; Mandell et al., 1989). Certains affirment, par contre, qu'elles peuvent fournir un indice sur la gravité d'un trauma lombaire, s'il y en a un (Mandell et al., 1989). Ces radiographies ne permettent malheureusement pas de détecter tous les traumas et certaines anomalies peuvent n'avoir aucun lien avec les symptômes. Le rapport "valeur de la prédiction/coût" et le danger relié aux radiations réduisent considérablement leur utilité pour la sélection du personnel (Chaffin et Park, 1973). Les tests de force et de forme physique sont aussi peu révélateurs (Mandell et al., 1989). Ainsi, la sélection de personnel semble être onéreuse et occasionner plus de problèmes légaux et médicaux (Snook, 1978) que la

réduction de l'incidence des maux de dos. Plusieurs auteurs supportent cet énoncé de Snook. Au-delà de ces considérations, la sélection de personnel (sur la base de la capacité physique par exemple) lorsqu'on se situe dans une démarche de prévention, comme c'est le cas de ce projet de recherche, vient à l'encontre du principe de base de la charte des droits et libertés, des conventions collectives, des critères historiques d'embauche et de l'objectif de la loi sur la santé et la sécurité du travail qui vise "l'élimination à la source même des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs" (L.R.Q., chapitre S-2.1, Chapitre II – 2). Dans le présent projet de recherche on vise à identifier les risques de lésions au dos, pour éventuellement les éliminer et rendre le poste de travail accessible au plus large pourcentage de la population possible.

Par la formation et l'entraînement (cardio-vasculaire et musculaire) du personnel, on cherche à prévenir les accidents au dos. L'initiation aux "bonnes techniques" de travail par exemple, un levage en douceur avec les muscles des jambes, dos droit, genoux fléchis, la charge le plus près possible du corps avec rotation des pieds plutôt que du tronc et positionnement correct des pieds, des bras et des mains vise à minimiser la charge (essentiellement la compression) sur la colonne vertébrale. Les autres techniques s'attardent surtout à améliorer la santé physique, à augmenter la masse musculaire, à empêcher les "mauvaises méthodes" et à supporter la colonne.

Pour la formation et l'entraînement du personnel, les affiches, les publications vulgarisées et la publicité vidéo ont été utilisées comme support didactique (Donajkowski, 1993). Ces méthodes n'ont pas été suffisantes pour réduire le nombre de maux de dos (Benson, 1987; Lavender et Kenyeri, 1995; Snook, 1978; Snook et al., 1978; Mandell et al., 1989; Kuorinka et al., 1994; Lortie et al., 1996).

Rien ne garantit que les travailleurs pourront ou voudront employer les techniques enseignées. L'habitude, la résistance au changement, le besoin de prouver "qu'on est encore capable" et le peu de motivation ont été soulevés comme objections à ces méthodes. De plus, les techniques enseignées émanent d'hypothèses, dont certaines nous apparaissent fort discutables. Brown (1972) est du même avis. La figure 1.1 illustre la colonne lombaire avec lordose (A) et sans lordose (B).

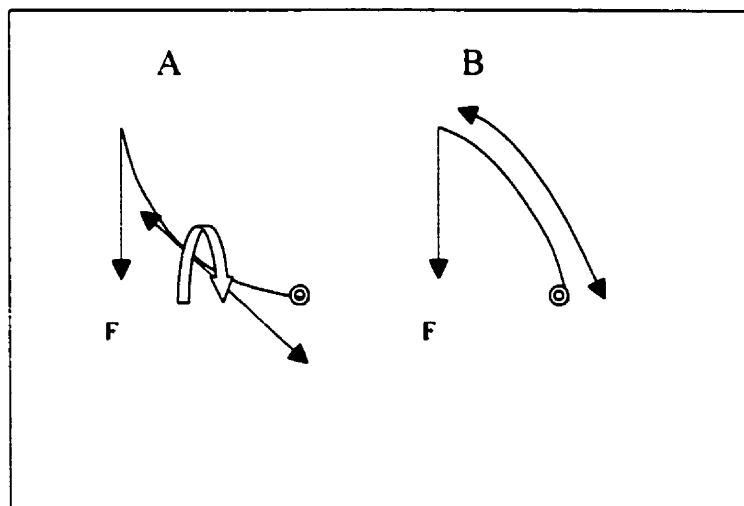


Figure 1.1: Schéma de la colonne lombaire avec et sans lordose.

Du point de vue de la stabilité mécanique, si l'on préserve la lordose lombaire (A), dans le cas d'un imprévu, comme une perte d'équilibre ou de contrôle d'une charge, il y a nécessité d'une réaction mécanique parfaitement équilibrée (droite-gauche) et immédiate des extenseurs, des rotateurs et des abdominaux. La colonne lombaire se trouve à son maximum d'instabilité (Cholewicki et al., 1999) en torsion. Dans le même scénario que décrit précédemment, si la colonne lombaire est sans lordose, elle se trouve dans son état le plus stable du point de vue mécanique et est donc moins vulnérable de ce même point de vue. Ainsi, la technique dos penché offre un maximum de stabilité en torsion contrairement au dos droit. Plusieurs travailleurs utilisent souvent la technique "tronc penché". Si cette technique est plus avantageuse au niveau énergétique les motifs de ce choix ne nous apparaissent pas parfaitement clairs. Plusieurs critères peuvent intervenir comme les contraintes de temps, la pénibilité, la fatigue, le niveau d'effort, l'équilibre. Finalement, les situations de travail sont très diverses. Est-ce qu'une procédure de levage, dos droit, genoux fléchis, est souhaitable pour tous les postes de travail et toutes les tâches? Est-ce qu'elle tient compte des contraintes et des imprévus pouvant se présenter au travail? Comment doit-on bâtir un bon programme de formation tenant compte de la diversité des individus et ne tombant pas dans le piège de la discrimination? Les manutentionnaires expérimentés ne s'entendent pas sur la meilleure méthode pour effectuer un levage sécuritaire (Kuorinka et al., 1994). De plus, des travaux ont montré (Panet-Raymond 1999) que les stratégies de commande et de réactions musculaires

différent beaucoup d'un individu à l'autre lorsqu'ils sont confrontés à des situations similaires. Ceci questionne la validité de telles recommandations.

Les résultats de plusieurs auteurs, sur le port de la ceinture lombaire, sont différents (en raison des différents types de ceintures utilisées, des modalités et des conditions d'utilisation différentes dans les études) et parfois contradictoires. Certaines études manquent de rigueur scientifique ou reposent exclusivement sur des échafaudages d'hypothèses. Il est donc trop tôt pour conclure que la ceinture lombaire peut réduire les maux de dos (Gilbert, 1995). Pourtant, certains affirment que le port de la ceinture lombaire peut prévenir les maux de dos puisqu'en augmentant la pression intra-abdominale il contribue à une meilleure redistribution des efforts (Hunter et al., 1989; McGill et al., 1990); ceci n'a cependant pas été démontré scientifiquement (Gilbert, 1995). Dans une étude récente, Cholewicki et al. (1999) n'ont pas trouvé de changement significatif d'activité musculaire avec et sans la ceinture lombaire. D'autres affirment que son avantage premier est de rappeler au travailleur d'adopter une bonne posture. D'autres prétendent que le port de la ceinture lombaire peut affaiblir le système musculo-squelettique (Genaidy et al., 1995; Cholewicki et al., 1999) ou donner à l'employé un faux sens de sécurité et l'inciter à surestimer ses capacités. Certains pensent que la ceinture lombaire peut avoir un effet bénéfique quant à la charge sur la colonne vertébrale, en admettant qu'elle soit conçue pour une application particulière (Genaidy et al., 1995). Les auteurs les plus prudents considèrent qu'il y a manque de preuve

scientifique sur son efficacité et ne suggèrent pas d'utiliser ces ceintures dans le cas d'employés non blessés (Lavender et Kenyeri, 1995; McGill, 1994; N.I.O.S.H., 1994; Séguin, 1994; Walsh et Schwartz, 1990). Plus récemment, Cholewicki et al. (1999) ont montré que la ceinture lombaire augmente la stabilité mécanique du dos en flexion et en inclinaison latérale, mais appellent à la prudence quant aux conclusions que l'on peut tirer de leur étude. Ils relatent le cas de compagnies aériennes n'ayant pas vu une réduction de l'incidence des maux de dos suite à l'introduction de la ceinture lombaire, mais une augmentation de leur fréquence suite à leur retrait. Ces auteurs conviennent que pour conclure que la ceinture lombaire est efficace pour prévenir les lésions au dos il faudra étudier un nombre importants de facteurs dont les effets potentiellement néfastes à long terme du port de telles ceintures. Ils concluent aussi qu'une meilleure compréhension du mécanisme par lequel la pression intra-abdominale et le port de la ceinture lombaire augmentent la stabilité du rachis est nécessaire. Nous pouvons nous demander ici quel rôle la ceinture lombaire peut jouer en torsion, d'autant plus que ces auteurs n'ont pas étudié ce facteur. De plus, on rapporte que ces ceintures augmentent la charge sur le système cardio-vasculaire, ce qui peut être dangereux pour les travailleurs souffrants de problèmes cardiaques (N.I.O.S.H., 1994). D'autre part, elles sont jugées inconfortables par presque un quart des sujets dans une étude récente de Lavender et Kenyeri (1995).

1.2 Approche épidémiologique

Les tenants de l'approche épidémiologique (Andersson, 1981; Frymoyer et al., 1980 et 1983; Magora, 1970) tentent de dresser un tableau des causes d'un accident, en analysant les circonstances et les conditions dans lesquelles il s'est produit et en utilisant les statistiques de corrélation. Selon cette approche, il existe deux grandes catégories de facteurs de risques: ceux reliés à l'individu et ceux reliés au poste de travail (Andersson, 1981).

Un grand nombre de facteurs de risques ont été identifiés par ces travaux, quoique leur relation avec les maux de dos soit généralement fort discutable (Hildebrandt, 1987; Riihimaki, 1991; Dempsey, 1998):

- les groupes témoins sont souvent absents ou déficients (certaines études négligent le "healthy worker effect");
- la règle première du choix des témoins n'est pas toujours observée: le témoin, s'il était malade, aurait autant de chance de se retrouver dans la clinique ou l'hôpital choisi pour l'étude que le cas (Schaffner, 1991; Hadler, 1987);
- l'échantillon n'est pas statistiquement significatif;
- l'homogénéité des groupes ne peut jamais être satisfaite;
- la durée d'étude est dans certains cas très limitée;
- les associations sont pauvres en intensité;

- le biais d'information relié à la non consultation immédiate d'un médecin suite à une douleur ressentie et rendant difficile l'identification du début du mal de dos et le moment où intervient ce que l'on croit être un facteur de risques est important:
- la relation avec les maux de dos est impossible ou illogique compte tenu du temps et des connaissances de l'anatomie, la biologie et la physiologie du dos.

Une relation entre un effet et une cause hypothétique, aussi statistiquement significative soit elle, n'est pas suffisante pour conclure à une relation causale. Il faut aussi mettre en évidence le mécanisme et ses conditions reliant la cause à l'effet. Selon Buck (1975), l'épidémiologie est tellement préoccupée par la technique statistique qu'elle est susceptible de rejeter prématurément une hypothèse qui mérite d'être approfondie. Le contraire est également vrai, il suffit de citer l'exemple de l'étude de Framingham sur les maladies cardio-vasculaires. Certaines études cliniques considèrent des facteurs représentant davantage la prédisposition à aller consulter un médecin pour des maux de dos qu'à engendrer des maux de dos (Reisbord et Greenland, 1985). Peu d'études se préoccupent du fait qu'un employé blessé est susceptible de réorienter sa carrière vers un travail moins exigeant physiquement (Mandell et al., 1989). Plusieurs travaux ne tiennent pas compte des activités hors travail, ce qui biaise de façon importante les données de relation et d'exposition lorsque l'on considère que l'on passe 25% de notre temps au travail. Est-ce raisonnable de supposer que lors d'activités hors travail on ne sollicite pas

le dos? L'exposition hors travail (sports, loisirs) est substantiellement plus importante (d'un facteur 2). On a montré (Starr, 1969; Wash, 1974) que les gens s'exposent à des risques jusqu'à 1000 fois plus grands hors travail. L'interprétation des inférences causales nécessite une base de données plus précise et clairement définie: actuellement il y a un amalgame des facteurs psychologiques, physiologiques et pathologiques. L'approche épidémiologique est intrinsèquement faible pour identifier les causes d'une blessure ou d'un accident (Schaffner, 1991; Bouyer et al., 1993; Dempsey, 1998; Marras 2000). Enfin, les études épidémiologiques utilisent des diagnostics très incertains. De plus, elles ne font aucune différence entre les divers types de maux de dos, alors que ces divers types n'impliquent pas les mêmes facteurs ni les mêmes mécanismes. De façon générale, la plupart des études épidémiologiques reposent sur des allégations de douleurs (Hadler, 1987).

1.3 Approche physiologique

Par la mesure d'indices physiologiques comme la consommation d'oxygène, la fréquence cardiaque et la pression sanguine, les tenants de l'approche physiologique, (Asfour et al., 1988; Mital et al., 1984 et 1994) ont tenté de définir la charge agissant sur le système cardio-vasculaire et la limite de fatigue au-delà de laquelle la capacité au travail d'un individu chute. Il s'agit de mesurer le taux de la dépense énergétique. On utilise généralement deux critères: la consommation maximale d'oxygène et la limite de fatigue

physiologique. La première constitue la limite physiologique pour un travail durant quelques minutes (pour le régime transitoire). La deuxième constitue un critère d'endurance (pour le régime continu). L'index J.S.I. (Job Severity Index) de Liles et Ayoub (Liles et al., 1984) est une des méthodes basées sur cette approche (voir annexe 1).

En pratique, le coût énergétique d'une activité (Genaidy et Asfour, 1987) est difficile à estimer. Le critère normalement utilisé propose qu'une activité exigeant un tiers de la capacité aérobie mène à de la surcharge (Mital, 1985). Les méthodes physiologiques proposées négligent, en général, plusieurs variables d'une tâche et leurs interactions (dimension de la charge, etc.). De plus, elles sont applicables pour des activités dans le plan sagittal seulement. Ces techniques sont limitées à des travaux fréquents et répétitifs (Garg et Ayoub, 1980; Mital, 1983). Certains auteurs affirment que le modèle peut produire des erreurs considérables et mettent en doute le critère de consommation énergétique utilisé (Ayoub, 1992).

Bien que l'applicabilité de ces méthodes ne semble pas convenir à la réalité industrielle, la dépense énergétique pourrait être reliée à la fatigue tout comme la fréquence cardiaque. En ce sens, il est possible de retenir la fatigue comme facteur de risques. Le raisonnement sous-jacent à cette affirmation sera énoncé dans le chapitre suivant.

1.4 Approche psychophysique

Selon l'approche psychophysique (Ayoub et Mital, 1989; Ciriello et al., 1993; Genaidy et al., 1988 et 1990; Snook, 1978), il existe une relation directe entre l'intensité d'une sensation et l'intensité de son stimulus physique (Weber, 1834; Fechner, 1860; Stevens, 1953; Snook et Ciriello, 1974). Cette relation pourrait s'exprimer par l'équation suivante:

$$S=kI^n$$

où

S: intensité de la sensation

I: intensité du stimulus physique

k: constante fonction des unités utilisées

n: pente de la droite représentée sur un graphique log-log (cette relation est en effet linéarisable par une transformation logarithmique ce qui en facilite grandement l'analyse statistique)

L'approche psychophysique est fondée sur l'existence de récepteurs d'un stimulus physique dont le sujet a conscience. Or, il n'existe pas chez l'humain de récepteurs qui indiqueraient à l'individu que son activité met en péril les éléments structuraux du dos, soit par une charge près de la limite de résistance ultime ou soit près du seuil de fatigue de ses matériaux structuraux en régime endurance ou oligocyclique. La méthode de

Snook prétend découler de la psychophysique. Or, l'utilisation de l'approche psychophysique supposerait l'existence de tels récepteurs. Ainsi, Snook tente plutôt de déterminer la limite acceptable de charge en questionnant des individus sur leur perception de fatigue, engendrée par le poids et la fréquence de transport d'une charge et ses modalités. Il espère, par là, établir un lien avec les risques tels qu'évalués par la biomécanique et la physiologie. Malheureusement, selon Garbutt et al. (1994):

The physical load on the spine indicated by spinal shrinkage was not related to the physiological or perceptual strain.

De plus, il n'y a aucun récepteur de douleur dans les os, les facettes et les disques intervertébraux (Kroemer et al., 1994).

Pour compléter ses tables, Snook a utilisé une distribution normale (Genaidy et al., 1988).

Snook et Irvine (1966) écrivent:

Since it is impossible to measure the entire population, group work capacity is always estimated from population samples by assuming that the physiological responses to a given task are normally distributed.

Les données expérimentales ont été complétées par interpolation et extrapolation (Snook et Irvine, 1966). Cette façon de faire peut conduire à des erreurs importantes en science.

Quelques définitions s'imposent avant de poursuivre l'analyse. Elles serviront à montrer l'imprécision des notions prises en compte dans ce modèle. Ainsi, on définit:

- sensation*: réponse spécifique faite à une stimulation sensorielle
- pénibilité*: caractère de ce qui se fait (plus ou moins) avec fatigue (Petit Robert)
- fatigue*: phénomène consécutif à une activité de travail voulant que l'organisme ait atteint ses limites de travail et de résistance (Beudet et al., 1985)
- sensation ou impression de pénibilité anormale accompagnée d'une diminution de capacité (Gilbert, 1995)
- "la physiologie distingue depuis longtemps la fatigue musculaire de la fatigue générale. La première est un phénomène aigu et douloureux que l'homme localise dans les muscles sollicités. La fatigue générale est un état caractérisé par la sensation d'une diminution de la faculté de travail" (Grandjean, 1969)
- volonté d'effort*: décision effective conforme à une intention d'effort (Petit Robert)

Il s'agit d'une gamme restreinte de définitions où le lecteur est donc à même de constater des différences substantielles. Par exemple, sans rappeler toutes les définitions en usage pour le terme fatigue, mentionnons que l'on peut vouloir dire une légère sensation d'inconfort jusqu'à l'épuisement en passant par la douleur. Sur cette étendue, on comprend que cette perception subjective est trop arbitraire et personnelle pour qu'elle soit utile.

Les modèles psychophysiques (dont les tables de Snook, voir annexe 1) s'appliquent beaucoup mieux en laboratoire qu'en milieu de travail. Néanmoins, certains auteurs affirment qu'ils permettent d'étudier les tâches intermittentes et fréquentes (Bishu, 1989). Ce qui est une lacune de plusieurs autres méthodes. D'autres qu'ils présentent le meilleur critère pour des levages d'une fréquence inférieure à 4 levages/min. (Mital, 1985).

La principale difficulté de ces méthodes est l'utilisation de données subjectives et imprécises. La quantification qui en découle ne fournit ainsi aucune réponse au problème. Chaffin et Page, en 1994, ont montré que dans certains cas, le jugement de l'adéquation de la charge aux limites physiologiques peut être faux. C'est le cas des activités ayant les caractéristiques suivantes:

- levage non fréquent (1 levage/ 5min), près du sol et asymétrique:
- levage fréquent (3 à 6 levages/min.).

Est-ce qu'un sujet est capable de discriminer l'adéquation ou non de deux charges lors d'une tâche répétitive? Si la différence de poids est d'au moins 1.8 à 2.3 kg (4 à 5 lb) ou d'au moins 10%, l'individu fera un choix valable selon certaines études (Karwowski et al., 1992). Ces études sont fondées sur le principe de base qu'il y a réduction de la discrimination de l'intensité de la sensation avec l'augmentation de l'intensité du stimulus physique. Une des lois les plus anciennes et connues en ce sens est celle de Weber-Fechner sur la détection de "ratios" d'intensité de stimulus physique. À propos de cette

dernière. Guyton (1991) précise: "gradations of stimulus strength are discriminated approximately in proportion to the logarithm of stimulus strength".

Certains auteurs ont montré que des tâches pourtant peu exigeantes du point de vue biomécanique peuvent être jugées inacceptables par les travailleurs (Waikar et al., 1991). Des travaux ont montré que les modèles psychophysiques surestiment jusqu'à 30% la capacité des individus (Mital, 1985). Ces constatations ne sont guère surprenantes étant donné que l'approche repose sur l'impression de pénibilité de la tâche des sujets et sur leur volonté d'effort. Jusqu'à maintenant aucune étude permet de conclure que ces méthodes permettent de réduire l'incidence des lésions au dos. D'ailleurs Snook avoue (1978):

It is difficult to try and prevent low back injuries when no one really knows what causes them.

1.5 Approche biomécanique

Les tenants de l'approche biomécanique (Frievalds et al., 1984; Garg et al., 1983; Kromodihardjo et Mital, 1987; Martin et Chaffin, 1972) ont tenté de prédire, à l'aide de modèles statiques et dynamiques (Delleman et al., 1992), les lésions possibles aux tissus, en calculant la valeur des forces internes exercées sur le système musculo-squelettique. La plupart de ces études utilisent une limite acceptable de charge basée essentiellement sur une mesure de la force maximale de compression admissible sur le cinquième disque

lombaire, L5/S1, et la pression générée dans la cavité abdominale, I.A.P. (Davis et Stubbs, 1977; Mairiaux et al., 1984). Ici, il faut savoir que la compression dite acceptable repose sur la mesure d'une partie seulement des éléments structuraux du rachis chez un petit nombre de cadavres généralement âgés et dont l'histoire cadavérique n'est pas ou peu connue alors que l'histoire pré-cadavérique n'est pas disponible. Il faut savoir également qu'un disque de cadavre est non seulement une partie de l'élément testé, mais également que la distribution des efforts ne peut être la même qu'un disque vivant. Ce dernier bénéficie d'un phénomène de précontrainte hydrostatique. D'autre part, si la croyance sur laquelle repose cette approche était valide, il en découlerait que plusieurs activités ne sauraient exister (haltérophilie, athlétisme, déménagement, manutention, etc.) et n'auraient pu exister.

Une grande majorité des modèles biomécaniques sont de type statique et posent comme hypothèse que la manutention s'effectue "en douceur" et que les forces d'accélération peuvent être négligées. On tend ainsi à sous-estimer les forces et moments en dynamique (Ayoub et al., 1980). Certains auteurs ont tenté de respecter la dynamique inhérente à une tâche de levage. Les modèles deviennent plus complexes, d'utilisation difficile et demandent une cueillette d'informations exhaustive sur la cinématique du mouvement (De Looze et al., 1994). Les modèles semi-dynamiques (McGill et Norman, 1985; Lindbeck et Arborelius, 1991), comprenant les forces externes sur les mains et les pieds, mais non l'accélération des segments, sont possiblement un compromis (De Looze et al.,

1994). Ne tenant pas compte de la fatigue résultant d'une tâche répétée, ces modèles devraient plutôt être utilisés pour des tâches non fréquentes selon certains auteurs (Garg et Ayoub, 1980; Mital, 1983 et 1985; Nicholson, 1989; Waters et al., 1993). Ces modèles ne tiennent pas, non plus, compte des efforts imprévus .

S'il est clair que le point de départ de ces modèles doit être la résistance mécanique des éléments constitutifs du dos, la résistance en compression axiale du disque intervertébral, comme mécanisme de certaines lésions, comme la hernie discale, s'avère une hypothèse incohérente avec la plausibilité biologique (voir le chapitre suivant).

A l'issue de toutes ces recherches, certains États ont encouragé soit le développement d'une avenue réconciliant les différentes approches soit l'adoption d'une approche de façon à statuer sur une limite acceptable de charge. Les pays les plus actifs en ce sens ont été la France, le Royaume-Uni, les États-Unis et l'Australie.

1.6 Norme française

La Norme française (AFNOR, 1989) a été établie par le laboratoire de physiologie du travail du C.R.N.S. afin de limiter les risques d'ordre biomécanique, ceux affectant le système cardio-vasculaire et les chutes d'objets transportés. Elle vise essentiellement à

définir une masse pouvant être transportée par unité de temps et limitant les astreintes biomécaniques et bioénergétiques importantes (voir le guide d'utilisation annexe 1).

La Norme AFNOR, quoique limitée quant au nombre de facteurs de risques considérés, a l'avantage apparent d'être simple d'utilisation. En effet, ce n'est pas un avantage réel si elle ne permet pas de réduire les maux de dos. De plus, cette norme étant fondée sur l'astreinte, elle est limitée comme moyen de prévention, puisque l'astreinte est fonction, entre autres, des caractéristiques individuelles du travailleur et des caractéristiques de la situation de travail.

1.7 Équation de N.I.O.S.H. (version révisée)

N.I.O.S.H. (National Institute of Occupational Safety and Health) a tenté de réunir les différentes approches en un seul modèle mathématique. Il s'agit d'un poids que l'on ajuste par la suite par différents facteurs, pour tenir compte de différents aspects de la tâche de manutention (Waters et al., 1993). Les différents facteurs sont basés sur des études biomécaniques, psychophysiques et physiologiques (Konz, 1982). Les critères utilisés pour ces études sont les suivants:

- la force de compression maximale sur le disque L5/S1 ne doit pas dépasser 3.4kN;
- la dépense énergétique maximale ne doit pas dépasser 9.5 kcal/min;

- le poids maximum doit être acceptable pour 75% des femmes et 99% des hommes.

Deux modèles ont été présentés, l'un en 1981 et l'autre en 1991. (voir le guide d'utilisation annexe 1)

L'équation de N.I.O.S.H. est d'utilisation très répandue. Elle nécessite peu d'instruments (un ruban à mesurer et un chronomètre) et la récolte des données est élémentaire (Mahone, 1994). Certains auteurs la qualifient de pratique, utile et simple d'utilisation (Garg, 1989; Mahone, 1994). D'autres la jugent trop fastidieuse, compte tenu du temps généralement disponible pour analyser un travail ne comprenant pas que des activités de levage (15 à 30 minutes) (Keyserling, 1989). Jusqu'à maintenant, l'utilisation de l'équation de N.I.O.S.H. ne semble pas avoir permis de réduire de façon significative les maux de dos.

L'application de cette équation est limitée aux conditions pour lesquelles elle a été conçue. Ses limites principales peuvent s'énoncer ainsi:

- elle ne tient pas compte de l'effort à exercer pour placer la charge à destination (Garg, 1989);
- dans certaines situations de travail, les positions horizontale et verticale des mains peuvent varier grandement et une estimation peut introduire un biais important (Keyserling, 1989);

- elle ne tient pas compte des imprévus comme une chute;
- elle suppose des conditions environnementales favorables (Waters et al., 1994);
- elle suppose l'utilisation d'une charge compacte, de largeur stable et modérée dotée de poignées (Konz, 1982);
- elle suppose que la posture de travail n'est pas restreinte;
- elle suppose que des tâches comme tenir, pousser, transporter, marcher et grimper sont des activités de consommation énergétique négligeable (Waters et al., 1993);
- elle ne permet pas d'évaluer le risque de tâches consécutives et demandant différents efforts (Waters et al., 1993) sauf si une analyse multi-tâche est effectuée (Waters et Putz-Anderson, 1994);
- elle suppose un coefficient de friction sol-chaussure entre 0.4 et 0.5 (Waters et al., 1993);
- elle suppose que les actions de soulever ou baisser une charge présentent un risque équivalent, alors que guider ou laisser tomber une charge au sol est difficilement comparable en matière d'efforts (Waters et al., 1993);
- elle ne doit pas être utilisée pour des tâches de levage à une main, des levages assis ou agenouillés, des levages de personnes, le levage d'objets très froids, chauds ou contaminés, le levage de barils ou l'enlèvement de la neige (Waters et al., 1993);

- elle tient compte de la masse de la charge, mais néglige d'autres caractéristiques comme l'homogénéité massique et le centre de gravité:
- elle doit être utilisée en régime statique seulement:
- elle n'a pas été validée pour la prévention des lésions au dos.

N.I.O.S.H. recommande l'utilisation de données psychophysiques. L'utilisation du critère physiologique vise l'évitement de la fatigue, mais néglige le risque potentiel associé à la fatigue cumulative (Waters et al., 1993). Le critère biomécanique, basé sur la résistance en compression de 3.4kN pour le disque L5/S1, ne traduit pas le mécanisme lésionnel des disques intervertébraux. La croyance voulant que la pression intra-abdominale, par le biais des abdominaux et du diaphragme, permet une meilleure redistribution des efforts sur la colonne lombaire, est très controversée. Selon Gracovetsky (1987) le levage d'un poids de 100kg excéderait les capacités de ce muscle et les pressions exercées surpasseraient la pression sanguine artérielle, ce qui empêcherait la circulation du sang dans les extrémités. Même Nachemson (1992) qui est à l'origine de cette hypothèse la met en doute:

Intra-abdominal pressure measurements have been found to correlate poorly with the other two means on examining the load on the back, even to the point that the importance of intra-abdominal pressure as a force-relieving mechanism per se, except in some very symmetric lifting positions, must be seriously questioned.

Si effectivement une charge de 100kg dépasse la capacité musculaire, comment expliquer qu'en réalité il soit possible de lever jusqu'à quatre fois les capacités limites? McGill et Norman (1987) se posent la même question lorsqu'ils écrivent:

If IAP does not produce significant alleviation of spinal compressive load as has been proposed for nearly three decades, then two issues remain unanswered. How are lifters avoiding tissue failure during heavy lifts?

Il a été démontré (Caron et al., 1983; Simard et al., 1984; Caron, 1985) que cette situation s'explique par une architecture particulière de la masse musculaire du long dorsal à la masse commune (voir annexe 2).

De plus, lors d'une compression axiale, le corps vertébral est endommagé avant l'anneau fibreux, ce qui rend la hernie discale pratiquement impossible (Gracovetsky, 1987). Certains auteurs affirment que si les trois critères étaient considérés individuellement, ils n'arriveraient pas à protéger les travailleurs (Waters et al., 1993). D'autres se réjouissent à l'idée qu'elle puisse prévenir d'autres lésions musculo-squelettiques comme des blessures aux épaules et aux bras (Waters et al., 1993). L'équation de N.I.O.S.H. s'applique difficilement à la diversité des situations de travail. En effet, elle ne s'applique qu'à certaines postures et ne considère que la cause hypothétique immédiate des maux de dos (la charge manipulée). Waters et al. (1993) concluent:

In conclusions, the lifting equation is only one tool in a comprehensive effort to prevent work-related low back pain and disability. Lifting is only one of the causes of work-related low back pain and disability. All methods need validation. For the 1991 lifting equation, validation will require an extensive collaborative effort. Appropriate studies must be designed and conducted to determine whether the methods presented here effectively reduce the morbidity associated with manual materials handling, particularly two-handed lifting tasks.

1.8 Norme australienne

La Norme australienne (National Occupational Health and Safety Commission, 1990) a pour objectif de prévenir et de réduire la gravité des accidents dus à la manutention. L'approche préconisée consiste à identifier, comprendre et gérer les risques. En consultant les statistiques d'accidents, les employés et les représentants des comités de santé-sécurité au travail remplissent un questionnaire, où ils tentent d'identifier les facteurs de risques. Ensuite, une évaluation du risque de maux de dos est faite en utilisant l'équation de N.I.O.S.H..

La Norme australienne énonce une série de règles pour éviter les maux de dos. Selon Buis (1990), la norme offre la sécurité de l'utilisation de l'équation de N.I.O.S.H. complétée par une analyse qualitative pour identifier les facteurs de risques absents dans les recommandations de N.I.O.S.H.. Cette norme est une motivation à l'action. Elle incite la direction à constater les différents dangers auxquels sont exposés les travailleurs

et à les éliminer par l'ergonomie. Son intérêt potentiel réside donc principalement dans son complément aux recommandations de N.I.O.S.H..

1.9 Projet de norme O.S.H.A.

Les objectifs de ce projet de norme (O.S.H.A., 1995) sont:

- prévenir les lésions musculo-squelettiques en réduisant l'exposition aux facteurs de risques les causant ou les aggravant:
- réduire la gravité des lésions musculo-squelettiques par une gestion médicale précoce:
- s'assurer que les travailleurs connaissent les lésions musculo-squelettiques et les facteurs de risques les causant ou les aggravant:
- promouvoir l'avancement technologique pour réduire l'exposition à ces facteurs de risques:
- s'assurer la collaboration des travailleurs et employeurs dans la gestion des facteurs de risques.

Le choix des facteurs de risques a été motivé par:

- une identification répétée dans la littérature:
- l'identification de leur présence dans le poste de travail:
- un effet de renforcement de certains facteurs:

- une exposition journalière à ces facteurs de risques.

Le projet de norme O.S.H.A., comme la norme australienne, tente de fournir à l'industrie, des lignes de conduite précises dans un domaine où les avis sont largement partagés dans la communauté scientifique.

L'établissement d'une norme en matière de manutention est un processus délicat. Dans l'état actuel des connaissances, il faut adopter une approche alors que la communauté scientifique n'est pas unanime sur celle qui devrait être privilégiée ou poursuivre les recherches en espérant trouver un compromis. Il ne faut pas négliger, non plus, l'impact sur les frais d'exploitation des entreprises. En effet, celles-ci devront, entre autres, assumer des coûts d'entraînement, d'heures supplémentaires, de recrutement, de direction, etc. (Oxenburgh et Guldberg, 1993).

Plusieurs travaux ont été entrepris afin de comparer les résultats des différentes approches. Certains auteurs ont trouvé que l'approche physiologique fournit des évaluations de poids plus élevées que l'approche psychophysique (Mital, 1985). D'autres affirment que les valeurs psychophysiques sont inférieures aux valeurs biomécaniques (Garg et Ayoub, 1980). Les études de Mital (1985) ont montré que le critère psychophysique recommande des poids supérieurs au critère physiologique à hautes

fréquences et qu'entre 4 à 6 levages/min. les deux approches fournissent des résultats similaires.

1.10 Modèles multicritères

Jung et Frievalds (1991) ont proposé une méthodologie pour évaluer les exigences de la demande physique d'une tâche de manutention selon trois critères: biomécaniques, physiologiques et psychophysiques. Ils ont utilisé l'approche multicritère développée par Saaty (1994) en 1980. À partir d'une situation de travail bien précise (la manutention d'une boîte d'une largeur de 0.5 m. du sol à une hauteur de 0.75 m. deux fois à la minute. par des hommes de 30 à 40 ans), ils ont trouvé trois recommandations différentes selon les modèles psychophysiques utilisés (ILO. 1970; Snook et al. 1970 et Ayoub et al.. 1979). A chacune de ces évaluations, ils ont fait correspondre une évaluation biomécanique (Chaffin et Andersson. 1984) et une évaluation physiologique (Garg et al.. 1978). Chacune des alternatives a été normalisée en utilisant deux points de référence:

- 5 kcal/min. pour la référence physiologique (Bink. 1962);
- 3430 N pour la référence biomécanique (N.I.O.S.H., 1981).

Ils ont ensuite reconstruit les données de Karwowski (1983) pour trouver une relation d'inadmissibilité de la charge pour l'opérateur. Ensuite, ils ont attribué un poids aux critères biomécaniques et physiologiques selon la fréquence de la situation de travail analysée. Le cas a été résolu selon la méthode A.H.P. (Analytical Hierarchy Process)

pour fournir une recommandation. Le résultat de ce genre d'analyse ne peut être supérieur à ses bases.

Henderson et Dutta (1992) ont comparé les recommandations de N.I.O.S.H. (1981) et celles de la Communauté Européenne de Charbon et d'Acier (E.C.S.C.) pour une manutention de charge dans le plan sagittal à deux mains. Les études de Frievalds (1987) ont servi de base. Onze facteurs de risques ont été utilisés conjointement avec la méthode A.H.P. (Analytical Hierarchy Process): la fréquence, la distance, la hauteur, les dimensions, la forme et la position du centre de gravité de la charge, les dimensions anthropométriques, le sexe et l'âge de l'individu, les critères biomécaniques et physiologiques limites. Dans le cas posé, les recommandations de N.I.O.S.H. (1981) satisfont mieux les onze critères choisis. Les auteurs considèrent ainsi la méthode A.H.P. (Analytical Hierarchy Process) comme valable pour l'analyse des risques de maux de dos. Cependant, le vrai problème est celui de prévenir les maux de dos et non de satisfaire les onze critères. En d'autres termes, ces travaux portent plus sur la cohérence des méthodes entre elles que sur l'efficacité de la prévention.

Bien qu'utilisant un outil d'aide à la décision efficace, le modèle de Jung et Freivalds (1991) se limite à l'utilisation de modèles s'appuyant sur la recherche de causes immédiates ce qui en limite les moyens de prévention. Les lacunes des modèles utilisés comme base diminuent la crédibilité hypothétique des résultats obtenus. Henderson et

Dutta (1992) ont testé la validité de la méthode A.H.P. (Analytical Hierarchy Process) comme aide à la décision dans la problématique des maux de dos. L'outil est jugé valable, mais le nombre de critères de comparaison utilisé est limité (onze).

Toutes les approches considérées jusqu'à maintenant comportent deux lacunes importantes: elles sont basées sur la thèse de la fatigue des matériaux, qui ne peut être retenue pour la très grande majorité des maux de dos (voir la section 1.13) et elles répondent à des conditions spécifiques (notamment au niveau de la posture) que l'on ne retrouve souvent qu'en laboratoire. Dans les approches physiologiques et biomécaniques, où l'on modélise le système cardio-vasculaire et musculo-squelettique, on met en évidence des causes immédiates (présumées par leur valeur) reliées à l'opérateur. La sélection de personnel va dans le même sens. L'approche psychophysique s'appuie sur des données subjectives suscitant plusieurs interrogations et ne considère que les causes immédiates reliées à la charge. La formation et l'entraînement peuvent difficilement tenir compte des contraintes et des imprévus inhérents au travail. Ainsi, les différentes approches convergent sur certains points et divergent sur d'autres. Ceci complique la tâche de formuler une recommandation. De plus, les études d'efficacité sur le terrain montrent des résultats mitigés (Mandell et al., 1989).

Certains ergonomes préconisent quand même l'utilisation de ces méthodes classiques pour prendre une décision en prévention des maux de dos. Ils considèrent que la méthode

choisie modélise une sous-tâche simple du travail. Si cette dernière s'avère à risque, ils concluent que le travail est inadéquat. Les facteurs de risques, dont la méthode classique choisie ne tient pas compte (ceux reliés à l'équipement, à la gestion, à l'environnement, aux imprévus, etc.), sont alors perçus comme des facteurs aggravants. Ce raisonnement, hormis l'incohérence de l'utilisation de la théorie de l'accumulation des micro-traumas sur de longues périodes, pourrait être valable si l'employé effectuait sa tâche comme le ferait un robot. Cependant, les travailleurs choisissent plutôt un mode opératoire minimisant l'effort exercé et l'énergie dépensée, mais aussi permettant un certain contrôle de la charge et de l'équilibre (Kuorinka et al., 1994; Lortie et al., 1996). Ainsi, pour une tâche de manutention, selon ce que nous avons pu constater en entreprise, il est plus probable que les travailleurs:

- prennent la charge au niveau du centre de gravité, mais qu'ils l'orientent de façon à la rapprocher le plus possible du corps;
- se positionnent à l'intérieur de leur poste de travail de façon à minimiser la distance de transport de la charge;
- ne déposent pas la charge au point d'arrivée comme on le fait pour un vase de cristal, mais qu'ils la lâchent au moment où sa vitesse et son orientation sont telles que la charge s'arrêtera à l'instant et à l'endroit voulu.

Pour cette raison, l'utilisation des méthodes classiques ne permet pas de conclure, sans analyse supplémentaire, qu'une sous-tâche simple du travail est inacceptable, et ce, pour la plupart des situations de travail.

L'erreur de plusieurs utilisateurs de ces approches est de croire que le résultat d'un modèle est transposable, sans autres précautions, dans la réalité et donne directement la solution au problème soumis. Selon le Petit Robert, un modèle est "une représentation simplifiée d'un processus ou d'un système". Son utilité potentielle dépend du degré de simplification et de sa validité. Ainsi, il a pour but "d'aider le décideur dans ses choix en lui fournissant des évaluations contextuelles à un ensemble d'informations bien défini" (Leblanc, 1995). Il faut donc toujours utiliser un modèle de façon responsable. Il faut relativiser l'ensemble des informations de départ, juger de la qualité du modèle retenu (théorie de l'accumulation des micro-traumas sur de longues périodes), prendre en considération les interactions avec l'environnement externe, interne et humain. Les résultats des méthodes les plus connues de prévention des maux de dos doivent être interprétés avec discernement.

1.11 Ergonomie participative

Dans cette approche, la gestion des risques ergonomiques se fait selon un processus d'intervention "consultatif, représentatif et orienté vers un consensus" (Loisel et al., 1996). Ainsi le milieu est responsable de la prévention des risques ergonomiques plutôt que de se fier à un intervenant externe et, le tout se fait par le biais de la participation. Typiquement, un groupe de travail paritaire reçoit d'abord une formation sur la démarche participative, l'analyse des accidents, l'analyse ergonomique du travail, différentes

notions d'anatomie, de biomécanique, de physiologie ainsi que sur les mécanismes de participation. Ensuite, ce groupe, encadré parfois par un ergonomiste, cible les postes nécessitant une intervention, les analyse et propose des mesures correctives. Dans certains cas il ira jusqu'à les implanter. L'analyse ergonomique du travail, visant entre autres l'identification des facteurs de risques, peut se faire à partir de plusieurs outils tels que les grilles d'identification des facteurs de risques, le matériel vidéo, les dessins et peut nécessiter l'utilisation de différentes méthodes de cueillette d'informations telles que la consultation, l'observation ou l'entrevue semi-dirigée.

L'analyse et la gestion des risques ergonomiques se font donc par les intervenants directs (travailleurs et gestionnaires) dans la problématique et nécessitent un consensus du groupe de travail sur chaque intervention envisagée.

Selon les praticiens de l'ergonomie participative (Patry et al., 1993; Kuorinka et al., 1994), cette approche favorise l'échange de savoir et d'information entre les ergonomistes et les travailleurs. Elle permet aussi aux travailleurs d'avoir une influence sur leur travail. Elle permet le développement d'une atmosphère de confiance réciproque entre les participants et favorise l'acquisition de compétences. Il s'agit d'une analyse systémique du travail. L'ergonomie participative permet une meilleure compréhension du travail ainsi qu'une utilisation et une diffusion rapide de ses résultats.

L'ergonomie participative n'arrive cependant pas à résoudre les problèmes de maux de dos. Plusieurs raisons peuvent expliquer son échec:

- la démarche est vulnérable à d'éventuelles luttes de pouvoir, servant plus des intérêts personnels que collectifs:
- la démarche encourage la résistance aux changements: les rivalités de clocher dressant les membres du comité paritaire les uns contre les autres entachent la crédibilité de leurs propositions:
- le processus de sélection des membres du comité paritaire ne garantit pas que ces derniers ont les compétences les mieux adaptées pour ce genre d'analyse:
- la démarche vise l'atteinte d'un consensus basé sur la bonne volonté des intervenants. Ce consensus peut, à tout moment, être démenti puisqu'il ne comporte aucun engagement formel des participants:
- la démarche ne garantit pas la participation des travailleurs, qui souvent ne considèrent pas la sécurité de leur ressort (de Keyser, 1980);
- la démarche peut mener à n'identifier que des facteurs humains s'il y a "constat d'impuissance de faire aboutir la démarche jusqu'à des changements du milieu de travail" (de Keyser, 1980)
- la démarche ne reconnaît pas les phénomènes de risque d'aléa moral. En effet, pour les lésions musculo-squelettiques, les examens radiologiques et les analyses médicales ne peuvent objectiver la majorité des cas, ce qui peut avoir des conséquences importantes. Butler et al. (1996) ont constaté une

augmentation des lésions des tissus mous pour les années 80. aux États-Unis. Ils estiment à 30% la proportion de l'augmentation des lésions musculo-squelettiques déclarées qui seraient attribuables à l'aléa moral. Les entreprises qui reconnaissent ce phénomène ont moins d'intérêt à mettre en place des programmes de prévention, dont l'efficacité s'en trouve réduite.

Spérandio (1995) reflète notre position face à l'ergonomie participative:

Autant il est bon de rappeler à certains ingénieurs (évitons les amalgames) l'importance du facteur humain, au sens large, souvent oublié, minimisé ou mal compris, autant il est ridicule de croire que, pour qu'il n'y ait plus d'accidents, il suffirait de demander aux opérateurs et aux utilisateurs ce qu'il faut faire.

Le consensus ne constitue pas une méthode scientifique de recherche de la vérité. Comme les intervenants n'ont pas tous les mêmes intérêts et priorités, on peut supposer que le consensus vise la recherche de solutions aux problèmes, qui ne heurtent pas l'ensemble des intervenants. Le risque que comporte ce consensus est de ne pas s'attaquer aux vrais problèmes.

1.12 Systèmes de classification

En 1993, la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) a indemnisé 39 733 cas de traumatismes lombaires. L'effort excessif est le facteur le plus fréquemment cité, avec 57.7% des cas. Les autres typologies d'accidents ont les fréquences suivantes:

- chutes, 9.6% des cas;
- réactions du corps, 22.8% des cas;
- autres, 6.9% des cas;
- "non-codés", 3.0% des cas.

La C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) utilise, dans sa classification, douze agents causaux différents dont l'importance varie de 3.6% à 14.9% des cas: la moins importante est "cause inconnue" et "non-codée" et la plus fréquente "articles divers" (Allaire et Veilleux, 1994). La généralité de la classification employée laisse croire qu'il existe sûrement d'autres causes aux maux de dos qui pourraient être répertoriées à ce niveau et laisse place à de multiples erreurs de jugement sur le classement. En effet, rien n'assure que lors de l'analyse de l'accident, la bonne typologie d'accident et le bon agent causal sont choisis, et ce, à cause de :

- certains faits et données non validés (erreur de niveau);
- certaines variables n'ayant pas été prises en considération (erreur d'omission):

- "certaines informations s'imposant plus que d'autres à l'individu soit par la mémoire, soit par la nature particulière de l'environnement de la tâche" (Leblanc 1995) (biais d'acquisition d'information):
- risque de transposition des règles d'analyse d'un accident à l'autre (biais lors du traitement par le choix ou l'opération des règles):
- manque de rétroaction suite au classement pouvant engendrer des pertes d'informations difficiles à reconstruire sans erreurs:
- la généralité de la classification rendant le processus de classement flou et presque subjectif:
- l'absence de motifs à préciser certains éléments factuels lors de la déclaration.

(cette énumération de facteurs s'inspire de Leblanc, 1995).

Plusieurs systèmes de classification sont utilisés dans le monde (ANSI Z-16, E-Liste, E2, ILO). Ces derniers dissimulent, selon l'avis de plusieurs auteurs, les vraies causes et conduisent à des hypothèses parfois ridicules (Anderson, 1983; Manning, 1983; Strandberg, 1983). ANSI et E-Liste sont incapables de traiter les accidents comme une séquence d'événements imprévus impliquant plusieurs agents causaux (Strandberg, 1983). Dans le cas des traumatismes au dos, certains auteurs, en utilisant des systèmes de classification tels ISA et LDA, ont montré qu'ils trouvent une multicausalité différente (Manning, 1983). ISA ne couvre que les quelques secondes précédant la blessure. Le risque d'erreur d'interprétation est grand puisqu'il est possible de confondre une relation

temporelle et une relation d'un autre ordre (Strandberg, 1983). Les classifications, en ne permettant qu'une seule cause pour chaque accident, ne tiennent pas compte du fait qu'un accident est un phénomène multicausal (Strandberg, 1983).

Ainsi, les classifications employées, considérant souvent au même niveau les causes immédiates et les causes antérieures, ne parviennent pas à nous fournir une explication satisfaisante et cohérente.

Comme on le constate, les recherches dans le domaine de la prévention des maux de dos sont très diversifiées: plusieurs approches différentes ont été explorées et plusieurs méthodes distinctes ont été suggérées pour traduire les fondements et hypothèses des diverses avenues.

Comme le lecteur a pu aussi le constater, toutes ces approches présentent en soi des limitations d'ordre pratique à leur application. Elles comportent aussi des lacunes importantes au niveau de leur utilité pour la prévention des maux de dos. De plus, certaines approches comportent des éléments vraisemblables, mais le bien-fondé de leur justification peut laisser à désirer. Dans la problématique de la présente recherche, ce type de lacune peut mener à des actions ou des moyens de prévention inefficaces voire même erronés. La revue précédente ne serait pas complète sans examiner les fondements

des mécanismes lésionnels puisqu'ils sous-tendent les hypothèses à partir desquelles les méthodes discutées ont été élaborées.

1.13 Thèse de l'accumulation des micro-traumas

Brièvement résumée, la théorie de la fatigue des matériaux énonce qu'un matériau soumis à des sollicitations cycliques dépassant les seuils de résistance et de propagation des fissures subit des modifications irréversibles conduisant à la rupture totale. La théorie de la fatigue des matériaux repose essentiellement sur le caractère imparfait de la structure des matériaux utilisés en ingénierie (acier, béton, verre, céramique, etc.). Il peut s'agir d'imperfections chimiques ou d'imperfections dues à des concentrations de contraintes. La résistance à la fatigue d'un matériau dépend donc de ses défauts d'architecture interne et de ses irrégularités surfaciques. Les modalités de rupture aussi varient selon la nature des matériaux. Pour les aciers, par exemple, si les contraintes dépassent la distribution de résistance aux fissures (en résistance des matériaux, pour un chargement en fatigue, il s'agit de la limite d'endurance) du matériau il se crée une fissure affaiblissant le matériau. La fissure peut croître si la répétition des efforts dépasse le seuil de propagation des fissures jusqu'à la rupture selon un processus non linéaire. La vitesse de propagation augmente avec le nombre de cycles de sollicitation (Wholer, Basquin, Stromeyer, Palingren et Bastenaire: voir à ce sujet Ligeron, 1979).

La théorie de la fatigue des matériaux est importée dans le domaine physiopathologique sous l'expression d'une accumulation de micro-traumas dans les activités impliquant des efforts répétitifs sur les mêmes structures. Chacun des mouvements répétés engendre des micro-traumas qui ne peuvent être réparés d'où leur accumulation. Toutefois, cette thèse ne peut être retenue pour la majorité des maux de dos.

D'abord, la fatigue des matériaux conduit à la rupture totale ce qui est extrêmement rare pour l'ensemble des problèmes musculo-squelettiques. Lorsqu'il y a rupture totale, la nature et la grandeur des efforts exercés sur les structures sont exceptionnellement différents et importants (Leadbetter et al., 1990). Dans ces conditions, la manifestation des symptômes est rapide comme on peut le constater pour des activités répétitives inhabituelles de fin de semaine (déménagement, rénovation, etc.). Ainsi, il est incohérent d'affirmer qu'il faille des semaines, des mois, des années, voire des décennies avant que les premiers symptômes se manifestent (selon certains auteurs Kuorinka et Forcier, 1995).

En régime de fatigue cyclique (en résistance des matériaux il s'agit simplement de la fatigue), les matériaux biologiques se comportent comme des matériaux quasi parfaits, sans aucune zone de concentration de contraintes, car les causes de fatigue sont gérées par la matrice. La partie vivante des matériaux biologiques produit des éléments structuraux à des fins de remplacement, de réparation et d'adaptation (Marras 2000). Ces éléments structuraux sont construits molécule par molécule orientées dans le sens de la plus grande

résistance vis-à-vis leur sollicitation et en quantité proportionnelle à la grandeur des sollicitations des structures (Frost, 1973 et 1986, Tipton et Vailas, 1988; Bogduk et Twomey, 1991). Ainsi, seuls une défaillance adaptative ou des efforts inhabituels sont susceptibles de mettre en péril des structures comme celles du dos. Donc, dans la mesure où:

- les efforts ne dépassent pas ceux des nécessités de la vie (niveau adapté) ou;
- l'augmentation des efforts par entraînement ne dépasse pas les capacités d'adaptation par la matrice ou;
- il n'y a pas certaines pathologies;

la force maximale de levage ne peut entraîner de lésions en absence d'imprévu. C'est la thèse soutenue également par Jayson (1992).

Ainsi la théorie de l'accumulation des micro-traumas ne peut s'appliquer compte tenu de l'anatomie, de la physiologie et de la biomécanique des structures comme celles du dos, à moins que le régime de sollicitations soit dans le domaine plastique ou dans le domaine élastique avec, dans ce dernier cas, des efforts dépassant la force musculaire maximale. Dans ce cas, le délai de manifestation est très court compte tenu des fréquences usuelles d'effort.

Les évaluations et les prescriptions des méthodes classiques de prévention sont difficilement utilisables dans la réalité industrielle et peu utiles puisqu'elles sont fondées

sur une théorie incompatible avec l'anatomie, la physiologie et la biomécanique du dos. De plus, la plupart d'entre elles s'appuient sur la recherche de causes immédiates ce qui en limite les moyens de prévention. Enfin, la valeur de ces approches n'a jamais été démontrée. Certains auteurs ont constaté que plusieurs victimes de maux de dos n'ont pas exercé de forces maximales ni même manipulé de charges au-delà des recommandations de ces approches. Par contre, des approches physiologique et biomécanique, il est possible de retenir que:

- la dépense énergétique et la fréquence cardiaque sont reliées à la fatigue, qui elle est un facteur de risques de lésions au dos (voir le chapitre suivant);
- le point de départ de toute analyse des lésions au dos doit être la résistance mécanique des éléments constitutifs du dos.

Ainsi, il est justifié de considérer d'autres avenues dans la problématique des maux de dos, ce qui est traité au chapitre suivant.

CHAPITRE 2: CAUSALITÉ DES LÉSIONS AU DOS

La recherche d'une relation entre un effet et une cause hypothétique constitue l'assise de toute science. Qui dit science dit généralement rigueur, logique et utilisation de la méthode scientifique. La réalité étant ce qu'elle est, dans le cas de certaines problématiques, il arrive que les règles de preuve ne puissent être appliquées. Il faut alors soumettre nos hypothèses au processus de rejet ou d'adoption, c'est-à-dire mesurer la cohérence de nos hypothèses. Il arrive aussi parfois que plusieurs hypothèses ne puissent être rejetées. Même en situation d'incertitude il est encore possible de choisir la ou les hypothèses les plus valables (Kleindorfer et al., 1993). Ainsi, en sciences, toutes les hypothèses ne méritent pas d'être soutenues et mises en pratique. "La recherche doit reposer sur une réflexion conceptuelle solide et sur des connaissances existantes" (Contandriopoulos et al., 1990).

L'objectif du présent chapitre est d'abord de présenter le modèle retenu pour clarifier la problématique des maux de dos. Ensuite, on tentera de préciser la relation hypothétique entre les facteurs de risques de lésions au dos et la nature de ces lésions.

Les règles usuelles de l'épistémologie sont résumées à la figure 2.1:

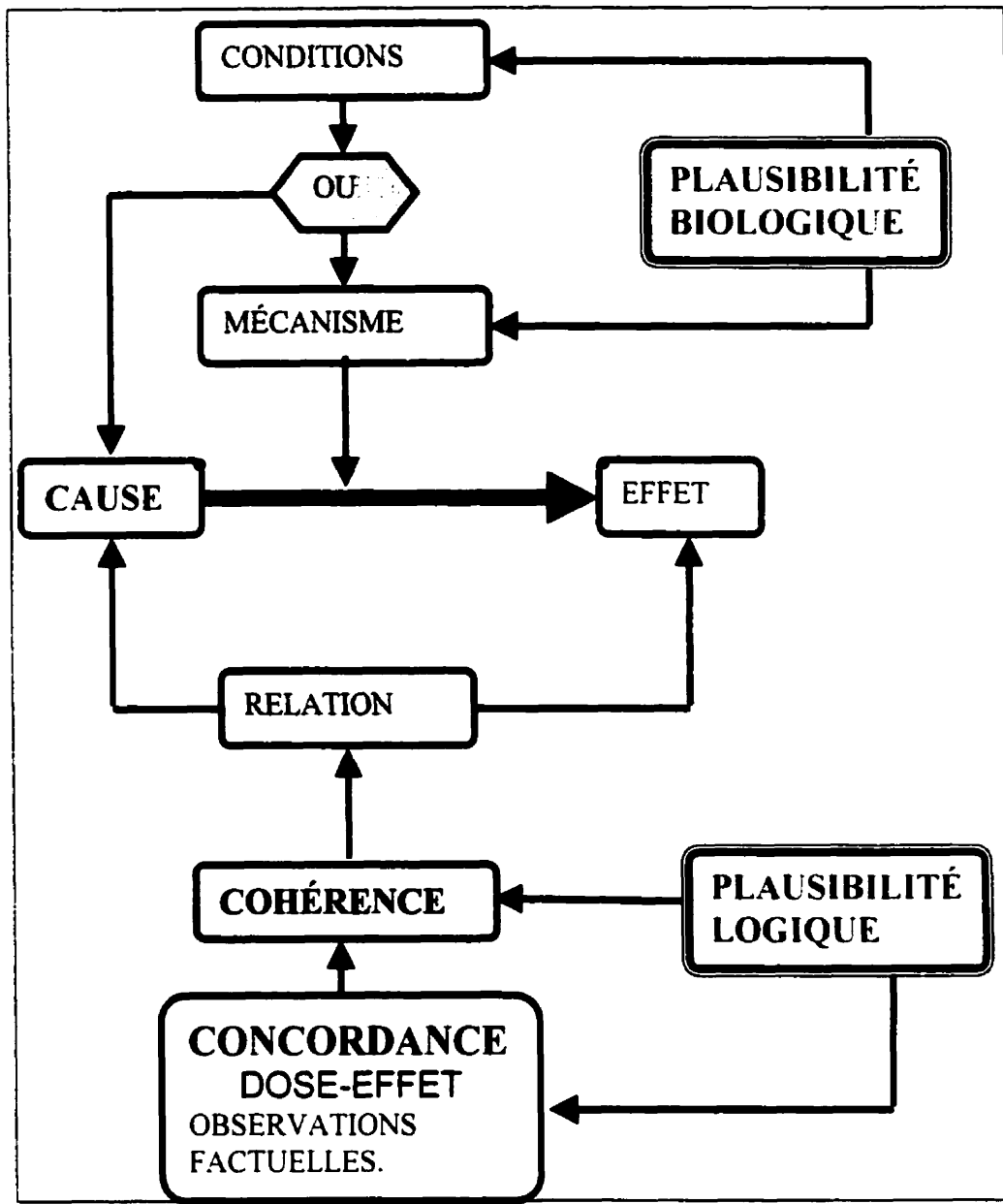


Figure 2.1: Schématisation des règles usuelles en épistémologie.

Une cause produit un effet par un mécanisme. Il existe des conditions qui rendent opérationnel ce mécanisme. Or, il arrive que nous ne connaissions pas le mécanisme ou les conditions rendant ce dernier opérationnel. Dans ces circonstances, nous ne pouvons que poser des hypothèses. Toutefois, si le problème posé nécessite une décision sur sa causalité, sans que l'on dispose des informations nécessaires, la méthode scientifique permet de faire un choix parmi certaines hypothèses. En effet, la méthode scientifique permet de rejeter toute hypothèse incohérente avec les faits ou avec les connaissances fondamentales dont on dispose et les hypothèses non plausibles. Le jugement scientifique d'une relation causale est donc essentiellement basé sur deux critères:

- la plausibilité physique ou biologique: c'est-à-dire qu'il faut identifier un mécanisme et différentes combinaisons de conditions qui permettent d'obtenir un effet lorsqu'une cause est présente;
- la plausibilité logique ou la cohérence: c'est-à-dire que la relation causale considérée doit être déterministe et reproductible, en supposant évidemment l'absence de biais (tels que les biais de sélection, d'observation, dus à l'analyste ou de mémoire) et confusion entre l'effet et sa cause.

Dans les cas où la plausibilité ne peut être établie, on peut faire des observations sur l'association entre une cause présumée et la manifestation observée (associations statistiques). Par contre, une corrélation statistique ne permet pas de conclure sur une relation de cause à effet.

Dans la problématique des lésions musculo-squelettiques, la cause immédiate est l'effort. Qu'il s'agisse d'un régime cyclique ou non, cet effort doit nécessairement dépasser le seuil approprié de résistance de la structure pour qu'il y ait lésion. De façon plus précise, pour qu'un mécanisme lésionnel s'enclenche, il faut que (Gilbert, 1998):

- le niveau d'adaptation des matériaux biologiques soit insuffisant ou;
- la capacité de réparation des matériaux biologiques soit insuffisante ou;
- la structure soit anormale ou;
- un événement extérieur mène au développement de grands efforts et à l'atteinte des limites de résistance.

Dans ce dernier cas, il est pertinent de se demander comment une telle éventualité peut se produire. Ce qui revient à se demander quels sont les mécanismes susceptibles de relier les causes antérieures à la cause immédiate. Il s'agit des mécanismes générateurs d'efforts qui s'enclenchent lorsqu'il y a une perte de contrôle de l'activité en cours. Il existe donc une combinaison de facteurs qui conduisent à un effort important sous conditions d'autres facteurs et d'une perte de contrôle de l'activité en cours.

On peut donc représenter la causalité, dans la problématique des lésions au dos, par la figure 2.2. Il s'agit d'une schématisation du raisonnement permettant de comprendre et d'identifier les risques de lésions au dos. Ce modèle a permis de proposer une approche

de prévention portant essentiellement sur les mécanismes générateurs d'efforts justifiés par les mécanismes lésionnels.

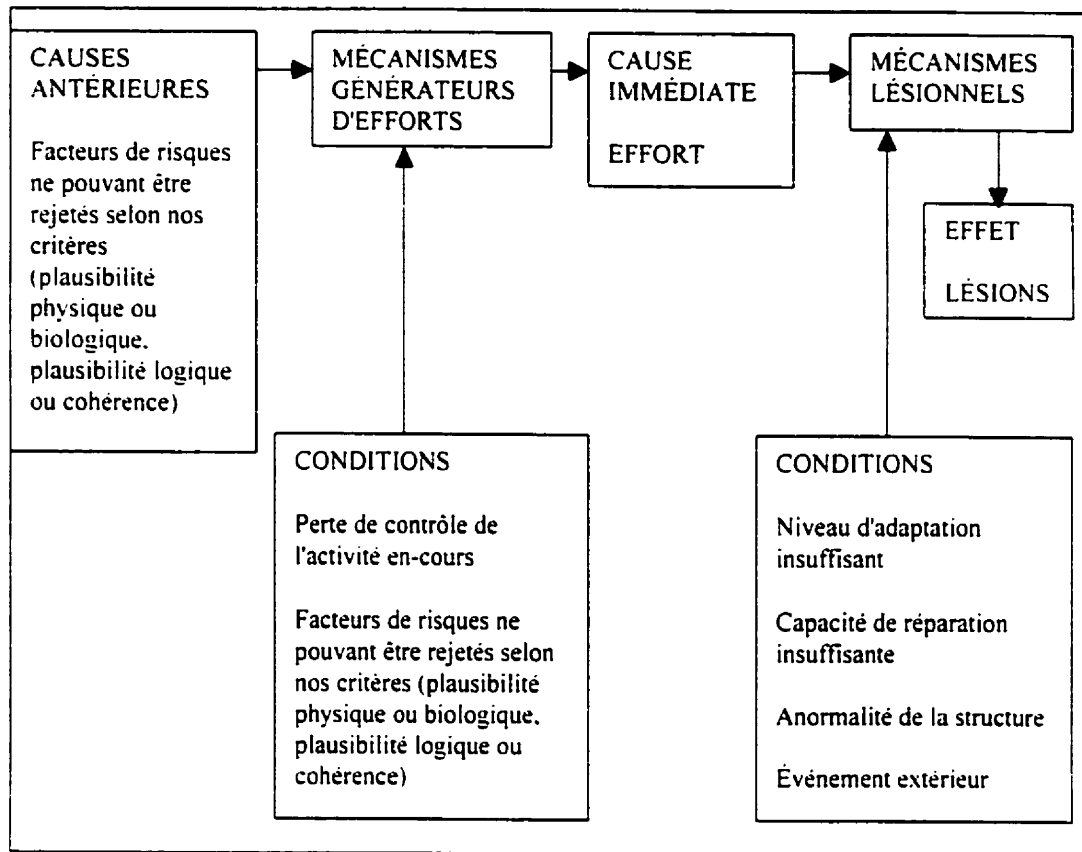


Figure 2.2: Schématisation de la causalité dans la problématique des lésions au dos (adaptation de Gilbert, 1998).

2.1 Mécanismes lésionnels

Il existe deux courants de pensée en ce qui à trait aux maux de dos: l'hypothèse du phénomène accidentel (Cholewicki et al., 1999; Radebold et al. 2000) et celle de "l'usure par usage". Les statistiques de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail) n'offrent d'autre alternative que de retenir le phénomène accidentel comme dominant la causalité (voir section 1.12 à ce sujet). De plus, l'analyse des circonstances exposées par les travailleurs dans leurs déclarations de "maux de dos" au service de santé de leur entreprise montre qu'elles relèvent exclusivement du phénomène accidentel ("s'est accroché", a trébuché, a glissé, a perdu pied, la caisse s'est déchirée, a raté la marche, est tombé) selon une étude menée par Gilbert pour Dominion Textile (1948 à 1978) et Molson (1978 à 1981). Enfin, les résultats de Manning et al. (1981) appuient la thèse accidentelle: ces auteurs rapportent deux fois plus de plaintes de douleurs au dos associées à un événement accidentel. Les autres types de plaintes sont toutes apparues soudainement. Dans ce dernier cas, il est peu probable que la douleur se manifesterait soudainement si elle était le résultat d'une sommation de micro-traumas. Un travail subséquent confirme ces résultats (Manning et al. 1984). Néanmoins, nous ne rejetons pas la possibilité que certaines lésions puissent résulter d'un phénomène de fatigue des matériaux. Nous soutenons plutôt que dans ces cas, des conditions particulières doivent être satisfaites (court délai de manifestation à cause des capacités adaptatives

structurales). Ainsi, l'objet de la présente étude est la lésion au dos, d'origine professionnelle. On s'intéresse ici au mal de dos résultant d'une lésion ou micro-lésion de nature mécanique (telle qu'une rupture en tension, en compression, en cisaillement, en torsion, ou lors de frottement). Les chutes en hauteur ne sont pas incluses dans la présente analyse.

Afin d'étudier les mécanismes lésionnels des différentes structures du dos, une approche basée sur les connaissances fondamentales d'anatomie, de physiologie et de biomécanique a été privilégiée. Ainsi, les lésions lombaires couvertes par cette étude sont les suivantes:

- l'entorse lombaire (lésions aux ligaments);
- la hernie discale (lésions des disques intervertébraux);
- les lésions aux muscles;
- les lésions aux aponévroses;
- les fractures des vertèbres;
- les lésions aux tendons.

2.1.1 Entorse lombaire

L'entorse lombaire est une "déchirure ligamentaire" sans que l'on puisse généralement préciser lequel des ligaments est impliqué (ligament jaune, ligaments surépineux,

ligaments interépineux, ligament longitudinal antérieur, ligament longitudinal postérieur, ligaments intertransversaires, ligaments interapophysaires, appareil ligamentaire des capsules facettaires, voir section A2.3, annexe 2). Un ligament relie des os et admet une certaine mobilité entre ces derniers. À l'intérieur des plages angulaires, les ligaments sont peu sollicités (Nachemson, 1975; Cholewicki et McGill, 1992). La première condition nécessaire, mais non suffisante, pour engendrer une entorse lombaire, est d'atteindre la limite des plages angulaires pour mettre en tension le ligament (voir section A2.1, annexe 2). Ensuite, le ligament doit être soumis à des efforts en tension (provenant des effets de la gravité et du mouvement) supérieurs à la force musculaire maximale (voir section A2.3 et A2.4, annexe 2). De plus, le risque de lésion est accru si le délai disponible pour une correction des tensions musculaires est trop court.

En général, un ligament se déchire à 35% d'élongation (voir annexe 2). Par contre, quelques études ont démontré que les caractéristiques des ligaments soumis à des efforts en tension diffèrent selon l'âge du sujet. Il y aurait diminution de la résistance à la traction et de l'élasticité des ligaments avec l'âge (Nachemson et Evans, 1968; Tkazuk, 1968; Chazal et al., 1985). Nachemson et Evans (1968) ont trouvé une résistance à la traction de 100kg/cm^2 (70% d'élongation) chez les cadavres dans la vingtaine et de 20kg/cm^2 (30% d'élongation) chez les cadavres octogénaires. Le module d'élasticité varie de 1000kg/cm^2 dans la vingtaine à 200kg/cm^2 chez les octogénaires.

Dans ces conditions, il est possible d'établir que l'entorse lombaire serait essentiellement associée à des imprévus, comme une chute ou quasi-chute (Marras, 2000).

2.1.2 Hernie discale

La hernie discale, peu commune dans les statistiques d'accidents, est une rupture de l'anneau fibreux pouvant être suivie d'un échappement du noyau. La hernie discale se produit généralement dans l'une ou l'autre des régions identifiées ci-dessous:

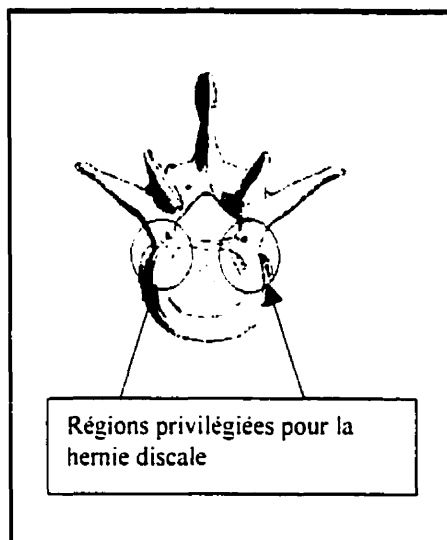


Figure 2.3 : Régions privilégiées pour la hernie discale (dessin tiré de Foster, 1989).

Après avoir décrit la nature et les mécanismes mis en cause dans une hernie discale, on montre qu'il est très improbable qu'elle puisse résulter de gestes habituels.

Pour qu'il y ait hernie discale, il faut d'abord que les efforts en présence soient importants, c'est-à-dire plus grands que les efforts maximaux générés par les muscles (voir section A2.2 et A2.4, annexe 2).

Plusieurs études soutiennent que la dégénérescence du disque due au vieillissement peut précipiter la hernie discale. Or, cette dégénérescence se traduit, entre autres, par une perte des propriétés hydrostatiques du noyau. Dans ce cas, ce dernier ne contribue plus à la répartition de la pression sur l'anneau fibreux, ne maintient plus l'état de précontrainte. Il y a donc moins de danger de migration du noyau, mais il peut y avoir une perte de souplesse et une diminution de la hauteur des disques. Nachemson et al. (1979) ont prétendu qu'il existait un lien entre l'âge, les traumatismes antérieurs et la hernie discale en affirmant:

- qu'il s'écoule en moyenne 15 ans entre les premiers symptômes de maux de dos et la hernie discale;
- qu'en moyenne les individus sont atteints à 42 ans;
- qu'ils présentent des signes de dégénérescence discale.

Il peut s'agir d'un lien purement statistique. Que les premiers symptômes se soient manifestés 15 ans avant la hernie discale ne repose sur aucun mécanisme connu. À la limite, on ne peut rejeter l'hypothèse d'un phénomène découlant du caractère aléatoire des imprévus sous forme multi-accidentelle. Les signes de dégénérescence sont liés au vieillissement.

Afin d'étudier l'effet des différents efforts mécaniques sur le disque intervertébral, un modèle par éléments finis a été construit à l'aide du logiciel ANSYS. Le modèle, des plus simples, a servi à déterminer l'allure générale de la distribution des efforts pour les différents types de sollicitations décrites ci-dessous:

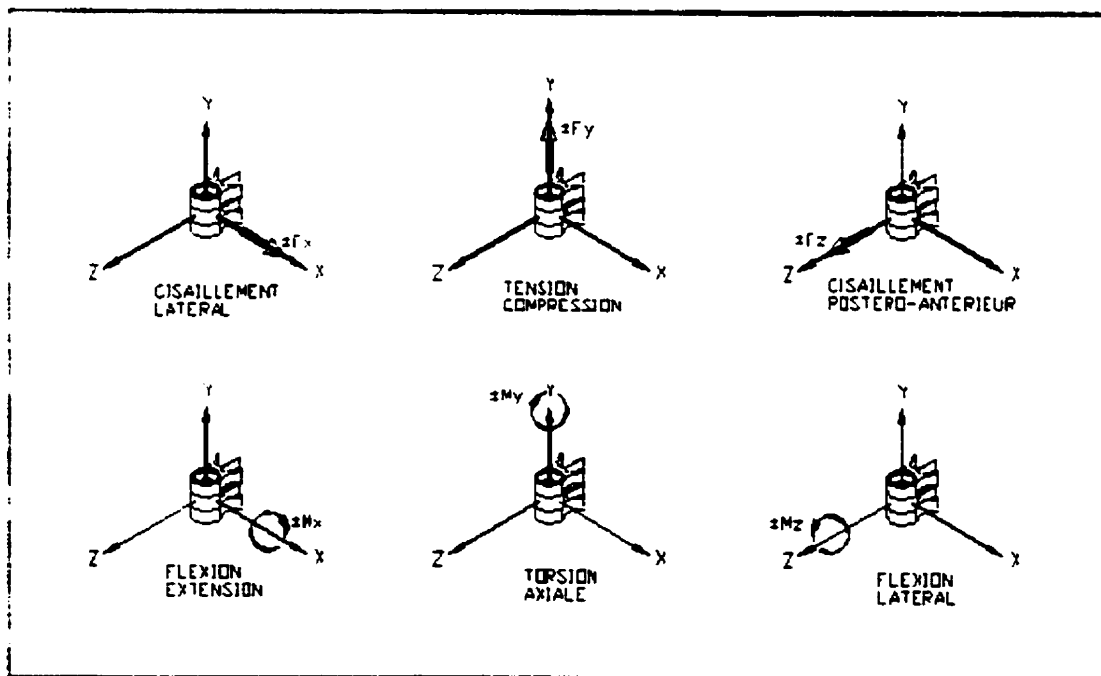


Figure 2.4: Efforts simples analysés dans le modèle par éléments finis.

Le modèle comprend trois régions: l'os spongieux de la vertèbre, l'anneau fibreux et le noyau, tels qu'illustrés ci-dessous. Le disque intervertébral a été considéré complètement symétrique par rapport aux plans frontal et sagittal. Les matériaux sont tous considérés isotropes. Les données dimensionnelles du disque intervertébral sont tirées de Farfan (1973) et Shirazi-Adl et al. (1986). Les valeurs des caractéristiques des matériaux utilisés ici (module de Young et coefficient de Poisson) apparaissent au tableau 2.1 ci-dessous.

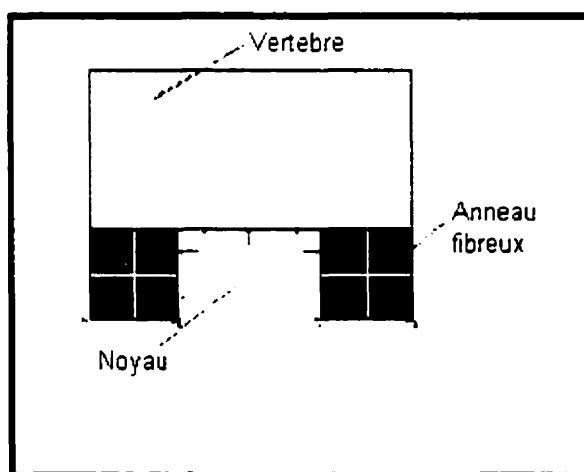


Figure 2.5: Modélisation par éléments finis.

Tableau 2.1: Caractéristiques des matériaux pour le modèle par éléments finis

Région visée	Module de Young	Coefficient de Poisson	de Provenance
Os spongieux de la vertèbre	14504 psi	0.2	Shirazi-Adl et al., 1986
Anneau fibreux	609 psi	0.45	Shirazi-Adl et al., 1986
Noyau	35 psi de pression interne		Nachemson, 1975

Pour des modèles plus évolués on peut consulter les travaux de Belytschko et al. (1974), Kulak et al. (1976), Spilker et al. (1984), Shirazi-Adl et al.(1986) ou Gilbertson et al. (1995).

La modélisation des différents efforts mécaniques sur le disque intervertébral permet de conclure que la hernie discale se produit seulement lors d'efforts importants en flexion couplés à des efforts importants d'inclinaison latérale ou couplés à une torsion importante du rachis.

Lors d'une flexion, extension ou inclinaison latérale d'une paire de vertèbres, le plateau de la vertèbre supérieure bascule du côté le plus chargé. Ceci engendre une tension des

fibres du disque intervertébral du côté opposé à l'effort. Le noyau précontraint est chassé vers la fibre en tension et tend à équilibrer cette dernière force par sa pression interne. Cette stabilisation automatique tend à ramener le plateau supérieur à sa position initiale. La distribution des contraintes, trouvée à l'aide du modèle par éléments finis, est donnée par le schéma suivant:

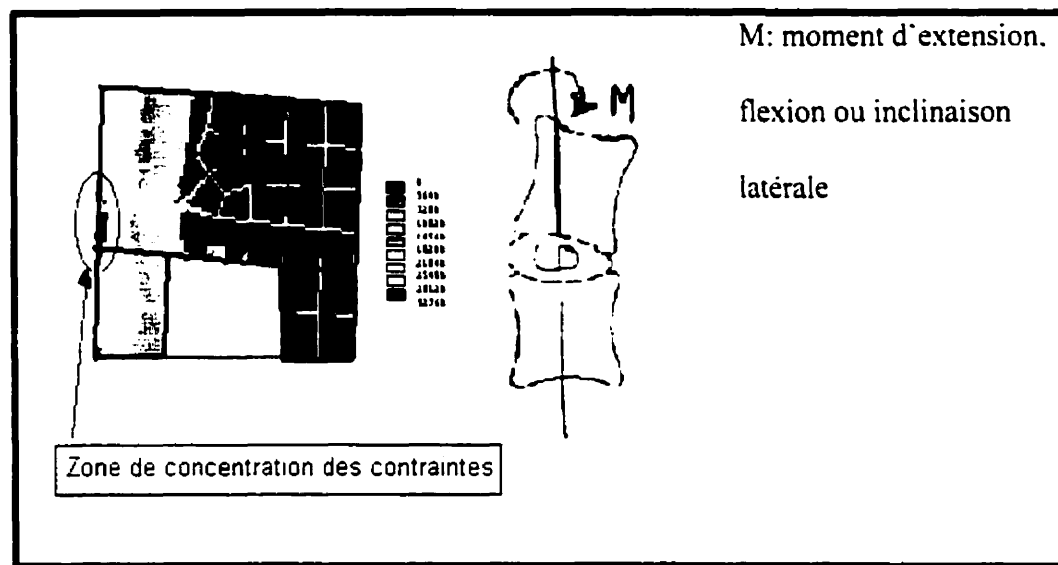


Figure 2.6: Distribution des contraintes - flexion, extension ou inclinaison latérale.

Selon Adams et Hutton (1982) la flexion peut résulter en des dommages aux ligaments et aux apophyses mais non au disque intervertébral. Selon notre modèle par éléments finis, on peut remarquer une petite zone, couvrant une faible partie de l'anneau fibreux et du plateau vertébral, où les contraintes sont plus importantes. Telle que décrit

précédemment. cette zone se situe du côté opposé à la flexion, extension ou inclinaison latérale des vertèbres.

Lors d'une mise sous efforts de tension d'une paire de vertèbres, les plateaux s'écartent engendrant une tension des fibres de l'anneau fibreux. L'effet de la pression interne du noyau est alors diminué. La distribution des contraintes, trouvée à l'aide du modèle par éléments finis, est donnée par le schéma suivant:

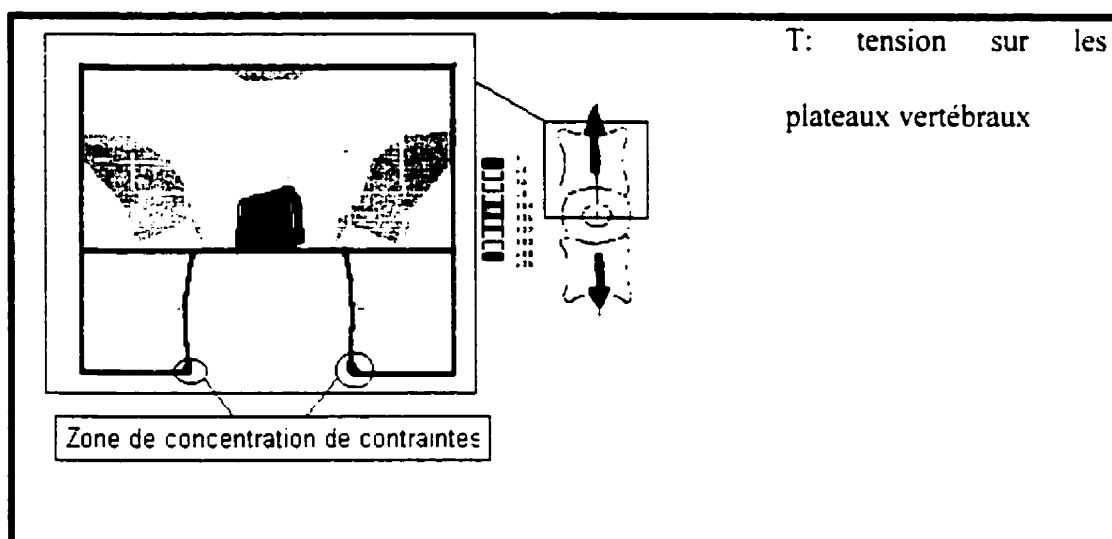


Figure 2.7: Distribution des contraintes - tension.

D'après le modèle par éléments finis, la répartition des contraintes est pratiquement symétrique par rapport au noyau. Ce modèle permet de conclure qu'une faible partie de

l'anneau fibreux est soumis à des contraintes importantes. Une hernie discale est ainsi peu probable lors d'efforts en tension ne dépassant pas les limites physiologiques.

Lors d'une mise en compression d'une paire de vertèbres, les plateaux se rapprochent et le disque intervertébral s'aplatit. La pression interne du noyau est alors répartie dans le sens horizontal sur les fibres de l'anneau (Markolf et Morris, 1974). La distribution des contraintes, trouvée à l'aide du modèle par éléments finis, est donnée par le schéma suivant:

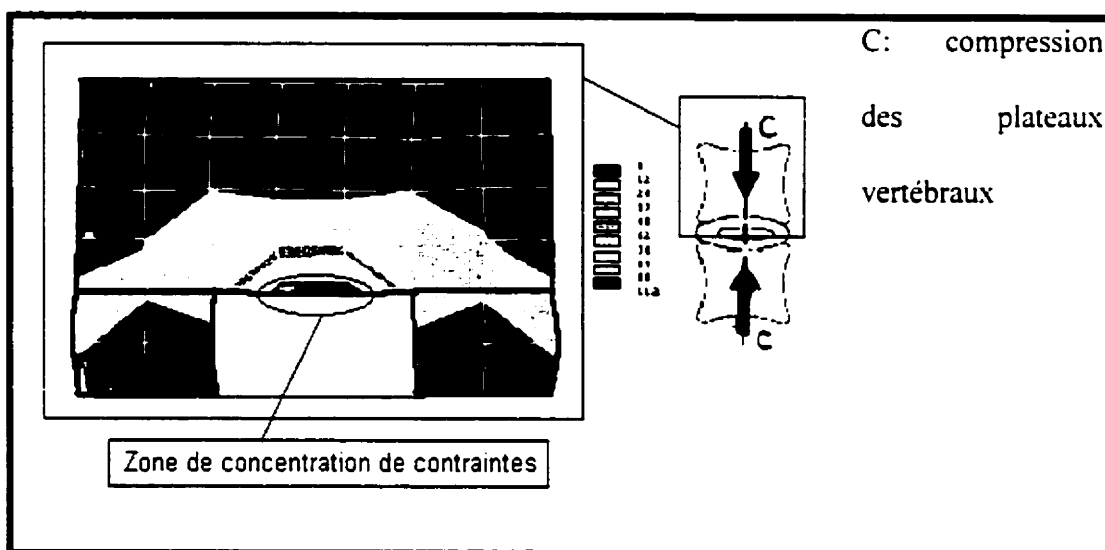


Figure 2.8: Distribution des contraintes - compression.

Plusieurs chercheurs (Perry, 1957; Chaffin et Park, 1973; Farfan, 1973 et Shirazi-Adl et al., 1986; Bogduk et Twomey, 1991; Bogduk, 1992; Panjabi et al., 1992; Bernhardt et al.,

1992; Gilbertson et al., 1995) ont démontré qu'en compression, les plateaux vertébraux cédaient avant le disque intervertébral. Ainsi, la formation d'une hernie discale serait pratiquement impossible en compression, ce que le modèle par éléments finis corrobore. En effet, on peut y remarquer une faible zone de fortes concentrations de contraintes dans le plateau vertébral juste au niveau du noyau. Ainsi, la vertèbre se rompt avant le disque lors d'efforts de compression. Les fractures des plateaux vertébraux peuvent donner naissance à la formation de nodules de Schmorl (Vernon-Roberts, 1992; Panjabi, 1992; Bernhardt et al., 1992). Comme les plateaux ne sont pas innervés, leur fracture ne peut pas engendrer de douleur. Dans certains cas, si la douleur se manifeste, elle est associée alors à des phénomènes secondaires aux fractures (Vernon-Roberts, 1992; Bogduk, 1992). Nachemson (1975) et d'autres chercheurs ont relié la pression intra-discale aux risques de maux de dos. Cette hypothèse s'avère difficilement compatible avec notre thèse puisque la compression n'est pas le mécanisme lésionnel du disque intervertébral. Pourtant l'hypothèse de Nachemson (1975) est utilisée pour expliquer l'origine de lésions aux dos lors de postures assis-debout, où la pression intra-discale diffère, et de postures assises, où les variations de pression intra-discale sont minimales en regard de la résistance des disques. Ainsi, le seul fait de porter des vêtements lourds l'hiver engendre, selon cette hypothèse, une augmentation telle de la pression intra-discale qu'il y a risque de lésion au dos.

Lorsqu'on exerce des efforts de cisaillement postéro-antérieur ou latéral sur une paire de vertèbres, le plateau de la vertèbre supérieure se déplace du côté le plus sollicité. Ceci engendre une tension dans les fibres du disque intervertébral. Le noyau précontraint tend à équilibrer ces efforts par sa pression interne. Cette stabilisation tend à ramener le plateau supérieur à sa position initiale. La distribution des contraintes, trouvée à l'aide du modèle par éléments finis, est donnée par le schéma suivant:

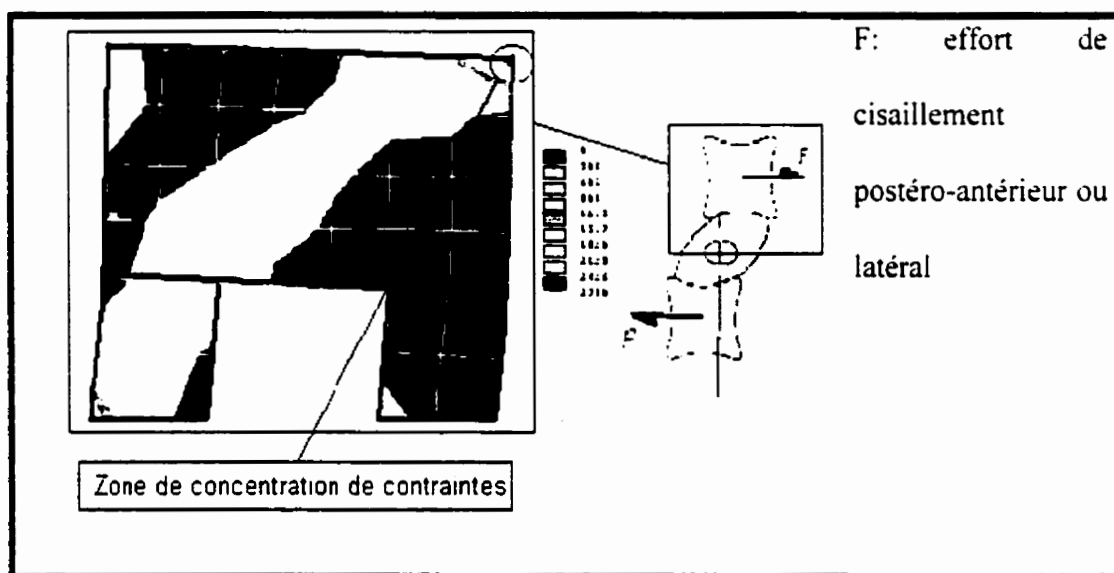


Figure 2.9: Distribution des contraintes - cisaillement.

D'après le modèle par éléments finis, la hernie discale est peu probable lors d'efforts physiologiques de cisaillement, ce que confirment d'autres chercheurs (Bernhardt et al..

1992). Cependant, le système ligamentaire participant à la résistance au cisaillement peut être lésé.

Lors des efforts de torsion axiale d'une paire de vertèbres, les fibres de l'anneau dont l'obliquité:

- est inverse au sens du mouvement sont en tension;
- les autres sont en compression apparente; la compression est subie par la matrice cartilagineuse.

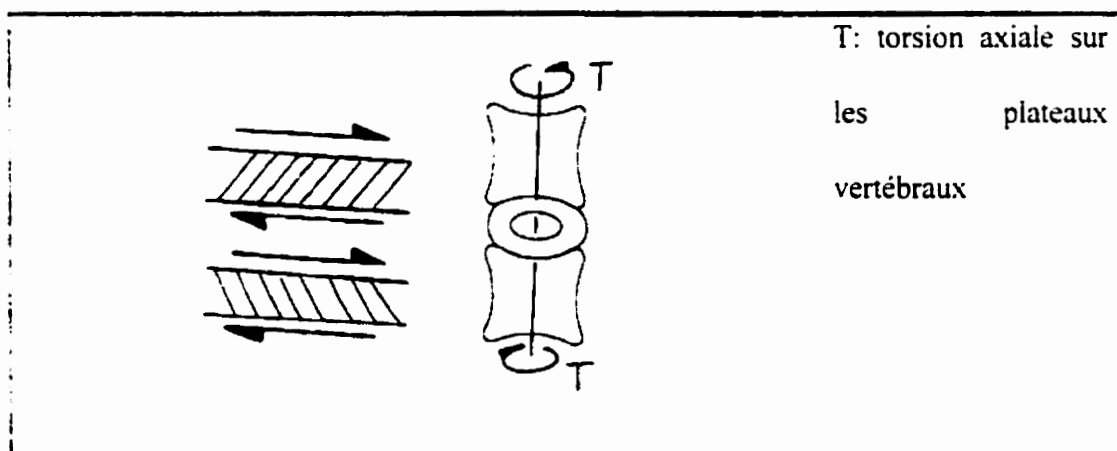


Figure 2.10: Diagrammes d'efforts - torsion axiale.

Selon Adams et Hutton (1982), la torsion peut occasionner des dommages aux facettes articulaires. Si elle est poursuivie au-delà des limites physiologiques, on note aussi des

déchirures en périphérie de l'anneau fibreux. Toutefois, la torsion pure n'existe pas. La torsion est accompagnée de cisaillement.

Selon Adams et Hutton (1982) et Shirazi-Adl et al. (1986), la hernie discale se produit seulement lors d'une flexion couplée à une inclinaison latérale ou couplée à une torsion du rachis. De plus, pour qu'il y ait hernie discale, il faut que les efforts en présence soient importants. Il doit donc y avoir une instabilité posturale intrinsèque (due à une commande ou une réponse musculaire inadéquante) ou extrinsèque du rachis. Or, en dynamique, les masses corporelles peuvent suffire à atteindre des valeurs lésionnelles. Ceci est cohérent avec les sites lésionnels observés et le modèle par éléments finis. Ainsi en conclusion, la hernie discale ne serait pas le résultat de gestes habituels.

2.1.3 Lésions aux muscles

Les muscles ne peuvent pas s'auto-déchirer. La grandeur de la force générée est fonction du nombre de fibres musculaires impliquées. De plus, chacune des fibres fournit un effort maximal en tension. Les lésions aux muscles proviennent d'une élongation à une vitesse supérieure à une vitesse seuil couplée à une extension ou contraction importante. On incrimine essentiellement les efforts excentriques. L'exemple le plus représentatif est la blessure de l'athlète (comme le joueur de "soccer" ou le "sprinter") lors d'une

impulsion, d'un démarrage, d'un changement de rythme ou d'un "lancer-frapper". Les muscles quadriceps sont susceptibles d'être lésés lors d'une contraction importante et soudaine (accélération importante) lorsque le genou est fléchi et la hanche en extension (Nicholas et Hershman, 1986; Mansat et al., 1985). Les muscles couturiers peuvent claquer lors d'une extension importante et rapide. Le changement soudain et forcé de la longueur musculaire est le mécanisme sous-jacent au claquage musculaire. La rupture prend place à la jonction musculotendineuse. La force des muscles, les blessures antérieures, un déséquilibre de force musculaire entre les muscles antagonistes ou une collision peuvent précipiter la lésion musculaire. (Nicholas et Hershman, 1986). (voir section A2.4, annexe 2). Dans les gestuelles de travail, on peut retenir que certains aménagements (aménagements encombrés et exigus, aménagements où l'individu ne voit pas ce qui se passe au sol, aménagements sur sol en pente ou escaliers) et certains équipements (équipements de déménageurs, dont l'interface humain-machine mérite une reconception) peuvent engendrer des lésions au dos. Selon notre thèse, dans ces cas, on se retrouve dans des situations d'instabilité posturale ou des situations où l'information sur l'environnement est partielle ou des situations où il y a augmentation de la charge de travail ou de l'astreinte. Dans ce dernier cas, selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction ou l'attention du travailleur soient affectés. Dans tous les cas, il y a incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.

Les muscles sont mis à contribution autant en régime statique que dynamique. Ils sont donc souvent atteints de fatigue et engendrent des douleurs importantes sans qu'il y ait nécessairement lésion. Certains pensent qu'il pourrait s'agir d'un phénomène inflammatoire transitoire. Il disparaît avec le repos ou la poursuite de l'activité par des phénomènes adaptatifs (comme pour la pratique d'un sport saisonnier). Il est donc important de distinguer la fatigue de la lésion musculaire.

2.1.4 Lésions aux aponévroses

Les aponévroses (aponévrose du carré des lombes, aponévrose lombaire, aponévrose de la masse commune, aponévrose du transverse) sont du tissu conjonctif reliant et recouvrant les muscles ou des toiles reliant les structures avoisinantes. Les aponévroses peuvent remplir plusieurs rôles. Dans notre problématique, le rôle structural dans la distribution des efforts (Caron, 1985) est d'un grand intérêt. Comment les aponévroses contribuent à l'action des muscles et à la répartition des efforts demeure une question ouverte. Comme il s'agit de tissu innervé, il est possible qu'il occasionne de la douleur lors d'une déchirure. Par contre, à notre connaissance, les lésions et les mécanismes lésionnels reliés à ces structures n'ont jamais été étudiés à ce jour. Quoi qu'il en soit, l'examen de ces aponévroses, principalement celles de type fascia, témoigne d'une résistance élevée en tension, qui à n'en pas douter, suggère un rôle structural important.

2.1.5 Fracture des vertèbres

Les fractures de vertèbres (cervicales, thoraciques, lombaires) se traduisent surtout par des fissures des plateaux. Des fissures peuvent se produire si les efforts en présence (compression, tension, cisaillement, torsion) dépassent la résistance mécanique de la structure (voir section A2.1, annexe 2) (Perry, 1957; Chaffin et Park, 1973; Farfan, 1973; Shirazi-Adl et al., 1986; Bogduk et Twomey, 1991).

Certains auteurs ont tenté d'établir un lien entre le seuil de fracture en fatigue des vertèbres en compression, la densité osseuse (ou la quantité de minéraux dans les vertèbres) et l'aire de la vertèbre dans le plan perpendiculaire à l'application de la force (Brinckmann et al., 1989; Hansson et al., 1980; Granhed et al., 1989; Guzik et al., 1996). Par contre, dans ce dernier cas, aucun mécanisme physique ne justifie la relation linéaire trouvée statistiquement. Seul un calcul des forces interatomiques aurait permis d'appuyer la relation statistique établie. Certaines études in vitro suggèrent que le nombre de cycles nécessaires à la fracture en fatigue de vertèbres soumises à des efforts cycliques de compression varie entre 200 et $1.3 \cdot 10^6$ cycles (Hansson et al., 1987; Brinckmann et al., 1988). On ne fait pas ici la distinction entre la fatigue cyclique (endurance) et la fatigue oligocyclique (impliquant des déformations plastiques). Ceci a amené plusieurs chercheurs à transposer les modèles classiques de fatigue des matériaux aux biomatériaux

(Bishu, 1990; Guo et al., 1994; Van Dieën et Toussaint, 1997). Or, les biomatériaux sont quasi parfaits en régime cyclique. Dans ce cas, la matrice veille à gérer les concentrations de contraintes par des phénomènes adaptatifs. Les études visant à caractériser le comportement des matériaux humains en fatigue s'effectuent en laboratoire, sur des cadavres. Les cellules étant mortes, les propriétés ne sont évidemment plus les mêmes. Il est donc en effet possible de prolonger les efforts cycliques et atteindre la rupture puisqu'il n'existe plus de phénomènes adaptatifs. Le seul moyen connu d'étudier le comportement en fatigue chez le vivant est l'étude des programmes d'entraînement des athlètes par exemple. Or, plusieurs constatent que les traumatismes chez les athlètes sont rares (Bogduk et Twomey, 1991). D'autres chercheurs (Van Dieën et Toussaint, 1995 et 1997) ont tenté de modéliser le phénomène de fatigue des matériaux en passant par l'expression de l'énergie de déformation d'un matériau soumis à un ensemble de contraintes. Ils ont apparemment tenté de tenir compte du comportement viscoélastique d'un système-vertèbre. Pourtant, ces mêmes chercheurs ont reconnu que le phénomène de viscoélasticité n'est pas le même chez les vivants et les morts (Van Dieën et Toussaint, 1997). Les propriétés mécaniques des tissus structuraux diffèrent substantiellement entre le cadavre et le vivant (Keller et al 1990). De plus, ils n'ont pas tenu compte du phénomène d'osmose du noyau qui a pourtant une contribution significative. Enfin, ils ont modélisé le comportement du disque intervertébral pour inférer celui des plateaux vertébraux.

On ne peut appliquer la théorie de la fatigue des matériaux aux éléments structuraux d'un organisme. Seuls une défaillance adaptative ou de réparation, l'anormalité d'une structure et des efforts inhabituels sont susceptibles de mettre en péril un élément biologique structural à matrice vivante. Par contre, la théorie de l'accumulation des micro-dommages peut être valide dans le cas de la fatigue oligocyclique. Les sollicitations sont alors dans la zone plastique. Ainsi chacun des micro-traumas répétés par chacun des gestes ne peut être réparé. La manifestation est rapide comme on le constate en clinique pour des activités répétitives inhabituelles de fin de semaine.

2.1.6 Lésions aux tendons

Tout muscle est relié aux os par des tendons. Dans le cas du rachis, la plupart des muscles en semblent dépourvus macroscopiquement à leurs origines et insertions. Une dissection très fine à la limite du domaine macroscopique montre que non seulement ils existent mais ils présentent une architecture très particulière (Caron, 1985).

Certains auteurs ont posé comme hypothèse que les tendons peuvent être lésés par un phénomène de fluage lors d'un chargement continu ou par un chargement cyclique (Goldstein, 1981; Fung, 1981; Silverstein, 1985). La rupture a été observée après un chargement, en tension de l'ordre de l'effort musculaire maximal, d'une durée de 3000

secondes. Or, à la force maximale, l'effort ne peut être maintenu plus d'une dizaine de secondes (Scherrer, 1967).

MacNab et Rathbun en 1970 et 1973, à partir d'observations du tendon du sus-épineux chez le cadavre, ont proposé qu'un effort statique sous-maximal et prolongé peut causer une tendinite. MacNab a observé un phénomène dégénératif caractérisé par la disparition de la vascularisation au site de compression du tendon. Dans les études de MacNab, la majorité des cadavres étaient d'âge avancé, sauf quelques exceptions. Il ne disposait pas d'histoire médicale de "tendinite du sus-épineux" pour les cadavres examinés. Il a noté la même disparition de vascularisation chez tous ses cadavres (âgés et jeunes).

Depuis 1986, suite à l'étude systématique de Benjamin, Evans et Copp portant sur les tendons, on sait qu'il y a absence normale de vascularisation de toute portion de tendon soumis à des efforts autres que purement axiaux. Il s'agit donc d'un phénomène tout à fait normal et l'on note, dans ces zones de compression, la présence d'une gaine synoviale ou de son équivalent (capsule).

Les études expérimentales récentes de Brooks, Revell et Heatley (1992) contredisent l'hypothèse ischémique comme pathogénie du sus-épineux que ce soit par compression ou indirectement par privation d'irrigation sanguine. À ce sujet, il faut rappeler qu'un tendon n'a besoin ni d'oxygène ni de nutriments ni d'être débarrassé de déchets et n'a pas besoin

de repos. Sa fonction est remplie par des éléments extracellulaires et inertes (polymères) qu'il soit soumis ou non à une tension. Il n'y a donc que la matrice vivante qui a le rôle d'adapter sa résistance s'il y a lieu ou de réparer ses éléments inertes en cas de bris.

Lindblom a étudié, en 1939, la pathogénie des phénomènes dégénératifs sur des spécimens de coiffe des rotateurs prélevés chez des patients. Ce chercheur a démontré que ces phénomènes sont plutôt secondaires à un trauma, exception faite de la polyarthrite chronique destructive. Les observations de l'auteur conduisent à rejeter l'hypothèse de l'usure ou de micro-ruptures associées à l'activité professionnelle.

D'une façon générale, les chirurgiens pratiquent systématiquement l'anoxie (ischémie totale) par garrot des membres pendant plusieurs heures sans produire de lésions même aux cellules les plus vulnérables (neurones, myocytes). Les médecins, lors d'un diagnostic de tendinite, situent généralement l'inflammation là où il y a une gaine synoviale (où le tendon n'est pas vascularisé). Sous l'hypothèse que l'inflammation résulte d'une activité, l'inflammation n'est certes pas la lésion puisque la réaction inflammatoire est une réaction non spécifique et physiologique de défense de l'organisme à une lésion.

La résistance mécanique d'un tendon est importante. Une courbe contrainte-déformation montre les phénomènes suivants: rupture à 10% d'élongation, limite de la zone élastique à 4 ou 5%, "pied" à 1%. Or, la force maximale d'un muscle produit une déformation de l'ordre de 1%. Une telle déformation n'entraîne que des variations angulaires interatomiques des monomères collagéniques ce qui exclut un phénomène de fatigue.

Ainsi, rien ne laisse supposer que les tendons puissent être lésés par des activités, même avec imprévis, à moins qu'ils ne soient déjà atteints (Gilbert, 1994). En raison des faibles variations angulaires aux points d'origine et d'insertion, rien ne permet de supposer une vulnérabilité quelconque de leurs entèses. Ainsi, la rupture d'un tendon est toujours associée à un phénomène dégénératif de calcification ou de dégénération de la structure ou d'une des nombreuses maladies tendineuses.

L'analyse des mécanismes lésionnels, en jeu, dans la problématique des maux de dos et la revue des caractéristiques anatomiques, physiologiques et biomécaniques des différentes structures du dos (voir annexe 2), permettent de dégager les faits suivants:

- bien que l'on connaisse les limites angulaires des différentes vertèbres, seules les amplitudes angulaires globales du rachis peuvent être appréciées par l'observation d'un poste en milieu de travail. Dans des postures extrêmes, il est difficile de déterminer si la limite des plages angulaires est atteinte à

chacun des étages du système vertébral, dans les cas où la question est susceptible d'être soulevée:

- les propriétés mécaniques des unités fonctionnelles vertébrales (disques, ligaments et muscles) ont été établies sur des cadavres et souvent en isolant la structure visée. Aucune étude ne rapporte les propriétés mécaniques des différentes structures agissant toutes ensemble in vivo, du moins chez l'humain:
- la contribution de chaque structure et le moment où chacune entre en action font encore l'objet d'études:
- la variabilité interindividuelle et la variabilité expérimentale constituent un obstacle certain à l'obtention de propriétés mécaniques et d'observations anatomiques généralisables:
- beaucoup "d'anomalies structurales" par rapport à un référentiel plus ou moins hypothétique de normalité au niveau du rachis sont souvent sans objet clinique. Même dans le domaine médical, ces anomalies peuvent facilement être associées, sans causalité, avec des maux de dos d'origine musculaire, des lésions ligamentaires ou autres:
- une lésion est possible sous conditions de défaillances adaptatives ou de capacité de réparation, d'anormalité de la structure ou de développement de grands efforts et de l'atteinte des limites angulaires.

On comprend donc que c'est la grandeur des efforts locaux qui détermine la possibilité de lésion. Par conséquent, en pratique, l'objectif de prévention doit être centré sur la production de ces efforts et leurs déterminants. C'est ainsi que l'action préventive doit porter sur les phénomènes engendrant de grands efforts, soit les "mécanismes générateurs d'efforts".

2.2 Mécanismes générateurs d'efforts

Jusqu'à récemment, la plupart des intervenants en prévention des maux de dos croyaient que les accidents étaient engendrés par une rupture d'un élément du dos, sous un effort excessif sans imprévu ou un effort minime et répétitif. Les statistiques de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) traduisent bien cette croyance. L'effort excessif est cité dans 57.7% des cas en 1993. Notre compréhension des faits et des connaissances du problème nous conduit à considérer que la cause immédiate des lésions au dos est l'effort dépassant les limites de résistance mécanique de la structure. Cependant la question pertinente pour la prévention est de savoir comment une telle éventualité peut se produire. Ce qui revient à se demander quelles sont les causes des grands efforts et comment intervient, pour certaines lésions, l'atteinte des limites angulaires.

Quant à l'effort minime et répétitif, tous ont reconnu là, l'homologie avec les phénomènes de fatigue des matériaux. Il convient d'être quelque peu prudent à transposer les seuils de fracture et les seuils de propagation de fracture en fatigue des matériaux non vivants aux matériaux vivants. Les constituants des biomatériaux ne sont pas tous inertes (Panet-Raymond et al., 1999).

Les connaissances actuelles en physiologie montrent que le seul fait de soulever une charge ne peut engendrer une lésion d'un élément du dos (Bogduk et Twomey, 1991). La logique n'exclut pas que le fait de diminuer la charge par une méthode ou par une autre peut faire diminuer le risque de lésions au dos. Cependant, les facteurs d'interférence semblent nécessaires pour que les charges puissent constituer un risque de lésions au dos. Ainsi, hormis un effort d'origine externe, seulement une incertitude sur le devenir de l'acte, une erreur dans la commande nerveuse ou dans la réponse motrice sont susceptibles d'enclencher un mécanisme lésionnel. Le comportement mécanique des structures du dos en fonction des efforts appliqués (Evans, 1970) montre que les muscles n'ont pas la puissance nécessaire pour endommager une colonne vertébrale saine. Les muscles, comme les ligaments, les disques, les vertèbres, les aponévroses et les tendons assurent, entre autres, sous la direction du système nerveux, la stabilité globale du dos. Panjabi (1992) regroupe ces structures en trois sous-systèmes distincts:

- les composants passifs (vertèbres, facettes, disques, ligaments et muscles (propriétés mécaniques passives), tendons);
- les composants actifs (muscles produisant leurs actions via les tendons);
- le système nerveux central (commande et rétroaction utilisant les capteurs biologiques des muscles, ligaments et tendons).

Il faudrait sans doute ajouter les aponévroses, les entèses et les jonctions myo-tendineuses comme autres sous-systèmes.

Lorsqu'un des sous-systèmes accomplit mal sa tâche, au moins un des autres sous-systèmes doit compenser la défaillance, aux dépens toutefois d'une concentration de contraintes que l'on doit considérer comme un risque. Si c'est impossible, il y a perte de contrôle de l'activité en cours et accroissement des risques de blessure. Le tableau ci-dessous donne un ordre de grandeur du délai nécessaire pour amorcer différents types de réponses (Panet-Raymond, 1997).

Selon Panet-Raymond et al. (1999):

L'évaluation des délais absolus d'activation des muscles du tronc permet de déterminer que les réponses réflexes sont de type réponses proprioceptives ou vestibulaires (Washer, 1981).

Les résultats démontrent que le système nerveux central réagit à une perturbation avec des délais substantiels et

selon des patrons d'activation pouvant paraître paradoxaux qui rendent les structures passives de la colonne exposées durant des périodes significatives à l'ensemble du chargement causé par la perturbation.

Tableau 2.2: Délai nécessaire pour différents types de réponses (tiré de Panet Raymond, 1997)

Type de réponse	Délai (ms)
Réflexe d'étirement	30-50
Réflexe polysynaptique d'étirement	50-80
Réaction selon l'expérience	80-120
Réponses proprioceptives ou vestibulaires	150
Réaction volontaire	120-180

Ainsi, un événement fortuit, tel:

- une perte d'équilibre occasionnée par une chute ou quasi-chute (glissade, dérapage, roulement, trébucher ou buter, interférence avec des personnes, véhicules ou objets, catachrèse (utiliser un équipement pour une fin pour laquelle il n'a pas été conçu) ou mouvements involontaires);
- une instabilité posturale (la position du centre de gravité de l'ensemble individu-charge par rapport à la base de sustentation et ce en tenant compte de

tous les appuis (Normandin et al., 1993) est en dehors de ce polygone ce qui augmente la vulnérabilité au déséquilibre en soi);

- une instabilité intrinsèque de la colonne vertébrale (Andersson et Winters, 1990; Bermark, 1989; Cholewicki et McGill, 1996; Crisco III, 1990):

peut engendrer une perte de contrôle de l'activité en cours. D'importants efforts impulsionnels se voient ainsi mal redistribués sur la colonne vertébrale. Le délai disponible est trop court pour une correction des tensions musculaires à cause de la dynamique des masses corporelles et des charges manipulées. La redistribution s'effectue à partir des informations prévisionnelles sur l'action en cours, les données proprioceptives, ainsi que l'environnement de la tâche (Whiting, 1984; Oddsson, 1990). D'après les temps de réponse musculaire (de l'ordre de 50 ms – Labonté et al., 1982; 57 à 74 ms – Radebold et al., 2000), on en déduit que généralement, en dynamique, le devenir du geste doit être pré-programmé pour être exécuté de façon sécuritaire. Si les informations prévisionnelles sont partielles, erronées ou mal intégrées par le cervelet, faute de temps ou par erreur, ou si un élément interfère avec les mécanismes de protection, il y a risques de concentration de contraintes. Généralement les efforts ainsi développés sont plus grands que ce que les muscles peuvent fournir en raison des efforts d'origine inertielle.

Rien jusqu'à maintenant ne nous permet de croire que les mécanismes naturels de protection ne jouent pas leur rôle correctement sauf en situation d'imprévu. Sinon, quelle hypothèse permet d'expliquer qu'un grand nombre de tâches à grands efforts ne conduisent pas à des traumatismes au dos et que les traumatismes chez les athlètes (particulièrement les haltérophiles) sont rares (Bogduk et Twomey, 1991)? De plus, comme on ne constate pas de destructions structurales massives du dos à la chirurgie ou à la dissection, chez les individus déployant des efforts extrêmes, l'hypothèse voulant que la répétition, avec effort, d'un geste mette plusieurs décennies à se manifester (Kuorinka et al., 1994) est discutable. En effet, on constate que ce sont principalement les jeunes travailleurs, pourtant plus forts, qui présentent le plus de blessures et l'on n'arrive pas à cerner la valeur d'une charge qui présenterait un risque (Prévenir aussi, 1999).

2.3 Identification des causes antérieures

La cause immédiate des lésions au dos est l'effort. Différents mécanismes lésionnels et leurs conditions permettent d'expliquer les lésions aux différentes structures. Par contre, dans la majorité des cas de lésions, la médecine est incapable d'identifier avec certitude l'origine du mal de dos. Hormis les défaillances d'adaptation ou de réparation des biomatériaux et l'anormalité de certaines structures, seule une perte de contrôle de

l'activité en cours est susceptible de mettre en péril l'intégrité structurale du dos à moins d'un grand effort appliqué de l'extérieur.

Afin de compléter la causalité, il convient d'aborder les causes antérieures ou facteurs de risques ne pouvant être rejetés, selon les critères du jugement scientifique d'une relation causale (plausibilité physique ou biologique, plausibilité logique ou cohérence).

En amont de l'identification, proprement dite, des facteurs de risques, il a été nécessaire de balayer, de façon large, la littérature. Cette démarche a permis de répertorier les facteurs de risques de maux de dos considérés par d'autres chercheurs ainsi que les hypothèses et le raisonnement sous-jacents à leurs choix. De la littérature sur la problématique des maux de dos, seules certaines catégories de sources ont été consultées dont:

- la littérature portant sur les analyses de risques;
- des études de nature épidémiologique;
- les statistiques de lésions de la C.S.S.T.(Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec);
- des études cliniques;
- des études de cas en milieu de travail: ces études spécifiques ne peuvent servir à établir une relation causale, mais peuvent servir à éclairer l'étape de la formulation d'hypothèses sur la causalité;

- les modèles et théories des maux de dos étudiés en fonction des connaissances anatomiques, biomécaniques et physiologiques relatives aux méthodes d'analyse de risques:
- des études traitant des chutes ou quasi-chutes. Ces perturbations de l'équilibre occasionnent souvent des maux de dos selon plusieurs chercheurs (Manning et Shannon, 1981; Manning, 1983; Chaffin et al., 1978; Troup et al., 1981).

Un premier tri des facteurs de risques précédemment répertoriés a ensuite été effectué. Seuls les facteurs de risques pour lesquels il existe un fondement scientifique suffisant ont été retenus, c'est-à-dire seuls ceux répondant aux critères suivants ont été considérés:

- les études les considérant sont rigoureuses quant au respect de la méthode scientifique:
- les méthodes de traitement statistiques employées sont valides:
- les résultats doivent être reproductibles:
- les hypothèses avancées ne peuvent être rejetées:
- les conclusions peuvent être généralisées:
- la relation de causalité est plausible physiquement ou biologiquement.

Comme exemple d'étude de facteurs de risques de lésions au dos écarté, il faut citer celle où certains chercheurs affirment que les individus religieux sont moins incommodés par la douleur et l'inconfort et sont donc moins touchés par les maux de dos (Magora, 1970).

Pourtant aucun mécanisme connu répondant aux conditions nécessaires ne permet d'établir une relation plausible entre les maux de dos et le fait d'être peu croyant. Ainsi, aucun fondement scientifique suffisant n'existe dans l'hypothèse de cette relation causale. On rejette donc la croyance et la religion comme facteurs de risques de lésion au dos. Certaines personnes s'accommodent mieux de l'inconfort et des malaises associés à la fatigue musculaire et même à l'expression de la douleur, mais on conviendra qu'il est difficile d'associer ces relations à une démarche préventive.

Aux facteurs de risques écartés pour leur manque de fondements scientifiques il faut ajouter tous les facteurs de risques personnels. Un des objectifs majeurs de notre étude est de fournir le matériel nécessaire à l'établissement d'un programme de prévention. De plus, sans nier l'importance capitale et déterminante de certaines conditions personnelles, on a volontairement limité les facteurs de risques aux seules caractéristiques des postes de travail et à leur organisation. Autrement, il aurait fallu intégrer à la prévention, la sélection des travailleurs. Or, il s'agit d'une part d'une dimension où les frontières posent de délicats problèmes éthiques et légaux et, d'autre part, à la lumière des mécanismes lésionnels il n'apparaît pas que cette source conditionne significativement les statistiques de lésions et on ne peut, pour le moment, envisager de moyens pour en faire la distinction.

Afin de compléter l'identification des facteurs de risques de lésions au dos, il a fallu utiliser un outil d'identification et d'organisation de l'information. L'outil privilégié dans notre étude est la construction de scénarios par arbres de défaillances. Cet outil a été développé en 1961 par Watson, de Bell Laboratories (Watson, 1962). Sa rigueur de raisonnement, de vérification et de validation en font un outil tout à fait approprié dans notre contexte. Par contre, cette analyse itérative ne permet pas d'affirmer avec certitude que tous les facteurs de risques ont été identifiés. Dans l'avenir, le modèle peut subir des changements. Ainsi, pour organiser et combiner les facteurs de risques, les étapes suivantes ont été respectées:

- identifier les facteurs de risques (causes immédiates, nécessaires et suffisantes);
- classer les facteurs de risques;
- identifier les facteurs de risques intermédiaires jusqu'à l'obtention des facteurs de risques (du type événement de base) présents dans l'aire de travail où évolue le travailleur;
- classer les facteurs de risques intermédiaires;
- reprendre les étapes précédentes pour chaque scénario construit à partir d'une activité de travail.

Pour une description plus complète de cette technique le lecteur peut consulter Villemeur (1988). La figure 2.11 illustre une portion d'un arbre de défaillances construit dans le cadre de ce projet.

À l'issue de cette analyse on a obtenu une liste hiérarchisée, sur une échelle temporelle, de facteurs de risques de lésions au dos. Il est clair que, dans l'ensemble, l'importance de chacun de ces facteurs diffère considérablement. Elle varie, par exemple, avec les tâches, les environnements, les conditions d'exécution du travail et les caractéristiques individuelles.

L'analyse des interrelations entre ces facteurs a ensuite été entreprise par l'utilisation:

- des résultats de la revue de la littérature;
- du processus déductif similaire aux arbres de défaillances. On a aussi tenu compte de connaissances fondamentales reliées à la physiopathologie, à la biomécanique des maux de dos, aux comportements et aux aptitudes et capacités de l'humain au travail;
- d'un modèle exhaustif de causalité développé par Fortin et al. en 1983;
- des modèles du logiciel A.S.M.É.M.A. (Assistance Mécanique à la Manutention), développé pour le compte de l'Institut de Recherche sur la

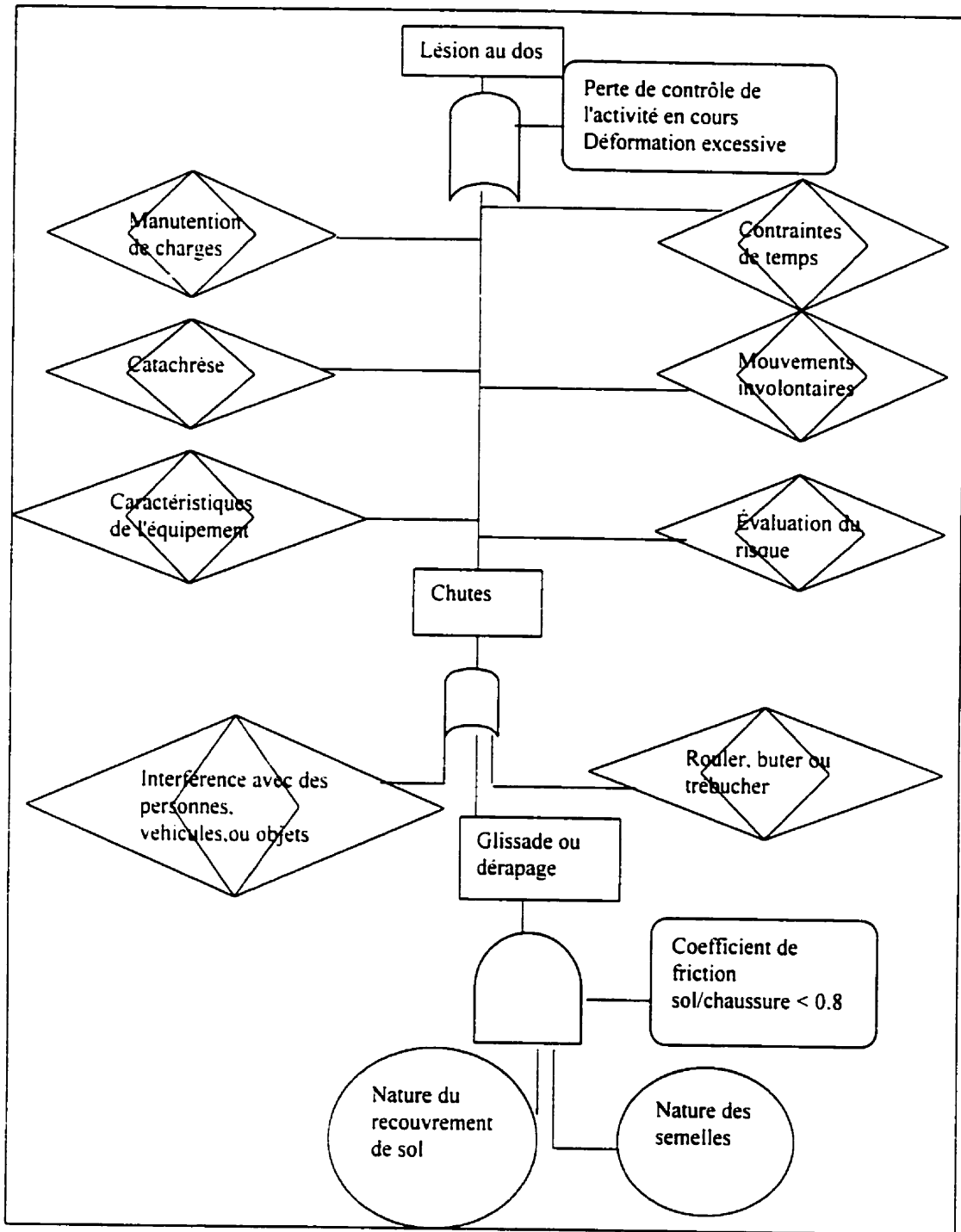


Figure 2.11: Exemple d'arbre de défaillances.

Santé et la Sécurité au Travail (I.R.S.S.T.) du Québec, par Normandin et al. en 1993 (voir une synthèse de cette grille à l'annexe 8).

Le produit final, un modèle multifactoriel fondé sur les divers mécanismes lésionnels et privilégiant les facteurs propres à chaque environnement, a été mis sur un support informatique, le système de gestion de bases de données relationnelles ACCESS. Une disquette contenant ce fichier est disponible en annexe.

Microsoft Access est une base de donnée relationnelle. Les informations y sont stockées par sujet dans des tables distinctes et dans des champs (colonne d'une table) différents. Nous avons abordé la construction de la base de données et donc de l'ensemble des tables comme l'approche systémique pour l'analyse et la conception de postes de travail. La figure 2.12 illustre les grandes catégories de composants qui ont été considérés dans notre modèle.

Les facteurs de risques ont donc été classés selon ces catégories. On retrouve donc dans notre modèle, des éléments très agrégés comme les équipements et l'environnement qui sont ensuite détaillés afin de préciser la variable ou le groupe de variables pouvant être à l'origine d'une lésion au dos.

On peut accéder à cette banque de facteurs de risques par une catégorie d'éléments du poste de travail (points d'entrée du modèle) ou un quelconque sous-élément. On obtient alors une liste de facteurs de risques qui lui ont été associés, ainsi que leur synonyme. À chaque fois, on peut trouver les travaux supportant la reconnaissance de ce dernier comme facteur de risques.

Plus précisément, notre modèle exige l'utilisation de neuf tables:

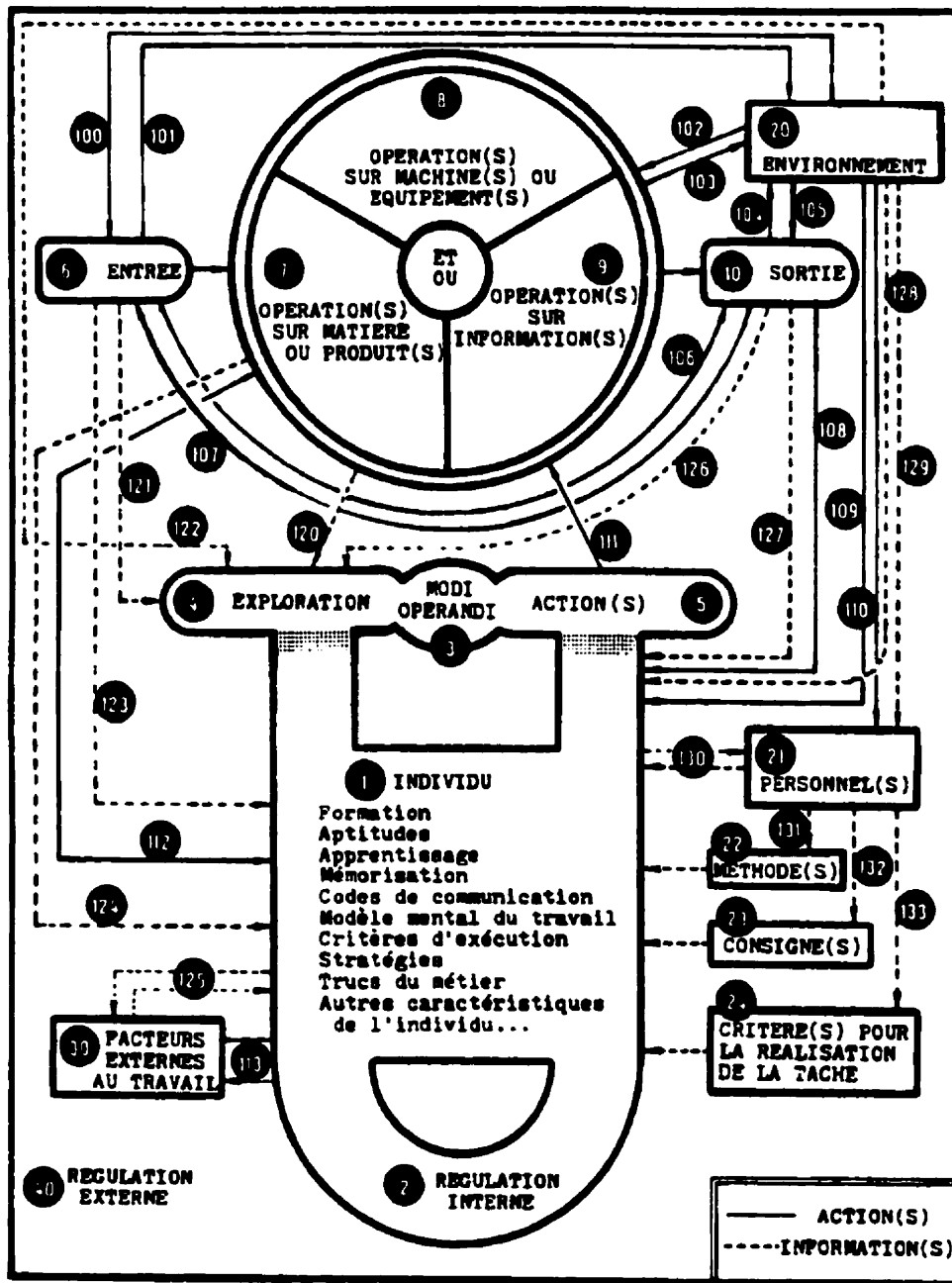
1. Description des méthodes classiques: cette table contient l'information sur les méthodes classiques de prévention des maux de dos, soit leur identification, leurs limites et les sites internet les présentant s'il y a lieu.

2. Entrées: cette table répertorie les causes immédiates des lésions au dos selon notre thèse.

3. Facteurs-auteurs: cette table établit le lien entre les travaux portant sur les facteurs de risques et les facteurs de risques.

4. Facteurs de risques: cette table contient certaines informations sur les facteurs de risques soit: leur identification, s'ils sont un sous-élément d'un autre élément, s'ils se situent au niveau élémentaire ou non de la hiérarchie des facteurs de risques, s'ils sont inclus dans un autre facteurs de risques.

Dans ce dernier cas, il s'agit du regroupement des facteurs de risques



D'après R. Gilbert

Figure 2.12: Approche systémique dans l'analyse de postes de travail.

faisant référence à la même réalité sous un même numéro de facteurs de risques.

5. Liens causaux: cette table établit les liens entre les différents facteurs de risques.

6. Méthode classique-facteur: cette table permet d'identifier, pour chaque méthode classique, les facteurs de risques pris en compte.

7. Mots-clés: cette table répertorie un certain nombre de mots-clés pouvant être utilisés comme synonymes ou pour se référer à une portion de la réalité d'un facteur de risques.

8. Références: cette table répertorie toutes les références consultées et la bibliographie de la thèse. Dans certains cas, on trouve un résumé du contenu pertinent pour la problématique en cause dans ce projet et quelques remarques et critiques.

9. Terme-facteur: cette table fait le lien entre les mots-clés et les facteurs de risques.

Les liens entre les tables sont effectués à partir de champs clé primaire. Ces champs permettent d'identifier de façon unique chaque enregistrement (ligne d'une table) de la table. Dans notre cas nous avons quatre clés primaires:

Clé de méthode: cette clé permet l'identification de chaque méthode classique.

Clé de facteur de risques: cette clé permet l'identification de chaque facteur de risques.

Clé de référence: cette clé permet l'identification de chaque étude en référence ou bibliographie.

Terme: cette clé permet l'identification de chaque synonyme.

Nous avons aussi construit des requêtes pour l'affichage des données provenant de plusieurs tables et pour la vérification des doublons (Filtre facteurs étant des caractéristiques. Filtre selon inclusions, Vérifier auteur, Vérifier facteur, Auteur 766).

Pour faciliter l'enregistrement de l'information sur les références et la bibliographie, nous avons créé deux formulaires:

Bibliographie: ce formulaire présente toute l'information sous forme tabulaire.

Référence: ce formulaire présente l'information minimale à entrer pour une référence sous forme d'une fiche.

Enfin pour faciliter l'impression de l'information contenu dans toute la base de données, nous avons créé plusieurs états:

Auteurs ayant traité des facteurs de risques permet l'impression de la table facteurs-auteur.

Description des méthodes classiques permet l'impression de la table description méthode classique.

Facteurs de risques pris en compte dans les méthodes classiques permet l'impression de la table méthode classique-facteur.

Information sur les facteurs de risques permet l'impression de la table facteurs de risques.

Liens causaux entre les facteurs de risques permet l'impression de la table liens causaux.

Mots-clés permet l'impression de la table mots-clés.

Points d'entrée dans le réseau des facteurs de risques permet l'impression de la table entrées.

Références permet l'impression de la table références en excluant les champs critique et résumé.

Références contenu complet permet l'impression de la table références.

On peut, par exemple, décider d'entrer dans le réseau de facteurs de risques par le facteur 300 (table entrée). Dans la table facteurs de risques on se rend compte qu'il s'agit du facteur manutention de charges. On peut vouloir savoir quelles sont les études

répertoriées ayant traité de ce facteur. Dans la table facteur-auteur on trouve les références 8, 9, 10, 12, 18, 23, 250, 436, 470, 472, 473, 475, 476, 477, 478, 555, 646, 647, 695. On peut maintenant consulter la table référence pour connaître le contenu complet de la référence 12. Par exemple la référence 12 est l'étude de Bishu, R.R. (1989) Risks of Back Pain. Can a Survey Help? A Discriminant Approach. Journal of Occupational Accidents, 11(1), 51-68 et un court résumé de cette étude est inclus. On peut maintenant vouloir savoir quelles sont les sous-éléments du facteur manutention de charges, dans la table facteurs de risques on trouve, entre autres, le facteur 39 soit les caractéristiques de la charge. Un sous-élément de caractéristiques de la charge est le facteur 44 caractéristiques dimensionnelles de la charge. De la même façon le facteur 386, poids de la charge est un sous-élément de caractéristiques dimensionnelles de la charge. On peut vouloir un synonyme de caractéristiques de la charge, soit le facteur 39. Dans la table terme-facteur on trouve pour le facteur de risque 39, le mot-clé 25, soit attribut dans la table mots-clés. On peut maintenant vouloir savoir quelle méthode classique a considéré le facteur 386, soit le poids de la charge, comme facteur de risques. Dans la table méthode classique-facteur on trouve, entre autres, la méthode 1. Dans la table description des méthodes classiques on voit qu'il s'agit des tables de Snook. Enfin, on peut vouloir trouver quels facteurs de risques ont pour cause le facteur 39 (caractéristiques de la charge) dans la problématique des lésions au dos. Dans la table liens causaux on trouve les facteurs 98 (coordination et équilibre), 627(posture de

manutention à l'agrégation et à la ségrégation), 630(forces appliquées pour la manutention).

On présente à l'annexe 3 une liste des facteurs de risques de lésions au dos ne pouvant être rejetés, selon les critères du jugement scientifique d'une relation causale. Le tableau ci-dessous présente les principales catégories de facteurs de risques retenus ainsi qu'une courte justification de leur relation avec les lésions au dos.

Tableau 2.3: Facteurs de risques de lésions au dos retenus et justification de leur lien

Facteur de risques	Justification du lien avec les lésions au dos
Glissade ou dérapage Rouler, buter ou trébucher Interférence avec des personnes, véhicules ou objets	D'après les temps de réponse musculaire, nous en déduisons qu'en régime d'efforts dynamique, il doit y avoir pré-programmation du devenir de l'acte pour que le dos soit protégé. Il faut donc que l'acte anticipé corresponde à la réalité de ce devenir. Toute interférence comporte donc un risque de lésions au dos. Il en est de même si l'information utilisée pour la programmation de l'acte est erronée.
Aménagement du poste de travail	Certains aménagements de postes de travail favorisent les situations d'instabilité posturale (exemple: aménagement encombré et exigü), d'autres les situations où l'information sur l'environnement est partielle (exemple: aménagement où l'individu ne voit pas ce qui se passe au sol) et enfin d'autres contribuent à l'augmentation de la charge de travail (exemple: aménagement sur sol en pente ou escaliers) ainsi qu'à l'augmentation de l'astreinte. Dans ce dernier cas, selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction ou l'attention du travailleur soient affectés. Dans tous les cas, il y a incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.

Tableau 2.3: Facteurs de risques de lésions au dos retenus et justification de leur lien (suite)

Facteur de risques	Justification du lien avec les lésions au dos
Etat des équipements, des lieux et bâtiments	Lorsque des équipements ou des lieux sont mal entretenus (exemples: nids de poules dans la chaussée, déversement d'huile ou d'eau au sol dans une zone de circulation des travailleurs, le rejet systématique de déchets de production au sol), il peut se présenter une situation d'incertitude sur le devenir de l'acte ou il peut y avoir augmentation de la charge de travail (exemple: pousser un chariot à roulettes dont les roulements à billes sont brisés) ainsi que de l'astreinte. Dans ce dernier cas, selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction, l'attention du travailleur en soient affectés. Dans tous les cas, il y a incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.
Facteurs environnementaux	Tous les facteurs environnementaux (exemple: manutention de charges par jour de grandes chaleur et humidité) peuvent contribuer à l'augmentation de la charge de travail ainsi que de l'astreinte. Selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction, l'attention du travailleur en soient affectés. De plus, dans ses activités, l'individu cueille de l'information visuelle, auditive et tactile sur l'action en cours et son environnement. Cette information peut être partielle, erronée ou mal intégrée par le cervelet (exemples: éclairage insuffisant, bruit excessif). Il y aura donc incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.

Tableau 2.3: Facteurs de risques de lésions au dos retenus et justification de leur lien (suite)

Facteur de risques	Justification du lien avec les lésions au dos
Equipements de protection (exemples: casque, masque, visière, souliers de sécurité lourds, support à outils, équipements de protection contre les chutes en hauteur)	Le port d'un équipement de protection interférant avec la tâche peut contribuer à l'augmentation de la charge de travail. Selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction, l'attention du travailleur en soient affectés. De plus, dans ses activités, l'individu cueille de l'information visuelle, auditive et tactile sur l'action en cours et son environnement. Cette information peut être partielle, erronée ou mal intégrée par le cervelet (exemple: manutention de charges avec port de protecteurs auditifs). Il y aura donc incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.
Vêtements inappropriés	Des vêtements impropres au travail (exemple: vêtements trop amples en usinage), des chaussures inadéquates pour le travail (exemple: talons hauts pour le travail d'entretien ménager), le port de colliers, bracelets, cheveux longs sont susceptibles d'interférer avec le devenir anticipé de l'acte. Certaines tenues vestimentaires favorisent l'instabilité posturale (exemples: vêtements lourds, ceintures de travail, sacs à outils et boulons).
Evaluation du risque Anticipation défaillante	En situation réelle de travail, le nombre de risques est trop grand pour qu'ils puissent tous être considérés dans l'exécution d'une tâche. Le travailleur va donc prendre plusieurs décisions concernant ces risques. Ces décisions sont basées sur sa connaissance des risques auxquels il est exposé dans son travail. Cette décision implique que le travailleur doit recueillir une certaine quantité d'informations sur l'action en cours et l'environnement de la tâche. Ces informations peuvent être partielles, erronées ou mal intégrées. Il se pose alors une situation d'incertitude sur le devenir de l'acte qui peut résulter en lésions au dos.

Tableau 2.3: Facteurs de risques de lésions au dos retenus et justification de leur lien (suite)

Facteur de risques	Justification du lien avec les lésions au dos
Formation, entraînement ou expérience de l'opérateur ou de l'équipe	La connaissance des risques est fondée principalement sur l'expérience des travailleurs avec les risques auxquels ils sont exposés. C'est sur cette connaissance que s'appuient les motifs de la prise de risques. Durant l'exécution de gestes ou de manoeuvres, plusieurs informations spécifiques changent dans le temps et servent de rétroaction. Ces informations peuvent être partielles, erronées ou mal intégrées (exemple: novice dans le déménagement). Il se pose alors une situation d'incertitude sur le devenir de l'acte qui peut résulter en lésions au dos.
Caractéristiques des équipements	La conception adéquate des interfaces humains-machines est un souci de première importance pour les ergonomes. Malheureusement, très souvent, le travailleur doit s'adapter aux équipements en place, ce qui peut contribuer à augmenter la charge de travail (exemple: équipements de déménageurs: "diable"). De plus, certaines machines créent des problèmes d'aménagement, de facteurs environnementaux, de contraintes de temps avec les risques que chacun de ces facteurs comporte. Quant à la charge de travail et l'astreinte, selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction, l'attention du travailleur en soient affectés. Il y a donc incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.
Contraintes de temps	Les contraintes de temps sont susceptibles de restreindre les marges de manoeuvre de l'opérateur en cas d'imprévus. D'autre part, de longues heures régulières ou en période de pointe peuvent contribuer à la fatigue et à une baisse de vigilance. Il en est de même pour certains types d'horaires. Tout ceci peut rendre l'individu plus vulnérable aux imprévus.

Tableau 2.3: Facteurs de risques de lésions au dos retenus et justification de leur lien (suite)

Facteur de risques	Justification du lien avec les lésions au dos
Manutention	Il est clair que les caractéristiques d'une charge sont susceptibles d'influencer la nature et la grandeur de l'effort à fournir de même que sa maîtrise. La qualité de la maîtrise de la charge peut avoir une influence sur le niveau de fatigue et la stabilité de l'individu.
Santé-sécurité au travail	La qualité du système de santé-sécurité au travail pourra influencer l'individu dans sa décision sur la prise de risques.
Mouvements involontaires	Les mouvements involontaires peuvent résulter en instabilité posturale (exemple: bruits et cris inattendus peuvent provoquer des gestes qui interfèrent avec la réalisation de ces derniers).
Catachrèse	Un équipement utilisé à des fins autres que celles pour lesquelles il a été conçu comporte un risque équivalent à un équipement très mal conçu.
Travail d'équipe ou d'atelier	Dès qu'une tâche de travail s'effectue à deux individus, la planification et la communication des équipiers est primordiale pour éviter les situations d'instabilité posturale ou d'augmentation de la charge de travail (exemple: transport d'un réfrigérateur dans un escalier étroit). Dans ce dernier cas, selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction, l'attention du travailleur en soient affectés. Il y a donc incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.

Tableau 2.3: Facteurs de risques de lésions au dos retenus et justification de leur lien (suite)

Facteur de risques	Justification du lien avec les lésions au dos
Caractéristiques du travail	Les exigences des différentes tâches d'un travail, ainsi que leur coordination peuvent contribuer à l'instabilité posturale ou à l'augmentation de la charge de travail ou de l'astreinte. Selon les différences individuelles (stratégies, modes opératoires, méthodes de travail) il est possible que la coordination, le temps de réaction, l'attention du travailleur en soient affectés. Dans tous les cas, il y a incertitude sur le devenir de l'acte pouvant résulter en lésions au dos.
Equilibre Coordination Vitesse de réaction Attention Vigilance Mémorisation Pénibilité de la tâche Charge de travail Fatigue	Plusieurs de ces variables ont été mentionnées précédemment. Le risque n'est pas nécessairement le même pour toutes.

2.4 Fatigue générale et fatigue musculaire

En 1969, Grandjean a défini la fatigue ainsi:

La fatigue est une notion de la vie de tous les jours, bien connue de chacun. Ce concept s'applique à des situations diverses, mais qui ont toutes en commun une diminution de la faculté de travail et de résistance. La multiplicité des emplois du vocable "fatigue" a mené à une confusion presque chaotique des notions. Une définition précise s'impose donc: la physiologie distingue depuis longtemps

la fatigue musculaire de la fatigue générale. La première est un phénomène aigu et douloureux que l'homme localise dans les muscles sollicités. La fatigue générale est un état caractérisé par la sensation d'une diminution de la faculté de travail.

Bien que cette distinction soit importante, plusieurs éléments de la fatigue générale demeurent, encore aujourd'hui, à étudier. Pour ce qui est de la fatigue musculaire, elle est inductrice de sensation d'inconfort, de malaise et de douleur selon le degré de fatigue. De plus, les efforts inducteurs de fatigue musculaire sont plus élevés en régime dynamique qu'en régime statique (comprenant entre autres les postures).

La fatigue musculaire, dépendant de son niveau (mesurés par l'évolution de la fréquence de l'EMG, l'élargissement progressif des corridors de mouvement, l'augmentation progressive de la fréquence cardiaque et la faible récupération au repos immédiat et d'autres mesures antéro-veineuses, biochimiques et physiques), est susceptible d'interférer dans la précision des gestes professionnels et dans la coordination motrice. Ceci peut augmenter la probabilité de gestes manqués. De plus, lorsqu'un muscle est fatigué, les forces qu'il peut appliquer aux éléments structuraux sont plus faibles.

Ainsi, la fatigue n'est pas une lésion, même si elle s'exprime par diverses manifestations, parfois douloureuses. Toutefois, comme elle est susceptible de diminuer la qualité de la commande musculaire et son exécution, on ne peut écarter l'hypothèse de sa contribution

comme facteur de risques de lésions. La fatigue nous apparaît plutôt comme un facteur indirect parmi des centaines et essentiellement conditionnel à la survenue d'une interférence à moins d'un état d'épuisement physique, ce qui est devenu plus rare aujourd'hui. On peut tout de même s'interroger sur la généralisation du phénomène ou sur les conditions de sa généralisation aux muscles du rachis. En effet, l'étude de la contribution du réflexe de contraction des abdominaux aux efforts en compression discale, par un protocole de fatigue des muscles abdominaux (Bartelink, 1957) n'a pas permis, de trouver une réponse inadéquate de ces derniers lors d'efforts.

À partir de connaissances fondamentales, des observations factuelles et du cadre conceptuel de causalité énoncé ci-haut, il est possible de dresser la liste des facteurs de risques de lésions au dos.

Il est donc, à notre avis, plus approprié d'aborder la prévention des lésions au dos par une approche multifactorielle fondée sur les mécanismes lésionnels et privilégiant les facteurs propres à chaque environnement. Par contre, l'élaboration d'un outil efficace de prévention doit aussi comprendre les aspects de comportements stratégiques des intervenants, ce qui est abordé dans le prochain chapitre.

CHAPITRE 3: COMPORTEMENTS STRATÉGIQUES DANS LA GESTION DES RISQUES DE MAUX DE DOS

Les changements technologiques (tels que ceux reliés à la communication et aux traitements de l'information), la globalisation des marchés et les déréglementations diverses ont engendré de profonds changements dans les activités de production des entreprises. Les aspects de coordination, de synchronisation et d'organisation des activités et des opérations sont métamorphosés. D'autres modes de gestion des activités doivent donc être envisagés. La tendance est à la recherche d'une flexibilité, d'une autonomie et d'une polyvalence accrue de l'appareil productif. Ainsi, on peut noter aussi une augmentation des situations dans lesquelles les asymétries d'information (non correspondance entre les informations détenues par les intervenants sur la situation) peuvent être déterminantes. Comme tout effort de prévention comporte une désutilité pour celui qui l'entreprend, les risques de santé-sécurité n'échappent pas à ce phénomène. Il convient donc d'aborder aussi la gestion des activités de prévention en santé-sécurité dans cette perspective.

En général, les systèmes de santé-sécurité au travail sont fondés sur la prévention, la réparation et/ou l'indemnisation en cas de lésion. Au Québec, la prévention est privilégiée et la législation repose sur le principe d'innocence sans égard à la faute. Plusieurs travaux montrent que les intervenants en santé-sécurité ne sont pas passifs

économiquement (Chelius, 1982; Worall et Appel, 1987; Krueger, 1990; Moore et Viscusi, 1990; Butler, 1996; Gardner et al., 1996; Lanoie et Baril, 1996; Bolduc et al., 1997; Lanoie et Fortin, 1998; Butler et al., 1998). C'est ainsi que le système de santé-sécurité peut devenir une solution de remplacement au travail (Gardner et Butler, 1996; Gardner et al., 1996). Certains chercheurs ont trouvé une association entre la diminution de la générosité de l'assurance-emploi et l'augmentation de la durée moyenne d'absence indemnisée par la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) (Fortin et al., 1995; Fortin et Lanoie, 1998). Ils ont aussi trouvé une association entre la diminution des prestations de l'assurance-emploi et l'augmentation du nombre de cas s'appuyant sur des révélations sélectives ou des manipulations d'information volontaires et calculées (Fortin et al., 1995; Fortin et Lanoie, 1998). Certaines études ont montré aussi que les lésions comportant un problème de diagnostic sont plus souvent rapportées le premier jour suivant un congé que les autres (telles que les lacérations ou les contusions) (Smith, 1990). D'autres ont montré que le système d'indemnisation de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) a un effet sur la nature des lésions rapportées. Une augmentation de l'espérance d'indemnisation engendrerait une augmentation des blessures non reliées au travail et difficiles à diagnostiquer (Bolduc et al., 1997; Fortin et Lanoie, 1998).

Par leur nature, les maux de dos sont particulièrement susceptibles au phénomène d'aléa moral (Dionne et al., 1995). Plusieurs éléments favorisent cette situation tels que:

- les problèmes de diagnostics (Fortin et Lanoie, 1998);

- la difficulté de détermination du risque acceptable;
- la législation: la loi québécoise permet à la fois l'indemnisation des maux de dos aggravés ou rendus symptomatiques par le travail et ceux d'origine accidentelle;
- la perception induite par des messages d'autorités: la législation (et tous ceux qui contribuent à construire des courants jurisprudentiels) et les scientifiques tendent à convaincre les travailleurs de la nécessaire association entre mal de dos et lésion (ou pathologie).

Pour faire une gestion efficace du risque de maux de dos, il est nécessaire de comprendre le contexte dans lequel ce risque doit être géré. Comme l'a si bien exprimé Denis en 1998:

...la sécurité ne relève pas, comme on le croit généralement, notamment lorsqu'il s'agit d'expliquer la catastrophe, de la responsabilité d'un opérateur, auteur d'une "erreur humaine", mais plutôt d'une multiplicité d'acteurs sociaux. Le risque est constitué de nombreux éléments en interaction dont il faut saisir la dynamique pour ensuite intervenir efficacement.

Dans le présent chapitre, on vise cette compréhension de la dynamique entre les intervenants directement impliqués (management, travailleurs). On décrit d'abord l'origine et la nature des principaux comportements stratégiques de ces intervenants. On tente ensuite de comprendre les interactions entre ces intervenants et de trouver des possibilités de coordination des volontés et des efforts. Enfin, une approche de

prévention intégrant les gestions scientifique et organisationnelle des risques, dite approche partenariale, est proposée.

3.1 Travail autonome et polyvalent

Avec la globalisation des marchés, la vague de déréglementation et les changements technologiques, pour assurer leur survie, les entreprises doivent être de plus en plus concurrentielles. Pour ce faire, elles misent sur leurs compétences clés et la flexibilité structurelle, en particulier dans l'organisation du travail. La technologie, comme ensemble d'équipements et de processus, s'achète. Toutefois, la compétence et le savoir-faire d'un employé ont plus une valeur qu'un prix d'échange. Ainsi, le travailleur est devenu souvent un partenaire difficilement remplaçable à l'identique en termes productifs. Les entreprises doivent donc:

- investir différemment dans leurs ressources humaines, comme elles le font dans les autres ressources. Plusieurs encouragent ainsi la participation active des employés aux objectifs de l'entreprise (Roy et al., 1998);
- traverser de pénibles phases de restructuration. Les entreprises ont recours à de nouvelles formes d'organisation du travail telles que la main-d'oeuvre contractuelle, la sous-traitance, l'enrichissement ou l'élargissement des tâches de la main-d'oeuvre actuelle.

Pour répondre aux nouvelles exigences de "rapidité, d'efficacité et d'efficience" (Roy et al., 1998), plusieurs entreprises utilisent les services des travailleurs autonomes et polyvalents. Ce type de main-d'oeuvre assume différentes fonctions et responsabilités. gère son travail, établit ses règles et fait preuve d'initiative et de créativité dans l'accomplissement de ses tâches (Maggi et Meddeb dans Spérandio, 1995; Roy et al., 1998). Cette flexibilité accrue de l'appareil productif amène évidemment ses problèmes. Les asymétries d'information et les comportements stratégiques, en particulier le risque d'aléa moral (phénomène par lequel le principal, l'agent ou une tierce partie adoptent un ou des comportements stratégiques basés sur des opportunités post contrats et ce à cause des asymétries d'information existantes) dans la relation employé-employeur et le phénomène de sélection adverse (phénomène par lequel le choix des partenaires est basé sur la prévisibilité et l'efficacité prévue de leur contribution), sont omniprésents. Tous les aspects du travail sont touchés par ces phénomènes, incluant la santé et la sécurité au travail.

3.2 Sources de comportements stratégiques

La relation employé-employeur, dans un contexte de travail autonome et polyvalent, peut être représentée par le modèle d'agence. Hatchuel et Ponsard (1996) proposent la définition suivante pour le modèle d'agence:

Le principal tente d'attirer l'agent ayant les compétences les mieux adaptées (phénomène de sélection adverse) et d'éviter qu'une fois le contrat signé, l'agent ne perde toute

incitation à donner le meilleur de lui-même faute de compensation suffisante due à l'inobservabilité partielle des efforts prodigués (phénomène d'aléa moral).

Les asymétries d'information sont sources de comportements stratégiques et sont le coeur des problèmes d'incitations dans les organisations (Gaynor et Kleindorfer, 1987) et dans leurs relations entre elles. Dans cette approche, il est reconnu que les comportements d'un individu sont généralement fortement orientés par l'intérêt individuel. Ce dernier "choisira de se comporter de manière économique, pour rendre ses activités et son organisation efficaces plutôt que de gaspiller des ressources". F.Knight (Review of Melville J Herskovits' *Economic Anthropology*, *Journal of Political Economy*, 49 (avril 1941, 246-258, tiré de Milgrom et Roberts, 1997, page 19). Ses intérêts étant différents de ceux de son principal, l'agent aura donc tendance à utiliser les informations détenues en sa faveur. Ce comportement est difficile et coûteux à déterminer et à contrôler par le principal. À noter qu'on peut difficilement faire grief aux intervenants individuels ou aux analyses s'appuyant sur des modèles de comportements individualistes, de rechercher ces efficacités individuelles dans des asymétries d'information, alors que les organisations entretiennent le discours et la pratique de la plus grande efficacité.

Les sources de comportements stratégiques dans la problématique des lésions musculo-squelettiques sont essentiellement les suivantes:

- les asymétries d'information sur l'état réel de santé du travailleur;

Les asymétries sur l'état réel de santé des travailleurs sont de deux types:

- les asymétries d'information entre le personnel médical et les travailleurs;

- les asymétries d'information entre les travailleurs et le management.

Dans les deux cas les problèmes de diagnostic et la loi québécoise sont à l'origine des comportements stratégiques. Les approches et les outils diagnostiques disponibles actuellement permettent difficilement à un spécialiste médical de juger de la gravité et de l'origine de la plupart des maux de dos. Il en est de même pour la souffrance ressentie. De plus, il n'existe pas d'outils pour faire des comparaisons interpersonnelles objectives quant aux préjudices physiques, psychologiques ou économiques ressentis par différents patients.

Différentes manifestations du phénomène d'aléa moral dues aux asymétries d'information sur l'état réel de santé des travailleurs sont possibles (Butler et al., 1998). D'abord, aux États-Unis, certaines études ont démontré (Butler et al., 1997) que les médecins "HMO" ont des motifs financiers à poser des diagnostics de blessures ou maladies reliées au travail. En effet, ils reçoivent une rémunération annuelle pour les soins prodigués à un individu et sa famille. À ce salaire s'ajoute une rémunération additionnelle s'il s'agit de soins pour des blessures ou des maladies reliées au travail. La facture médicale est plus élevée dans le cas des maladies reliées au travail (Baker et Krueger, 1997). Certains pensent que cette différence est justifiée: le travailleur indemnisé occasionne des frais supplémentaires au médecin comme ceux reliés aux formulaires à remplir, à la compréhension de la loi, à la représentation devant les tribunaux (Leigh et Ward, 1997). D'autres croient qu'il s'agit d'une manifestation du phénomène d'aléa moral (Butler et al., 1997; Baker et Krueger, 1997).

Ensuite, les médecins, dans la majorité des cas, posent des diagnostics sur la base d'allégations de douleurs. Il est difficile d'établir un lien clair entre les malaises, les douleurs et une lésion. De plus, les circonstances de l'accident n'ont souvent pas été observées directement par l'employeur ou le médecin. Ainsi, le travailleur peut feindre la douleur associée à une lésion. À défaut de pouvoir objectiver cette information, plusieurs médecins choisissent de relier les symptômes au travail.

Enfin, selon Butler et al. (1997) les demandes d'indemnisation abusives dépendent de certaines caractéristiques du travailleur et de son expérience avec le système d'indemnisation. Le niveau de satisfaction au travail, le niveau d'honnêteté et l'utilité des temps libres sont des caractéristiques du travailleur pertinentes pour la gestion des risques de santé-sécurité. Ces caractéristiques précèdent la modification de l'état de santé. Elles sont peu altérées par cette dernière et peuvent augmenter la probabilité de faire une demande d'indemnisation. L'expérience du travailleur avec le

système d'indemnisation correspond à l'acquisition de connaissances sur l'utilisation du système. La probabilité de faire une demande d'indemnisation augmente à chaque nouvelle demande du travailleur. De plus, le nombre de demandes d'indemnisation est directement proportionnel aux bénéfices qu'accorde le système de santé-sécurité ("risque relié au comportement préventif" Lanoie et Baril, 1996). Ce n'est malheureusement pas un phénomène récent comme le rapporte Krueger (1990) en citant Michelbacher et Nial (1925)

Malingering is not a new practice; it has existed from time immemorial. But it has become prominent under workmen's compensation laws and, therefore, has attracted unusual attention because of the large number of people affected and the opportunity offered by this legislation to procure benefits of injuries which may be feigned, exaggerated, deliberately aggravated or which may result from some form of hysteria or neurasthenia.

Au-delà du fait qu'ils sont particuliers et adaptés aux contextes économiques dans lesquels ils ont été étudiés (États-Unis – Butler et al., 1997; Canada – Lanoie et Baril, 1996), ces résultats et relations montrent aussi qu'il y a certainement, en toute généralité, des adaptations opportunistes des comportements individuels en santé-sécurité aux organisations et systèmes d'incitatifs dans lesquels les individus évoluent.

- la tendance des scientifiques et du législateur à convaincre les travailleurs de la nécessaire association entre mal de dos et lésion (ou pathologie);
- l'évaluation erronée, de la part du management et des travailleurs, des risques présents dans leur environnement de travail (erreur de probabilité ou de gravité des conséquences) et de leur influence sur ce niveau de risque (Fortin et Lanoie, 1998):

Les asymétries d'information sur l'évaluation et la prise de risques des travailleurs sont dues à la difficulté de détermination du risque acceptable. Dans ses activités, le travailleur doit prendre quelques centaines de décisions. À la limite, il prend une décision à chaque opération

élémentaire. À chacune de ces décisions, plusieurs facteurs doivent être pris en considération. Compte tenu du grand nombre de variables à évaluer, de la complexité d'une évaluation de la variable et de sa contribution, le travailleur privilégie seulement certaines variables. Si à chaque opération il fallait considérer l'ensemble des facteurs de risques, aucune activité ne serait réalisée. À cette problématique, il faut ajouter que certains facteurs de risques sont inconnus encore aujourd'hui.

- les asymétries d'information sur les prises de risques des travailleurs et du management (Fortin et Lanoie, 1998).

3.3 Comportement du management en santé-sécurité au travail

Dans cette section on s'intéresse plus particulièrement au comportement du management en santé-sécurité du travail que l'on a tenté de schématiser à l'aide de la figure 3.1.

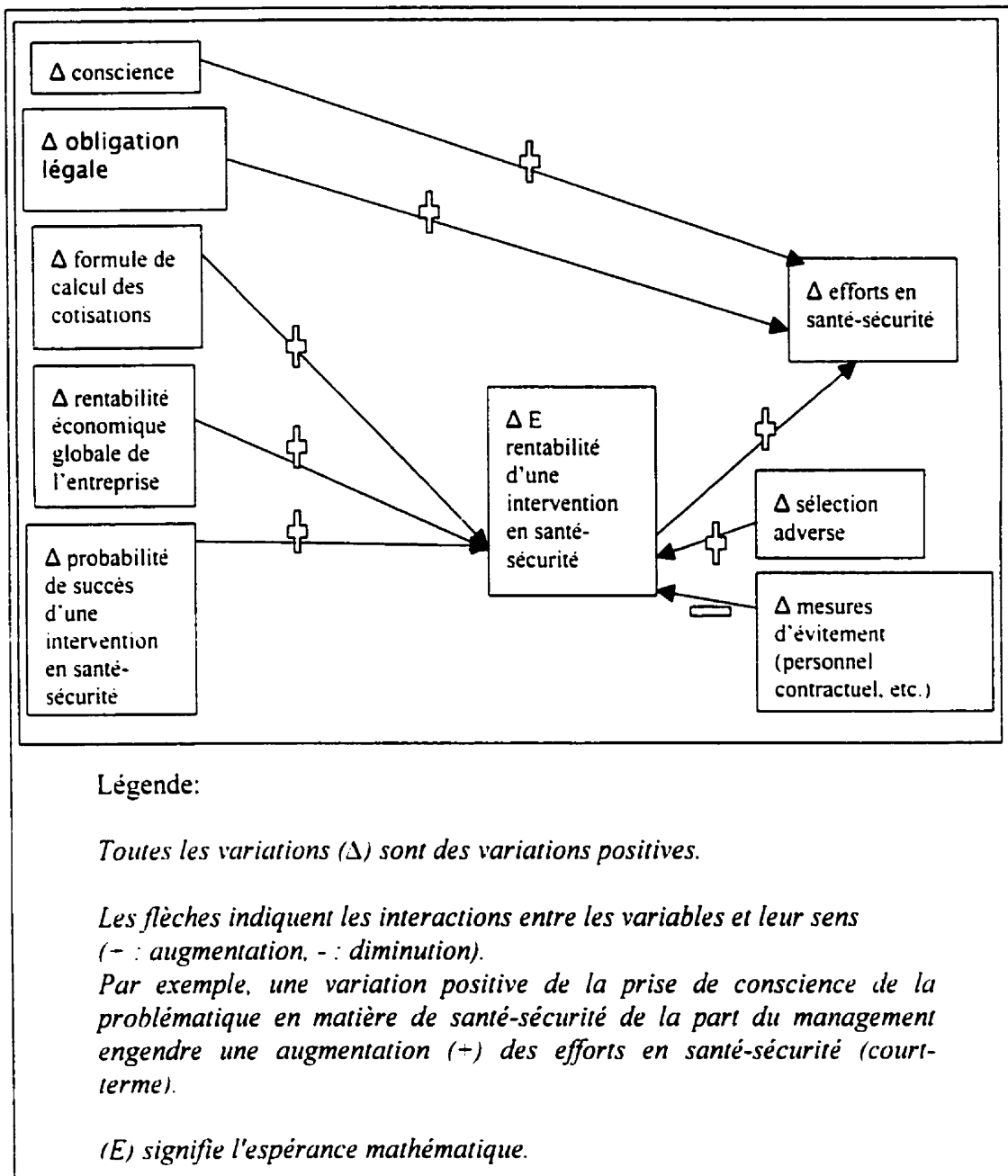


Figure 3.1 : Comportement du management en santé-sécurité au travail.

Les variables retenues dans ce modèle sont les suivantes:

- Δ Conscience: variation (positive) de la connaissance immédiate et spontanée du risque ou du fait que le risque affecte une ressource primordiale pour les opérations de l'entreprise
- Δ Obligation légale : variation (positive) de la "dette créée par un lien juridique" (Petit Robert) dans ce cas-ci la loi sur la santé et la sécurité du travail
- Δ Formule de calcul des cotisations: variation (positive) des économies provenant de la formule de calcul des cotisations utilisée par la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail) pour calculer les primes qui devront être versées par les employeurs au service d'assurance obligatoire en santé-sécurité du travail
- Δ Rentabilité économique globale de l'entreprise : variation (positive) de la rentabilité économique provenant de l'activité principale de l'entreprise
- Δ Probabilité de succès d'une intervention en santé-sécurité : variation (positive) de la probabilité qu'une intervention en santé-sécurité amène une diminution des risques de lésions
- Δ E rentabilité d'une intervention en santé-sécurité : variation (positive) de l'espérance de rentabilité d'une intervention en santé-sécurité
- Δ Efforts en santé-sécurité : variation (positive) des efforts de prévention en santé-sécurité

- Δ Sélection adverse : variation (positive) du phénomène par lequel le choix des partenaires est basé sur la prévisibilité et l'efficacité prévue de leur contribution
- Δ Mesures d'évitement (personnel contractuel, etc.) : variation (positive) des mesures adoptées pour se soustraire à ses obligations ou responsabilités

Du point de vue de l'entreprise, les efforts en santé-sécurité relèvent d'une conscience de la problématique (conscience du risque ou conscience que le risque affecte une ressource primordiale pour ses opérations), d'une obligation légale ou d'une décision économique. Au niveau économique, l'entreprise n'investira probablement pas en prévention des risques de santé-sécurité, si les conditions suivantes sont présentes:

- ***rentabilité étroite insuffisante.*** Si les investissements nécessaires en santé-sécurité sont supérieurs aux gains provenant de ces investissements, le projet n'est pas rentable pour l'entreprise. La formule de cotisation à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) est en partie fondée sur les résultats passés de l'entreprise en santé-sécurité. Ainsi, une augmentation des frais de cotisations incite le management à investir en santé-sécurité (Fortin et Lanoie, 1998).
- ***rentabilité économique globale de l'entreprise insuffisante.*** Si les revenus provenant de l'activité principale de l'entreprise sont insuffisants, l'entreprise a des problèmes de liquidités. Elle ne peut pas investir même si l'intervention ergonomique semble rentable selon ses normes habituelles d'évaluation de

projets. En effet, soit le coût d'opportunité d'utilisation des ressources est prohibitif soit les résultats positifs de ces projets sont dérisoires relativement aux pertes encourues dans l'activité principale.

- ***rentabilité étendue de la santé-sécurité insuffisante.*** Si certains individus nuisent à la productivité de l'activité principale de l'entreprise, le management peut accepter de voir ses frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) augmenter. Évidemment la productivité des individus en remplacement doit être plus grande que les coûts supplémentaires en santé-sécurité encourus par l'entreprise (phénomène de sélection adverse: Gardner et Butler, 1996; Fortin et Lanoie, 1998). Parfois, les entreprises utilisent les comportements stratégiques de leurs employés comme outils de négociation de contrats de travail. En effet, l'employeur peut, par exemple, décider de ne faire aucune démarche pour élucider des cas de manipulations volontaires et calculées pour maintenir un climat de négociation favorable. Il peut obtenir ainsi un contrat de travail moins coûteux que s'il avait livré bataille sur des cas litigieux de blessures liées au travail.
- ***probabilité de résultat insuffisante.*** L'entreprise doit être assurée d'une probabilité suffisante de diminution de ses accidents de travail suite à son investissement. Dans le cas contraire, elle peut préférer le statu quo ou adopter des mesures d'évitement des responsabilités (par exemple embaucher

du personnel contractuel ou faire appel à une entreprise de ressources humaines).

Enfin, la méconnaissance et l'incompréhension des problèmes musculo-squelettiques crée et cultive la méfiance du management au sujet des demandes d'indemnisation. Le management n'est donc pas très enclin à investir en prévention alors que sa contribution est pourtant essentielle dans un domaine qu'il maîtrise mal.

3.4 Comportement des travailleurs en santé-sécurité au travail

Le comportement des travailleurs en santé-sécurité dépend de leur perception des risques présents dans leur environnement de travail, de leurs objectifs personnels et de leurs interactions avec le management (Simard et al., 1999). Ainsi, plusieurs individus prennent des risques à cause de bénéfices (par exemple des gains économiques) ou de conséquences moins indésirables (par exemple certains travailleurs préféreront risquer la blessure au dos plutôt que d'utiliser l'équipement de sécurité qui allonge leur cycle de travail), de l'effet de myopie ou simplement parce que l'individu est moins conscient du risque. L'individu, dans sa prise de risques, utilise des stratégies internes modulées par des conditions circonstancielles et "situationnelles".

Toute activité comporte un risque. L'individu perçoit ce risque et compare le niveau de ce risque au niveau de risque qu'il évalue comme étant acceptable. Il ajuste généralement

son comportement de façon à maintenir ce risque le plus près possible de son niveau d'acceptabilité. Ainsi, il prend moins de précautions s'il estime qu'un risque diminue et plus s'il estime qu'il augmente. L'être humain, par un processus de régulation (homéostasie), fonctionne donc à un niveau de risque constant dans le temps. Ce niveau de risque acceptable peut être modifié en agissant sur l'un des quatre facteurs suivants:

- les bénéfices envisagés d'un comportement risqué;
- les coûts envisagés d'un comportement risqué;
- les bénéfices envisagés d'un comportement plus sécuritaire;
- les coûts envisagés d'un comportement plus sécuritaire.

C'est ce qui est soutenu par la théorie de l'homéostasie du risque (Wilde, 1982, 1986 et 1994).

De plus, l'attitude des individus envers le risque évolue avec le "référentiel symbolique établi en commun" dans le milieu de travail (Duclos, 1991), avec leur histoire, leur tendance à "utiliser des stratégies individuelles contre la peur" (Simard et al., 1999) ce qu'ils attendent, ce qu'ils ressentent, ce qu'ils savent (complexité du travail), ce qui leur importe. Le militantisme plus ou moins aveugle, l'habitude aux accidents fréquents, la culture (Denis, 1998: personnelle, de métier et d'entreprise – Simard et al., 1999) sont autant de facteurs pouvant influencer la perception du risque. Tous les individus ignorent certains risques et en surestiment d'autres (Hollander et Mayo, 1991; Teuber, 1990).

De plus, les lésions musculo-squelettiques sont des événements à faible probabilité. Selon Kunreuther (1992), en général, les individus ont beaucoup de difficultés avec le concept de probabilité. Étant donné un contexte conflictuel, ils ont donc tendance à faire des choix basés sur des données récentes ou sur des sources d'information facilement accessibles et dans lesquelles ils ont confiance. Ainsi, leurs jugements sont basés sur des heuristiques tentant de concilier différentes dimensions des alternatives proposées telles que la probabilité et l'utilité. Le poids accordé à ces différentes dimensions dépend du type de problème, sa formulation et la connaissance du risque.

À l'heure actuelle, il y a souvent confusion entre les malaises et les inconforts posturaux, les malaises associés au vieillissement ou aux conditions personnelles et les lésions causées par le travail. La répartition de douleurs ou malaises musculaires sans lésion, et communes à tous, par rapport aux douleurs associées à des lésions est inconnue. Le problème des maux de dos présente donc une image statistique monstrueuse aux yeux de tous les intervenants. La législation et les scientifiques tendent aussi à convaincre les travailleurs de la nécessaire association entre mal de dos et lésion (ou pathologie). À ce sujet Hadler (1987) écrit:

Clearly, the workers' compensation system encourages workers to recall, if not perceive, an injury as causative of their backaches.

Ceci peut avoir des impacts économiques et humains importants en matière d'allocation des ressources et de conséquences induites.

Plusieurs variables influencent le comportement des travailleurs en santé-sécurité. Ce modèle schématisé sur la figure 3.2 résume ces influences.

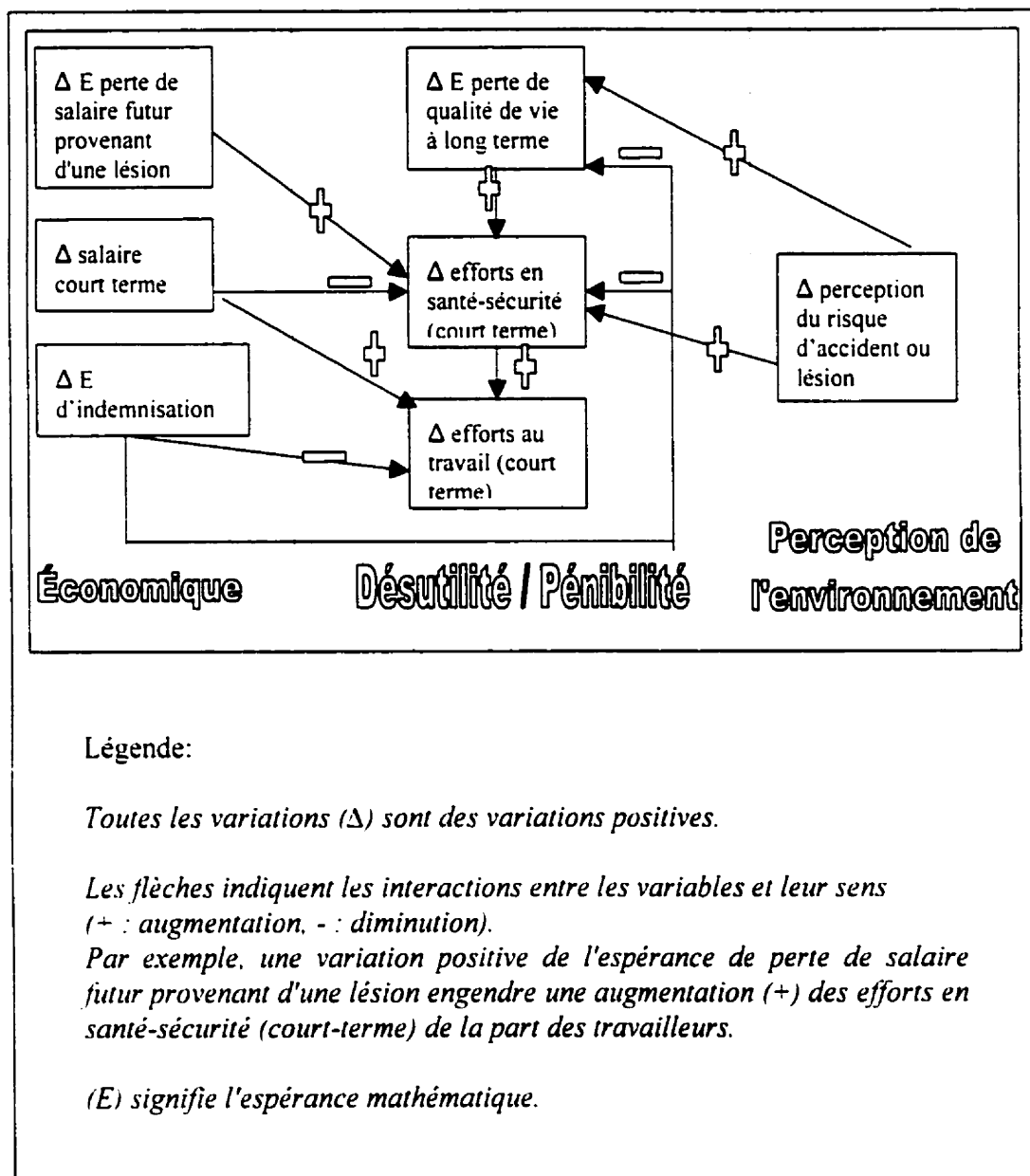


Figure 3.2 : Comportement des travailleurs en santé-sécurité au travail.

Les variables retenues dans ce modèle sont les suivantes:

- Δ Salaire court terme : variation (positive) du salaire à court terme
- Δ E perte de salaire futur provenant d'une lésion: variation (positive) de l'espérance de perte de salaire futur suite à l'accident ou la lésion
- Δ E indemnisation : variation (positive) de l'espérance d'indemnisation suite à un accident ou une lésion
- Δ E perte de qualité de vie à long terme : variation (positive) de l'espérance de perte de qualité de vie à long terme suite à un accident ou une lésion
- Δ Efforts de santé-sécurité (court terme) : variation (positive) des efforts en santé-sécurité à court terme
- Δ Efforts au travail (court terme) : variation (positive) des efforts au travail à court terme
- Δ Perception du risque d'accident ou de lésion : variation (positive) de la perception du risque d'accident ou de lésion

Ainsi, à moins que:

- la gravité et la fréquence d'un accident ou d'une lésion soient perçues comme très élevées;
- la procédure de demande d'indemnisation soit coûteuse, fastidieuse, ennuyeuse ou embarrassante (Appel et Borba, 1988);
- l'espérance de perte de salaire futur provenant d'une lésion ou de la perte de qualité de vie à long terme soit élevée;

le travailleur accordera peu d'importance aux risques de santé-sécurité présents dans son travail et fera peu d'efforts en santé-sécurité (court terme). À ce sujet, Fortin et Lanoie (1998) écrivent:

Since insurance covers the financial and medical losses associated with the injury, workers' incentive to exercise care will diminish with increases in coverage.

With an increase in the insurance coverage, injured workers may be tempted to take action in order to prolonge the duration of the period over which benefits are paid out.

The decision to file an accident may also be affected by the level of WC benefits (reporting incentives) since, in some circumstances, an injured worker may have some discretion over whether to ignore an injury and to continue working or to report the injury and to receive WC benefits.

For a given wage rate and a given level of safety expenditures by the firm, an increase in the level of WC benefits will induce workers to reduce their accident-preventing efforts and it may lead them to report false accidents or accidents that occurred off the job.

An injured worker will file for WC benefits as long as the expected marginal benefits of filing a claim exceed its marginal cost.

Ensuite, toute variation d'effort en santé-sécurité (court terme) peut engendrer une variation d'effort au travail (court terme). Toute variation du salaire à court terme incite les travailleurs à mettre plus d'efforts dans leur travail (court terme) et moins en santé-sécurité (court terme). Il ne faut pas en déduire par contre que, symétriquement, une diminution de salaire diminuerait les efforts au travail tout en augmentant les efforts en santé-sécurité.

Enfin, la vulnérabilité du système de santé-sécurité au phénomène d'aléa moral augmente l'espérance d'indemnisation des travailleurs, qui voient diminuer alors leurs efforts au

travail (court terme), leurs efforts en santé-sécurité (court terme) et leur espérance de perte de qualité de vie à long terme.

Il n'est pas exagéré d'avancer, en première approximation, que les travailleurs, selon leur perception de l'environnement, essaient de minimiser leur désutilité tout en améliorant leur situation économique. Ils n'ont pas comme objectif premier de faire des efforts en santé-sécurité.

3.5 Interactions entre les comportements du management et des travailleurs

3.5.1 Généralités sur les interactions entre les comportements du management et des travailleurs

Une variation d'effort en santé-sécurité de la part d'un des partenaires sociaux se traduit par un changement de comportement de la part des autres. C'est d'ailleurs ce qu'ont trouvé Simard et Marchand (1997) lors d'une analyse des relations entre plusieurs facteurs micro et macro-organisationnels et la tendance des travailleurs à respecter les règles de sécurité. Entre autres, ils ont trouvé que la relation employé-employeur, le style participatif de gestion de la main-d'oeuvre, l'expérience du management et la cohésion des travailleurs sont tous des facteurs influençant positivement la tendance des travailleurs à respecter les règles de sécurité. La coopération, l'ouverture des

communications et l'esprit d'équipe semblent tous être de bons indicateurs du respect de la sécurité dans l'entreprise.

À première vue, les objectifs du management et des travailleurs par rapport aux efforts en santé-sécurité ne semblent donc guère compatibles. De plus, le management et les travailleurs ne peuvent connaître avec certitude et précision quelle valeur l'autre a accordé aux différentes variables modulant le choix de ses actions ni les efforts réels que l'autre fait en matière de santé-sécurité. Comme dans toutes les facettes de leurs activités, le management et les travailleurs ont chacun leur stratégie pour améliorer leur situation économique et minimiser leur désutilité. L'amélioration d'une situation dans laquelle il y a des intérêts divergents et des asymétries d'information ne passe pas uniquement par la compétition, mais aussi par la collaboration. C'est ce que reconnaît et modélise la théorie des jeux.

Dans la présente section, on tente de comprendre, dans un premier temps, dans quels cas de telles situations peuvent évoluer favorablement ou déboucher sur une impasse. Dans un deuxième temps, on essaie de dégager des conditions permettant aux deux parties de prendre des actions compatibles et de faire ensemble des efforts en santé-sécurité tout en reconnaissant que leurs intérêts diffèrent.

3.5.2 Généralités sur la théorie des jeux

La théorie des jeux non-coopératifs étudie et modélise des situations dans lesquelles les agents sont "concurrents et ne formeront pas des ententes de coopération formelles" (Leblanc, 1995). Selon Riggs et al. (1986):

A competitive environment presupposes intelligent opponents capable of exerting influence over our outcomes through their choice of action, while concurrently we choose a course of action that maximizes our returns with respect to the opponents' anticipated activities. This is the subject of game theory.

Ce cadre conceptuel a été élaboré initialement par les mathématiciens Von Newman et Nash durant les années 40 et au début des années 50. D'une part, ce modèle a permis d'expliquer comment des comportements individuels efficaces ne résultent pas dans une situation finale qui soit nécessairement la meilleure pour tous et chacun. D'autre part, il a permis d'expliquer comment la coopération peut être induite sous certaines conditions sans pour autant qu'il y ait des ententes formelles entre les parties dont les intérêts divergent.

La théorie des jeux est utilisée maintenant pour comprendre et organiser plusieurs domaines de l'activité humaine et animale. En tant qu'aide à la décision, elle permet d'expliquer les comportements stratégiques possibles des centres de décisions sans toutefois donner les tactiques finales. De nombreux textes traitent de cette théorie

(Tirole, 1988; Fudenberg et Tirole, 1989; Kreps, 1990; Dixit et Nalebuff, 1991) et de ses applications dans de multiples domaines.

Ainsi, le management et les travailleurs tentent d'atteindre leurs objectifs respectifs en choisissant les actions préférées compte tenu de leurs prédictions sur les actions des autres. Les anticipations sur les actions de l'autre sont fondées sur (Leblanc, 1995):

- l'information détenue sur les règles et conditions du jeu;
- l'hypothèse que l'autre est rationnel;
- l'hypothèse que l'autre fera la même démarche de prédiction pour maximiser sa satisfaction personnelle et connaît les enjeux en cause;
- l'hypothèse que chaque participant se souvient toujours de ce qu'il savait aux étapes précédentes.

L'hypothèse de rationalité peut sembler forte pour s'appliquer à des raisonnements et comportements humains. En général, cette hypothèse est acceptable voire essentielle lorsqu'il s'agit de comportements s'appliquant à des domaines techniques. Comme l'ont écrit Milgrom et Roberts en 1997:

Theories based on perfect rationality and adaptability are surprisingly successful in generating explanations and specific predictions about observed institutions and business practices.

On peut aussi avancer que la mise en place d'un programme de gestion, dont la prévention s'appuierait sur une hypothèse de comportement irrationnel, a de bonnes

chances de déboucher sur une situation finale inefficace. Ainsi, les possibilités de la gestion rationnelle et scientifique doivent d'abord être explorées et maîtrisées avant de faire appel à d'autres avenues plus intuitives.

Dans notre problématique, les objectifs poursuivis par le management et les travailleurs ainsi que les variables modulant le choix des actions sont assez bien connus. Par contre, il y a des asymétries d'information sur l'état réel de santé des travailleurs et la prise de risques de chacune des parties. Il y a aussi des incertitudes de diagnostics et d'évaluation des risques présents dans l'environnement de travail. Ainsi, le management et les travailleurs ne peuvent connaître avec certitude et précision quelle valeur l'autre a accordé aux différentes variables modulant le choix de ses actions ni les efforts réels que l'autre fait en matière de santé-sécurité. Selon la théorie des jeux, l'interaction entre le management et les travailleurs peut être qualifiée de jeu à information incomplète et imparfaite.

Étant donné les fortes asymétries d'information sur les niveaux réels d'efforts de santé-sécurité, le choix d'un jeu simultané plutôt qu'un jeu séquentiel est justifié. Dans une première analyse, l'hypothèse d'information complète sur le type et les objectifs des parties est raisonnable, dans la mesure où les considérations tactiques ne sont pas abordées.

Pour formuler des recommandations quant aux mesures à privilégier pour s'assurer d'actions compatibles au niveau des efforts en santé-sécurité, on peut construire une matrice des coûts de ce jeu.

Ainsi, la théorie des jeux est particulièrement appropriée pour la mise en place de programmes de prévention et de gestion intégrée des risques en santé-sécurité et plus spécifiquement en ce qui a trait aux maux de dos.

3.5.3 Stratégies

Les lignes de la matrice représentent les stratégies des travailleurs et les colonnes celles du management. Les stratégies considérées sont les suivantes:

- augmenter les efforts de santé-sécurité soit Δ Efforts de santé-sécurité > 0 :
- ne pas augmenter les efforts de santé-sécurité soit
 Δ Efforts de santé-sécurité ≈ 0 .

Ces efforts impliquent des coûts en matière de pénibilité, de désutilité ou d'impacts monétaires. Dans la matrice sont indiqués les résultats pour chacun des partenaires (coût travailleurs et coût entreprise) pour chaque combinaison de stratégies.

		Management	
		Δ Efforts de santé-sécurité > 0	Δ efforts de santé-sécurité ≈ 0
Travailleurs	Δ Efforts de santé-sécurité > 0	Coût travailleurs, coût entreprise	Coût travailleurs, coût entreprise
	Δ Efforts de santé-sécurité ≈ 0	Coût travailleurs, coût entreprise	Coût travailleurs, coût entreprise

Figure 3.3 : Matrice théorique du jeu au niveau des efforts en santé-sécurité

3.5.4 Gains

L'efficacité des mesures de santé-sécurité dépend en général de la synergie des actions des partenaires. Cette synergie (ou son absence) repose sur la coopération (la non coopération) induite par des comportements stratégiques plutôt que sur un souhait de participation.

S'il n'est pas suivi ou si des travailleurs peuvent prétendre qu'il n'a pas d'effet (cas d'aléa moral), un programme de prévention ne présente que des coûts élevés pour l'entreprise sans résultats ((+, ---) dans la matrice). Les travailleurs retirent les effets bénéfiques des efforts du management.

À l'opposé, des efforts de prévention par les travailleurs, s'ils ne sont pas reconnus et soutenus par l'entreprise, ne font qu'augmenter leur coût de pénibilité et de désutilité (d'où

une évaluation très négative (---)). Ils ne débouchent sur aucun résultat concret sinon une détérioration de la situation des travailleurs. L'entreprise qui ne fait aucun effort retire un effet bénéfique (baisse des cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) par exemple), d'où une évaluation positive (+) dans ce cas-ci.

Si maintenant les deux partenaires ne font pas d'efforts, on doit s'attendre à ce que la mauvaise situation en matière de santé-sécurité perdure (blessures, risques élevés, indemnisation, aléa moral, etc.). Ceci se traduit par des coûts significatifs pour les deux partenaires (d'où l'évaluation (--.)).

Si les deux partenaires font simultanément des efforts, pour les mêmes raisons et facteurs que ci-dessus on peut s'attendre à une situation dans laquelle les coûts sont modérés d'où l'évaluation (-.-).

Ceci est traduit par la matrice des coûts suivante:

		Management	
		Δ Efforts de santé-sécurité > 0	Δ Efforts de santé-sécurité ≈ 0
Travailleurs	Δ Efforts de santé-sécurité > 0	-, -	---, -
	Δ Efforts de santé-sécurité ≈ 0	+, ---	--, --

Légende:

- + : évaluation positive
- : évaluation négative dont les coûts sont modérés pour chacun des intervenants
- : évaluation négative dont les coûts sont significatifs pour chacun des intervenants
- : évaluation très négative

Figure 3.4 : Matrice des coûts au niveau des efforts en santé-sécurité.

3.5.5 Rationalisation de la matrice des gains en termes du modèle d'interactions

Dans la présente section, on tente de faire le lien entre les comportements du management et des travailleurs en santé-sécurité au travail (figure 3.1 et 3.2) et la matrice du jeu au niveau des efforts en santé-sécurité (figure 3.3 et 3.4).

Constation 1

une variation positive du salaire à court terme chez les travailleurs les incite à mettre plus d'efforts à court terme dans leur travail et moins d'efforts en santé-sécurité. Cette prise

de risques supplémentaires de la part des travailleurs diminue la probabilité de succès d'une intervention en santé-sécurité et peut contribuer à augmenter les frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec). Ainsi, à moins d'une hausse importante des frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) le management n'a pas intérêt à faire plus d'efforts en santé-sécurité.

Constatation 2

une variation positive de l'espérance de perte de salaire futur provenant d'une lésion chez les travailleurs les incite à mettre plus d'efforts en santé-sécurité. Ces efforts supplémentaires contribuent à augmenter la probabilité de succès d'une intervention en santé-sécurité et peuvent aussi engendrer une diminution des frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) de l'entreprise. Ainsi, le management peut augmenter ses efforts en santé-sécurité, les projets sont maintenant rentables. Il peut aussi décider de ne faire aucun effort puisque les efforts des travailleurs lui sont bénéfiques. Dans certains cas, comme celui-ci, on ne peut pas déterminer si le management fera des efforts en santé-sécurité ou maintiendra le statu quo. Par contre, globalement, on peut conclure que le management retirera un effet positif d'une variation positive de l'espérance de perte de salaire futur provenant d'une lésion chez les travailleurs.

Constatation 3

une variation positive de l'espérance d'indemnisation chez les travailleurs incite ces derniers à mettre moins d'efforts en santé-sécurité. Elle contribue aussi à diminuer la

probabilité de succès d'une intervention en santé-sécurité et peut engendrer une augmentation des frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) de l'entreprise. Ainsi, à moins d'une hausse importante des frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), le management n'a pas intérêt à faire plus d'efforts en santé-sécurité.

Constatation 4

une variation positive de l'espérance de perte de qualité de vie à long terme a le même effet qu'une variation positive de l'espérance de perte de salaire futur (cas 2)

Constatation 5

une variation positive des efforts au travail (court terme) peut provenir d'une variation positive des efforts en santé-sécurité (court terme) mais aussi d'exigences ou bénéfiques autres du système de production. Ceci peut mener à une prise de risques supplémentaire. Le management peut réagir positivement ou négativement comme dans les cas 1 et 2.

Constatation 6

une variation positive de la perception du risque d'accident ou de lésion chez les travailleurs les incite à consacrer plus d'efforts en santé-sécurité. Le management peut réagir comme dans le cas 2.

Constatation 7

le management peut décider de consacrer des efforts en santé-sécurité par conscience de la problématique. Ces efforts supplémentaires contribuent à réduire le risque d'accident ou de lésion perçu chez les travailleurs et à réduire chez ces derniers les efforts en santé-sécurité. En effet, selon la théorie de l'homéostasie du risque, l'être humain fonctionne à

risque constant, c'est-à-dire que si la perception du risque diminue, l'individu fait moins d'efforts en santé-sécurité et vice-versa.

Constation 8

la loi force parfois le management à faire des efforts en santé-sécurité. Les travailleurs peuvent réagir négativement comme dans le cas 7.

Constation 9

une variation positive de l'espérance de rentabilité d'une intervention en santé-sécurité peut être due à une variation positive de la probabilité de succès d'une intervention en santé-sécurité, elle-même pouvant être due à une variation positive des efforts en santé-sécurité de la part des travailleurs. D'autre part, cette variation positive de l'espérance de rentabilité peut avoir d'autres origines comme l'augmentation des frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec). D'une façon ou d'une autre, le management a intérêt à faire plus d'efforts en santé-sécurité. Les travailleurs peuvent réagir comme dans le cas 7.

Constation 10

une variation positive de la sélection adverse incite le management à consacrer plus d'efforts en santé-sécurité. Les travailleurs embauchés sont donc les plus aptes à offrir une contribution efficace et honnête pour intervenir en prévention des risques de santé-sécurité.

Constatation 11

une augmentation des mesures d'évitement est une manifestation évidente, de la part du management, de la diminution des efforts en santé-sécurité. Les travailleurs sont donc seuls à assumer la responsabilité de leur santé-sécurité.

3.5.6 Solutions du jeu

		Management		Valeur des min pour les travailleurs
		Δ Efforts de santé-sécurité > 0	Δ Efforts de santé-sécurité ≈ 0	
Travailleur	Δ Efforts de santé-sécurité > 0	- , -	--- , +	---
	Δ Efforts de santé-sécurité ≈ 0	+ , ---	-- , --	--
Valeur des min pour le management		---	--	

Légende:

- + : évaluation positive
- : évaluation négative dont les coûts sont modérés pour chacun des intervenants
- : évaluation négative dont les coûts sont significatifs pour chacun des intervenants
- : évaluation très négative

Figure 3.5: Matrice des coûts au niveau des efforts en santé-sécurité incluant la stratégie minmax.

Dans des situations comme la précédente, la structure relative des gains (coût), peut imposer rationnellement aux partenaires de ne pas faire de grands efforts de prévention c'est-à-dire aller vers l'équilibre stratégique (--,--) plutôt que vers la situation modérée (-,-), préférable pour tous et chacun. En termes techniques, la situation de jeu décrite ici est celle du dilemme du prisonnier dans laquelle la combinaison (--,--) est un équilibre de Nash. ("A Nash equilibrium is a profile of strategies such that each player's strategy is an optimal response to the other player's strategies" (Fudenberg et Tirole, 1996)). Ainsi, compte tenu des anticipations des joueurs la solution la plus "raisonnable" est (--,--). La combinaison (-,-) est un optima de Pareto (une situation dans laquelle la situation de l'un ne peut être améliorée sans que celle de l'autre se détériore). Si les travailleurs et le management ont de l'aversion pour le risque, ils adopteront une stratégie dite du minmax. D'après le figure 3.5, on voit que cette stratégie les conduira aussi à faire peu d'efforts en santé-sécurité, soit choisir l'équilibre (--,--). On peut montrer que s'il est possible d'organiser une coopération efficace entre les travailleurs et le management, celle-ci perdurera. En effet, si l'on considère le jeu sur un horizon infini, plusieurs auteurs ont démontré que le dilemme du prisonnier se solde ainsi (Fudenberg et Tirole, 1996):

Cooperate in the first period and continue to cooperate so long as no player has ever defected. If any player has ever defected, then defect for the rest of the game.

Il est tout à fait légitime de se demander, à ce moment-ci, si les efforts de conscientisation à la problématique de la santé-sécurité ainsi que la législation sont nécessaires puisqu'ils peuvent avoir un effet négatif sur l'objectif visé? On croit qu'ils contribuent tous deux à

maintenir un niveau minimum de couverture des dommages pour les travailleurs et les entreprises québécoises.

Ainsi, dans la mesure où il y a des asymétries d'information et que les actions sont simultanées (caractéristiques du travail autonome et polyvalent) il n'est guère envisageable (sans conditions supplémentaires) de choisir de son côté de faire unilatéralement un effort de santé-sécurité. L'autre a toujours intérêt à ne pas en faire. Par contre, il est inacceptable de laisser la situation perdurer. On voit donc que les interactions stratégiques peuvent nuire à la bonne coordination des efforts individuels de prévention. Par contre, l'examen des interactions stratégiques du management et des travailleurs par la théorie des jeux permet de conclure que si l'on réussit à établir une coopération entre les intervenants en santé-sécurité, cette dernière a de bonnes chances de continuer.

3.6 Gestion partenariale des risques

On a montré qu'il peut y avoir des incompatibilités entre les stratégies et les actions des différents intervenants. On peut donc déboucher sur des situations inefficaces pour tous et chacun. Une gestion de la prévention qui prend en considération ces comportements stratégiques s'impose donc, c'est l'objet de l'approche d'ergonomie partenariale que l'on propose.

3.6.1 Généralités sur la gestion du risque

Toute intervention ergonomique repose sur une analyse et une évaluation du risque. En général on reconnaît que l'évaluation du risque peut être basée sur la connaissance scientifique, les jugements politiques, les valeurs et les perceptions des gens. On peut donc prôner une gestion sociologique du risque (incluant l'ergonomie participative), en générant des données et recommandations à partir des interactions humaines. On peut aussi préconiser une gestion scientifique du risque et utiliser des méthodes et des outils des sciences naturelles, du génie, de la vie et de la science de la décision (Hollander et Mayo, 1991; Denis, 1990 et 1998; Teuber 1990).

Depuis quelques années, la tendance générale indique que la gestion sociologique du risque se répand dans plusieurs domaines. L'ergonomie n'y échappe pas. Hollander et Mayo (1991) ainsi que Teuber (1990) allèguent que cet engouement peut être attribué à plusieurs facteurs tels que:

- le niveau d'incertitude de la connaissance scientifique inquiétant le public et les gouvernements;
- le niveau de difficulté inhérent à la mathématique des probabilités;
- le niveau de simplification de la réalité. Les problèmes soumis à la science sont souvent multifactoriels. Ce sont des cas complexes où le phénomène de dépendance entre les variables est important. Sur le terrain une décision est imminente. Les études cherchent donc à simplifier la réalité. Le degré de

simplification atteint un niveau tel que la décision ne tient qu'à un fil: une modification minime d'un seul facteur suffit à faire s'écrouler son raisonnement et ses bases comme un château de cartes.

- l'industrialisation des activités de recherche. Une grande quantité d'études proposent des résultats particuliers à une réalité, mais non généralisables.

Les jugements politiques, les valeurs et perceptions des gens peuvent mener à des erreurs, des incohérences et des incompatibilités de points de vue. L'utilisation de certaines heuristiques produit des évaluations fausses pour des risques (fréquence) relativement bas ou élevés. Par exemple, les psychologues ont montré qu'en général les individus font systématiquement des erreurs de jugement en ce qui concerne les probabilités. On fait tous preuves d'outrecuidance lorsqu'on a confiance en quelque chose et de réserve excessive dans le doute. Plusieurs causes permettent d'expliquer ce phénomène dont: (Kunreuther, 1992)

- le phénomène de persistance des croyances irrationnelles : les individus tendent à chercher des éléments renforçant leur croyance première plutôt que des raisons l'affaiblissant;
- le phénomène d'ajustement et d'ancrage : les individus ne mettent pas en doute ce qui leur semble une évidence;
- la tendance des individus à être confiants vis-à-vis certains sujets pourtant mal maîtrisés : on est généralement plus confiant lorsqu'on prédit le comportement

de quelqu'un d'autre dans un jeu que lors de la prédiction de notre propre comportement:

- l'utilisation de l'heuristique de représentation où il y a réflexion sans calcul;
- le phénomène de l'illusion du joueur (loi de la moyenne) où, par exemple, l'individu surestime la probabilité d'un événement étant donné les résultats antérieurs du jeu;
- l'heuristique d'efficacité où le jugement de probabilité est basé sur des exemples disponibles à la mémoire;
- le biais de sagesse à posteriori: où l'individu parce qu'on vient de faire ressortir un risque, croit qu'il a toujours su que cet élément était un risque (Denis, 1998)
- le biais d'optimisme où l'individu évalue la probabilité sous le seuil de ce qui est susceptible de présenter une inquiétude ou a la conviction de bien gérer le risque individuel;
- la tendance des individus à surestimer les risques qui ne peuvent être contrôlés, sont peu connus ou peuvent présenter des effets catastrophiques advenant leur réalisation.

Plusieurs encouragent quand même l'allocation des ressources vers la prévision de risques faisant relativement l'unanimité. Un tel consensus, appuyé sur des biais, peut avoir des coûts économiques et humains très élevés. Ce type de comportement peut résulter en une augmentation d'accidents ou en une augmentation de la sévérité de ces derniers (Krueger,

1990; Moore et Viscusi, 1990; Gardner et Butler, 1996). D'autres suggèrent de "cultiver le sens de l'engagement" (Meddeb dans Spérandio, 1995).

3.6.2 Gestion des risques en santé-sécurité

Tout effort de prévention comporte une désutilité (activité qui n'est pas avantageuse) pour celui qui l'entreprend. Néanmoins, il arrive qu'une entreprise par obligation légale, suite à une décision économique ou par conscience de la problématique décide de consacrer des ressources en prévention des risques. Ces efforts supplémentaires contribuent à réduire la perception des risques d'accidents ou de lésions perçus chez les travailleurs. Ces derniers peuvent endosser les efforts du management, ce qui représente un coût, ou retirer les effets bénéfiques de ces efforts. Il arrive aussi que les travailleurs, selon leur perception de leur environnement ou à cause d'objectifs personnels, s'engagent dans un processus de réduction des risques d'accidents ou de lésions. Là encore l'autre partenaire peut faire preuve de coopération ou profiter de la situation.

On voit donc qu'il n'est pas intéressant pour aucun des partenaires sociaux de faire unilatéralement des efforts en santé-sécurité. Ceci est d'ailleurs confirmé par l'Étude de Simard et al. (1999). Il est aussi inacceptable de laisser la situation perdurer.

Plusieurs études (Krueger, 1990; Moore et Viscusi, 1990; Chelius et Burton, 1994; Butler, 1996; Butler et Gardner, 1998; Gardner et Butler, 1996; Fortin et Lanoie, 1998).

menées dans des environnements économiques et légaux différents (États-Unis, Québec), ont montré l'importance de l'impact des incitatifs sur les comportements des intervenants et plus particulièrement des travailleurs en matière d'efforts de prévention en santé-sécurité et de demandes d'indemnisation. Le recours à la commande hiérarchique seule est inefficace. Le principal doit construire des contrats incitatifs afin de satisfaire suffisamment les objectifs de chacune des parties dans l'action commune (Milgrom et Roberts, 1997). Ainsi, la prévention pour être efficace ne peut pas seulement reposer sur des mesures technologiques et sur l'hypothèse de comportements neutres ou non stratégiques des différents intervenants.

L'utilisation de la théorie des jeux a permis de conclure qu'il faut induire des comportements coopératifs et rendre la situation stratégiquement souhaitable pour tous les partenaires. De plus, il faut construire un outil sur des bases scientifiques solides pour éviter la confusion et la méfiance qui existent en ce moment concernant la problématique des lésions musculo-squelettiques. On suggère donc de:

- modifier la structure de la matrice en agissant sur les facteurs qui affectent les coûts des agents:
- changer les conditions et les règles d'interactions entre les partenaires. Il faut construire des contrats implicites ou explicites de prévention. La prise en considération de la répétition des actions permet d'induire des comportements coopératifs et de rendre la situation (-,-) stratégiquement souhaitable.

Plus précisément on recommande donc de:

- réduire les possibilités de comportements stratégiques qui s'appuient par exemple sur des révélations sélectives ou des manipulations volontaires d'information. Il faut décourager chez les travailleurs et le management les prises de risques à cause de bénéfices ou de conséquences moins indésirables (par exemple certains travailleurs préféreront risquer la blessure au dos que d'utiliser l'équipement de sécurité qui allonge leur cycle de travail), de l'effet de myopie ou parce que l'individu est moins conscient du risque. Ceci rejoint les recommandations de Wilde (1986) sur la conduite automobile. Il suggère de diminuer les bénéfices d'une attitude risquée, de diminuer le coût de se conduire prudemment, d'augmenter les bénéfices de se conduire prudemment et d'augmenter le coût d'être imprudent.
- rendre l'espérance de rentabilité d'une intervention en santé-sécurité positive en augmentant la probabilité de succès d'une intervention en santé-sécurité. Il faut fournir aux entreprises un intérêt financier à l'action en santé-sécurité. Il faut aussi fournir un outil d'intervention objectif et construit sur des bases scientifiques solides;
- fournir au management le moyen de s'assurer qu'il embauche les travailleurs les plus aptes à offrir une contribution efficace et honnête pour intervenir en prévention des risques de santé-sécurité:

- fournir aux travailleurs des moyens leur assurant qu'ils ne supporteront pas seuls les efforts de santé-sécurité et qu'ils bénéficieront des gains provenant de la synergie avec les efforts de l'entreprise:
- favoriser l'appropriation, le partage et l'objectivation de l'information concernant les risques présents dans l'environnement de travail.

L'ergonomie partenariale est recommandée comme solution au phénomène d'aléa moral en santé-sécurité. Elle sera décrite au prochain chapitre. Elle permet d'établir des contrats implicites ou explicites entre les intervenants impliqués. Ces contrats garantissent des gains suffisamment importants pour assurer l'adhésion de chacune des parties (Milgrom et Roberts, 1997). De plus, elle est construite sur des bases scientifiques solides, les mécanismes lésionnels, et privilégie les facteurs propres à chaque environnement.

CHAPITRE 4: APPROCHE PARTENARIALE

Il n'est pas suffisant d'informer les entreprises et les salariés que l'intervention en prévention des lésions au dos est nécessaire. S'engager dans des démarches similaires à celle de la qualité de vie au travail ou adopter des approches comme celles des méthodes classiques s'est avéré, malheureusement, assez peu efficace jusqu'à maintenant. Dans la présente recherche, on propose de prévenir les lésions au dos, en reconnaissant que toutes n'ont pas leur origine dans des activités professionnelles dangereuses ou mal adaptées et qu'on ne peut nier l'existence de comportements stratégiques de la part des intervenants. Un outil fondé sur les mécanismes lésionnels et privilégiant les facteurs propres à chaque environnement a d'abord été construit en ce sens. On propose aussi d'aborder le phénomène d'aléa moral par l'approche partenariale. Il s'agit d'un ensemble de moyens par lesquels soit le coût des efforts en santé-sécurité est diminué directement soit il est prohibitif relativement aux avantages d'une attitude de type "laisser-aller".

Dans le présent chapitre, on présente d'abord une démarche d'intervention assurant le partage, l'appropriation et l'objectivation de l'information sur les facteurs de risques. Ensuite trois ébauches de mesures sont suggérées comme illustrations des résultats de ce type d'approche. La première est une recommandation sur l'utilisation de la formule

d'indemnisation de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), rendant plus intéressants les efforts de prévention. La deuxième est la création d'un fonds dédié à la prévention, assurant la synergie des efforts des intervenants à long terme. La dernière est l'exigence d'une certification en santé-sécurité pour tous les travailleurs, afin de profiter du phénomène de sélection adverse.

Malgré tout, certaines lésions ne pourront pas être prévenues. Les effets du hasard et de l'incontrôlable ne pourront jamais être anticipés, ni éliminés. Par souci d'équité, aucun intervenant ne devrait être tenu responsable de ce type de lésion. Ce qui est présenté dans ce travail s'inscrit dans la philosophie d'innocence sans égard à la faute, qui est à la base du système d'indemnisation actuel.

4.1 Partage, appropriation et objectivation de l'information sur les facteurs de risques

Le schéma suivant présente la démarche d'intervention en prévention des lésions au dos selon l'approche partenariale proposée. Ce schéma a été construit et testé lors des études de cas qui sont présentées à la section 4.2.

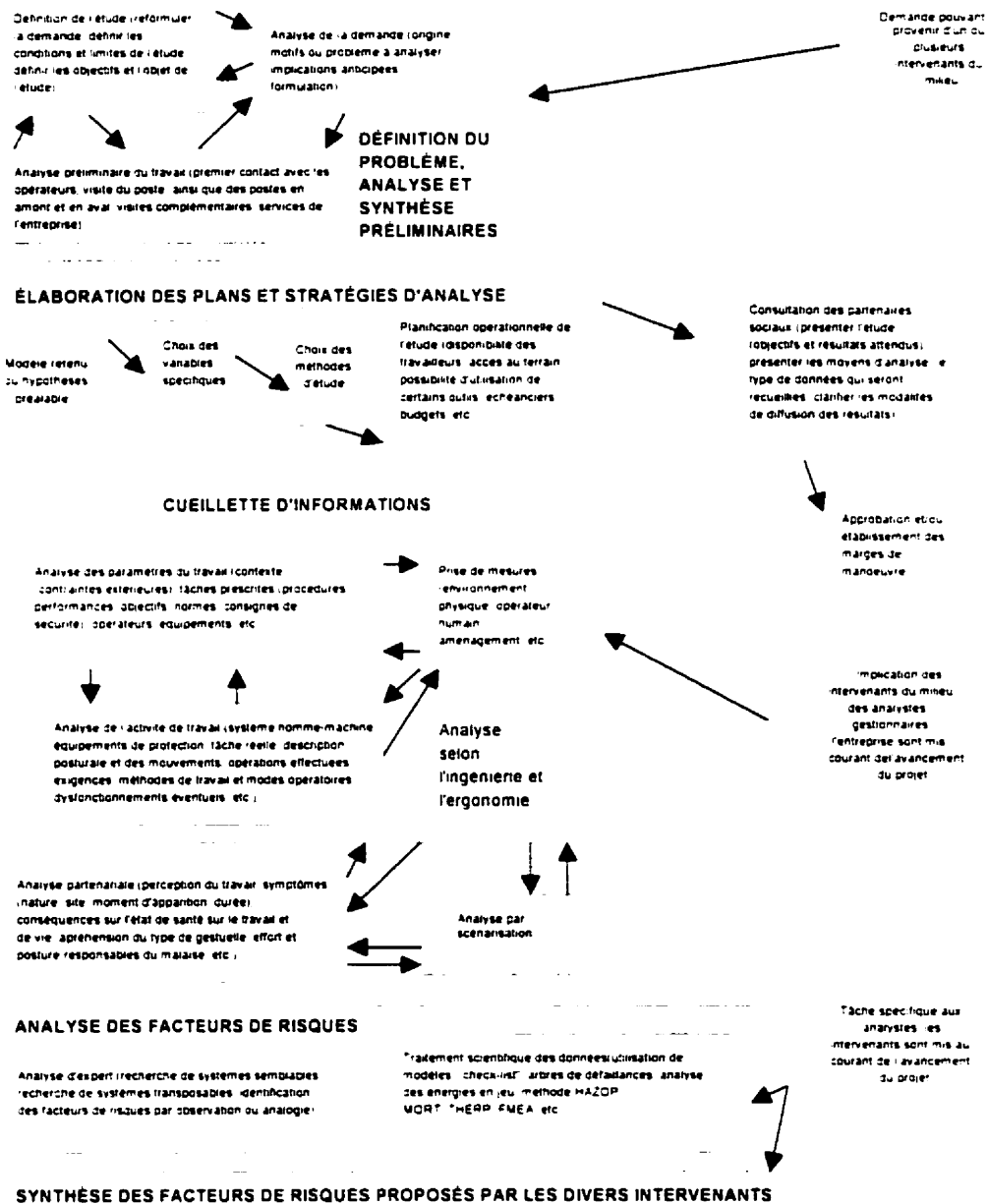


Figure 4.1: Démarche de prévention des lésions au dos selon l'approche partenariale (plusieurs éléments de ce schéma proviennent de Duraffourg et al., 1977; Gilbert, 1987).

Il faut d'abord définir clairement le problème soumis par un ou plusieurs intervenants du milieu. L'analyste (un des responsables de la santé-sécurité dans l'entreprise, un intervenant des associations sectorielles, un intervenant de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail) ou encore un consultant ayant suivis une formation spécifique concernant l'outil proposé) procède ensuite à une analyse et une synthèse préliminaires nécessaires à l'élaboration des plans et stratégies d'analyse des facteurs de risques. Une fois la planification de l'étude terminée, les partenaires sociaux sont consultés. Il s'agit de leur présenter l'étude et les modalités d'exécution de cette dernière, obtenir l'approbation du projet et établir les marges de manoeuvre.

L'analyste procède ensuite à une cueillette d'information en deux volets:

- une analyse partenariale où des entrevues avec des travailleurs et des représentants du management sont menées;
- une analyse selon l'ingénierie et les méthodes classiques utilisées en ergonomie, où l'apport des travailleurs et de l'employeur est sollicité à plusieurs niveaux.

L'analyse par entrevue permet d'attirer l'attention sur la possibilité d'événements plus ou moins aléatoires qui auraient pu autrement échapper à l'analyste (sa fenêtre de temps d'observation étant relativement courte) et sur des pratiques organisationnelles (administrative, de gestion des cas d'indemnisation) insoupçonnées. L'impact de ces

dernières peut, en effet, mettre en péril tout programme de prévention les ayant ignorées (Gilbert, 1995; Parker, 1995). L'analyse par entrevue permet aussi l'appropriation et le partage de l'information concernant les risques présents dans le travail.

L'analyse selon l'ingénierie et les méthodes classiques utilisées en ergonomie se fait à partir d'une grille développée en 1993, lors du projet ASMÉMA (Assistance Mécanique à la Manutention) (Normandin et al., 1993) et révisée pour atteindre les objectifs du projet de Gilbert et al. (1998) (voir une présentation synthèse de cette grille à l'annexe 8). Elle permet l'objectivation de l'information obtenue lors des entrevues semi-dirigées. Cette grille permet aussi une description complète et exhaustive du poste de travail et de la tâche.

À partir des informations recueillies précédemment, on peut construire des scénarios d'accidents pour une situation de travail donnée. On parcourt ensuite le modèle multifactoriel (réseau hiérarchisé des risques) proposé au chapitre 2 pour identifier les risques présents dans cet environnement de travail. Enfin, on synthétise l'information sur les risques à l'aide d'un diagramme causes-effet. Ce type de diagramme a été développé en 1950, par le professeur Kaoru Ishikawa, pour faciliter l'organisation des efforts de résolution de problèmes en gestion de la qualité. Il permet, entre autres, d'identifier les catégories de facteurs susceptibles d'occasionner le problème. Il est très utilisé pour

l'analyse de problèmes dans les systèmes manufacturiers et son utilisation s'étend maintenant à plusieurs autres domaines. Cette étape de synthèse est essentielle à la démarche. Elle vise à établir un ensemble d'informations communes entre les partenaires et par là à construire un contrat implicite entre toutes les parties concernées. L'explicitation et l'acceptation du contenu de cette information les lient dans la suite et limitent ainsi les possibilités de comportements stratégiques. On augmente ainsi la probabilité de succès d'une intervention en santé-sécurité. Le graphique synthèse permet aussi de mettre en place la base des discussions à venir sur la priorisation des risques.

4.2 Études de cas

Une validation de premier de niveau de cette démarche d'intervention a été faite. Il était nécessaire de formuler un premier jugement sur l'utilisation de l'outil et de faire une première évaluation de la pertinence de cet outil pour l'identification des facteurs de risques de lésions au dos. Plus précisément, nous avons voulu répondre aux questions suivantes, par l'étude de cas multiples:

- L'outil permet-il d'identifier les facteurs de risques de lésions au dos?
- Quels sont les effets, dans l'entreprise, attribuables à l'utilisation de l'outil?
- L'utilisation de l'outil est-elle économiquement justifiée?

Trois entreprises de tailles et de secteurs différents de la région montréalaise (Gilbert et al., 1998, voir aussi les rapports d'entreprise aux annexes 9, 10 et 11 de cette thèse) ont été choisies pour l'étude préliminaire:

- une grande cartonnerie (fabrication de masse): domaine manufacturier classique où le travail est à contenu fixe, répétitif, bien segmenté, contrôlé et documenté. L'environnement de travail est stable;
- une moyenne entreprise de service de réparation automobile (travail en atelier): domaine des services où le contenu du travail présente une certaine variété, sensible aux imprévus, moins segmenté, documenté, contrôlé temporellement par des normes établies par le fabricant, contrôlé qualitativement par le client et l'employeur. L'environnement de travail est relativement stable.
- une moyenne entreprise de service de déménagement (travailleurs autonomes et polyvalents): le travail est variable, non formellement segmenté, non documenté, contrôlé temporellement de façon globale, contrôlé qualitativement par le client. L'environnement de travail est toujours différent.

Par ce choix d'entreprises et de secteurs nous visons au moins les deux objectifs suivants:

- s'assurer de la généralité de l'approche en la testant dans des cas et des environnements différents, mais en s'assurant de son adaptation à des

problématiques de plus en plus complexes. Après avoir traité d'abord le cas du travail répétitif en environnement stable, nous avons attaqué celui du travail polyvalent en environnement stable pour enfin aborder le cas du travail polyvalent et autonome dans des environnements toujours différents.

- aborder le cas du travail polyvalent et autonome dans des environnements toujours différents. Ce type de travail pose plusieurs défis actuellement, à la prévention des lésions au dos et aux accidents du travail en général. En effet, la majorité des outils et méthodes classiques en ergonomie ont été développés pour le travail répétitif en environnement stable, pourtant le travail polyvalent et autonome prend une place de plus en plus importante.

Les résultats de ces études de cas se retrouvent dans le tableau et les trois graphiques ci-joints.

Tableau 4.1 : Résultats validation de premier niveau démarche d'intervention selon l'approche partenariale.

	Cartonnerie	Service de réparation automobile	Service de déménagement
Définition du problème, analyse et synthèse préliminaires			
Formulation de la demande	Analyser la problématique des maux de dos dans l'entreprise	Analyser la problématique des maux de dos aux postes de transmission et de tableaux de bord	Analyser la problématique des maux de dos
Origine de la demande	Direction de l'entreprise suite à des accidents et des plaintes des travailleurs	Management et travailleurs suite à des incidents, accidents et inquiétudes	Direction de l'entreprise suite à des inquiétudes concernant l'impact des maux de dos sur les opérations
Analyse préliminaire du travail	Travail à contenu fixe, répétitif, bien segmenté, contrôlé et documenté. Fabrication de masse	Travail à contenu fixe, sensible aux imprévus, moins segmenté, documenté, contrôlé temporellement par des normes établies par le fabricant, contrôlé qualitativement par le client. Environnement de travail stable. Travail d'atelier	Travail variable, pas formellement segmenté, non documenté, contrôlé temporellement de façon globale, contrôlé qualitativement par le client. Environnement de travail instable. Travail autonome et polyvalent

Tableau 4.1 (suite): Résultats validation de premier niveau démarche d'intervention selon l'approche partenariale.

	Cartonnerie	Service de réparation automobile	Service de déménagement
Élaboration de plans et de stratégies d'analyse			
Planification opérationnelle de l'étude	Trois analystes sur le terrain Durée: 3 mois Nombre de postes étudiés: 9 postes d'alimentation, 8 postes d'empilage. Nombre d'intervenants directement impliqués: 14 travailleurs, 2 superviseurs	Une analyse sur le terrain Durée: 13 jours Nombre de postes étudiées: 2 postes de transmission, 1 de tableaux de bord Nombre d'intervenants directement impliqués: 4 travailleurs, 3 représentants du management	Une analyse sur le terrain Durée: 13 jours Nombre de postes étudiés: 3 déménagements résidentiels, 2 déménagements commerciaux Nombre d'intervenants directement impliqués: 3 travailleurs, 3 représentants du management
Analyse des statistiques d'accidents	9% des accidents sont des maux de dos Causes hypothétiques: pertes d'équilibre, mouvements brusques et importants, autres imprévus	20% du total des accidents sont des maux de dos 31% des coûts de SST sont reliés aux maux de dos L'automne est une période propice à ce genre d'accident ou incident. Causes hypothétiques: travail sous le tableau de bord, soulever une charge	51% du total des accidents sont dus à des maux de dos Les maux de dos sont les accidents les plus coûteux dans l'entreprise. Juin et juillet sont des périodes propices à ce genre d'accident. Causes hypothétiques: effort physique, torsion, frappé par/contre, perte d'équilibre, chute

Tableau 4.1 (suite): Résultats validation de premier niveau démarche d'intervention selon l'approche partenariale.

	Cartonnerie	Service de réparation automobile	Service de déménagement
Particularités des paramètres du travail ou du contexte de travail	Les postes quoique très semblables comportent tous des particularités parce que les modifications sont non uniformes dans l'entreprise. Il y a un problème majeur de méfiance entre le management et les travailleurs.	Les postes de travail sont semblables, mais comportent des particularités au niveau des équipements utilisés (introduction non uniforme des équipements).	Travail physiquement exigeant et jonché d'imprévus et d'éléments difficiles à anticiper. Travail modulé par de nombreuses contraintes (temps, consignes d'emballage, ordre de manipulation de la marchandise, caractéristiques individuelles)

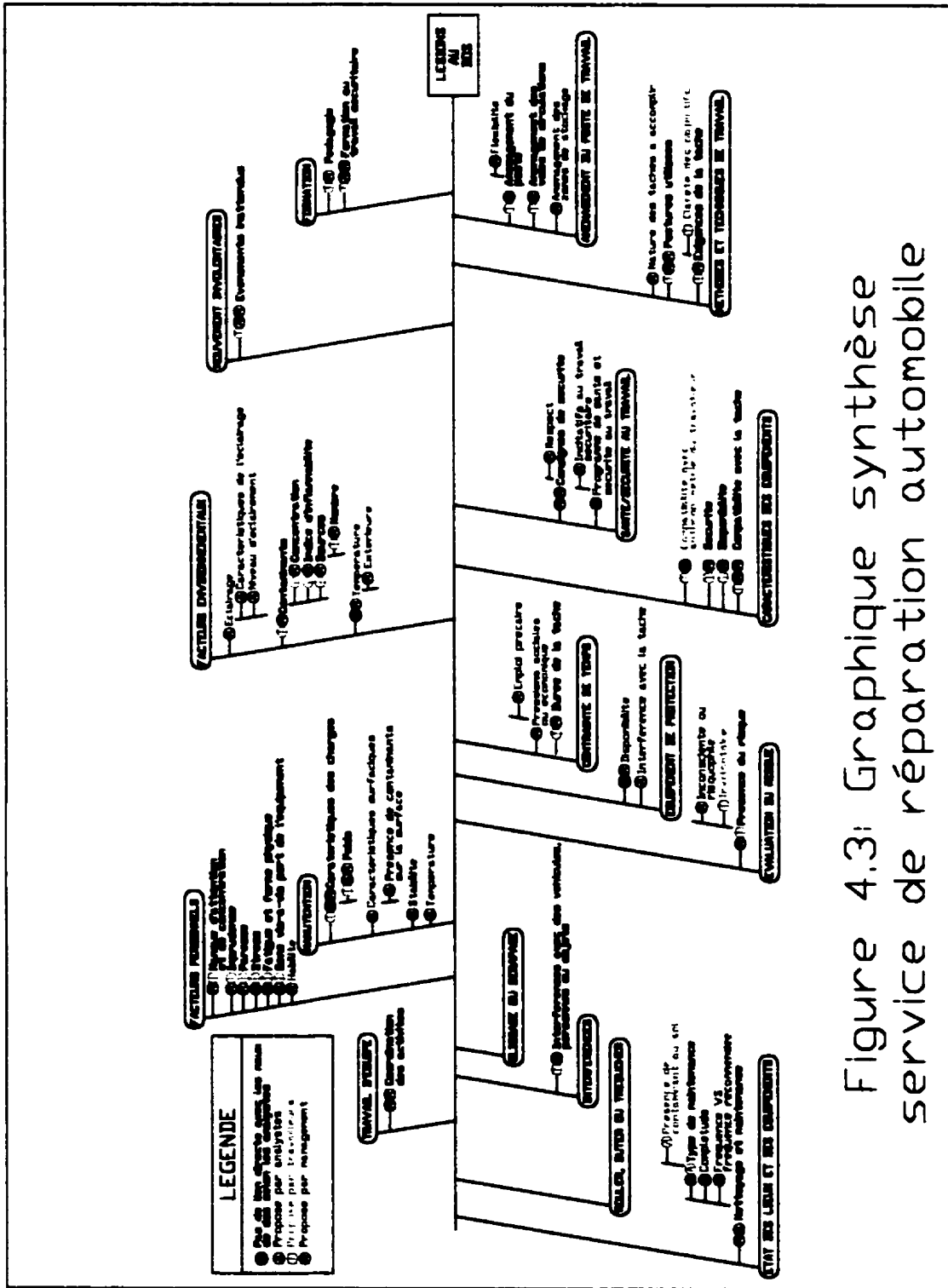


Figure 4.3: Graphique synthèse service de réparation automobile

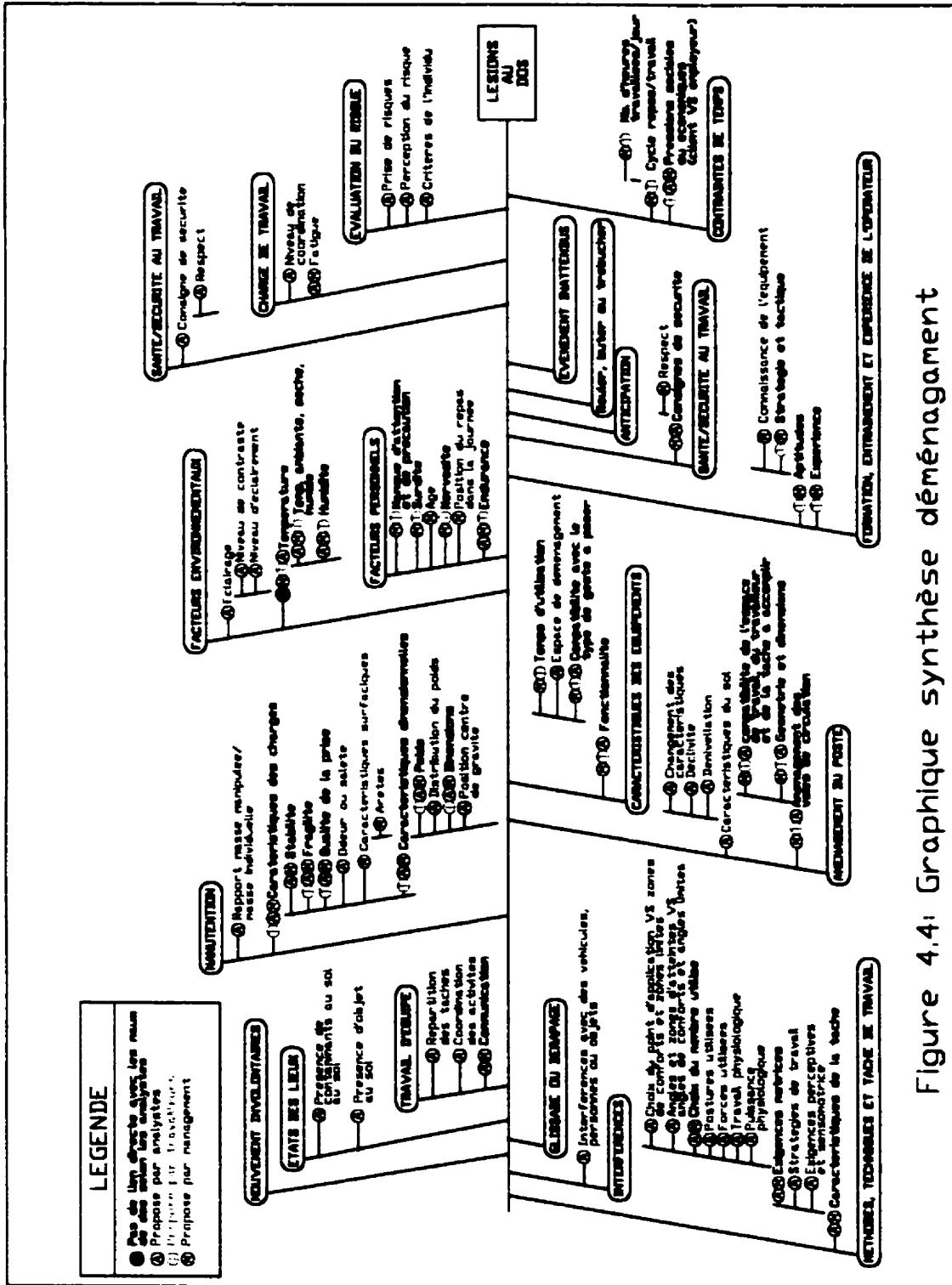


Figure 4.4: Graphique synthèse démenagement

4.2.1 Cartonnerie

La direction d'une grande cartonnerie (fabrication de masse) montréalaise, nous a demandé l'analyse de la situation des maux de dos dans une de ses usines. De nombreuses demandes d'indemnisation et plaintes liées aux maux de dos ont motivé cette décision.

L'organisation du travail de cette entreprise nous a permis d'étudier plusieurs postes simultanément (neuf postes d'alimentation et huit postes d'empilage). Nous avons pu constater que plusieurs postes de travail, considérés identiques par l'entreprise, comportaient des particularités. Historiquement, les modifications aux postes de travail identiques n'ont pas été faites uniformément.

L'analyse des statistiques d'accidents a permis de constater que les maux de dos ne représentent que 9% du total des accidents dans l'usine. De plus, ces derniers sont principalement dus à des pertes d'équilibre, des mouvements brusques et importants et autres types d'imprévus.

Les entrevues (quatorze travailleurs et deux superviseurs) ont permis d'identifier des facteurs de risques de lésions au dos reliés à la tâche, à l'équipement, à l'environnement

de travail, à la gestion des opérations et de la production et à la gestion de la main-d'oeuvre. De plus, on a pu soulever un problème majeur de relations de travail entre le management et ses travailleurs. L'analyse selon l'ingénierie et les méthodes classiques utilisées en ergonomie a permis de valider les facteurs de risques répertoriés précédemment et d'en identifier d'autres.

Un rapport a été soumis à l'entreprise (voir une copie de ce rapport à l'annexe 9 de cette thèse). La démarche partenariale a fourni à la cartonnerie la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention des lésions au dos. Elle a aussi ouvert les discussions sur les risques de santé-sécurité et assaini les relations de travail. Enfin, la démarche partenariale a permis aux intervenants d'identifier certaines priorités en santé-sécurité.

4.2.2 Service de réparation automobile

Une moyenne entreprise de service de réparation automobile (travail en atelier) a eu recours à nos services pour l'analyse de la situation des maux de dos aux postes de réparation des transmissions et des tableaux de bord. Plusieurs incidents, accidents et inquiétudes de la part du management et des travailleurs sont à l'origine de la demande.

Chez ce concessionnaire automobile il existe deux postes semblables de réparation des transmissions. Ces deux postes diffèrent quelque peu par les équipements utilisés. Il existe un seul poste de réparation des tableaux de bord.

Les statistiques d'accidents et d'incidents ont révélé que de tous les accidents dans l'entreprise, ceux au dos sont les plus coûteux (31% des coûts de santé-sécurité sont reliés aux maux de dos), mais ils ne sont pas les plus fréquents (20% du total des accidents sont des maux de dos). De plus, l'automne est une période propice pour ce type d'accident ou incident. Les causes hypothétiques de ces maux de dos sont le travail sous le tableau de bord et le soulèvement de charges.

Les entrevues ont permis d'identifier des facteurs de risques de lésions au dos reliés à la tâche, à l'équipement, à l'environnement de travail, aux véhicules, à la gestion de la main-d'oeuvre, à la gestion des opérations et de la production et au comportement des individus. L'analyse selon l'ingénierie et les méthodes classiques utilisées en ergonomie a permis de valider et de compléter la liste établie précédemment. De plus, il a été possible d'identifier plusieurs risques de santé-sécurité autres que ceux au dos, notamment des risques d'incendie, de blessures aux mains et aux yeux.

Un rapport a été soumis à l'entreprise (voir une copie de ce rapport à l'annexe 10 de cette thèse). La démarche partenariale a été bien accueillie dans cette entreprise soucieuse d'améliorer continuellement ses opérations et ses processus. Cette entreprise est maintenant impliquée dans la formation d'une mutuelle de prévention.

4.2.3 Service de déménagement

La direction d'une moyenne entreprise de service de déménagement (travailleurs autonomes et polyvalents) a fait appel à nos services suite à des inquiétudes majeures concernant l'impact des maux de dos sur ses opérations et sa position concurrentielle.

Chez ce déménageur nous avons étudié trois déménagements résidentiels et deux déménagements commerciaux. Nos analyses nous permettent d'avancer que le travail de déménageur est physiquement exigeant, jonché d'imprévus et d'éléments difficiles à anticiper. L'activité du déménageur est modulée par de nombreuses contraintes dont:

- le temps alloué par l'estimateur au déménagement versus le temps souhaité par le client;
- les consignes d'emballage de l'entreprise versus les exigences du client en la matière;

- les règles sur l'ordre de manipulation de la marchandise, qui sont modulées par l'emplacement, la fragilité, la stabilité et la résistance des charges, l'encombrement des lieux, le remplissage maximal du camion;
- les caractéristiques individuelles de chaque membre de l'équipe.

Le choix du rythme de travail, des dispositifs de transport de charges, d'organisation et d'attribution des tâches entre les équipiers, des méthodes et des stratégies de travail est centré sur la minimisation de l'effort physique et de la fatigue.

Les statistiques d'accidents ont révélé que les blessures au dos sont les plus coûteuses et les plus fréquentes (51% du total des accidents sont dus à des maux de dos) dans cette entreprise. De plus, environ 50% des coûts totaux attribués au dos sont des accidents entraînant un arrêt de travail de plus de 130 jours. Enfin, on note, au niveau du nombre d'accidents au dos répertoriés, une période de pointe aux mois de juin et juillet. Les causes hypothétiques de ces maux de dos sont l'effort physique, la torsion, l'interférence avec des objets, les pertes de stabilité (chutes ou quasi-chutes).

Les entrevues (trois travailleurs et trois représentants du management) et l'analyse selon l'ingénierie et les méthodes classiques en ergonomie ont permis de relever des facteurs de risques de lésions au dos liés à la tâche, à l'équipement, à l'environnement de travail, à

la formation, à la gestion des opérations et de la production, à l'individu, à la gestion de la formation, à la charge et au travail d'équipe.

Un rapport a été soumis à l'entreprise (voir une copie de ce rapport à l'annexe 11 de cette thèse). La démarche partenariale a été prolongée à son étape de priorisation par l'entreprise elle-même. Elle a mené à la conception d'un nouveau dispositif de transport de charges, particulièrement efficace, simple et apprécié de tous. De plus, le rapport a été soumis à la mutuelle de prévention de l'entreprise pour établir un programme de prévention des lésions au dos pour la mutuelle.

4.2.4 Conclusion

La démarche d'intervention comble bien les besoins pour lesquels elle a été créée soit l'identification des facteurs de risques. Elle a permis aussi de relever des facteurs de risques autres que ceux reliés aux lésions au dos et de préciser l'importance relative des maux de dos par rapport aux autres lésions.

Cependant, comme on peut s'y attendre les facteurs de risques relevés n'ont pas tous la même importance. De plus, les risques énumérés dans le graphique synthèse ne peuvent pas tous être éliminés. Dans une étape subséquente, il faudra donc départager ce qui est

perçu comme acceptable de ce qui est inadmissible comme risque pour les différents intervenants. Selon Beauchamp (1996), "l'acceptabilité du risque est plus le fruit d'une constatation suite à un exercice d'information et de consultation et de négociation qu'un concept a priori que l'on pourrait mesurer scientifiquement". Rappelons qu'en science de la sécurité on établit d'abord la valeur quantitative des divers risques exprimée dans les mêmes dimensions soit celles des dimensions normalisées des conséquences. Cette opération est essentielle pour accéder à la réalité des risques. Dans plusieurs domaines de la technologie, l'acceptabilité est une valeur constante que les concepteurs s'imposent de respecter. Dans la majorité des autres situations, l'acceptabilité est effectivement déterminée selon des dimensions politiques et socio-politiques impliquant plus ou moins la négociation. Toutefois, cette modalité de détermination doit se faire a posteriori et non a priori. Cette problématique rejoint aussi une littérature actuelle importante sur la gestion du risque (Mayo et Hollander, 1991; Pollak, 1995). La gestion des risques de santé-sécurité étant intégrée à la gestion des autres activités de l'entreprise, les ressources disponibles pour la prévention sont limitées. Il faut donc comprendre que les besoins des partenaires ne peuvent pas tous être comblés et que des arbitrages doivent être faits. Les intervenants devront aussi réaliser des priorisations personnelles et leurs propres arbitrages. Les intervenants doivent privilégier les solutions efficaces, ce qui ne correspond pas nécessairement aux solutions obtenues par une démarche privilégiant l'atteinte d'un consensus. On pourra par exemple fort bien choisir de ne pas accorder une

haute priorité à la prévention. Une rentabilité insuffisante d'une intervention en prévention ou un manque de coordination des volontés et des efforts des intervenants peuvent être à l'origine d'une telle décision. La prévention doit donc être complétée par la considération de la prise de risques.

Cette étape de priorisation des risques ne fait pas l'objet de la présente recherche. Par contre, comme on peut le deviner, elle doit tenir compte aussi de la dimension comportementale et stratégique des relations entre les intervenants, tout en assurant que les critères physiologiques et technologiques sont respectés.

À cette étape, on peut cependant conclure que la démarche d'intervention proposée fournit la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention des lésions au dos. Elle convient à tous les types de travail (celui en usine comme celui du travailleur autonome et polyvalent), quel que soit l'environnement de travail. Elle permet une gestion plus flexible des risques. La gestion des risques par l'utilisation de règles et de méthodes stables dans le temps et dans l'espace ne convient pas au travail autonome et polyvalent. Elle offre le potentiel d'un outil d'amélioration continue pour les entreprises.

Au niveau de l'application et de l'utilisation de la démarche d'intervention, les études de cas réalisées montrent que la démarche est économiquement justifiée pour les moyennes

et grandes entreprises. Les petites entreprises devront songer à des regroupements pour partager les frais d'étude et bénéficier des retombées positives de ce type de démarche. Dans la prochaine section on traite ces aspects économiques par une simulation.

Il faut souligner aussi que les résultats des trois études de cas ne peuvent pas être généralisés et utilisés par des entreprises du même secteur sans précautions. En d'autres termes, ces résultats sont contextuels: ils sont propres à chaque entreprise à un moment donné de son histoire. De plus, compte tenu du grand nombre de facteurs de risques, du fait que les sous-ensembles de risques diffèrent d'une entreprise à l'autre et du fait qu'un accident est un phénomène rare au plan des probabilités, il faudra plusieurs années sur un grand nombre d'entreprises pour que des résultats significatifs puissent être mis en évidence.

4.3 Avenues pour le prolongement de l'approche pour la priorisation

Proposer une nouvelle approche s'appuyant sur le comportement des intervenants qui ne s'appliquerait qu'à une section de la démarche préventive nous semble moins efficace. Utiliser une démarche partenariale pour l'identification des facteurs de risques pour passer ensuite à une approche hiérarchique ou à une approche participative pour la priorisation et l'implantation a de fortes chances, selon nous, d'être moins efficace. Une certaine

intégration et cohérence du processus semble nécessaire. On a donc tenté de prolonger notre raisonnement en projetant l'utilisation des résultats obtenus.

Plusieurs avenues ont alors été explorées:

- l'utilisation de la formule d'indemnisation de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec);
- la création d'un fonds dédié à la prévention pour assurer la synergie des efforts en prévention;
- l'exigence d'une certification en C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) pour tirer profit de la sélection adverse.

Une étude exhaustive et la validation de ses recommandations ne font pas l'objet de la présente étude. Ces recommandations sont présentées ici pour faciliter la compréhension de la démarche en général et son application à l'étape de l'identification des facteurs de risques.

4.3.1 Recommandation sur l'utilisation de la formule d'indemnisation de la C.S.S.T.

La condition de rentabilité étroite suffisante (investissements nécessaires inférieurs aux gains provenant de ces investissements) doit être respectée dans la plupart des projets d'investissements d'une entreprise, tel que considéré dans la modélisation des comportements du management. Les projets de santé-sécurité n'échappent pas à cette règle.

Pour cerner cet effet, une simulation économique, avec la tarification de 1997, sur le taux de diminution des accidents du travail, le taux de personnalisation et leur impact sur les cotisations versées à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), a été réalisée (Gilbert et al., 1998, voir aussi l'annexe 10 de cette thèse). Ceci a permis de montrer que les petites entreprises avaient peu d'intérêts financiers à investir en prévention des risques de santé-sécurité. En effet à un taux de personnalisation de 12.3%, une diminution de 20% des accidents, en 1998, offrait une économie annuelle sur les cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), en 2002, de 1497\$. Peu de projets de prévention sont envisageables dans cette enveloppe budgétaire. Pour les moyennes et grandes entreprises, plus le taux de personnalisation et

le taux de diminution des accidents étaient élevés, plus les gains espérés devenaient intéressants.

La C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) a révisé sa tarification en 1999 (voir formule annexe 4), pour encourager les interventions en prévention et le retour au travail des employés. D'abord, davantage d'entreprises sont tenues de cotiser selon les risques encourus. En effet, toutes les entreprises dont la somme des coûts prévus d'indemnisation de premier niveau dépasse 1000\$ sont assujetties au calcul de la prime selon le taux personnalisé plutôt que selon le taux de l'unité. De plus, le calcul du taux personnalisé est maintenant composé de deux taux personnalisés (premier niveau et second niveau) et du taux fixe uniforme. Ce dernier n'est plus combiné aux autres par souci de transparence. Le taux personnalisé de premier niveau est calculé à partir du coût retenu pour les fins de la personnalisation jusqu'à concurrence de 5% du maximum annuel assurable de l'année de la réclamation. Le taux personnalisé de deuxième niveau est calculé à partir du coût retenu pour les fins de la personnalisation moins le coût utilisé pour le calcul du taux personnalisé de premier niveau. Le point de partage de 5% est un choix statistique. Selon les statistiques de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), 5% des accidents sont graves et responsables de 60% des coûts (Froment, 1999). Ainsi, le taux personnalisé de premier niveau réagit à la fréquence des réclamations et le taux

personnalisé de second niveau à la gravité de ces dernières. Le calcul du coût retenu pour les fins de la personnalisation a également été modifié. La limite par réclamation a été augmentée. Le calcul du coût retenu est maintenant divisé en trois paliers: 100% du coût d'indemnisation jusqu'à concurrence d'un montant égal à 50% du maximum assurable + 50% du coût d'indemnisation compris entre 50% et 100% du maximum assurable - 25% du coût d'indemnisation compris entre 100% et 150% du maximum assurable. De plus, l'imputation est faite selon la période d'indemnisation couverte par l'assurance plutôt que selon la comptabilité de caisse. Toutes ces modifications ont pour but, selon Froment (1999), de "faire payer plus aux employeurs négligents, et récompenser les employeurs soucieux de la santé et de la sécurité de leurs employés". Toutefois, la nature de plusieurs accidents fait qu'ils échappent à toute volonté de prévention de la part des intervenants. Comment alors justifier une pénalité dans de tels cas? Le risque d'une entreprise se compose du risque systématique ou inhérent, imputable à l'activité générale du secteur de l'entreprise, et du risque spécifique, lié directement aux activités de l'entreprise. Tout comme en finance, on ne sait pas comment éliminer le premier type de risque, mais on sait qu'on peut agir sur le deuxième.

Ensuite, la période historique de référence est de 4 ans plutôt que de 3 ans. Selon Froment (1999) ceci donne "une appréciation plus juste des coûts futurs". Sans souscrire complètement à cette affirmation, on convient qu'elle donne une image plus actuelle de la

situation de l'entreprise si cette dernière a pris des mesures correctives. Dans les cas où l'entreprise maintient le statu quo, une période plus longue donnera un meilleur estimateur. Elle demeure de 3 ans pour le premier et le second niveaux. Par contre elle couvre, pour la tarification de 1999, les années 1995, 1996 et 1997 pour le premier niveau et 1994, 1995 et 1996 pour le second niveau.

Enfin, plusieurs changements ont été faits à la structure des unités de classification. Ces modifications tentent de mieux tenir compte des différents risques reliés aux activités des employeurs et de l'activité réellement exercée par l'entreprise.

Si l'on reprend la simulation économique de Gilbert et al. (1998), pour la même unité que l'entreprise type (voir annexe 5), mais avec des masses salariales assurables différentes, on se rend compte que les économies réalisées (horizon de 6 ans) pour les petites entreprises (avec le même coût retenu que l'entreprise type), par une intervention en santé-sécurité produisant une baisse des accidents de 20%, sont minimales (173\$ pour une masse salariale de 150000\$). Est-il alors justifié d'intervenir en prévention des accidents avec un tel gain? Avec l'actualisation des montants, les effets économiques auraient été encore diminués.

Ainsi, pour les petites entreprises, la solution la plus efficace demeure encore le regroupement, afin de partager les frais d'étude, d'implanter les propositions et de mettre à profit chacune des retombées positives sur la diminution des accidents. Depuis 1998, la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) encourage de tels regroupements pour les entreprises cotisées selon le taux de l'unité. La formation de mutuelles de prévention permet de bénéficier collectivement d'un taux de personnalisation plus élevé que celui de l'unité et augmente ainsi la probabilité de rentabilisation des efforts de prévention.

4.3.2 Recommandation pour assurer la synergie des efforts en prévention

Les variations d'efforts du management en santé-sécurité se traduisent aussi par une variation de la perception du risque d'accident ou de lésion chez les travailleurs. Cette variation de perception a une incidence directe sur l'importance accordée aux risques de santé-sécurité présents dans le travail et sur les efforts des travailleurs en santé-sécurité. Il est donc judicieux de se doter d'un mécanisme favorisant à la fois les investissements en santé-sécurité et l'implication des travailleurs.

Pour ce faire, l'idée de la création d'un fonds dédié à la prévention est avancée. Ce fonds serait construit à partir de sommes annuelles investies par le management et d'une partie

des gains sur les frais de cotisations obtenus suite aux projets de prévention financés par le fonds à la prévention. Plus précisément, le management consacre, par exemple, 0.5% de sa masse salariale, annuellement, dans le fonds de prévention. D'une année à l'autre, l'entreprise peut subir une diminution ou une augmentation de ses frais de cotisations à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) parce qu'il est impossible de se prémunir contre les imprévus (il existera donc toujours un risque d'accident, peut importe les efforts de prévention effectués). Il sera donc dans l'intérêt des partenaires de choisir des projets concernant des risques pouvant être contrôlés.

S'il y a une augmentation des frais de cotisation à la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), la perte est enregistrée et compensée à même le fonds à la prévention. S'il y a des gains, ils sont partagés également entre le management et le fonds à la prévention. Le management peut ainsi récupérer et rentabiliser son investissement. Les travailleurs auraient maintenant un outil pour agir sur les risques présents dans leur environnement de travail.

Il faut toutefois éviter tout versement de prime ou de rémunération directe aux travailleurs à partir de ce fonds. Il faut en effet éviter les comportements stratégiques, qui détourneraient à des fins de rémunération privée des ressources destinées à améliorer la santé-sécurité. Roy et al. (1998) rapportent sommairement les résultats de quelques

entreprises qui ont tenté de prévenir les accidents de travail par des incitatifs financiers. Dans un premier cas, il s'agit d'un boni remis aux équipes de travailleurs, qui par le biais de leur comité de sécurité, ont contribué à la diminution des frais de cotisations pour la santé-sécurité. Dans un deuxième cas, il s'agit d'un programme de partage des profits. L'amélioration de la sécurité, du service à la clientèle, de la productivité et des profits de l'entreprise peuvent tous mener à une prime. Roy et al. (1998) concluent que plusieurs de ces pratiques incitent les travailleurs à ne pas rapporter les accidents de travail. Il est donc important d'éviter l'appropriation du fonds à des fins de rémunération. Dans le cas d'un fonds dédié à la prévention, le versement direct de primes peut encourager les partenaires à s'engager d'abord dans un projet très lucratif suivi de petits projets très peu coûteux ou de maintenir, par la suite, le statu quo.

L'objectif de la création du fonds dédié à la prévention est de s'assurer que les travailleurs et le management sont soucieux des résultats de leurs efforts en santé-sécurité au travail et en profitent à long terme. En 1982, Chelius a proposé une solution semblable soit augmenter la responsabilité de l'employeur vis-à-vis la santé-sécurité en augmentant ses frais de cotisations, mais en ne transférant pas directement ces sommes en indemnités. Lors de la création du fonds l'employeur voit sa responsabilité augmenter. Il doit investir en prévention des risques de santé-sécurité chaque année et commence à récupérer les sommes investies en l'an 3. Par contre, le management profite

des retombées indirectes de la prévention comme l'augmentation de la productivité, la diminution de l'absentéisme, le maintien de la position concurrentielle. Pour les travailleurs, l'existence du fonds de prévention fournit les moyens d'agir sur les risques sans effet sur la rémunération et les droits aux indemnisations. Ainsi le fonds dédié à la prévention pourrait assurer la synergie des efforts en prévention. On doit cependant se demander si cette proposition offre des incitatifs suffisants pour que les travailleurs s'impliquent activement dans des efforts de prévention. En effet, la valeur du fonds ne dépend pas directement des résultats.

4.3.3 Recommandation de mesure pour tirer profit de la sélection adverse

Le phénomène de sélection adverse est un phénomène par lequel le choix des partenaires (agent et principal), dans une relation d'agence, est basé sur l'honnêteté et l'efficacité prévue de leur contribution. Ainsi, dans sa sélection d'employés, le management pourrait vouloir, entre autres, embaucher les individus les plus aptes à offrir une contribution efficace pour intervenir en prévention des risques de santé-sécurité. En effet, une variation de l'importance du phénomène de sélection adverse amène une variation de l'espérance de rentabilité d'une intervention en santé-sécurité.

Il est possible d'utiliser le phénomène de sélection adverse par des procédures de sélection de personnel. Entre autres, il est possible d'exiger de l'agent un effort préalable à la conclusion d'un contrat, telle l'exigence d'une certification en santé-sécurité au travail à l'embauche et comme condition favorable d'avancement. Ce type de mesure favorise l'autosélection des travailleurs et la formation de la main-d'oeuvre. De plus, selon Gardner et al. (1996), un travailleur ayant investi dans son capital humain est moins susceptible d'utiliser le système d'indemnisation par comportement stratégique. De plus, obtenir une certification en santé-sécurité demande un effort qui ne peut être réellement déployé que si l'individu accorde une importance certaine à la prévention des risques de santé-sécurité. Dans le rapport de Roy et al. (1998) les auteurs rapportent que certaines entreprises rémunèrent leur personnel en fonction des connaissances acquises, notamment en sécurité. Ceci pourrait également inciter les travailleurs à prendre plus de responsabilités dans les champs maîtrisés.

Ainsi, l'exigence d'une certification en santé-sécurité peut augmenter l'espérance de rentabilité des interventions en santé-sécurité, tout en diminuant l'effet des comportements stratégiques et en contribuant à la formation de la main-d'oeuvre.

L'approche partenariale proposée vise à:

- traiter les biais de perception des risques en objectivant l'information à l'aide d'une démarche d'intervention tenant compte des dimensions comportementales et stratégiques des relations entre les intervenants, et de critères physiologiques et technologiques;
- établir un ensemble d'informations communes, liant entre eux les partenaires;
- à bonifier l'environnement organisationnel de façon à orienter les comportements vers la prévention et l'amélioration de l'efficacité des interventions.

Nous avons ébauché la recommandation de trois mesures. D'abord, nous recommandons aux petites entreprises, de se regrouper pour partager les frais d'études et d'implantation pour leurs interventions en prévention. Les économies sur les frais de cotisations ne sont pas suffisamment élevées pour que ces entreprises assument seules leur prévention. Ensuite, pour assurer la synergie des efforts des intervenants directs en prévention, nous recommandons la création d'un fonds spécial dédié à la prévention. Enfin, nous suggérons d'exiger une certification en santé-sécurité à tous les employés. Les entreprises pourraient ainsi tirer profit du phénomène de sélection adverse.

L'approche partenariale prend en considération les asymétries d'information et les comportements stratégiques des intervenants. Ceci diffère de l'ergonomie participative traditionnelle. Cette nouvelle approche, mise à l'épreuve dans trois secteurs différents d'activités, a suscité beaucoup d'intérêt de la part des intervenants directs, mais aussi de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) et de certaines associations sectorielles. Plusieurs de ces intervenants ont insisté sur la nécessité de prolonger cette étude à l'étape subséquente soit la priorisation des risques. Tous sont d'accord qu'une approche n'a d'intérêt que si elle permet des mesures concrètes de prévention. Il serait aussi intéressant d'approfondir les ébauches d'analyse économiques. Un projet d'investissement doit être rentable pour être considéré.

CONCLUSION

La présente recherche avait pour objet de revoir, de façon critique et rigoureuse, la problématique des maux de dos et ses fondements et de proposer une nouvelle approche de prévention. Plus précisément, on a voulu identifier les hypothèses qui doivent, du point de vue de l'épistémologie et de la physiologie, être écartées de par leur insuffisance.

Une revue critique de la littérature a permis de conclure que les résultats des méthodes classiques de prévention sont décevants. La théorie de l'accumulation des micro-traumas peut possiblement expliquer certaines lésions au dos, mais certaines conditions doivent être respectées, dont un régime de sollicitations dans le domaine plastique ou dans le domaine élastique avec, dans ce dernier cas, des efforts dépassant la force musculaire maximale, et une manifestation rapide des symptômes à cause des incapacités adaptatives structurales. De plus, plusieurs des méthodes classiques s'appuient sur la recherche de causes immédiates (opérateur, poste de travail, charge), limitant ainsi les moyens de prévention. Il faut donc considérer d'autres avenues pour comprendre et mieux gérer les risques de maux de dos.

La première contribution de ce projet de recherche, à la problématique des lésions au dos, est de proposer un modèle de causalité et d'identifier les facteurs de risques ne pouvant être rejetés selon les critères du jugement scientifique d'une relation causale.

Plus précisément, des connaissances fondamentales et des observations factuelles ont permis d'affirmer que la cause immédiate des lésions au dos est d'abord l'effort. Cet effort engendre une lésion si certaines conditions (niveau d'adaptation des structures insuffisant, capacité de réparation des structures insuffisante, structures anormales, événement extérieur) permettent l'enclenchement d'un mécanisme lésionnel. Chacune des structures anatomiques du dos possède son propre mécanisme lésionnel. En répertoriant ces derniers, il est possible de constater que les lésions au dos sont engendrées lors d'efforts importants et lors de l'atteinte des limites de résistance des structures. Ces efforts ne peuvent être provoqués lors d'activités habituelles effectuées dans des conditions normales. En effet, jusqu'à preuve du contraire, les muscles du dos ne peuvent engendrer à eux seuls des bris aux éléments structuraux du dos. De plus, pour minimiser les concentrations de contraintes, le corps se protège en répartissant les efforts dans le temps et dans l'espace. Les efforts susceptibles d'engendrer une lésion au dos sont donc produits suite à une perte de contrôle de l'activité en cours (événement fortuit, instabilité posturale ou instabilité intrinsèque de la colonne vertébrale).

Nous avons ensuite procédé à l'identification des causes antérieures des lésions au dos par construction de scénarios et par l'utilisation des arbres de défaillances. Un réseau hiérarchisé des risques de lésions au dos a ainsi été obtenu. Il porte sur les mécanismes générateurs d'efforts justifiés par les mécanismes lésionnels et privilégie les facteurs propres à chaque environnement.

La deuxième contribution de ce projet de recherche est l'examen de la problématique de la gestion et de l'utilisation sur le terrain de l'outil et la proposition d'une nouvelle approche de prévention.

Étant donné que la flexibilité, l'autonomie et la polyvalence accrue de l'appareil productif amènent des problèmes d'asymétries d'information, que tout effort de prévention comporte une désutilité pour celui qui l'entreprend et que les maux de dos sont particulièrement vulnérables au phénomène d'aléa moral, pour mieux gérer les risques de maux de dos, il faut tenir compte des comportements stratégiques des intervenants. Une revue des principaux comportements de ces derniers permet de conclure que les entreprises interviennent en prévention par obligation légale, par conscience de la problématique ou suite à une décision économique. La perception de l'environnement et les objectifs personnels sont les motivations à l'action en santé-sécurité chez les travailleurs. L'utilisation de la théorie des jeux permet de constater qu'il est souvent peu intéressant de faire unilatéralement des efforts de prévention. De plus, pour orienter les volontés et les efforts vers la prévention il faudra donc construire des contrats implicites ou explicites et assurer aux intervenants des gains intéressants.

Pour mieux gérer les risques dans un contexte de travail de plus en plus autonome et polyvalent, la présente recherche propose l'approche partenariale. Plus précisément, on propose d'abord une démarche d'intervention assurant le partage, l'appropriation et

l'objectivation de l'information sur les risques. Ensuite, trois ébauches d'avenues ont été proposées pour le prolongement vers la priorisation des risques:

- on propose aux petites entreprises de se regrouper pour partager les frais d'études et d'implantation;
- pour assurer la synergie des efforts, on recommande la création d'un fonds dédié à la prévention;
- pour tirer profit du phénomène de sélection adverse, on recommande l'exigence d'une certification en santé-sécurité.

Une validation de premier niveau de la démarche d'intervention a enfin été faite dans trois entreprises couvrant une diversité d'opérations, d'organisation et de gestion du travail. La démarche a permis d'identifier les risques de lésions au dos, elle fournit aux entreprises la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention et elle favorise la coopération en prévention. De plus, cette démarche peut s'insérer dans le cadre d'une approche plus globale d'amélioration continue. Par contre, les risques répertoriés ne peuvent pas tous être éliminés, il faut donc départager ce qui est perçu comme acceptable de ce qui est inadmissible comme risque pour les intervenants. Ceci relève de la problématique de la priorisation des risques, qui devrait être abordée après celle présentée dans cette thèse.

Comme une approche n'a d'intérêt que si elle permet des mesures concrètes de prévention, nous suggérons donc de poursuivre les recherches sur la priorisation des

risques. Cette priorisation doit tenir compte des dimensions comportementales et stratégiques des relations entre les intervenants, tout en s'assurant que les critères physiologiques et technologiques soient respectés. Enfin, pour permettre une généralisation des résultats de cette étude il faudra aussi poursuivre la validation du modèle dans un grand nombre d'entreprises pour obtenir des résultats significatifs.

RÉFÉRENCES

ABENHAIM, L. et SUISSA, S. (1988). L'ampleur économique des maux de dos d'origine professionnelle. Profil de recherche 66. IRSST, Printemps, Canada.

ADAMS, M.A. et HUTTON, W.C. (1982). Prolapsed Intervertebral Disc: A Hyperflexion Injury. Spine, 7, 184-191.

AFNOR (1989). Limites acceptables de port manuel de charges par une personne. NFX 35-109, avril, France.

ALLAIRE, M.(1996). Statistiques sur les affections vertébrales 1992-1995. CSST, Service de la statistique, Canada.

ALLAIRE, M. et RICARD, G. (1999). Statistiques sur les affections vertébrales 1995-1998. C.S.S.T.. Direction de la statistique et de la gestion de l'information. Service de la statistique, Canada.

ALLAIRE, M. et VEILLEUX, F. (1994). Statistiques sur les affections vertébrales 1990-1993. CSST, Service de la statistique, Canada.

ANDERSSON, D.M. (1983). From Accident Report to Design Problem - a Study of Accidents on Board of Ships. Ergonomics, 26(1), 43-50.

ANDERSSON, G.B.J. (1981). Epidemiologic Aspects on Low-back Pain in Industry. Spine, 6(1), 53-60.

ANDERSSON, G.B.J. et WINTERS, J.M. (1990). Role of Muscle in Postural Tasks: Spinal Loading and Postural Stability. Dans Winters, J.M. Multiple muscle systems: biomechanics and movement organization. Springer-Verlag, États-Unis.

APPEL, D. et BORBA, P.S. (1988). Workers' compensation insurance pricing. Kluwer Academic Publishers, Angleterre.

ARMSTRONG, T.J. ET AL. (1993). A Conceptual Model for Work-related Neck and Upper-limb Musculoskeletal Disorders. Scand J. Work Environ Health, 19, 73-84.

ASFOUR, S.S. et AL. (1988). Physiological Guidelines for the Design of Manual Lifting and Lowering Tasks: the State of the Art. American Industrial Hygiene Association Journal, 49(4), 150-160.

AYOUB, M.M. (1992). Problems and Solutions in Manual Materials Handling: the State of the Art. Ergonomics, 35(7), 713-728.

AYOUB, M.M. et AL. (1979). Review of the strength and capacity data for manual materials handling activities. Technical Report N63126-77-M-1719 Pacific Missile Test Center, États-Unis.

AYOUB, M.M. et AL. (1980). Review, Evaluation, and Comparison of Models for Predicting Lifting Capacity. Human Factors, 22(3), 257-269.

AYOUB, M.M. et AL. (1980). Development of Strength and Capacity Norms for Manual Materials Handling Activities: the State of the Art. Human Factors, 22(3), 271-283.

AYOUB, M.M. et MITAL, A. (1989). Manual materials handling. Taylor and Francis. Angleterre.

BAKER, L.C. et KRUEGER, A.B. (1997). Medical Costs in Workers' Compensation Insurance: Reply. Journal of Health Economics, 16(5), 625-626.

BARTELINK, D.L. (1957). The Role of Abdominal Pressure in Relieving the Pressure on the Lumbar Intervertebral Discs. Journal fo Bone and Joint Surgery, 39B, 718-725.

BEAUCHAMP, A. (1996). Gérer le risque, vaincre la peur. Bellarmin, Canada.

BEAUDET, M. et AL.(1985). Hygiène du travail. Le Griffon d'Argile Inc.. Canada.

BELYTSCHKO, T.B. et AL. (1974). Finite Element Stress Analysis of an Intervertebral Disc. J.Biomech., 7, 277-285.

BENJAMIN, M. et al. (1986). The Histology of Tendon Attachments to Bone in man. J.Anat., 149, 89-100.

BENSON, J.D. (1987). Control of Low Back Pain: Using Ergonomic Task Redesign Techniques. Professional Safety, 32, 21-25.

BERMARK, A. (1989). Stability of the Lumbar Spine. A Study in Mechanical Engineering. Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum 230(6), 1-230.

BERNARD, B.P. ET AL. (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. US Department of Health and Human Services. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Publication No.97-141.

BERNHARDT, M. et AL. (1992). Lumbar Spine Instability. Dans Jayson, M.I.V. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone. États-Unis.

BINK, B. (1962). The Physical Working Capacity in Relation to Working Time and Age. Ergonomics, 5, 25-28.

BISHU, R.R. (1989). Risks of Back Pain. Can a Survey Help? A Discriminant Analytic Approach. Journal of Occupational Accidents, 11(1), 51-68.

BISHU, R.R. (1990). A Fatigue Mechanics Approach to Cumulative Trauma Disorders. Advances in Industrial Ergonomics and Safety II, 215-222.

BOGDUK, N. (1992). The Sources of Low Back Pain. Dans Jayson, M.I.V. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone, États-Unis, 78.

BOGDUC, N. et TWOMEY, L.T. (1991). Clinical anatomy of the lumbar spine. Churchill Livingstone, Angleterre.

BOLDUC, D. et AL. (1997). Incentive Effects of Public Insurance Programs on the Occurrence and the Composition of Workplace Injuries. <http://www.cirano.umontreal.ca>. Canada.

BOUYER, J. et AL. (1993). Épidémiologie. Principes et méthodes quantitatives. Éditions Inserm, France.

BOYD, W.J. et CARTIER, L. (1990). Utilizing the NIOSH Lifting Limits. Professional Safety, février, 29-32.

BRINCKMANN, P. et AL. (1988). Fatigue Fractures of Human Lumbar Vertebrae. Clinical Biomechanics, 2S, S1-S23.

BRINCKMANN, P. et AL. (1989). Prediction of the Compressive Strength of Human Lumbar Vertebrae. Clinical Biomechanics, 4(suppl 2).

BROOKS, C.H. et al. (1992). A Quantitative Histological Study of the Rotator Cuff Tendon. J. Bone and Joint Surg., 74B, 151-153.

BROWN, J.R. (1972). Manual lifting and related fields: an annotated bibliography. Labour Safety Council of Ontario, Ontario Ministry of Labour, Canada.

BUCK, C. (1975). Popper's Philosophy for Epidemiologists. International Journal of Epidemiology, 4, 159-168.

BUIS, N. (1990). Ergonomics, Legislation and Productivity in Manual Materials Handling. Ergonomics, 33(3), 353-359.

BURDOFF, A. ET SOROCK, G. (1997). Positive and Negative Evidence of Risk Factors for Back Disorders. Scand J Work Environ Health, 23, 243-256.

BURRY. H.C. ET STOKE. J.C.J. (1985). Repetitive Strain Injury. New Zealand Medical Journal, 24 juillet, 601-602.

BUTLER. R.J. (1996). Lost Injury Days: Moral Hazard Differences Between Tort and Workers' Compensation. The Journal of Risk and Insurance, 63(3), 405-433.

BUTLER. R.J. (1998). More Than Cost Shifting: Moral Hazard Lowers Productivity. <http://www.oci.com>, États-Unis.

BUTLER. R.J. et AL. (1996). Increasing Claims for Soft Tissue Injuries in Workers' Compensation: Cost Shifting and Moral Hazard. Journal of Risk and Uncertainty, 13, 73-87.

BUTLER. R. J. et AL. (1997). Claimant Learning in Workers' Compensation: Do Past Claims Cause Future Claims? Non publié, États-Unis.

BUTLER. R.J. et GARDNER (1998). Workers' Compensation Costs When Maximum Benefits Change. <http://www.oci.com>, États-Unis.

CARON. M. (1985). Anatomie et biomécanique du dos chez l'humain. M.Sc.A. Département de Génie Industriel, Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.

CARON, M. et al.(1983). Anatomie macroscopique du dos chez l'humain: Première étape pour une meilleure compréhension des lombalgies. Congrès de la Fédération Canadienne des Sociétés de Biologie (section Anatomie), Ottawa, Canada. 14 juin.

CEDERCREUTZ, G. et AL. (1987). Individual Risk Factors of the Back Among Applicants to a Nursing School. Ergonomics, 30(2), 269-272.

CENTRE CANADIEN D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ AU TRAVAIL (1991). Back injuries at work: statistics. CCOHS: Document 91/0030I, Canada.

CHAFFIN, D.B. et AL. (1978). Pre-employment Strength Testing: an Updated Position. Journal of Occupational Medicine, 20(6), 403-408.

CHAFFIN, D.B. et ANDERSSON, G. (1984). Occupational biomechanics. Wiley Interscience, États-Unis.

CHAFFIN, D.B. et PAGE, G.B. (1994). Postural Effects on Biomechanical and Psychophysical Weight-lifting Limits. Ergonomics, 37(4), 663-676.

CHAFFIN, D.B. et PARK, K.S. (1973). A Longitudinal Study of Low-back Pain as Associated with Occupational Weight Lifting Factors. American Industrial Hygiene Association Journal, 34, 513-525.

CHAZAL, J. et AL. (1985). Biomechanical Properties of Spinal Ligaments and a Histological Study of the Supraspinal Ligament in Traction. J.Biomechanics, 18(3), 167-176.

CHELIUS, J.R. (1982). The Influence of Workers' Compensation on Safety Incentives. Industrial and Labor Relations Review, 35(2), 235-243.

CHELIUS, J.R. et BURTON, J.F. (1994). Who Actually Pays for Workers' Compensation?: The Empirical Evidence. Workers' Compensation Yearbook, nov/dec., 20-27.

CHOLEWICKI, J. et AL. (1990). Lumbar Spine Loads During the Lifting of Extremely Heavy Weights. Medicine and Science in Sports and Exercise, 23(10), 1179-1186.

CHOLEWICKI, J. ET AL. (1999). Lumbar Spine Stability Can Be Augmented With an Abdominal Belt and/or Increased Intra-abdominal Pressure. Eur. Spine J., 8, 388-395.

CHOLEWICKI, J. et MC GILL, S.M. (1992). Lumbar Posterior Ligament Involvement During Extremely Heavy Lifts Estimated From Fluoroscopic Measurements. J.Biomechanics, 25(1), 17-28.

CHOLEWICKI, J. et MC GILL, S.M. (1996). Mechanical Stability of the In Vivo Lumbar Spine: Implications for Injury and Chronic Low Back Pain. Clin. Biomech. 11(1), 1-15.

CIRIELLO, V.M. et AL. (1993). Further Studies of Psychophysically Determined Maximum Acceptable Weights and Forces. Human Factors. 35(1), 175-186.

CONTANDRIOPOULOS, A.P. et AL. (1990). Savoir préparer une recherche. La définir, la structurer, la financer. Les Presses de l'Université de Montréal, Canada.

CRISCO III, J.J. et PANJABI, M.M. (1990). Postural Biomechanical Stability and Gross Muscular Architecture in the Spine. Journal of Spinal Disorders. 5(4), 438-450.

DAVIS, P.R. et STUBBS, D.A. (1977). Safe Levels of Manual Forces for Young Males (1). Applied Ergonomics. 8(3), 141-150.

DAVIS, P.R. et STUBBS, D.A. (1977). Safe Levels of Manual Forces for Young Males (2). Applied Ergonomics. 8(4), 219-228.

DAVIS, P.R. et STUBBS, D.A. (1977). Safe Levels of Manual Forces for Young Males (3). Applied Ergonomics. 9(1), 33-37.

DE KEYSER, V. (1980). La démarche participative en sécurité. Bulletin de psychologie, 33, 479-491.

DE LOOZE, M.P. et AL. (1994). The Evaluation of a Practical Biomechanical Model Estimating Lumbar Moments in Occupational Activities. Ergonomics, 37(9), 1495-1502.

DE LOOZE, M.P. et AL. (1994). The Validity of Visual Observation to Assess Posture in a Laboratory-simulated, Manual Material Handling Task. Ergonomics, 37(8), 1335-1343.

DELLEMAN, N.J. et AL. (1992). Value of Biomechanical Macromodels as Suitable Tools for the Prevention of Work-related Low Back Problem. Clinical Biomechanics, 7(3), 138-148.

DEMPSEY, P.G. (1998). A Critical Review of Biomechanical, Epidemiological, Physiological and Psychophysical Criteria for Designing Manual Materials Handling Tasks. Ergonomics, 41(1), 73-88.

DENIS, H. (1990). Stratégies d'entreprise et incertitude environnementale. Agence d'Arc, Canada.

DENIS, H. (1998). Comprendre et gérer les risques sociotechnologiques majeurs. École Polytechnique de Montréal, Canada.

DIONNE, G. et AL. (1995). Moral Hazard, Optimal Auditing and Workers' Compensation. Dans Thomason, T. et Chaykowski, R.P. Research in canadian workers' compensation. Industrial Relations Center Queen's University at Kingston, Canada.

DIXIT, A.K. et NALEBUFF, B.J. (1991). Thinking strategically. The competitive edge in business, politics, and everyday life. WW Norton & Company, États-Unis.

DONAJKOWSKI, K.L. (1993). Back Injury: Causes, Prevention, Treatment. Professional Safety, Septembre, 21-26.

DUCLOS, D. (1991). L'homme face au risque technique. L'Harmattan, France.

DUCLOS, D. (1991). La peur et le savoir. La société face à la science, la technique et leurs dangers. Éditions la Découverte, France.

DUGUAY, P. et MASSICOTTE, P. (1999). Profil statistique des affections vertébrales survenues au Québec entre 1994 et 1996 et indemnisées par la C.S.S.T., I.R.S.S.T.. Rapport R-228, Canada.

DURAFFOURG, J. et AL. (1977). Analyse des activités de l'homme en situation de travail. Principes de méthodologie ergonomique. CNAM, France.

EDWARDS, R.H.T. (1988). Hypotheses of Peripheral and Central Mechanisms Underlying Occupational Muscle Pain and Injury. Eur J. Appl Physiol. 57, 275-281.

EVANS, F.G. (1970). Strength of biological materials. Williams and Wilkins, États-Unis.

FARFAN, H.F. (1973). Mechanical disorders of the low back. Lea & Febiger, États-Unis.

FECHNER, G.T. (1860). Di Elemente des Psychophysik.

FORTIN, B. et AL. (1995). Is Workers' Compensation Disguised Unemployment Insurance? <http://www.cirano.umontreal.ca>, Canada.

FORTIN, B. et LANOIE, P. (1998). Effects of Workers' Compensation: a Survey. <http://www.cirano.umontreal.ca>, Canada.

FORTIN, C. et AL. (1983). Typologie des causes d'accidents. EP83-R-27. École Polytechnique de Montréal, Canada.

FORTIN, C. et AL. (1983). Schéma des inter-relations entre les diverses variables impliquées dans les accidents. Rapport technique EP 83-R-29, École Polytechnique de Montréal, Canada.

FOSTER, W. (1989). How to draw and paint anatomy. Walter Foster Publishing Inc., États-Unis.

FRIDEN, J. ET LIEBER, R.L. (1992). Structural and Mechanical Basis of Exercise-induced Muscle Injury. Medicine and Science in Sports and Exercise, 24(5), 521-530.

FRIEVALDS, A. (1987). Comparison of United States NIOSH Lifting Guidelines and European ECSC Force Limits Recommendations for Manual Work Limits. American Industrial Hygiene Association Journal, 48, 698-702.

FRIEVALDS, A. et AL. (1984). A Dynamic Biomechanical Evaluation of Lifting Maximum Acceptable Loads. Journal of Biomechanics, 17(4), 251-262.

FROMENT, D. (1999). La réforme de la tarification: l'équité au service de la prévention. Prévention au travail, 12(2), 7-14.

FROST, H.M. (1973). Orthopaedic biomechanics. Charles C Thomas Publishers, États-Unis.

FROST, H.M. (1986). Intermediary organization of the skeleton. VOL.II. CRC Press. États-Unis.

FRYMOYER, J.W. et AL. (1980). Epidemiologic Studies of Low-back Pain. Spine, 5(5), 419-423.

FRYMOYER, J.W. et AL. (1983). Risk Factors in Low Back Pain. An Epidemiologic Survey. Journal of Bone and Joint Surgery, 65A, 213-218.

FUDENBERG, D. et TIROLE, J. (1989). Noncooperative game theory for industrial organization: an introduction and overview handbook of industrial organization, vol 1. Hollande.

FUDENBERG, D. et TIROLE, J. (1996). Game theory. MIT Press. États-Unis.

FUNG, Y.C. (1981). Biomechanics. Springer Verlag. États-Unis.

GARBUTT, G. et AL (1994). Physiological and Spinal Responses to Circuit Weight-Training. Ergonomics, 37(1), 117-125.

GARDNER, H.H. et AL. (1996). Disability Benefits When Workers Matter. Mind/Body Medicine, 2(3), 138-149.

GARDNER, H.H. et AL. (1999). Pareto Analysis of Employee Health Benefits Cost. <http://www.oci.com>. États-Unis.

GARDNER, H.H. et BUTLER, R.J. (1996). A Human Capital Perspective for Cumulative Trauma Disorders: Moral Hazard Effects in Disability Compensation Programs. Dans Moon, S.D. et Sauter, S.L. Beyond biomechanics. Psychosocial aspects of musculoskeletal disorders in office work. Taylor & Francis, États-Unis.

GARG, A. (1989). An Evaluation of the NIOSH Guidelines for Manual Lifting. With Special Reference to Horizontal Distance. American Industrial Hygiene Association Journal, 50, 157-164.

GARG, A. et AL. (1978). Predictions of Metabolic Rates for Manual Materials Handling Jobs. American Industrial Hygiene Association Journal, 39, 661-674.

GARG, A. et AL. (1983). Biomechanical Stresses as Related to Motion Trajectory of Lifting. Human Factors, 25(5), 527-539.

GARG, A. et AYOUB, M.M. (1980). What Criteria Exist for Determining How Much Load Can Be Lifted Safely? Human Factors, 22(4), 475-486.

GAYNOR, M. et KLEINDORFER, P.R. (1987). Misperceptions, Equilibrium and Incentives in Groups and Organizations. Dans Bamberg, G. et Spreman. Agency theory, information and incentives. Springer Verlag, États-Unis.

GENAIDY, A.M. et AL. (1988). Psychophysical Capacity Modeling in Frequent Manual Materials Handling Activities. Human Factors, 30(3), 319-337.

GENAIDY, A.M. et AL. (1990). Psychophysical Models for Manual Lifting Tasks. Applied Ergonomics, 21, 295-303.

GENAIDY, A.M. et AL. (1995). Can Back Supports Relieve the Load on the Lumbar Spine for Employees Engaged in Industrial Operations? Ergonomics, 38(5), 996-1010.

GENAIDY, A.M. et ASFOUR, S.S. (1987). Review and Evaluation of Physiological Cost Prediction Models for Manual Materials Handling. Human Factors, 29(4), 465-476.

GILBERT, R. (1994). Mouvements répétitifs. À quelles conditions représentent-ils un risque de lésions professionnelles? Colloque sur les mouvements répétitifs, Jeudi 1 décembre, Hotel Bonaventure, Montréal, Canada.

GILBERT, R. (1995). Notes miméographes. École Polytechnique de Montréal, Canada.

GILBERT, R. (1998). Causalité du syndrome du canal carpien et étude d'un cas allégué de relation avec le travail dans le dossier de madame Isabelle Cyr chez les aliments Flamingo. Notes miméographes, Canada.

GILBERT, R. (1995). Projet d'études sur les ceintures abdominales de la compagnie Ceintex. École Polytechnique de Montréal, Département de Mathématiques et Génie Industriel, Canada.

GILBERT, R. et AL. (1998). Analyse comparative des principales méthodes d'évaluation des risques de lésions au dos et préparation d'une grille d'identification des facteurs de risques. Rapport soumis à l'I.R.S.S.T., École Polytechnique de Montréal, Département de Mathématiques et de Génie Industriel, Canada.

GILBERTSON, L.G. et AL. (1995). Finite Element Methods in Spine. Biomechanics Research. Critical Reviews in Biomedical Engineering, 23(5 et 6), 411-473.

GOLDSTEIN, S.A. (1981). Biomechanical aspects of cumulative trauma to tendons and tendon sheaths. Ph.D. Thesis, University of Michigan, États-Unis.

GRACOVETSKY, S. (1987). The spinal engine. Springer Verlag, États-Unis.

GRANDJEAN, E. (1969). Précis d'ergonomie. Organisation physiologique du travail. Presses Académiques Européennes. France.

GRANHED, H. et AL. (1989). Mineral Content and Strength of Lumbar Vertebrae. A Cadaver Study. Acta Orthop Scand. 60(1). 105-109.

GUO, X.D.E. et AL. (1994). Finite Element Modeling of Damage Accumulation in Trabecular Bone Under Cyclic Loading. J.Biomechanics, 27, 145-155.

GUYTON, A.C. (1991). Textbook of medical physiology. W.B. Saunders Company, États-Unis.

GUZIK, D.C. et AL. (1996). A Biomechanical Model of the Lumbar Spine During Upright Isometric Flexion, Extension, and Lateral Bending. Spine, 21(4). 427-433.

HADLER, N.M. (1987). Clinical concepts in regional musculoskeletal illness. Grune & Stratton, États-Unis.

HADLER, N.M. (1993). Occupational musculoskeletal disorders. Raven Press, États-Unis.

HALES, T.R. ET BERNARD, B.P. (1997). Epidemiology of Work Related Musculoskeletal Disorders. Orthopedic Clinics of North America, 27, 679-709.

HANSSON, T. et AL.(1980). The Bone Mineral Content and Ultimate Compressive Strength in Lumbar Vertebrae. Spine, 5, 46-55.

HANSSON, T.H. et AL. (1987). Mechanical Behavior of the Human Lumbar Spine. II. Fatigue Strength During Dynamic Compressive Loading. Journal of Orthopaedic Research, 5, 479-487.

HATCHUEL, A. et PONSSARD, J.P. (1996). Taylor et la théorie des incitations: quelques réflexions tirées de l'histoire économique. Miméo Laboratoire d'économétrie. École Polytechnique, France.

HENDERSSON, R.D. et DUTTA, S.P. (1992). Use of the Analytic Hierarchy Process in Ergonomic Analysis. International Journal of Industrial Ergonomics, 9(4), 275-282.

HILDEBRANDT, V.H. (1987). A Review of Epidemiological Research on Risk Factors of Low Back Pain. Dans Buckle, P. Musculoskeletal disorders at work. Proceedings of a Conference held at the University of Surrey, Guildford, Angleterre.

HOLLANDER, R.D. et MAYO, D.G. (1991). Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press. Angleterre.

HOOGENDOORN, W.E. ET AL. (2000). Systematic Review of Psychosocial Factors at Work and Private Life as Risk Factors for Back Pain. Spine, 25(16), 2114-2125.

HOOGENDOORN, W.E. ET AL. (1999). Physical Load During Work and Leisure Time as Risk Factors for Back Pain. Scand J Work Environ Health, 25(5), 387-403.

HUNTER, G.R. et AL. (1989). The Effect of a Weight Training Belt on Blood Pressure During Exercise. Journal of Applied Sport Sciences Research, 3(1), 13-18.

ILO (1970). Statistics of industrial injuries. D17. First International Conference of Labor Statisticians. Suisse.

IOTEYKO, J (1920). La fatigue. Ernest Flammarion, France.

JAYSON, M.I.V. (1992). The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone. Angleterre.

JUNG, E.S. et FRIEVALDS, A. (1991). Multiple Criteria Decision-making for the Resolution of Conflicting Ergonomic Knowledge in Manual Materials Handling. Ergonomics, 34(11), 1351-1356.

KARWOWSKI, W. (1983). A Pilot Study of the Interaction Between Physiological, Biomechanical and Psychophysical Stresses Involved in Manual Lifting Activities. Dans Contemporary ergonomics 1983. Proceedings of the Ergonomics Society's Conference. Taylor and Francis. Angleterre.

KARWOWSKI, W. et AL. (1992). Discriminability of Load Heaviness: Implications for the Psychophysical Approach to Manual Lifting. Ergonomics, 35(7), 729-744.

KELLER T.S. ET AL. (1990). The Dependence of Intervertebral Disc Mechanical Properties on Physiologic Conditions. Spine 15, 751-761.

KEYSERLING, W.M. (1989). Analysis of Manual Lifting Tasks: a Qualitative Alternative to the NIOSH Work Practices Guide. American Industrial Hygiene Association Journal, 50(3), 165-173.

KLEINDORFER, P.R. et AL. (1993). Decision sciences. An integrative perspective. Cambridge University Press. Angleterre.

KONZ, S. (1982). NIOSH Lifting Guidelines. American Industrial Hygiene Association Journal, 43(12), 931-933.

KREPS, D. (1990). Game theory and economic modelling. Clarendon Press. Angleterre.

- KROMEMER, K.H.E. et AL. (1994). Ergonomics. How to design for ease and efficiency. Prentice Hall, Englewood Cliffs, États-Unis.
- KROMODIHARDJO, S. et MITAL. A. (1987). Biomechanical Analysis of Manual Lifting Tasks. Journal of Biomechanical Engineering, 109, 132-138.
- KRUEGER, A.B. (1990). Incentive Effects of Workers' Compensation Insurance. Journal of Public Economics, 41, 73-99.
- KUIPER, J.I. ET AL. (1999). Epidemiologic Evidence on Manual Materials Handling as a Risk Factor for Back Disorders: a Systematic Review. International Journal of Industrial Ergonomics, 24, 389-404.
- KULAK, R.F. et AL. (1976). Non-linear Behavior of the Human Intervertebral Disc Under Axial Load. J.Biomech, 9, 377-386.
- KUNREUTHER, H. (1992). A Conceptual Framework for Managing Low-probability Events. Dans Krinsky, S. et Golding, D. Social theories of risk. Praeger, États-Unis.
- KUORINKA, I. et AL. (1994). Manual Handling in Warehouses: the Illusion of Correct Working Postures. Ergonomics, 37(4), 655-661.

KUORINKA, I. et AL. (1994). Participation in Workplace Design With Reference to Low Back Pain: a Case for the Improvement of the Police Patrol Car. Ergonomics, 37(7), 1131-1136.

KUORINKA, I. et FORCIER, L. (1995). Les lésions attribuables au travail répétitif. Ed.Multimondes, Canada.

LABONTÉ J.-P. ET AL. (1982). Impulsive Forces During Manual Truck Unloading Operations. 15th Proceedings, HFAC, 109-111

LANOIE, P. et FORTIN, B. (1998). Effects of Workers' Compensation: a Survey. <http://www.cirano.umontreal.ca>. Canada.

LAVENDER, S.A. et KENYERI, R. (1995). Lifting Belts: a Psychophysical Analysis. Ergonomics, 38(9), 1723-1727.

LEADBETTER, W.B. et AL. (1990). Sports induced inflammation. American Academy of Orthopaedic Surgeons, États-Unis.

LEAMON, T.B. (1994). Research to Reality: A Critical Review of the Validity of Various Criteria for the Prevention of Occupationally Induced Low Back Disability. Ergonomics, 37(12), 1959-1974.

LEBLANC, D. (1995). Notes miméographes. École Polytechnique de Montréal, Canada.

LEBLANC, D. et AL. (1993). Construction d'un préordre complet sur les projets avec la méthode AHP modifiée. École Polytechnique de Montréal, Canada.

LEHMANN, G. (1955). Physiologie pratique du travail. Éditions d'organisation, France.

LEIGH, J.P. et WARD, M.M. (1997). Medical Costs in Workers' Compensation Insurance: Comment. Journal of Health Economics, 16(5), 619-623.

LIGERON, J.C. (1979). La fiabilité en mécanique. Un outil d'aide à la conception. Desforges, France.

LILES, D.H. et AL. (1984). A Job Severity Index for the Evaluation and Control of Lifting Injury. Human Factors, 26(6), 683-693.

LINDBECK, L. et ARBORELIUS, U.P. (1991). Inertial Effects From a Single Body Segments in Dynamic Analysis of Lifting. Ergonomics, 34(4), 421-433.

LINDBLOM, K. (1939). On pathogenesis of Ruptures of Tendon Aponeurosis of the Shoulder Joint. Acta Radiol, 20, 563-577.

LOISEL., P. et AL. (1996). La clinique des maux de dos. Un modèle de prise en charge, en prévention de la chronicité. IRSST. rapport R-140. Canada.

LORTIE. M. et AL. (1996). Analyse des accidents associés au travail de manutentionnaires sur les quais dans le secteur transport. Le travail humain, 59(2), 187-203.

MAGORA. A. (1970). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation: Age, Sexe, Community, Education and Other Factors. Industrial Medicine, 39(11), 31-37.

MAGORA. A. (1970). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation. II. Work History. Industrial Medicine, 39(12), 504-510.

MAHONE. D.B. (1994). Manual Materials Handling: Stop Guessing and Design. Industrial Engineering, mars, 29-31.

MAIRIAUX. P. et AL. (1984). Relation Between Intra-abdominal Pressure and Lumbar Moments When Lifting Weights in the Erect Posture. Ergonomics, 27(8), 883-894.

MANDELL, P. et AL. (1989). Low back pain. Slack Inc., États-Unis.

MANNING, D.P. (1983). Death and Injuries Caused by Slipping, Tripping and Falling. Ergonomics, 26(1), 3-9.

MANNING, D.P. et SHANNON, H.S. (1981). Slipping Accidents Causing Low-back Pain in a Gearbox Factory. Spine, 6(1), 70-72.

MANSAT, CH. et AL. (1985). L'appareil extenseur du genou-anatomie, biomécanique, clinique, techniques chirurgicales, principes de rééducation. Masson. France.

MARKOLF, K.L. et MORRIS (1974). The Structural Components of the Intervertebral Disc. J.Bone and Joint Surg. 56-A, 675-687.

MARRAS, W.S. (2000). Occupational Low Back Disorders Causation and Control. Ergonomics, 43(7), 880-902.

MARTIN, J.B. et CHAFFIN, D.B. (1972). Biomechanical Computerized Simulation of Human Strength in Sagittal Plane Activities. Transactions of the American Institute of Industrial Engineers, 4(1), 19-28.

MCGILL, M. et AL. (1990). The Effect of an Abdominal Belt on Trunk Muscle Activity and Intra-abdominal Pressure During Squat Lifts. Ergonomics, 33, 147-160.

MCGILL, S.M. (1994). A Review of the Assets and Liabilities of Abdominal Belts in Industry. Santé et Sécurité au Travail, 2, 69-71.

MCGILL, S.M. et NORMAN, R.W. (1985). Dynamically and Statically Determined Low Back Moments During Lifting. Journal of Biomechanics, 18(7), 877-885.

MCGILL, S.M. ET NORMAN, R.W. (1987). Reassessment of the Role of Intra-abdominal Pressure in Spinal Compression. Ergonomics, 30(11), 1565-1588.

MICROSOFT CORPORATION (1994). Guide de l'utilisateur: Microsoft Access. Système de gestion de bases de données relationnelles pour Windows. Version 2.0. Microsoft Corporation. États-Unis.

MILGROM, P. et ROBERTS, J. (1997). Economics, organization and management. Prentice Hall, États-Unis.

MITAL, A. (1983). Prediction of Maximum Weights of Lift Acceptable to Male and Female Industrial Workers. Journal of Occupational Accidents, 5, 223-231.

MITAL, A. (1983). The Psychophysical Approach in Manual Lifting: A Verification Study. Human Factors, 25(5), 485-491.

MITAL. A. (1985). Models for Predicting Maximum Acceptable Weight of Lift and Heart Rate and Oxygen Uptake of That Weight. Journal of Occupational Accidents. 7. 75-82.

MITAL. A. (1985). A Comparison Between Psychophysical and Physiological Approaches Across Low and High Frequency Ranges. Journal of Human Ergology. 14. 59-64.

MITAL. A. (1985). Lifting capacities of student and industrial populations. NIOSH Report No. 1-R01-OH-01956-02.

MITAL. A. (1985). Modeling Lifting Capabilities of Industrial Workers for Regular and Extended Workshifts. Dans Brown. I.D. Ergonomics international 85. Taylor and Francis. Angleterre.

MITAL. A. et AL. (1984). Acceptable weight of lift for extended workshifts. NIOSH. Grant no. 1-R01-OH-01429-02, États-Unis.

MITAL. A. et AL. (1994). Physical Fatigue in High and Very High Frequency Manual Materials Handling Perceived Exertion and Physiological Indicators. Human Factors. 36(2). 219-231.

MOORE, M.J. et VISCUSI, W.K. (1990). Compensation mechanisms for job risks. Wages, workers' compensation, and product liability. Princeton University Press. États-Unis.

NACHEMSON, A. (1975). Towards a Better Understanding of Back Pain: A Review of the Mechanics of the Lumbar Disc. Rheumatol Rehabil. 14, 129.

NACHEMSON, A. (1992). Lumbar Mechanics as Revealed by Lumbar Intradiscal Pressure Measurements. Dans Jayson, M.I.V.. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone. États-Unis.

NACHEMSON, A.L. et AL. (1979). Mechanical Properties of Human Lumbar Spine Motion Segments: Influence of Age, Sex, Disc Level and Degeneration. Spine. 4, 1-8.

NACHEMSON, A.L. et EVANS, J.H. (1968). Some Mechanical Properties of the Third Human Lumbar Interlaminar Ligament (Ligamentum Flavum). J.Biomechanics. 1, 211-220.

NATIONAL OCCUPATIONAL HEALTH & SAFETY COMMISSION (1990). Manual handling. NOHSC:1001(1990) et NOHSC:2005(1990), Australie.

NICHOLAS, J.A. et HERSHMAN, E.B. (1986). The lower extremity and spine in sports medicine. The CV Mosby Company, Etats-Unis.

NICHOLSON, A.S. (1989). A Comparative Study of Methods for Establishing Load Handling Capabilities. Ergonomics, 32(9), 1125-1144.

NIOSH (1981). Work practices guide for manual lifting. DHHS publication no. NIOSH-81-122. États-Unis.

NIOSH (1994). Workplace use of back belts. US Department of Health and Human Services, États-Unis.

NORMANDIN, M. et AL. (1993). Assistance mécanique à la manutention manuelle (Logiciel ASMEMA). Rapport technique CDDDB1433. École Polytechnique de Montréal, Canada.

ODDSSON, L.I.E. (1990). Control of Voluntary Trunk Movements in Man-mechanisms for Postural Equilibrium During Standing. Acta Physiologica Scandinavica, 140, suppl.595, 1-60.

OSHA (1995). OSHA draft proposed ergonomic protection standard: summaries, explanations, regulatory text. OSHA, Appendices A et B, États-Unis.

OXENBURGH, M.S. et GULDBERG, H.H. (1993). Economic and Health Effects on Introducing a Safe Manual Handling Code of Practice. International Journal of Industrial Ergonomics, 12(4), 241-253.

PANET-RAYMOND, N. (1997). Analyse de la stabilité posturale dans des conditions de perturbations et d'incertitudes. M.Sc.A. en ergonomie. École Polytechnique de Montréal, Canada.

PANET-RAYMOND, N. et AL. (1999). Analyse de la stabilité posturale dans des conditions de perturbations ou d'incertitudes. 3ième Congrès International de Génie Industriel, 25 au 28 mai 1999, Montréal, Canada.

PANJABI, M.M. (1992). The Stabilizing System of the Spine Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. Journal of Spinal Disorders, 5(4), 383-389.

PARKER, K.G. (1995). Why Ergonomics is Good Economics. Industrial Engineering, fév., 41-46.

PATRY, L. et AL. (1993). Participatory Ergonomics and Prevention of Low Back Pain. Dans Marras et al., The ergonomics of manual work, 523-526.

PERRY, O. (1957). Fracture of the Vertebral Endplate in the Lumbar Spine: an Experimental Biomechanical Investigation. Acta Orthopædica Scandinavica, suppl.25.

POLLAK, R.A. (1995). Regulating Risks. Journal of Economics Literature, 33. 179-191.

PRÉVENTION AU TRAVAIL (1999). Perspective. CSST, printemps. 46-47.

(1999). Prévenir Aussi, 14. 3.

RADEBOLD, A. ET AL. (2000). Muscle Response Pattern to Sudden Trunk Loading in Healthy Individuals and in Patients with Chronic Low Back Pain. Spine, 25(8). 947-954.

REISBORD, L. et GREENLAND, S. (1985). Factors Associated With Self-reported Back Pain Prevalence: a Population Based Study. Journal of Chronical Disease, 38(8). 691-702.

RIGGS, J.L. et AL. (1986). Engineering economics. McGrawHill. Canada.

RIIHIMAKI, H. (1991). Low Back Pain, its Origin and Risk Indicators. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 17(2), 81-90.

ROY, M. et AL. (1998). Équipes semi-autonomes de travail. Recension d'écrits et inventaire d'expériences québécoises. I.R.S.S.T., Rapport B-052. Canada.

SAATY, T.L. (1994). Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 74, 426-447.

SCHAFFNER, K.F. (1991). Causing Harm: Epidemiological and Physiological Concepts of Causation. Dans Mayo, D.G. et Hollander, R.D.. Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press. Angleterre.

SCHERRER, J. (1963). Physiologie de la musculature striée squelettique chez l'homme. Dans Kayser, C.. Physiologie Tome II. Ed.Médicales Flammarion. France.

SCHERRER, J. (1967). Physiologie du travail. Masson. France.

SEGUIN, P. (1994). L'utilisation des ceintures lombaires pour la prévention des blessures au dos. Équipe Régionale de Santé au Travail Montréal-Centre. Canada.

SHIRAZI-ADL, A. et AL. (1986). Mechanical Response of a Lumbar Motion Segment in Axial Torque Alone and Combined With Compression. Spine, 11(9), 914-927.

SILVERSTEIN, B.A. (1985). The prevalence of upper extremity cumulative trauma disorders in industry. Ph.D.thesis. University of Michigan, États-Unis.

SIMARD, T. et al. (1984). Bases anatomo-dynamiques des lombalgies. 67ième Congrès de l'Association des Anatomistes de langue française, Rennes, France. 20-24 mai.

SIMARD, M. et AL. (1999). Processus organisationels et psycho-sociaux favorisant la participation des travailleurs en santé et en sécurité du travail. I.R.S.S.T., Rapport R-211. Canada.

SIMARD, M. et MARCHAND, G. (1997). Workgroup's Propensity to Comply With Safety Rules: the Influence of Micro-macro Organisational Factors. Ergonomics, 40(2). 172-188.

SMITH, R.S. (1990). Mostly on Monday: Is Workers' Compensation Covering Off-the-job Injuries? Dans Borba, P.S. et Appel, D.. Benefits, costs, and cycles in workers' compensation. Kluwer Academic Publishers, États-Unis.

SNOOK, S.H. (1978). The Design of Manual Handling Tasks. Ergonomics, 21(12). 963-985.

SNOOK, S.H. et AL. (1970). Maximum Weights and Workloads Acceptable to Male Industrial Workers. American Industrial Hygiene Association Journal, 31(5), 579-586.

SNOOK, S.H. et AL. (1978). The Design of Manual Handling Tasks. Ergonomics, 21, 963-985.

SNOOK, S.H. et CIRIELLO, V.M. (1974). Maximum Weights and Work Loads Acceptable to Female Workers. Journal of Occupational Medicine, 16(8), 527-534.

SNOOK, S.H. et CIRIELLO, V.M. (1974). The Effects of Heat Stress on Manual Handling Tasks. American Industrial Hygiene Association Journal, 35, 681-685.

SNOOK, S.H. et IRVINE, C.H. (1966). The Evaluation of Physical Tasks in Industry. American Industrial Hygiene Association Journal, 27(3), 228-233.

SPÉRANDIO, J.C. (1995). L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain. Éditions Octares. France.

SPIPKER, R.L. et AL. (1984). Mechanical Response of a Simple Finite Element Model of the Intervertebral Disc Under Complex Loading. J.Biomech. 17, 103-112.

STARR, C. (1969). Social Benefit Versus Technological Risk. Science, 165, 1232-1238.

STEVENS, S.S. (1951). Handbook of Experimental Psychology, Wiley, États-Unis.

STRANBERG, L. (1983). On Accident and Slip-resistance Measurement. Ergonomics, 26(1), 11-32.

TEUBER, A. (1990). Justifying Risk. Dans E.J. Burger. Risk. University of Michigan Press, États-Unis.

TIPTON, C.M. et VAILAS, A.C. (1988). Bone and Connective Tissue Adaptations to Physical Activity. Dans Bouchard, C. et al.. Exercise, fitness and health. Human Kinetics Books, États-Unis.

TIROLE, J. (1988). The theory of industrial organization. MIT Press, États-Unis.

TKAZUK, H. (1968). Tensile Properties of Human Lumbar Longitudinal Ligaments. Acta Orthop. Scandinav. supp. 115, 5-67.

TROUP, J.D.G. (1981). Straight-leg-raising and the Qualifying Tests for Increased Root Tension: their Predictive Value after Back and Sciatic Pain. Spine, 6, 526.

TROUP, J.D.G. et AL. (1981). Back Pain in Industry A Prospective Study. Spine. 6(1). 61-69.

VAN DIEËN, J.H. et TOUSSAINT, H.M. (1995). Application of the Maximum Energy Criterion to Describe the Strength of the Motion Segment Under Axial Compression. Spine. 20(5). 518-525.

VAN DIEËN, J.H. et TOUSSAINT, H.M. (1997). Evaluation of the Probability of Spinal Damage Caused by Sustained Cyclic Compression Loading. Human Factors. 39(3). 469-480.

VERNON-ROBERTS, B. (1992). Age-related and Degenerative Pathology of the Intervertebral Discs and Apophyseal Joints. Dans Jayson, M.I.V.. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone, États-Unis.

VILLEMEUR, A. (1988). Suret  de fonctionnement des systèmes industriels. Eyrolles, France.

WAIKAR, A. et AL. (1991). Evaluating Lifting Tasks Using Subjective and Biomechanical Estimates of Stress at the Lower Back. Ergonomics. 34(1). 33-47.

WALSH, N.E. et SCHWARTZ, R.K. (1990). The influence of prophylactic orthoses on abdominal strength and low back injury in the workplace. Department of Physical Medicine and Rehabilitation and Occupational Therapy, University of Texas Health Science Center, États-Unis .

WASH-1400-D (1974). Reactor safety study – An assessment of accident risk in U.S. commercial nuclear power plants. Atomic Energy Commission, États-Unis.

WATERS, T. et al. (1993). Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks. Ergonomics, 36(7), 749-776.

WATERS, T. et PUTZ-ANDERSON, V. (1994). Applications Manual For The Revised NIOSH Lifting Equation. Centers for Disease Control & Prevention, USA.

WATSON, H.A. (1962). Bell Telephone Laboratories. États-Unis.

WEBER, E.H. (1834). De tactu: annotationnices et Physiologicae.

WHITING, H.T.A. (1984). Human Motor Actions. Advances in Psychology.

WILDE, G.J.S. (1982). The Theory of Risk Homeostasis: Implications for Safety and Health. Risk Analysis, 2(4), 209-225.

WILDE, G.J.S. (1986). Beyond the Concept of Risk Homeostasis: Suggestions for Research and Application Towards the Prevention of Accidents and Lifestyle-Related Disease. Accident Analysis and Prevention, 18(5), 377-401.

WILDE, G.J.S. (1994). Target Risk. PDE Publications, Canada.

WORRALL, J.D. et APPEL, D. (1987). The Impact of Workers' Compensation Benefits on Low-back Claims. Dans Hadler, N.M., Clinical concepts in regional musculoskeletal illness. États-Unis.

BIBLIOGRAPHIE

ABENHAIM, L. et SUISSA, S. (1988). L'ampleur économique des maux de dos d'origine professionnelle. Profil de recherche 66, IRSST, Printemps, Canada.

ABERG, U. (1961). Physiological and Mechanical Studies of Material Handling. Ergonomics, 4, 282.

ABERG, U. et AL. (1986). Analysis of Components and Prediction of Energy Expenditure in Manual Tasks. International Journal of Production Research, 6, 196-198.

ABRAMSON, J.H. (1994). Making sense of data: a self-instruction manual on the interpretation of epidemiological data. Oxford University Press, Angleterre.

ADAMS, M.A. et HUTTON, W.C. (1981). The Relevance of Torsion to the Mechanical Derangement of the Lumbar Spine. Spine, 6, 241-248.

ADAMS, M.A. et HUTTON, W.C. (1982). Prolapsed Intervertebral Disc: A Hyperflexion Injury. Spine, 7, 184-191.

ADAMS. W.C. (1967). Influence of Age, Sex and Body Weight on the Energy Expenditure of Bicycle Riding. Journal of Applied Physiology, 22, 539-545.

ADDISON. R. et SCHULTZ. A. (1980). Trunk Strength in Patients Seeking Hospitalization for Chronic Low-back Disorders. Spine, 5, 539-544.

AFACAN. A.S. (1982). Sickness Absence Due to Back Lesions in Coal Miners. Journal Soc.Occup.Medicine, 32, 26-31.

AFNOR (1989). Limites acceptables de port manuel de charges par une personne. NFX 35-109, avril, France.

AGHAZADEH. F. (1982). Simulated dynamic lifting strength models for manual lifting. Ph.D. Dissertation. Texas Tech University. États-Unis.

AGNEW. J. (1987). Back Pain in Hospital Workers. Occupational Medicine, 3, 609-616.

ALLAIRE. M.(1996). Statistiques sur les affections vertébrales 1992-1995. CSST. Service de la statistique. Canada.

ALLAIRE. M. et RICARD. G. (1999). Statistiques sur les affections vertébrales 1995-1998. C.S.S.T.. Direction de la statistique et de la gestion de l'information. Service de la statistique. Canada.

ALLAIRE. M. et VEILLEUX. F. (1994). Statistiques sur les affections vertébrales 1990-1993. CSST, Service de la statistique. Canada.

ALSTON. W. et AL. (1966). A Quantitative Study of Muscle Factors in the Chronic Low Back Syndrome. Journal of American Geriatric Society, 14, 1041-1047.

ALVIK. I. (1949). Tuberculosis of the Spine II. The Mobility of the Lumbar Spine After Tuberculosis Spondylitis. Acta Chirurgica Scandinavia, suppl. 141.

AMUSSEN. E. et AL.(1965). The relation between isometric and dynamic muscle strength in man. Testing and Observation Institute of the Danish National Association for Infantile Paralysis. Communication. 20.

ANACT (1979). Pour une évaluation ergonomique des nouvelles formes d'organisation du travail dans les entreprises industrielles. Outils et méthodes, France.

ANDERSON. J.A.D. et DUTHIE. J.J.R. (1963). Rheumatic Complaints in Dockyard Workers. Ann Rheum Dis, 22, 401-409.

ANDERSSON, D.M. (1983). From Accident Report to Design Problem - a Study of Accidents on Board of Ships. Ergonomics, 26(1), 43-50.

ANDERSSON, G.B.J. (1981). Epidemiologic Aspects on Low-back Pain in Industry. Spine, 6(1), 53-60.

ANDERSSON, G.B.J. et AL. (1976). Quantitative Studies of Back Loads in Lifting. Spine, 1, 178-185.

ANDERSSON, G.B.J. et AL. (1977). Intra-diskal Pressure, Intra-abdominal Pressure and Myoelectric Back Muscle Activity Related to Posture and Loading. Clinical Orthopaedics and Related Research, 129, 156-164.

ANDERSSON, G.B.J. et AL. (1980). Analysis and Measurement of the Loads on the Lumbar Spine During Work at a Table. Journal of Biomechanics, 13, 513-520.

ANDERSSON, R. et LAGERLOF, E. (1983). Accidents Data in the New Swedish Information System on Occupational Injuries. Ergonomics, 26(1), 33-42.

ANDERSSON, G.B.J. et WINTERS, J.M. (1990). Role of Muscle in Postural Tasks: Spinal Loading and Postural Stability. Dans Winters, J.M.. Multiple muscle systems: biomechanics and movement organization, Springer-Verlag, États-Unis.

APPEL, D. et BORBA, P.S. (1988). Workers' compensation insurance pricing. Kluwer Academic Publishers. Angleterre.

ARMSTRONG, T.J. ET AL. (1993). A Conceptual Model for Work-related Neck and Upper-limb Musculoskeletal Disorders. Scand J. Work Environ Health, 19, 73-84.

ARMSTRONG, J.R. et OSMOND-CLARKE, H. (1967). Lumbar discs lesions pathogenesis and treatment of low back pain and sciatica. E&S Livingstone. Angleterre.

ARNOLD, A. (1995). No Pain, more Gain. Materials Management & Distribution, septembre, 22-23.

ARRAS, W.S. et AL. (1995). Biomechanical Risk Factors for Occupationnaly Related Low Back Disorders. Ergonomics, 38, 377-410.

ARSENAULT, A. (1981). Enquête de perceptions sur les facteurs de risque du travail. IRSST Profil-recherche 37. Canada.

ASFOUR, S.S. (1980). Energy cost prediction models for manual lifting and lowering tasks. Ph.D. Dissertation. Texas Tech University, États-Unis.

ASFOUR, S.S. et AL.(1984).Effects of Endurance and Strength Training Program on Lifting Capability of Males. Ergonomics, 27, 435-442.

ASFOUR. S.S. et AL.(1984). Physiological and Psychophysical Determination of Lifting Capacity for Low Frequency Lifting Tasks. Dans Mital. A. Trends in ergonomics/human factors I. Hollande.

ASFOUR. S.S. et AL. (1985). Lifting Capacity Norms Based on Strength and Endurance of Workers. Dans Eberts. R. et Eberts. C.G. Trends in ergonomics/human factors II. Hollande.

ASFOUR. S.S. et AL. (1988). Physiological Guidelines for the Design of Manual Lifting and Lowering Tasks: the State of the Art. American Industrial Hygiene Association Journal, 49(4), 150-160.

ASMUSSEN. E. et HEEBOLL-NIELSEN, K. (1959). Posture, Mobility and Strength of the Back in Boys 7 to 16 Years Old. Acta Orthop Scand, 28, 174-189.

ASMUSSEN, E. et HEEBOLL-NIELSON, K. (1961). Isometric Muscle Strength of Adult Men and Women. Institute of the Danish National Association for Infantile Paralysis.11, 1-43.

ASMUSSEN, E. et HEEBOLL-NIELSON, K.(1962). Isometric Muscle Strength in Relation to Age in Men and Women. Ergonomics, 5, 167-169.

ASMUSSEN, E. et KLAUSEN, K. (1962). Form and Function of the Erect Human Spine. Clin. Orthop. 25, 55-63.

ASPDEN, R.M. (1987). Intra-abdominal Pressure and its Role in Spinal Mechanics. Clinical Biomechanics, 2, 168-174.

ASTRAND, I. (1967). Aerobic Work Capacity. Circulation Research, 20-21, 211-217.

ASTRAND, I. Et AL. (1973). Reduction in Maximal Oxygen Uptake With Age. Journal of Applied Physiology, 35, 649-654.

ASTRAND, P.O. et RODAHL, K. (1977). Textbook of work physiology. McGraw-Hill. États-Unis.

AVELLINI, B.A. (1980). Physiological Responses of Physically Fit Men and Women to Acclimation to Humid Heat. Journal of Applied Physiology, 49, 254-261.

AVISEM (1977). Techniques d'amélioration des conditions de travail, méthodes d'analyse, évaluation des projets, normes et procédures d'application. Suresnes. Hommes et Techniques. France.

AYOUB. M.M. (1977). Lifting Capacity of Workers. Journal of Human Ergology. 6, 187-192.

AYOUB. M.M. (1992). Problems and Solutions in Manual Materials Handling: the State of the Art. Ergonomics. 35(7), 713-728.

AYOUB. M.M. et AL. (1978). Determination and modeling of lifting capacity. HEW(NIOSH), Grant no.5R01-OH-00545-02. États-Unis.

AYOUB. M.M. et AL. (1979). Review of the strength and capacity data for manual materials handling activities. Technical Report N63126-77-M-1719, Pacific Missile Test Center. États-Unis.

AYOUB. M.M. et AL. (1980). Development of Strength and Capacity Norms for Manual Materials Handling Activities: the State of the Art. Human Factors. 22(3), 271-283.

AYOUB, M.M. et AL (1980). Review, Evaluation, and Comparison of Models for Predicting Lifting Capacity. Human Factors, 22(3), 257-269.

AYOUB, M.M. et AL. (1983). An Ergonomics Approach for the Design of Manual Materials Handling Tasks. Human Factors, 25(5), 507-515.

AYOUB, M.M. et AL. (1983). Lifting Capacity Determination in Back Injuries. Dans Proceedings of Bureau of Mines Technology Transfer Symposia, United States Bureau of Mines. Information Circular. 8948, 54-63.

AYOUB, M.M. et MCDANIEL, J.W. (1974). Effects of Operator Stance on Pushing and Pulling Tasks. Transactions of the American Institute of Industrial Engineers, 6, 185-195.

AYOUB, M.M. et MITAL, A. (1989). Manual materials handling. Taylor and Francis. Angleterre.

BAKER, L.C. et KRUEGER, A.B. (1997). Medical Costs in Workers' Compensation Insurance: Reply. Journal of Health Economics, 16(5), 625-626.

BAKKEN, G.M. (1983). Lifting capacity determination as a function of task variables. Ph.D. Dissertation. Texas Tech University, États-Unis.

BALDWIN, M.L. et AL. (1996). The Error of Using Returns to Work to Measure the Outcomes of Health Care. American Journal of Industrial Medicine, 29, 632-641.

BALL, J. (1978). New Knowledge of Intervertebral Disc Disease. Journal of Clinical Pathology, 31, 200-204.

BARIL, G. et LANOIE, P. (1996). Claims Reporting and Risk Bearing Moral Hazard in Workers' Compensation: the Canadian Context. <http://www.cirano.umontreal.ca>. Canada.

BARTELINK, D.L. (1957). The Role of Abdominal Pressure in Relieving the Pressure on the Lumbar Intervertebral Discs. Journal of Bone and Joint Surgery, 39B, 718-725.

BASMAJIAN, J.Y. (1979). Muscles alive. Williams and Wilkins Co., États-Unis.

BEALS, R.K. et HICKMAN, N.W. (1972). Industrial Injuries of the Back and Extremities. Journal of Bone and Joint Surgery, 54A, 1593-1611.

BEAN, J.C. et AL. (1988). Biomechanical Model Calculation of Muscle Contraction Forces: a Double Linear Programming Method. Journal of Biomechanics, 21(1), 59-66.

BEAUCHAMP, A. (1996). Gérer le risque, vaincre la peur. Bellarmin, Canada.

BEAUCHAMP, Y et AL. (1997). Impact de l'utilisation des pistolets de soudage pourvus d'une buse d'aspiration sur l'activation musculaire des membres supérieurs. la perception psychophysique et la qualité des assemblages soudés. IRSST, rapport R-152. Canada.

BEAUDET, M. et AL. (1985). Hygiène du travail. Le Griffon d'Argile Inc., Canada.

BEAUDOIN, L. et AL. (1982). Caractérisation mécanique des tissus de la colonne lombaire: une revue. EP-83-R-3. École Polytechnique de Montréal, Canada.

BEAUDOIN, L. et AL. (1986). Caractérisation mécanique des ligaments de la colonne lombaire. EPM/RT-86-9. Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.

BEAUDOIN, M. et AL. (1994). Guide de prévention pour les tâches de manutention et d'entreposage. Association sectorielle Transport Entreposage, Canada.

BELDING, H.S. et AL. (1961). Recent Developments in Understanding of Effects of Exposure to Heat. Dans Proceedings of the 13th International Congress on Occupational Health. Book Craftsmen Associated, États-Unis.

BELYTSCHKO, T.B. et AL. (1974). Finite Element Stress Analysis of an Intervertebral Disc. J.Biomech. 7, 277-285.

BEN AYED, N. (1996). Identification de facteurs de risque dans le domaine de la maintenance: secteur de l'entretien ménager. Mémoire de maîtrise. École Polytechnique de Montréal., Canada.

BENDIX, T. ET EID, S.E. (1983). The Distance Between the Load and the Body With Three Bi-manual Lifting Techniques. Applied Ergonomics, 14, 185-192.

BENJAMIN, M. (1986). The Histology of Attachments to Bone in Man. J.Anat. 149, 89-100.

BENSON, J.D. (1987). Control of Low Back Pain: Using Ergonomic Task Redesign Techniques. Professional Safety, 32, 21-25.

BERG, G. et AL. (1988). Low Back Pain During Pregnancy. Obstetrics and Gynecology, 71(1), 71-75.

BERKOW, R. (1964). Psychological Aspects of Back Pain. Dans Mercer, M. et Duthie, R.B.. Orthopaedic surgery. Williams and Wilkins, 760-768.

BERKSON, M. (1977). Voluntary Strengths of Male Adults With Acute Low Back Syndrome. Clin Orthop, 129, 84-95.

BERMARK, A. (1989). Stability of the Lumbar Spine. A Study in Mechanical Engineering. Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum 230(6), 1-230.

BERNARD, B.P. ET AL. (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. US Department of Health and Human Services. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Publication No.97-141.

BERNARD, C. (1966). Introduction à la médecine expérimentale (1866). Éditions Pierre Beltond. France.

BERNHARDT, M. et AL. (1992). Lumbar Spine Instability. Dans Jayson, M.I.V.. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone. États-Unis.

BERQUIST-ULLMAN, M. ET LARSSON, U. (1977). Acute Low Back Pain in Industry. A Controlled Prospective Study With Special Reference to Therapy and Confounding Factors. Acta Orthop Scand. 170 (suppl), 1-117.

BERWICK, D.N. (1980). Experimental Power: The Other Side of the Coin. Pediatrics, 65. 1043.

BIERING-SORENSEN, F. (1982). Low Back Trouble in a General Population of 30-, 40-, 50- and 60- Year Old Men and Women. Study Design, Representations and Basic Results. Dan Med Bull. 29, 289-299.

BIERING-SORENSEN, F. (1984). A One-year Propective Study of Low Back Trouble in a General Population - the Prognostic Value of Low Back History and Physical Measurements. Danish Med Bull. 5, 362-375.

BIERING-SORENSEN, F. (1985). Risk of Back Trouble in Individual Occupations in Denmark. Ergonomics. 28(1), 51-60.

BIERSNER, R.J. et WINN, F.J. (1998). Identification of Ergonomic-related Hazards in an Industrial Sample Using the National Occupational Exposure Survey. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 4(3), 299-316.

BIGOS, S.J. et AL. (1986). Back Injuries in Industry: a Retrospective Study II Injury Factors. Spine. 11, 246-251.

BIGOS, S.J. et AL. (1986). Back Injuries in Industry: a Retrospective Study III: Employee Related Factors. Spine. 11, 252-256.

BIGOS, S.J. et AL. (1991). A Prospective Study of Work Perceptions and Psychosocial Factors Affecting the Report of Back Injury. Spine, 16(1), 1-6.

BINK, B. (1962). The Physical Working Capacity in Relation to Working Time and Age. Ergonomics, 5, 25-28.

BISHU, R.R. (1989). Risks of Back Pain. Can a Survey Help? A Discriminant Analytic Approach. Journal of Occupational Accidents, 11(1), 51-68.

BISHU, R.R. (1990). A Fatigue Mechanics Approach to Cumulative Trauma Disorders. Advances in Industrial Ergonomics and Safety II, 215-222.

BLOW, R.J. et JACKSON, J.M. (1971). Rehabilitation of Registered Dock Workers. Proceedings of the Royal Society of Medicine, 64, 753-760.

BOGDUC, N. et TWOMEY, L.T. (1991). Clinical anatomy of the lumbar spine. Churchill Livingstone, Angleterre.

BOGDUK, N. (1992). The Sources of Low Back Pain. Dans Jayson, M.I.V.. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone, 78.

BOGDUK, N. et AL. (1992). A Universal Model of the Lumbar Back Muscles in the Upright Position. Spine. 17(8). 897-913.

BOHART, W.H. (1947). Anatomic Variations of Anomalies of the Spine. Relation to Prognosis and Length of Disability. Journal of American Medicine Association. 92. 698-701.

BOILEAU, P.E. et AL. (1988). Évaluation de l'exposition des couturières à des vibrations globales du corps dans des manufactures de vêtements et de chaussures: étude préliminaire. IRSST, Canada.

BOILEAU, P.E. et AL. (1995). Principes et critères de sélection de sièges à suspension pour véhicules. IRSST, fiche technique, RF-095, Canada.

BOILEAU, R.E. et SCORY, H. (1986). L'exposition des opérateurs de débusqueuses à des vibrations globales du corps. IRSST Profil-recherche 32, Canada.

BOILEAU, P.E. et SCORY, H. (1989). Évaluation de l'exposition à des vibrations appliquées au corps entier lors de la conduite de camions-citernes. IRSST Profil-recherche 92, Canada.

BOLDUC, D. et AL. (1997). Incentive Effects of Public Insurance Programs on the Occurrence and the Composition of Workplace Injuries. <http://www.cirano.umontreal.ca>. Canada.

BOND, M.A. (1970). Low Back Pain in Industry. Indust Med. 39, 204-208.

BONJER, F.H. (1962). Actual Energy Expenditure in Relation to the Physical Work Capacity. Ergonomics, 5, 29-31.

BOOYNES, J. et KEATING, W.R. (1957). The Expenditure of Energy by Men and Women Walking. Journal of Physiology, 138, 165-171.

BOUDREAU, F. (1994). Comportement mécanique des unités fonctionnelles T3/T4, T7/T8 et T12/L1 saines et lésées du rachis humain. M.Sc.A. Département de Génie Mécanique, Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.

BOUDRIFA, H. et DAVIS, B.T. (1984). The Effect of Backrest Inclination, Lumbar Support and Thoracic Support on the Intra-abdominal Pressure While Lifting. Ergonomics, 27, 379-387.

BOUISSET, S. et ZATTARA, M. (1987). Biomechanical Study of the Programming of Anticipatory Postural Adjustments Associated with Voluntary Movement. Journal of Biomechanics, 20(8), 735-742.

BOUISSET, S. et ZATTARA, M. (1990). Segmental Movement as a Perturbation to Balance? Facts and Concepts. Dans Winters, J.M.. Multiple muscle systems: biomechanics and movement organization. Springer-Verlag, États-Unis.

BOURDOUXHE, M. et AL. (1992). Étude des risques d'accident dans la collecte des ordures ménagères. IRSST, rapport R-061, Canada.

BOUSSENNE, M. et AL. (1982). The Relation Between Discomfort and Postural Loading at the Joints. Ergonomics, 25, 313-322.

BOUYER, J. et AL. (1993). Épidémiologie. Principes et méthodes quantitatives. Éditions Inserm, France.

BOYD, W.J. et CARTIER, L. (1990). Utilizing the NIOSH Lifting Limits. Professional Safety, février, 29-32.

BRAUER, R.L. (1994). Safety and health for engineers. Van Nostrand Reinhold, États-Unis.

BREMMER, J.M. et AL. (1968). Degenerative Joint Disease in a Jamaican Rural Population. Ann Rheumat Dis. 27, 326-332.

BRENNAN, G.P. et AL. (1987). Physical Characteristic of Patients with Herniated Intervertebral Lumbar Discs. Spine. 12(7), 699-702.

BRIGHAM, C.J. et GARG.A. (1983). The Role of Biomechanical Job Evaluation in the Reduction of Overexertion Injuries. A Case Study. 23rd Annual American Industrial Hygiene Association Conference. Philadelphia, États-Unis.

BRINCKMANN, P. et AL. (1989). Prediction of the Compressive Strength of Human Lumbar Vertebrae. Clinical Biomechanics, 4(suppl2).

BRINCKMANN, P. et AL. (1988). Fatigue Fractures of Human Lumbar Vertebrae. Clinical Biomechanics. 2S, S1-S23.

BRINCKMANN, P. et AL. (1994). Quantification of Overload Injuries to Thoracolumbar Vertebrae and Discs in Persons Exposed to Heavy Physical Work. Clinical Biomechanics. 9.

BRISCOE, J. (1994). Fact Sheet: Cumulative Trauma Disorders. American Academy of Orthopaedic Surgeons site. www.aaos.org/wordhtml/research/cumtraum.htm.

BROOKE. J.D. (1967). Extraversion. Physical Performance and Pain Perception in Physical Education Students. Research in Physical Education, 1, 25-30.

BROOKS. C.H. et al. (1992). A Quantitative Histological Study of the Rotator Cuff Tendon. J. Bone and Joint Surg., 74B, 151-153.

BROUHA. L. (1967). Physiology in industry. Pergamon Press, États-Unis.

BROWN. J.R. (1971). Lifting as an industrial hazard. Labour Safety Council (Ontario), Canada.

BROWN. J.R. (1972). Manual lifting and related fields: an annotated bibliography. Labour Safety Council of Ontario, Ontario Ministry of Labour, Canada.

BROWN. J.R. (1973). Lifting as an Industrial Hazard. American Industrial Hygiene Association Journal, 34, 292-297.

BROWN. J.R. (1975). Factors Contributing to the Development of Low Back Pain in Industrial Workers. American Industrial Hygiene Association Journal, 36, 26-31.

BROWN. J.R. (1976). Manual lifting and related fields: an annotated bibliography. Ministry of Labour, Ontario, Canada.

BROWN, J.R. (1977). Low back pain: its etiology and prevention. Labour Safety Council (Ontario), Canada.

BUCK, C. (1975). Popper's Philosophy for Epidemiologists. International Journal of Epidemiology, 4, 159-168.

BUCKLE, P.W. et AL. (1980). Factors Influencing Occupational Back Pain in Bedfordshire. Spine, 5, 254-258.

BUCKLE, P.W. et AL. (1992). Limitations in the Application of Material Handling Guidelines. Ergonomics, 35(9), 955-964.

BUIS, N. (1990). Ergonomics, Legislation and Productivity in Manual Materials Handling. Ergonomics, 33(3), 353-359.

BURDORF, A. et AL. (1993). Occupational Risk Factors for Low Back Pain Among Sedentary Workers. Journal of Occupational Medicine, 35(12), 1213-1220.

BURDOFF, A. ET SOROCK, G. (1997). Positive and Negative Evidence of Risk Factors for Back Disorders. Scand J Work Environ Health, 23, 243-256.

BURGER, E.J. (1990). Risks. University of Michigan Press, États-Unis.

BURGESS-LIMERICK, R. ET AL. (1995). Self-selected Manual Lifting Technique: Functional Consequences of the Interjoint Coordination. Ergonomics, 37(2), 395-411.

BURRY, H.C. ET STOKE, J.C.J. (1985). Repetitive Strain Injury. New Zealand Medical Journal, 24 juillet, 601-602.

BUTLER, D. et AL. (1993). The Influence of Load Knowledge on Lifting Technique. Ergonomics, 36(12), 1489-1493.

BUTLER, R. et AL. (1997). HMO's Moral Hazard and Cost Shifting in Workers' Compensation. Journal of Health Economics, 16, 191-206.

BUTLER, R. et WORALL, J. (1991). Claims Reporting and Risk Bearing Moral Hazard in Workers' Compensation. Journal of Risk and Insurance, 58(2), 191-204.

BUTLER, R.J. (1996). Lost Injury Days: Moral Hazard Differences Between Tort and Workers' Compensation. The Journal of Risk and Insurance, 63(3), 405-433.

BUTLER, R.J. (1998). Medical Insurance and the Growth of U.S. Medical Expenditures. <http://www.oci.com>, États-Unis.

BUTLER, R.J. (1998). More Than Cost Shifting: Moral Hazard Lowers Productivity. <http://www.oci.com>, États-Unis.

BUTLER, R.J. et AL. (1995). Managing Work Disability: Why First Return to Work is not a Measure of Success. Industrial and Labor Relations Review, 48(3), 452-467.

BUTLER, R.J. et AL. (1996). Increasing Claims for Soft Tissue Injuries in Workers' Compensation: Cost Shifting and Moral Hazard. Journal of Risk and Uncertainty, 13, 73-87.

BUTLER, R. J. et AL. (1997). Claimant Learning in Workers' Compensation: Do Past Claims Cause future claims? Non publié. États-Unis.

BUTLER, R.J. et GARDNER (1998). Workers' Compensation Costs When Maximum Benefits Change. <http://www.oci.com>. États-Unis.

BYFILED, D. (1987). Integrated Biomechanical Examination of the Musculoskeletal System. Dans Buckle, P.. Musculoskeletal disorders at work. Proceedings of a Conference held at the University of Surrey. Taylor and Francis, Angleterre.

C.S.S.T. (1997). Calcul du taux personnalisé 1997. Guide de l'employeur. C.S.S.T., Canada.

C.S.S.T. (1998). Parlons assurance. Taux de cotisation 1999. C.S.S.T., DC 100-313-5, Canada.

C.S.S.T. (1998). Parlons assurance. Taux de cotisation 1999. Employeurs assurés au taux personnalisé. C.S.S.T., DC 100-317, Canada.

C.S.S.T. (1999). Tarifification 1999. Rapport actuariel. C.S.S.T., Canada.

CADY, L.D. et AL. (1979). Strength and Fitness and Subsequent Back Injuries in Firefighters. Journal of Occupational Medicine, 21, 269-272.

CADY, L.D. et AL. (1985). Program for Increasing Health and Fitness and Subsequent Back Injuries in Fire Fighters. Journal of Occupational Medicine, 21, 269-272.

CAILLIET, R. (1962). Low back pain syndrome. Davis, États-Unis.

CAILLIET, R. (1977). Les lombalgies. Masson, France.

CAILLIET, R. (1988). Low back pain. F.A.Davis Company, États-Unis.

CAIRNS, D. et AL. (1984). Spinal Pain Rehabilitation: Inpatient and Outpatient Treatment Results and Development of Predictors of Outcome. Spine, 9, 91.

CALDWELL, A.B. et CHASE, C. (1977). Diagnosis and Treatment of Personality Factors in Chronic Low Back Pain. Clin. Orthop, 129, 141-149.

CALDWELL, L.S. (1964). Body Position and the Strength and Endurance of Manual Pull. Human Factors, 6(5), 479-483.

CALSYN, D.A. et AL. (1976). The Use of the MMPI With Chronic Low Back Pain Patients With a Mixed Diagnosis. J.Clin. Psychol. 32, 532-536.

CANADA, J.R. et SULLIVAN, W.G. (1983). Economic and multiattribute evaluation of advanced manufacturing systems. Prentice Hall, États-Unis.

CARLSON, S. et JOHANSSON, O. (1962). Stabilization of and Load on the Elbow Joint in Some Protective Movements: an Experimental Study. Acta Anatomica, 48, 224-231.

CARON, M. (1985). Anatomie et biomécanique du dos chez l'humain. M.Sc.A. Département de Génie Industriel, Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.

CARON, M. et al.(1983). Anatomie macroscopique du dos chez l'humain: Première étape pour une meilleure compréhension des lombalgies. Congrès de la Fédération Canadienne des Sociétés de Biologie (section Anatomie), Ottawa, Canada, 14 juin.

CARPENTIER-ROY, M.C. et AL. (1997). Ergonomie participative. mode de gestion et performance en prévention des accidents du travail: le cas de la Société des Alcools du Québec. IRSST, rapport R-157. Canada.

CEDERCREUTZ, G. et AL. (1987). Individual Risk Factors of the Back Among Applicants to a Nursing School. Ergonomics, 30(2), 269-272.

CENTRE CANADIEN D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ AU TRAVAIL (1991). Back injuries at work: statistics. CCOHS: Document 91/0030I. Canada.

CENTRE PATRONAL DE SST (1994). La ceinture lombaire: une ceinture de sécurité? Convergence. Octobre.

CENTRE PATRONAL DE SST (1995). Ne pliez pas l'échine devant les maux de dos: Guide de prévention et de gestion des maux de dos. Centre patronal de SST. Canada.

CHAFFIN, D. et AL. (1982). Biomechanical Stresses from Manual Load Lifting: a Static Vs Dynamic Evaluation. IIE Transactions, 14, 272-281.

CHAFFIN, D.B. (1967). The development of a prediction model for the metabolic energy expended during arm activity. Doctoral dissertation, University of Michigan. États-Unis.

CHAFFIN, D.B. (1969). A Computerized Biomechanical Model: Development of and Use in Studying Gross Body Actions. Journal of Biomechanics, 2, 429-441.

CHAFFIN, D.B. (1973). Localized Muscle Fatigue - Definition and Measurement. Journal of Occupational Medicine, 15, 346-354.

CHAFFIN, D.B. (1974). Human Strength Capability and Low-Back Pain. Journal of Occupational Medicine, 16(4), 248-254.

CHAFFIN, D.B. (1980). Occupational Biomechanics of Low Back Injury. American Academy of Orthopaedic Surgeons Symposium on idiopathic low back pain. CV Mosby, 323.

CHAFFIN, D.B. (1982). Low-back Stresses During Load Lifting. Dans Ghista, D.N., Human body dynamics: impact, occupational and athletic aspects. Clarendon Press, Angleterre.

CHAFFIN, D.B. (1988). Biomechanical Modelling of the Low Back During Load Lifting. Ergonomics, 31(5), 685-697.

CHAFFIN, D.B. (1987). Manual Materials Handling and the Biomechanical Basis for Prevention of Low Back Pain in Industry. an Overview. American Industrial Hygiene Association Journal, 48(12), 989-996.

CHAFFIN, D.B. et AL. (1977). A Method for Evaluating the Biomechanical Stresses Resulting from Manual Materials Handling Jobs. Am. Ind. Hyg. Ass. J., 38, 662-675.

CHAFFIN, D.B. et AL. (1977). Pre-employment strength testing in selecting workers for materials handling jobs. NIOSH CDC-99-74-62. États-Unis.

CHAFFIN, D.B. et AL. (1978). Pre-employment Strength Testing: an Updated Position. Journal of Occupational Medicine, 20(6), 403-408.

CHAFFIN, D.B. et AL. (1983). Volitional Postures During Maximal Push/Pull Exertions in the Sagittal Plane. Human Factors, 25, 541-550.

CHAFFIN, D.B. et AL. (1986). An Evaluation of the Effect of a Training Program on Worker Lifting Postures. International Journal of Industrial Ergonomics, 1, 127-136.

CHAFFIN, D.B. et ANDERSSON, G. (1984). Occupational biomechanics. Wiley Interscience, États-Unis.

CHAFFIN, D.B. et AYOUB, M.M. (1975). The Problem of Manual Materials Handling. Industrial Engineering, 7, 24-49.

CHAFFIN, D.B. et BAKER, W.H. (1970). A Biomechanical Model for Analysis of Symmetric Sagittal Plane Lifting.. Transactions of the American Institute of Industrial Engineers, 2, 16-27.

CHAFFIN, D.B. et MOULIS, E.J. (1969). An Empirical Investigation of Low Back Strains and Vertebrae Geometry. Journal of Biomechanics, 2, 89-96.

CHAFFIN, D.B. et MUZAFFER, E. (1991). Three-dimensional Biomechanical Static Strength Prediction Model Sensitivity to Postural and Anthropometric Inaccuracies. IIE Transactions, 23, 215-227.

CHAFFIN, D.B. et PAGE, G.B. (1994). Postural Effects on Biomechanical and Psychophysical Weight-lifting Limits. Ergonomics, 37(4), 663-676.

CHAFFIN, D.B. et PARK, K.S. (1973). A Longitudinal Study of Low-back Pain as Associated with Occupational Weight Lifting Factors. American Industrial Hygiene Association Journal, 34, 513-525.

CHAPMAN, A.E. et TROUP, J.D.G. (1969). Electromyographic Study of the Effect of Training on the Lumbar Erectores Spinae. Journal of Anatomy, 105, 186-187.

CHARRON, R. et AL. (1995). Étude de la problématique des maux de dos dans le secteur minier québécois. IRSST, rapport R-112, Canada.

CHAZAL, J. et AL. (1985). Biomechanical Properties of Spinal Ligaments and a Histological Study of the Supraspinal Ligament in Traction. J.Biomechanics, 18(3), 167-176.

CHELIUS, J.R. (1982). The Influence of Workers' Compensation on Safety Incentives. Industrial and Labor Relations Review, 35(2), 235-243.

CHELIUS, J.R. et BURTON, J.F. (1994). Who Actually Pays for Workers' Compensation?: The Empirical Evidence. Workers' Compensation Yearbook, nov/dec., 20-27.

CHOLEWICKI, J. et AL. (1990). Lumbar Spine Loads During the Lifting of Extremely Heavy Weights. Medicine and Science in Sports and Exercise, 23(10), 1179-1186.

CHOLEWICKI, J. et AL. (1995). Comparison of Muscle Forces and Joint Load From an Optimization and EMG Assisted Lumbar Spine Model: Towards Development of a Hybrid Approach. J.Biomechanics, 28(3), 321-331.

CHOLEWICKI, J. ET AL. (1999). Lumbar Spine Stability Can Be Augmented With an Abdominal Belt and/or Increased Intra-abdominal Pressure. Eur. Spine J., 8, 388-395.

CHOLEWICKI, J. et MC GILL, S.M. (1992). Lumbar Posterior Ligament Involvement During Extremely Heavy Lifts Estimated From Fluoroscopic Measurements. J.Biomechanics, 25(1), 17-28.

CHOLEWICKI, J. et MCGILL, S.M. (1994). EMG Assisted Optimisation: a Hybrid Approach for Estimating Muscle Forces in an Indeterminate Biomechanical Model. Journal of Biomechanics, 27(10), 1287-1289.

CHOLEWICKI, J. et MC GILL, S.M. (1996). Mechanical Stability of the In Vivo Lumbar Spine: Implications for Injury and Chronic Low Back Pain. Clin. Biomech., 11(1), 1-15.

CIRIELLO, V.M. et AL. (1993). Further Studies of Psychophysically Determined Maximum Acceptable Weights and Forces. Human Factors, 35(1), 175-186.

CIRIELLO, V.M. et SNOOK, S.H. (1983). A Study of Size, Distance, Height, and Frequency Effects on Manual Handling Tasks. Human Factors, 25(5), 473-483.

CLAUSEN, J. et AL. (1970). The Effects of Training on the Heart Rate During Arm and Leg Exercise. Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation, 26, 295-301.

CLEMMER, D.I. et AL. (1991). Low-back Injuries in a Heavy Industry I Worker and Workplace Factors. Spine, 16(7), 824-830.

CLEMMER, D.I. et AL. (1991). Low-back Injuries in a Heavy Industry II: Labor Market Forces. Spine, 16, 831-834.

CLOUTIER, A. (1994). Programme de formation en ergonomie pour les techniciens et les ingénieurs de Bombardier Valcourt. Société d'Ergonomie et de Kinésiologie, Canada.

CLOUTIER, E. et LÉVY, M. (1987). Le problème de sécurité des camionneurs. IRSST, rapport B-003. Canada.

COMMISSARIS, D.A.C.M. et TOUSSAINT, H.M. (1997). Load Knowledge Affects Low-back Loading and Control of Balance in Lifting Tasks. Ergonomics, 40(5), 559-575.

CONSOLAZIO, C.F. et AL. (1963). Environmental Temperature and Energy Expenditure. Journal of Applied Physiology, 18, 65-68.

CONTANDRIOPOULOS, A.P. et AL. (1990). Savoir préparer une recherche. La définir, la structurer, la financer. Les Presses de l'Université de Montréal, Canada.

CORLETT, E.N. et AL. (1979). Posture Targetting: a Technique for Recording Work Postures. Ergonomics, 22, 357-366.

CORLETT, E.N. et BISHOP, P. (1976). A Technique for Assessing Postural Discomfort. Ergonomics, 19, 175-182.

CORLETT, E.N. et CLARK, T.S. (1995). The ergonomics of workspaces and machines. A design manual. Taylor and Francis, Angleterre.

CÔTÉ, M.M. (1989). Auto-patrouille et maux de dos chez les policiers du Québec. IRSST, rapport B-018, Canada.

CÔTÉ, M.M. et AL. (1990). Design d'habitable d'auto-patrouille et prévention des lombalgies. IRSST, rapport R-041, Canada.

CÔTÉ, M.M. et CHAMPOUX, D. (1994). Étude exploratoire de l'organisation du travail, de la santé et la sécurité et des stratégies d'adaptation dans l'industrie du vêtement au Québec. IRSST Rapport R-091, Canada.

COTT, V. et HAROLD, P. (1972). Human engineering guide to equipment design. American Institute for Research, États-Unis.

COTTON, N. (1995). Le mal de dos. Exposé dans le cadre d'un cours de praticien en massage. Canada.

COURY, B.G. et DRURY, C.G. (1982). Optimum Handle Positions in a Box-holding Task. Ergonomics, 25, 645-662.

COUSINEAU, J.M. et AL. (1995). Safety Regulation and Specific Injury Types in Quebec. Dans Thomason, T. et Chaykowski, R.P.. Research in canadian workers' compensation. Industrial Relations Center Queen's University at Kingston, Canada.

COX, J.M. (1990). Low back pain: mechanisms, diagnosis and treatment. Williams & Wilkins, Angleterre.

COX, J.M. et TRIER, K.K. (1987). Exercise and Smoking in Patients With and Without Low Back and Leg Pain. J of Manip and Physiol Therap, 10(5), 239-245.

CRISCO III, J.J. et AL. (1991). The Intersegmental and Multisegmental Muscles of the Lumbar Spine: A Biomechanical Model Comparing Lateral Stabilizing Potential. Spine, 16(7), 793-799.

CRISCO III, J.J. et AL. (1992). Euler Stability of the Human Ligamentous Lumbar Spine Part II Experiment. Clin Biomech, 7, 27-32.

CRISCO III, J.J. et PANJABI, M.M. (1990). Postural Biomechanical Stability and Gross Muscular Architecture in the Spine. Journal of Spinal Disorders, 5(4), 438-450.

CTDNEWS (1997). Backbelt Research Inconclusive According to NIOSH Report. CTDNewsonline. ctdnews.com/belt.html. États-Unis.

CUNNINGHAM, D.A. et HILL, J.S. (1975). Effect of Training on Cardiovascular Responses to Exercise in Women. Journal of Applied Physiology, 39, 891-895.

CUST, G. et AL. (1972). The Prevalence of Low Back Pain in Nurses. Int. Nursing Review, 19, 169-179.

DAMKOT, D.K. et AL. (1984). The Relationship Between Work History, Work Environment and Low-back Pain in Men. Spine, 9(4), 395-399.

DAMLUND, M. (1982). Low-back Pain and Early Retirement Among Danish Semiskilled Construction Workers. Scan. Journal Work Environ Health, 8 (suppl 1), 100-104.

DANIEL, J.W. et AL. (1980). Low Back Pain in the Steel Industry - A Clinical, Economic and Occupational Analysis at a North Wales Integrated Steel Works of the British Steel Corporation. Journal of Social Occupational Medicine, 30, 49-56.

DATTA, S.R. et AL. (1978). The Energy Cost of Rickshaw Pulling. Ergonomics, 21, 373-381.

DATTA, S.R. et RAMANATHAN, N.L. (1971). Ergonomics of Seven Modes of Carrying Loads on the Horizontal Plane. Ergonomics, 14, 269-278.

DAVID, G.C. (1985). Intra-abdominal Pressure Measurements and Load Capacities for Females. Ergonomics, 28, 345-358.

DAVIES, A.M. (1975). Epidemiological Reasoning. Comments on Popper's Philosophy for Epidemiologists by Carol Buck. Comment one. International Journal of Epidemiology, 4, 169-171.

DAVIS, P.R. (1969). Trunk Mechanics and Intra-Truncal Pressure. Journal of Anatomy, 1-5, 185-186.

DAVIS, P.R. (1983). Human Factors Contributing to Slips, Trips and Falls. Ergonomics, 26(1), 51-59.

DAVIS, P.R. et STUBBS, D.A. (1977). Safe Levels of Manual Forces for Young Males (1). Applied Ergonomics, 8(3), 141-150.

DAVIS, P.R. et STUBBS, D.A. (1977). Safe Levels of Manual Forces for Young Males (2). Applied Ergonomics, 8(4), 219-228.

DAVIS, P.R. et STUBBS, D.A. (1977). Safe Levels of Manual Forces for Young Males (3). Applied Ergonomics, 9(1), 33-37.

DAVIS, P.R. et STUBBS, D.A. (1980). Force limits in manual work. Guilford: IPC Science and Technology Press. États-Unis.

DE KEYSER, V. (1980). La démarche participative en sécurité. Bulletin de psychologie, 33, 479-491.

DE KEYSER, V. et AL. (1979). Analyser les conditions de travail. Connaissance du problème. Les Éditions ESF. Entreprise Moderne d'Édition. Librairies Techniques. France.

DE LOOZE, M.P. et AL. (1994). The Validity of Visual Observation to Assess Posture in a Laboratory-simulated, Manual Material Handling Task. Ergonomics, 37(8), 1335-1343.

DE LOOZE, M.P. et AL. (1994). The Evaluation of a Practical Biomechanical Model Estimating Lumbar Moments in Occupational Activities. Ergonomics, 37(9), 1495-1502.

DE LOOZE, M.P. et AL. (1996). Weight and Frequency Effect on Spinal Loading in a Bricklaying Task. J.Biomechanics, 29(11), 1425-1433.

DE MONTMOLLIN, M. (1967). Les systèmes hommes-machines. PUF, France.

DE SMET, M. (1998). Campagne de prévention tous azimuts à la C.S.S.T.. Journal Les Affaires, 10 octobre, 35.

DEHLIN, O. et AL. (1976). A study of human weight lifting capabilities for loading ammunition into F-86H aircraft. Wright Air Development Center, WADC-TR-56-367. Wright-Patterson Air Force Base, États-Unis.

DEHLIN, O. et AL. (1976). Back Symptoms in Nursing Aides in a Geriatric Hospital: an Interview Study With Special Reference to the Incidence of Back Symptoms. Scand. Journal Rehabil. Medicine, 8, 47-53.

DEHLIN, O. et AL. (1978). Muscle Training, Psychological Perception of Work and Low-back Symptoms in Nursing Aides. Scand. Journal of Rehabil. Medicine, 10, 201-209.

DEHLIN, O. et AL. (1981). Effect of Physical Training and Ergonomic Counselling on the Psychophysical Perception of Work and on the Subjective Assessment of Low-back Insufficiency. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 13, 1-9.

DEIVANAYAGAM, S. et AYOUB, M.M. (1979). Prediction of Endurance Time for Alternating Workload Tasks. Ergonomics, 22, 279-290.

DELLEMAN, N.J. et AL. (1992). Value of Biomechanical Macromodels as Suitable Tools for the Prevention of Work-related Low Back Problem. Clinical Biomechanics, 7(3), 138-148.

DEMPSEY, P.G. (1998). A Critical Review of Biomechanical, Epidemiological, Physiological and Psychophysical Criteria for Designing Manual Materials Handling Tasks. Ergonomics, 41(1), 73-88.

DENIS, H. (1998). Comprendre et gérer les risques sociotechnologiques majeurs. École Polytechnique de Montréal, Canada.

DENIS, H. (1990). Stratégies d'entreprise et incertitude environnementale. Agence d'Arc, Canada.

DEYO, R.A. et TSUI-WU, Y. (1987). Functional Disability Due to Back Pain. A Population-based Study Indicating the Importance of Socioeconomic Factors. Arthr and Rheum. 30, 1247-1253.

DEYO, R.A. et TSUI-WU, Y.J. (1987). Descriptive Epidemiology of Low-back Pain and its Related Medical Care in the United States. Spine. 3, 268.

DIETRICH, M. et AL. (1990). Modeling of Muscle Action and Stability of the Human Spine. Acta Orthopaedica Scandinavica, suppl 230(6).

DIFFRIENT, N. et AL. (1991). Human Scale 1/2/3, 4/5/6, 7/8/9. Henry Dreyfus Associates, États-Unis.

DILLANE, J.B. et AL. (1966). Acute Back Syndrome - a Study from General Practice. British Medical Journal. 268, 82-84.

DIONNE, G. et AL. (1995). Moral Hazard, Optimal Auditing and Workers' Compensation. Dans Thomason, T. et Chaykowski, R.P., Research in canadian workers' compensation. Industrial Relations Center Queen's University at Kingston, Canada.

DIONNE, G. et ST-MICHEL, P. (1991). Workers' Compensation and Moral Hazard. Review of Economics and Statistics, 83, 236-244.

DIXIT, A.K. et NALEBUFF, B.J. (1991). Thinking strategically. The competitive edge in business, politics, and everyday life. WW Norton & Company, États-Unis.

DOELEN, J.V. (1981). Female capacity for physical work. Ministère du Travail (Ontario), Canada.

DOELEN, J.V. et WRIGHT, G.R. (1979). Fitness and occupational injuries: a review. Safety Studies Service Report, Ministry of Labour (Ontario), Canada.

DONAJKOWSKI, K.L. (1993). Back Injury: Causes, Prevention, Treatment. Professional Safety, Septembre, 21-26.

DRURY, C.G. (1980). Handles for Manual Materials Handling. Applied Ergonomics, 11, 35-42.

DRURY, C.G. et AL. (1982). A Survey of Industrial Box Handling. Human Factors, 24, 553-565.

DRURY, C.G. et AL. (1985). Experiments on Wrist Deviations in Manual Materials Handling. Ergonomics, 28, 577-589.

DRURY, C.G. et PIZATELLA, T. (1983). Hand Placement in Manual Materials Handling. Human Factors, 22, 551-562.

DRYDEN, R.D.A. (1973). A predictive model for the maximum permissible weight of lift from knuckle to shoulder height. Doctoral dissertation, Texas Tech University. États-Unis.

DUCATMAN, A.M. (1986). Workers' Compensation Cost-shifting: A Unique Concern of Providers and Purchasers of Prepaid Health Care. Journal of Occupational Medicine, 28(11), 1174-1176.

DUCLOS, D. (1991). La peur et le savoir. La société face à la science, la technique et leurs dangers. Éditions la Découverte, France.

DUCLOS, D. (1991). L'homme face au risque technique. L'Harmattan, France.

DUFFNER, L.R. et AL. (1982). Effect of Whole-body Vibration on Respiration in Human Subjects. Journal of Applied Physiology, 17, 913-916.

DUFOUR, C. et AL. (1995). Regulation and Productivity in the Quebec Manufacturing Sector. <http://www.cirano.umontreal.ca>. Canada.

DUGUAY, P. (1998). Les affections vertébrales dans l'industrie de la construction au Québec, en 1995: une analyse par scénarios d'accidents. I.R.S.S.T.. Rapport R-189. Canada.

DUGUAY, P. et MASSICOTTE, P. (1999). Profil statistique des affections vertébrales survenues au Québec entre 1994 et 1996 et indemnisées par la C.S.S.T. I.R.S.S.T.. Rapport R-228. Canada.

DUKES-DOBOS, F.N. (1981). Hazards of Heat Exposure : a Review. Scandinavian Journal of Work Environment and Health, 7, 73-83.

DUMAS, G.A. et AL. (1987). In Situ Mechanical Behavior of Posterior Spinal Ligaments in the Lumbar Region. J.Biomechanics, 20(3), 301-310.

DUPUIS, H. et CHRIST, W. (1972). Untersuchung des Möglichkeit von Gesundheitsschadigungen im Bereich des Wirbelsaule bei Schlepperrfahrern. Heft A. Max-Planck-Institut für Landarbeit and Lantechik. Bad Kreuznach, Allemagne.

DURAFFOURG, J. et AL. (1977). Analyse des activités de l'homme en situation de travail. Principes de méthodologie ergonomique. CNAM, France.

DURBIN, D. et BORBA, P.S. (1993). Workers' compensation insurance: claim costs, prices and regulation. Kluwer Academic Publishers, Angleterre.

DURNIN, J.V.G.A. et NAMYSLOWSKI, L. (1958). Industrial Variations in Energy Expenditure of Standard Activities. Journal of Physiology, 143, 573-578.

DURNIN, J.V.G.A. et PASSEMORE, R. (1967). Energy, work and leisure. Heinemann Educational, Angleterre.

EASTMAN KODAK COMPANY (1986). Ergonomic design for people at work. Van Nostrand Reinhold, États-Unis.

EASTRAND, N. (1987). Medical, Psychological, and Social Factors Associated with Back Abnormalities and Self Reported Back Pain: a Cross Sectional Study of Male Employees in a Swedish Pulp and Paper Industry. Br J of Ind Med, 44, 327-336.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL (1989). Élucidation du phénomène des maux de dos. Institut de Génie Biomédical. Canada.

EDHOLM. O.G. (1967). The biology of work. McGraw-Hill, États-Unis.

EDWARDS. R.H.T. (1988). Hypotheses of Peripheral and Central Mechanisms Underlying Occupational Muscle Pain and Injury. Eur J. Appl Physiol, 57, 275-281.

EHNI. G. (1969). Significance of the small lumbar spinal canal: cauda equina compression syndromes due to spondylosis. J.Neurol, 31, 490-494.

EKBLOM. B. et AL. (1968). Effect of Training on Circulatory Response in Exercise. Journal of Applied Physiology, 24, 518-527.

EKLUNDK. M. (1967). Prevalence of Musculo-skeletal Problems in Office Work. Social Med T, 6, 1-9.

EMANUEL. I. et AL. (1956). A study of human weight lifting capabilities for loading ammunition into F-86 aircraft. U.S. Air Force, Technical Report WADC-TR 056-367. États-Unis.

EPSTEIN, J.A. (1959). Treatment of Low Back Pain and Sciatic Syndromes During Pregnancy. NY State J Med, 59, 1757-1768.

EVANS, A.S. (1978). Causation and Disease: A Chronological Journey. Am.J.Epidemiology, 108, 249-257.

EVANS, F.G. (1970). Strength of biological materials. Williams and Wilkins, États-Unis.

EVANS, F.G. et LISSNER, H.R. (1965). Studies on the Energy Absorbing Capacity of Human Lumbar Intervertebral Discs. Proceedings of the 7th Stapp Car Crash Conference. Springfield, Illinois. Soc. Automotive Engineers, États-Unis.

EVANS, O.M. et AL. (1983). Physiological Responses to Load Holding and Load Carriage. Ergonomics, 26, 161-171.

FAHRER, M. et PINEAU, H. (1976). La force musculaire des longs fléchisseurs de l'index. Annales de Chirurgie, 30, 947-952.

FAHRNI, W.H. et TRUEMAN, G.E. (1965). Comparative Radiological Study of the Spines of a Primitive Population With North Americans and Northern Europeans. J. Bone and Joint Surg, 47-B(3), 552-555.

FARFAN, H.F. (1969). Effects of Torsion on the Intervertebral Joint. Can J.Surg. 12. 336-341.

FARFAN, H.F. (1973). Mechanical disorders of the low back. Lea & Febiger. États-Unis.

FARFAN, H.F. et AL. (1970). The Effects of Torsion on the Lumbar Intervertebral Joints: the Role of Torsion in the Production of Disc Degeneration. J.Bone and Joint Surg. 52A. 468-497.

FAST, A. et AL. (1987). Low Back Pain in Pregnancy. Spine. 12(4). 368-370.

FECHNER, G.T. (1860). Di Elemente des Psychophysik.

FERGUSON, D.A. (1970). The Work Causes of Back Injury. Back Injuries at Work. New Zealand Institute of Industrial Safety. 24-40.

FERGUSON, D.A. (1970). Strain Injuries in Hospital Employees. Med J Aust. 1. 276.

FERGUSON, D.A. (1970). Changing the Work Process to Overcome the Back Injury Hazard. Back Injuries at Work. New Zealand Institute of Industrial Safety. 42-50.

FERGUSON, R.J. (1974). Low Back Pain in College Football Linemen. Proceedings of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, J. Bone and Joint Surg. 56-A, 1300.

FERRIS, F. (1992). Uplifting Experience. Worker Health Concerns Combined With Productivity Issues Make Lifting Devices More Popular Than Ever. American Printer. CTD News. 3(7), 40-43.

FISHER, V. et AL. (1980). Vibrationsbedingte wirbelsauleschaden bei hubschrauberpiloten. Arbeitsmed Sozialmed Praventivmed. 15, 161-163.

FLEISHMAN, E.A. et AL. (1961). The dimensions of physical fitness: a factor analysis of strength tests. Yale University, Tech.report 2. Dept. Industrial Administration and Dept.of Psychology, États-Unis.

FLETCHER, M. (1998). HMO Comp Costs Questioned Study Sees Incentive to Misclassify Injuries as Comp Claims. <http://www.oci.com>, États-Unis.

FLINT, M.M. et AL. (1974). Effects of Training on Woman's Response to Submaximal Exercise. Medicine and Science in Sports. 6, 89-94.

FOREMAN, T.K. et AL. (1984). Ratings of Acceptable Load and Maximal Isometric Lifting Strengths: the Effect of Repetition. Ergonomics. 27, 1283-1288.

FORTIN, B. et AL. (1995). Is Workers' Compensation Disguised Unemployment Insurance? <http://www.cirano.umontreal.ca>, Canada.

FORTIN, B. et LANOIE, P. (1992). Substitution Between Unemployment Insurance and Workers' Compensation. An Analysis Applied to the Risk of Workplace Accidents. Journal of Public Economics, 49, 287-312.

FORTIN, B. et LANOIE, P. (1998). Effects of Workers' Compensation: A Survey. <http://www.cirano.umontreal.ca>, Canada.

FORTIN, C. et AL. (1983). Typologie des causes d'accidents. EP83-R-27. École Polytechnique de Montréal, Canada.

FORTIN, C. et AL. (1983). Schéma des inter-relations entre les diverses variables impliquées dans les accidents. Rapport technique EP 83-R-29, École Polytechnique de Montréal, Canada.

FOSTER, W. (1989). How to draw and paint anatomy. Walter Foster Publishing Inc., États-Unis.

FOWLER, N.E. et AL. (1994). Spinal Shrinkage in Unloaded and Loaded Drop-jumping. Ergonomics, 37, 133-140.

FOX, E. et AL. (1973). Intensity and Distance of Interval Training Programs and Changes in Aerobic Power. Medicine and Science in Sports, 5, 18-22.

FOX, E. et AL. (1975). Frequency and Duration of Interval Training Programs and Changes in Aerobic Power. Journal of Applied Physiology, 38, 481-484.

FRAGALA, G. (1992). Reducing the Risk of Musculoskeletal Disorders. Profesional Safety, Septembre, 22-25.

FREDERICK, W.S. (1959). Handling at the Workplace II. Human Energy in Manual Lifting . Modern Materials Handling, 14, 74-76.

FREDERIK, W.S. (1959). Human Energy in Manual Lifting. Modern Materials Handling, 14(3), 74-76.

FREUD, S. (1901). Psychopathologie de la vie quotidienne. Petite bibliothèque Payot, traduit de Zur Psychopathologie des Alltagslebens, France.

FRICK, M. et AL. (1963). Effects of Physical Training on Circulation at Rest and During Exercise. American Journal of Cardiology, 12, 142-147.

FRICK, M. et AL. (1967). The Mechanism of Bradycardia Evoked by Physical Training. Cardiologia, 51, 46-54.

FRIDEN, J. ET LIEBER, R.L. (1992). Structural and Mechanical Basis of Exercise-induced Muscle Injury. Medicine and Science in Sports and Exercise, 24(5), 521-530.

FRIEVALDS, A. (1987). Comparison of United States NIOSH Lifting Guidelines and European ECSC Force Limits Recommendations for Manual Work Limits. American Industrial Hygiene Association Journal, 48, 698-702.

FRIEVALDS, A. et AL. (1984). A Dynamic Biomechanical Evaluation of Lifting Maximum Acceptable Loads. Journal of Biomechanics, 17(4), 251-262.

FROMENT, D. (1999). La réforme de la tarification: l'équité au service de la prévention. Prévention au travail, 12(2), 7-14.

FROMENT, G. (1994). Le port de la ceinture abdominale en milieu de travail: le pour et le contre. Travail et santé, 10(4), 23-28.

FROOM, P. et AL. (1984). Lytic Spondylolisthesis in Helicopter Pilots. Aviat Space Environ Med, 55, 556-557.

FROST, H.M. (1973). Orthopedic biomechanics. Charles C Thomas Publishers. États-Unis.

FROST, H.M. (1986). Intermediary organization of the skeleton. VOL.II. CRC Press. États-Unis

FRYE. A.J. et KAMON. E. (1981). Responses to Dry Heat of Men and Women with Similar Aerobic Capacities. Journal of Applied Physiology, 50. 65-70.

FRYMOYER. J.W. (1987). Predictors of Low-back Pain Disability. Clin Orthop. 221. 89-98.

FRYMOYER. J.W. et AL. (1979). Epidemiologic Studies of Low Back Pain. Annual meeting of the International Society for the study of the lumbar spine. Gothenburg. Suède.

FRYMOYER. J.W. et AL. (1980). Epidemiologic Studies of Low-back Pain. Spine, 5(5), 419-423.

FRYMOYER. J.W. et AL. (1980). Epidemiology of Low Back Pain. Part II. Présenté au Seventh annual meeting of the International Society for the study of the lumbar spine. New Orleans. Louisiana. États-Unis.

FRYMOYER, J.W. et AL. (1983). Risk Factors in Low Back Pain. An Epidemiologic Survey. Journal of Bone and Joint Surgery, 65A, 213-218.

FRYMOYER, J.W. et AL. (1985). Psychological Factors in Low Back Pain Disability. Clin Orthop, 195, 178-184.

FRYMOYER, J.W. et AL. (1991). The adult spine principles and practice. Raven Press, États-Unis.

FRYMOYER, J.W. et CATS-BARIL, W. (1987). Predictors of Low-back Pain Disability. Clin Orthop, 221, 89-98.

FUDENBERG, D. et TIROLE, J. (1989). Noncooperative Game Theory for Industrial Organization: an Introduction and Overview. Handbook of industrial organization, vol 1. Hollande.

FUDENBERG, D. et TIROLE, J. (1996). Game theory. MIT Press, États-Unis.

FUNG, Y.C. (1981). Biomechanics. Springer Verlag, États-Unis.

GAGNON, D. et LOISEL, P. (1998). Étude de l'effet de l'interaction entre l'asymétrie de mouvement et la coactivation musculaire sur le chargement lombaire chez des sujets sains et lombalgiques. Phase 1. I.R.S.S.T., Rapport R-198, Canada.

GAGNON, G. et AL. (1989). Résumé de trois études sur les préposés aux malades, hommes et femmes, dans un hôpital pour soins prolongés. IRSST, Rapport B-035, Canada.

GAGNON, M. (1988). Étude biomécanique des tâches de retournement des patients. IRSST, Profil-recherche 69, Canada.

GAGNON, M. (1990). Positionnement des produits en entrepôt et charges sur la colonne. IRSST, Profil-recherche 123, Canada.

GAGNON, M. et DELISLE, A. (1997). Évaluation biomécanique de stratégies distinguant les travailleurs experts et novices. IRSST, rapport R-151, Canada.

GALLAGHER, S. et AL. (1994). Dynamic Biomechanical Modeling of Symmetric and Asymmetric Lifting Tasks in Restricted Postures. Ergonomics, 37(8), 1289-1310.

GALLIN, J.I. et AL. (1992). Inflammation. Basic principles and clinical correlates. Raven Press, États-Unis.

GARBUTT, G. et AL (1994). Physiological and Spinal Responses to Circuit Weight-Training. Ergonomics, 37(1), 117-125.

GARDNER, H.H. (1998). Integrating Benefits Can Achieve Dramatic Cost Reductions. <http://www.oci.com>, États-Unis.

GARDNER, H.H. et AL. (1996). Disability Benefits When Workers Matter. Mind/Body Medicine, 2(3), 138-149.

GARDNER, H.H. et AL. (1998). Employer Screening Workers' Compensation Costs and the Americans With Disabilities Act. <http://www.oci.com>, États-Unis.

GARDNER, H.H. et AL. (1998). Pareto Analysis of Employee Health Benefits Cost. <http://www.oci.com>, États-Unis.

GARDNER, H.H. et AL. (1999). Pareto Analysis of Employee Health Benefits Cost. <http://www.oci.com>, États-Unis.

GARDNER, H.H. et BUTLER, R.J. (1996). A Human Capital Perspective for Cumulative Trauma Disorders: Moral Hazard Effects in Disability Compensation Programs. Dans Moon, S.D. et Sauter, S.L., Beyond biomechanics. Psychosocial aspects of musculoskeletal disorders in office work. Taylor & Francis. États-Unis.

GARDNER, H.H. et BUTLER, R.J. (1998). Successful Returns to Work: the Value of Worker Specific Analysis. Non publié, États-Unis.

GARG, A. (1976). A metabolic rate prediction model for manual materials handling jobs. PhD Dissertation. University of Michigan, États-Unis.

GARG, A. (1979). Methods for Estimating Physical Fatigue. Proceedings of AIIE Conference, 68-75.

GARG, A. (1980). An Evaluation of Physical Fatigue and Stresses in Warehouse Operations. American Industrial Hygiene Association Abstracts, Paper 31.

GARG, A. (1989). An Evaluation of the NIOSH Guidelines for Manual Lifting. With Special Reference to Horizontal Distance. American Industrial Hygiene Association Journal, 50. 157-164.

GARG, A. et AL. (1978). Predictions of Metabolic Rates for Manual Materials Handling Jobs. American Industrial Hygiene Association Journal, 39, 661-674.

GARG, A. et AL. (1983). Biomechanical Stresses as Related to Motion Trajectory of Lifting. Human Factors, 25(5), 527-539.

GARG, A. et AYOUB, M.M. (1980). What Criteria Exist for Determining How Much Load Can Be Lifted Safely? Human Factors, 22(4), 475-486.

GARG, A. et CHAFFIN, D.B. (1975). A Biomechanical Computerized Simulation of Human Strength. Transactions of the American Institute of Industrial Engineers, 7, 1-15.

GARG, A. et HERRIN, G.D. (1979). Stoop or Squat: a Biomechanical and Metabolic Evaluation. Transactions of the American Institute of Industrial Engineers, 11, 293-302.

GARG, A. et SAXENA, U. (1979). Effects of Lifting Frequency and Techniques on Physical Fatigue with Special Reference to Psychophysical Methodology and Metabolic Rate. American Industrial Hygiene Association Journal, 40, 894-904.

GARG, A. et SAXENA, U. (1980). Container Characteristics and Maximum Acceptable Weights of Lift. Human Factors, 22, 487-495.

GARG, A. et SAXENA, U. (1981). Factors for establishing permissible limits for one-handed lifts by women. NIOSH, Report no. 210-80-0084, États-Unis.

GARG, A. et SAXENA, U. (1982). Maximum Frequency Acceptable to Female Workers for One-handed Lifts in the Horizontal Plane. Ergonomics, 25, 839-853.

GAYNOR, M. et KLEINDORFER, P.R. (1987). Misperceptions, Equilibrium and Incentives in Groups and Organizations. Dans Bamberg, G. et Spreman. Agency theory, information and incentives. Springer Verlag, États-Unis.

GEHLBACH, S.H. (1993). Interpreting the medical literature. McGraw-Hill. États-Unis.

GENAIDY, A.M. et AL. (1988). Psychophysical Capacity Modeling in Frequent Manual Materials Handling Activities. Human Factors, 30(3), 319-337.

GENAIDY, A.M. et AL. (1990). Psychophysical Models for Manual Lifting Tasks. Applied Ergonomics, 21, 295-303.

GENAIDY, A.M. et AL. (1995). Can Back Supports Relieve the Load on the Lumbar Spine for Employees Engaged in Industrial Operations? Ergonomics, 38(5), 996-1010.

GENAIDY, A.M. et AL-RAYES, S. (1993). A Psychophysical Approach to Determine the Frequency and Duration of Work-rest Schedules for Manual Handling Operations. Ergonomics, 36(5), 509-518.

GENAIDY, A.M. et ASFOUR, S.S. (1987). Review and Evaluation of Physiological Cost Prediction Models for Manual Materials Handling. Human Factors, 29(4), 465-476.

GENÉTY, J. et BRUNET-GUEDJ, E. (1982). Le genou du sportif en pratique courante. Edition Vigot, France.

GERVAIS, M. (1998). La prévention primaire des maux de dos dans le secteur de la construction: une recension des écrits. I.R.S.S.T., Rapport R-190, Canada.

GIBSON, V.M. (1998). As Access Increases, Productivity Decreases. <http://www.oci.com>, États-Unis.

GIERE, R.N. (1991). Knowledge, Values and Technological Decisions: a Decision Theoretic Approach . Dans Mayo, D.G. et Hollander, R.D. Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press, Angleterre.

GILBERT, R. (1980). Le vieillissement de la population et son impact sur la gestion des entreprises. École Polytechnique de Montréal, Canada.

GILBERT, R. (1985). Les fondements de l'ergonomie. Colloque du comité du Conseil National de Recherche du Canada pour l'application industrielle des recherches en ergonomie. Montréal. Complexe Desjardins. 22 février 1985, Canada.

GILBERT, R. (1987). Les fondements de l'ergonomie. Notes de cours. Analyse et conception de postes de travail. École Polytechnique de Montréal, Canada.

GILBERT, R. (1994). Mouvements répétitifs. À quelles conditions représentent-ils un risque de lésions professionnelles? Colloque sur les mouvements répétitifs, Jeudi 1 décembre. Hotel Bonaventure. Montréal. Canada.

GILBERT, R. (1995). Notes miméographes. École Polytechnique de Montréal. Canada.

GILBERT, R. (1998). Causalité du syndrome du canal carpien et étude d'un cas allégué de relation avec le travail dans le dossier de madame Isabelle Cyr chez les aliments Flamingo. École Polytechnique de Montréal, Canada.

GILBERT, R. (1995). Projet d'études sur les ceintures abdominales de la compagnie Ceintex. École Polytechnique de Montréal. Département de Mathématiques et Génie Industriel. Canada.

GILBERT, R. et AL. (1998). Analyse comparative des principales méthodes d'évaluation des risques de lésions au dos et préparation d'une grille d'identification des facteurs de risques. Rapport soumis à l'I.R.S.S.T., École Polytechnique de Montréal. Département de Mathématiques et de Génie Industriel, Canada.

GILBERTSON, L.G. et AL. (1995). Finite Element Methods in Spine Biomechanics Research. Critical Reviews in Biomedical Engineering, 23(5 et 6), 411-473.

GIVONI, B. et GOLDMAN, R. (1971). Predicting Metabolic Energy Cost. Journal of Applied Physiology, 30, 429-433.

GIVONI, B. et GOLDMAN, R.F. (1972). Predicting Rectal Temperature Responses to Work, Environment and Clothing. Journal of Applied Physiology, 32, 812-822.

GLORIG, A. (1971). Non-auditory Affects of Noise Exposure. Sound and Vibration, 5, 28.

GLOVER, J.R. (1960). Back Pain and Hyperaesthesia. Lancet, 1, 1165-1169.

GLOVER, J.R. (1976). Prevention of Back Pain. Dans Jayson, M., The lumbar spine and back pain, Grune and Stratton, États-Unis.

GOGUELIN, P. et CUNY, X. (1989). La prise de risques dans le travail. Octarès, France.

GOLDMAN, R.F. et IAMPIETRO, P.F. (1962). Energy Cost of Load Carriage. Journal of Applied Physiology, 17, 675-676.

GOLDSTEIN, S.A. (1981). Biomechanical aspects of cumulative trauma to tendons and tendon sheaths. Ph.D. Thesis, University of Michigan, États-Unis.

GOLDSTEIN, S.A. et AL. (1987). Analysis of Cumulative Strain on Tendons and Tendon Sheaths. J. Biomech, 20, 1-6.

GOODSELL, J.O. (1967). Correlation of Ruptured Lumbar Disk With Occupation. Clin. Orthop., 50, 225-229.

GORDON, M.J. et AL. (1983). Comparison Between Carriage and Grade Walking on a Treadmill. Ergonomics, 26, 289-298.

GRACOVETSKY, S. (1987). The spinal engine. Springer Verlag, États-Unis.

GRACOVETSKY, S. et CARBONE, A. (1987). The Spinal Engine and its Gearbox. Dans Buckle, P., Musculoskeletal disorders at work. Proceedings of a Conference held at the University of Surrey, Taylor and Francis, Angleterre.

GRANDJEAN, E. (1969). Précis d'ergonomie. Organisation physiologique du travail. Presses Académiques Européennes, France.

GRANHED, H. et AL. (1989). Mineral Content and Strength of Lumbar Vertebrae. A Cadaver Study. Acta Orthop Scand. 60(1), 105-109.

GRATTON, D. et GUERTIN, S. (1996). L'aménagement du poste de chargement de la benne sur un camion à ordures de type chargement arrière avec ou sans mécanisme de vidange de containers. IRSST Rapport RF-129. Canada.

GRIECO, A. et AL. (1997). Manual Handling of Loads: the Point of View of Experts Involved in the Application of EC Directive 90/269. Ergonomics. 40(10), 1035-1056.

GRIEVE, D.W. (1979). Environment Constraints on the Static Exertion of Forces: PSD Analysis in Task Design. Ergonomics. 22, 1165-1175.

GRIFFING, J.P. (1960). The occupational back. Lea and Febiger, États-Unis.

GRIMES, P.J. (1987). Low Back Pain: Risk Factors and Prevention. Ergonomics in New Zealand. Proceedings of the Inaugural Conference of the New Zealand Ergonomics Soc. 132-143.

GROLIER (1980). La grande encyclopédie de la médecine et guide de puériculture. Atlas, Canada.

GRUBER, G.J. (1977). Relationships between whole body vibration and morbidity patterns among interstate truck drivers. NIOSH, États-Unis.

GRUBER, G.J. et ZIPERMANN, H. (1974). Relationship between whole body vibration and morbidity patterns among motor coach operators. NIOSH, États-Unis.

GUAY, M. et CHAPLEAU, C. (1993). Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur os-articulation-muscles. Les presses de l'UDM, Canada.

GUO, X.D.E. et AL. (1994). Finite Element Modeling of Damage Accumulation in Trabecular Bone Under Cyclic Loading. J.Biomechanics, 27, 145-155.

GUYTON, A.C. (1991). Textbook of medical physiology. W.B. Saunders Company, États-Unis.

GUZIK, D.C. et AL. (1996). A Biomechanical Model of the Lumbar Spine During Upright Isometric Flexion, Extension, and Lateral Bending. Spine, 21(4), 427-433.

GYNTEMBERG, F. (1974). One Year Incidence of Low Back Pain Among Male Residents of Copenhagen Ages 40-59. Danish Medical Bulletin, 21, 30-36.

HABER, L.D. (1973). Disabling Effects of Chronic Disease and Impairment II: Functional Capacity Limitations. J Chron Dis, 26, 127-151.

HADLER, N.M. (1987). Clinical concepts in regional musculoskeletal illness. Grune & Stratton. États-Unis.

HADLER, N.M. (1990). Cumulative Trauma Disorders, An Iatrogenic Concept. J.OccMed, 32, 28-41.

HADLER, N.M. (1993). Occupational musculoskeletal disorders. Raven Press. États-Unis.

HAFEZ, H.A. (1984). Manual lifting under hot environmental conditions. Ph.D. Dissertation, Texas Tech University. États-Unis.

HAGGAR-GUENETTE, C. et PROULX, J. (1992). Les lésions au dos subies au travail. Perspective 1982-1990. Statistiques Canada, 36-43.

HAISMAN, M.F. et AL. (1972). Energy Cost of Pushing Loaded Hand Carts. Journal of Applied Physiology, 33, 181-183.

HAKELIUS, A. (1970). Prognosis in Sciatica : a Clinical Follow-up of Surgical and Non-surgical Treatment. Acta Orthop Scand 129, 1-76.

HAKIM, N.S. et KING, A.I. (1979). A Three Dimensional Finite Element Dynamic Response Analysis of Vertebra With Experimental Verification. J.Biomech, 12, 277-292.

HALE, A.R. et MASON, I.D. (1986). L'évaluation du rôle d'une formation kinétique dans la prévention des accidents de manutention. Travail Humain, 49, 195-208.

HALES, T.R. ET BERNARD, B.P. (1997). Epidemiology of Work Related Musculoskeletal Disorders. Orthopedic Clinics of North America, 27, 679-709.

HAMD, D. et THÉRIAULT, G. (1998). L'incidence de lombalgie dans deux cohortes: les auxiliaires familiales et les préposées aux bénéficiaires et l'évaluation des conditions de travail. I.R.S.S.T., Rapport R-192. Canada.

HANSANYI, J. (1967). Game With Incomplete Information Played by Bayesian Players. Management Science, 14.

HANSSON, T. et AL. (1980). The Bone Mineral Content and Ultimate Compressive Strength in Lumbar Vertebrae. Spine, 5, 46-55.

HANSSON, T. et ROOS, B. (1980). The Influence of Age, Height, and Weight on the Bone Mineral Content of Lumbar Vertebrae. Spine, 5(6), 545-551.

HANSSON, T. et ROOS, B. (1981). The Relation Between Bone Mineral Content, Experimental Compression Fractures and Disc Degeneration in Lumbar Vertebrae. Spine, 6(2), 147-153.

HANSSON, T.H. et AL. (1987). Mechanical Behavior of the Human Lumbar Spine. II. Fatigue Strength During Dynamic Compressive Loading. Journal of Orthopaedic Research, 5, 479-487.

HAPPEY, F. (1980). Studies of the Structure of the Human Intervertebral Disc in Relation to its Functional and Aging Process. Dans Sokoloff.L.. The joint and synovial fluid (vol 2). États-Unis.

HARBER, P. et AL. (1985). Occupational Low-back Pain in Hospital Nurses. Journal of Occupational Medicine, 27(7), 518-524.

HARLEY, W.J. (1972). Lost Time Back Injuries - their Relationship to Heavy Work and Pre-employment Back X-rays. Journal of Occupational Medicine, 14, 611-614.

HARMS-RINGDAHL, L. (1993). Safety analysis: principles and practice in occupational safety. Elsevier Applied Science. Angleterre.

HARRISSON, R. et MALKIN, F. (1983). On-site Testing of Shoe and Floor Combinations. Ergonomics, 26, 101-108.

HARTUNG, G.H. (1974). Responses of Middle-Age Women to Maximal Cycling Exercise. American Correctional Therapy Journal, 28, 103-106.

HASUE, M. et AL. (1980). A New Method of Quantitative Measurement of Abdominal and Back Muscle Strength. Spine, 5, 143-148.

HATCHUEL, A. et PONSSARD, J.P. (1996). Taylor et la théorie des incitations: quelques réflexions tirées de l'histoire économique. Mimeo. Laboratoire d'économétrie. École Polytechnique. France.

HAUSER, E.D.W. (1934). Sciatic Neuralgia: a Clinical Entity; its Symptoms, Diagnosis and Treatment with Report of 60 Cases. Journal of American Medicine Association, 102(18), 1465-1467.

HAUT, R.C. et LITTLE, R.W. (1972). A Constitutive Equation for Collagen Fibres. J.Biomech. 5, 423-430.

HAXTON, H.A. (1944). Absolute Muscle Force in the Ankle Flexors of Man. Journal of Physiology, 103, 267-273.

HE, J. et AL. (1991). Feedback Gains for Correcting Small Perturbations to Standing Posture. IEEE Transactions on Automatic Control, 36(3), 322-332.

HELFET, A.J. et GRUEBEL LEE, D.M. (1978). Disorders of the lumbar spine. J.P.Lippincott Company, États-Unis.

HELIOVAARA, M. (1987). Occupation and Risk of Herniated Lumbar Intervertebral Disc or Sciatica Leading to Hospitalization. Journal of Chron. Dis., 3, 259-264.

HELIOVAARA, M. (1987). Body Height, Obesity, and Risk of Herniated Lumbar Intervertebral Disc. Spine, 5, 469-471.

HENDERSSON, R.D. et DUTTA, S.P. (1992). Use of the Analytic Hierarchy Process in Ergonomic Analysis. International Journal of Industrial Ergonomics, 9(4), 275-282.

HENDY, K.C. (1989). A Model Human-machine-human Interaction in Workspace Layout Problems. Human Factors, 31(5), 593-610.

HENNEKENS, C.H. et BIERING, J.E. (1987). Epidemiology in medicine. Little Brown and Company, États-Unis.

HENRIET, V. (1997). Conception d'un système d'assistance au déménagement d'objets lourds (pianos et coffres-forts). École Polytechnique de Montréal, Canada.

HENSCHEL, A. (1971). The Environment and Performance. Dans Simonson, E., Physiology of work capacity and fatigue, Charles C. Thomas, États-Unis.

HERCHENSON, A. (1979). Cumulative Injury: a National Problem. Journal of Occupational Medicine, 21, 674-676.

HERRIN, G.D. et AL. (1986). Prediction of Overexertion Injuries Using Biomechanical and Psychophysical Models. American Industrial Association Journal, 47(6), 322-330.

HETTINGER, TH (1985). Statistics on Diseases in the Federal Republic of Germany with Particular reference to the Diseases of the Skeletal System. Ergonomics, 28(1), 21-24.

HIDALGO, J. (1995). A Cross-validation of the NIOSH Limits for Manual Lifting. Ergonomics, 38(12), 2455-2464.

HILDEBRANDT, V.H. (1987). A Review of Epidemiological Research on Risk Factors of Low Back Pain. Dans Buckle, P., Musculoskeletal disorders at work. Proceedings of a Conference held at the University of Surrey, Guildford, Taylor and Francis, Angleterre.

HILDEBRANDT, V.H. (1995). Back Pain in the Working Population: Prevalence Rates in Dutch Trades and Professions. Ergonomics, 38(6), 1283-1298.

HILFERT, R. et AL. (1981). Probleme der Ganzkorperschwingungsbelastung von Erdbaumaschinenfuhrern. Zentralbl Arbeitsmed, 31, 199-206.

HILGEN, T. (1992). The Use of Abdominal Belts in the Prevention of Low Back Injuries. Professional Safety, Juin, 40-42.

HILL, A.B. (1965). The Environment and Disease: Association or Causation? Proc.R.Soc.Med., 58, 295-300.

HILL, A.B. (1971). Principles of medical statistics. Oxford University Press. Angleterre.

HIMBURY. S. (1967). Les méthodes cinétiques de manutention manuelle dans l'industrie. Bureau International du Travail, Suisse.

HIRSCH. C. et AL. (1963). The Anatomical Basis for Low Back Pain. Studies on the Presence of Sensory Nerve Endings in Ligamentous, Capsular and Intervertebral Disc Structures in the Human Lumbar Spine. Acta Orthopédica Scandinavica. 1-17.

HIRSCH. C. et AL. (1969). Low-back Symptoms in a Swedish Female Population. Clin Orthop. 63. 171-176.

HIRSCHFIELD. A.H. et BEHAN, R.C. (1963). The Accident Process I Ethiological Considerations of Industrial Injuries. JAMA, 3, 193-199.

HODGSON. S. et AL. (1974). The prevention of spinal disorders in dock workers. Report to National Dock Labour Board. États-Unis.

HOLBROOK. T.L. et AL. (1984). The Frequency of Occurrence, Impact and Cost of Selected Musculoskeletal Conditions in the United States. Annual Conference of the American Academy of Orthopaedics Surgeons. États-Unis

HOLLANDER, R.D. (1991). Expert Claims and Social Decisions: Science, Politics and Responsibility. Dans Mayo, D.G. et Hollander, R.D., Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press, Angleterre.

HOLLANDER, R.D. et MAYO, D.G. (1991). Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press, Angleterre.

HOLM, H.J. (1997). Genetic Information and Investment in Human Capital. Journal of Health Economics, 16, 435-452.

HOLTZCLAW, H.F. et AL. (1984). General chemistry. D.C. Health and Company, États-Unis.

HOOGENDOORN, W.E. ET AL. (2000). Systematic Review of Psychosocial Factors at Work and Private Life as Risk Factors for Back Pain. Spine, 25(16), 2114-2125.

HOOGENDOORN, W.E. ET AL. (1999). Physical Load During Work and Leisure Time as Risk Factors for Back Pain. Scand J Work Environ Health, 25(5), 387-403.

HORAL, J. (1969). The Clinical Appearance of Low Back Disorders in the City of Gothenburg, Sweden: Comparisons of Incapacitated Proband with Matched Controls. Acta Orthop Scand, 118, 1-109.

HRUBEC, Z. et NASHOLD, B.S. (1975). Epidemiology of Lumbar Disc Lesions in the Military in World War II. Am J Epidemiol, 102, 366-376.

HULT, L. (1954). The Munkfors Investigation. Acta Orthop. Scand.(suppl 16), 76.

HULT, L. (1954). Cervical, Dorsal and Lumbar Spinal Syndromes. Acta Orthop. Scand., 24, 174-175.

HULTMAN, G. (1987). The Healthy Back, its Environment and Characteristics: a Pilot Study. Ergonomics, 2, 295-298.

HUNTER, G.R. et AL. (1989). The Effect of a Weight Training Belt on Blood Pressure During Exercise. Journal of Applied Sport Sciences Research, 3(1), 13-18.

HYTTIÄINEN, K. et SAARELA, K.L. (1990). Comparison of Methods to Identify Risk Factors for Low Back Injuries at Work. Journal of Occupational Accidents, 11, 157-170.

IKAI, M. et FUKUNAGA, T. (1968). Calculation of Muscle Strength Per Unit of Cross-sectional Area of Human Muscle by Means of a Ultrasonic Measurement. International Z. Angew. Physiology Einshl. Arbeitsphysiology, 26, 26-32.

IKATA, T. (1965). Statistical and Dynamic Studies of Lesions due to Overloading on the Spine. Shikoku Acta Med, 40, 262-286.

ILMARINEN, J. et LOUHEVAARA, V. (1984). Oxygen Consumption and Health Rate in Different Modes of Postal Delivery. Ergonomics, 27, 331-339.

ILMARINEN, J. et RUTENFRAZ, J. (1980). Occupationally Induced Stress, Strain and Peak Loads as Related to Age. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 6, 274-282.

ILO (1970). Statistics of industrial injuries. D17, First International Conference of Labor Statisticians, Suisse.

IOTEYKO, J (1920). La fatigue. Ernest Flammarion, France.

JACKSON, D.W. et AL. (1976). Spondylolysis in the Female Gymnast. Clin Ortop, 117, 68-73.

JACKSON, H.C. et AL. (1967). Nerve Endings in the Human Lumbar Spinal Column and Related Structures. J.Bone and Joint Surg, 48-A, 1272-1281.

JACKSON, J.M. (1968). Biomechanical Hazards in the Dock Worker. Ann Occup Hyg, 11, 147.

JACOBSEN, M. (1976). Against Popperized Epidemiology. International Journal of Epidemiology, 5, 9-11.

JÄGER, M. et LUTTMAN, A. (1989). Biomechanical Analysis and Assessment of Lumbar Stress During Load Lifting Using a Dynamic 19-segment Human Model. Ergonomics, 32(1), 93-112.

JAMES, D.I. (1983). Rubbers and Plastics in Shoes and Flooring: the Importance of Kinetic Friction. Ergonomics, 26, 83-99.

JANEVIC, J. et AL. (1991). Large Compressive Preloads Decrease Lumbar Motion Segment Flexibility. Journal of Orthopaedic Research, 9, 228-236.

JAYSON, M.I. et AL. (1973). Intervertebral Discs: Nuclear Morphology and Bursting Pressure. Ann.Rheum.Dis. 32, 308-315.

JAYSON, M.I.V. (1992). The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone, Angleterre.

JAYSON, M.N. (1983). Compression Stresses in the Posterior Elements and Pathologic Consequences. Spine, 8(3), 338-339.

JENICEK, M. et CLÉROUX, R. (1982). Épidémiologie. Edisem. Canada.

JENNEKENS, F.G.I. et AL. (1971). Histochemical Aspects of Five Limb Muscles in Old Age: an Autopsy Study. Journal of Neurological Science, 14, 259-276.

JENSEN, R.C. (1988). Epidemiology of Work-related Back Pain. Topics in Acute Care and Trauma Rehabilitation, 2, 1-15.

JIANG, B.C. (1984). Psychophysical capacity modeling of individual and combined manual materials handling activities. Ph.D. Dissertation, Texas Tech. University. États-Unis.

JIANG, B.C. et MITAL, A. (1986). A Procedure for Designing/Evaluating Manual Materials Handling Tasks. International Journal of Production Research, 24(4), 913-925.

JÖBSIS, F.F. et O'CONNOR, M.J. (1996). Calcium Release and Reabsorption in the Sartorius Muscle of the Load. Biochemical and Biophysical Research Communications, 25(2), 246-252.

JOHANSSON, J.A. (1994). Work-related and Non-related Musculoskeletal Symptoms. Applied Ergonomics, 25(4), 248-251.

JOHCK. L.M. et VAN NIEKERK. J.M. (1961). A Roentgenographic Study of the Motion of the Lumbar Spine of the Bantu. South African Journal of Laboratory and Clinical Medicine. 7, 67-71.

JOHNSON. W. et AL. (1998). Back Pain and Work Disability: the Need for a New Paradigm. Industrial Relations. 37(1), 9-34.

JOHNSON. W.G. et AL. (1995). First Spells of Work Absences Among Ontario Workers. Dans Thomason. T. et Chaykowski, R.P., Research in canadian workers' compensation. Industrial Relations Center Queen's University at Kingston . Canada.

JOHNSON. W.R. (1960). Science and medicine of exercise and sports. Harper and Row. États-Unis.

JONES. D. (1978). It ain't no pile of blocks: a look at current concepts of back injury prevention. Ministère du travail ontarien, 4ième révision, Canada.

JONES. D.F. (1985). Back Injury Prevention - Are Programs Adequate? Professional Safety. février, 18-24.

JUNG, E.S. et FRIEVALDS, A. (1991). Multiple Criteria Decision-making for the Resolution of Conflicting Ergonomic Knowledge in Manual Materials Handling. Ergonomics, 34(11), 1351-1356.

KAMON, E. (1979). Scheduling Cycles of Work for Hot Ambient Conditions. Ergonomics, 22, 427-439.

KAMON, E. et AL. (1978). Scheduling Cycles of Work for Carrying Under Heat Stress. Dans Proceedings of the 22nd Annual Meeting of the Human Factors Society, 323-327.

KAMON, E. et AL. (1982). Dynamic and Static Lifting Capacity and Muscular Strength of Steedmill Workers. American Industrial Association Journal, 43, 853-857.

KAMON, E. et BELDING, H.S. (1971). The Physiological Cost of Carrying Loads in Temperate and Hot Environment. Human Factors, 13, 153-161.

KAMON, E. et GOLDFUSS, A.J. (1978). In-plant Evaluation of the Muscle Strength of Workers. American Industrial Hygiene Association Journal, 39, 801-807.

KANEHISA, H. et MIYASHITA, M. (1983). Effect of Isometric and Isokinetic Muscle Training on Static Strength and Dynamic Power. European Journal of Applied Physiology, 50, 365-371.

KANNER, J.S. (1990). Back Safety and Critical Body Response. Professional Safety, 27-29.

KAPANDJI, I.A. (1975). Physiologie articulaire Fascicule III Tronc et Rachis. Maloine, France.

KARVONEN, M.J. et AL. (1977). Follow-up Study on the Back Problems of Nurses. Instructional Occupational Health, 14, 8.

KARVONEN, M.J. et AL. (1980). Back and Leg Complaints in Relation to Muscle Strength in Young Men. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 12, 53-60.

KARVONEN, M.J. et RONNHOLM, N. (1964). Electromyographic and Energy Expenditure Studies of Rhythmic and Paced Lifting Work. Annals of the Academy of Science Fenn. Series A, V Medica, 106/19, 3-11.

KARWOWSKI, W. (1983). A Pilot Study of the Interaction Between Physiological, Biomechanical and Psychophysical Stresses Involved in Manual Lifting Activities. Contemporary Ergonomics 1983: Proceedings of the Ergonomics Society's Conference. Taylor and Francis. Angleterre.

KARWOWSKI, W. et AL. (1986). LIFTAN: an Experimental Expert System for Analysis of Manual Lifting Tasks. Ergonomics, 29(10), 1213-1234.

KARWOWSKI, W. et AL. (1992). Discriminability of Load Heaviness: Implications for the Psychophysical Approach to Manual Lifting. Ergonomics, 35(7), 729-744.

KARWOWSKI, W. et AYOUB, M.M. (1984). Fuzzy Modeling of Stresses in Manual Lifting Tasks. Ergonomics, 27, 641-649.

KARWOWSKI, W. et AYOUB, M.M. (1984). Effect of Frequency on the Maximum Acceptable Weight of Lift. Dans Mital, A., Trends in ergonomics/human factors I. Hollande, 169-172.

KARWOWSKI, W. et YATES, J.W. (1986). Reliability of the Psychophysical Approach to Manual Lifting of Liquids by Females. Ergonomics, 29, 237-248.

KELLER, T.S. et AL. (1987). Mechanical Behaviour of the Human Lumbar Spine I Creep Analysis During Static Compressive Loading. Journal of Orthopaedic Research, 467-478.

KELLER T.S. ET AL. (1990). The Dependence of Intervertebral Disc Mechanical Properties on Physiologic Conditions. Spine 15, 751-761.

KELSGREN, J.H. et LAWRENCE, J.S. (1958). Osteo-Arthrosis and Disk Degeneration in an Urban Population. Ann Rheumat Dis. 17. 388-397.

KELSEY, J. et AL. (1984). Acute Prolapsed Lumbar Intervertebral Disc. An Epidemiologic Study With Special Reference to Driving Automobiles and Cigarette Smoking. Spine, 9. 608-613.

KELSEY, J. et WHITE, A. (1980). Epidemiology and Impact of Low Back Pain. Spine, 5(2). 133-142.

KELSEY, J.L. (1975). An Epidemiological Study of the Relationship Between Occupations and Acute Herniated Lumbar Discs. Int. J. Epidemiol. 4. 197-205.

KELSEY, J.L. (1975). An Epidemiological Study of Acute Herniated Lumbar Intervertebral Discs. Rheumatol Rehabil. 14. 144-155.

KELSEY, J.L. et AL. (1975). Pregnancy and the Syndrome of Herniated Lumbar Intervertebral Disc: an Epidemiological Study. Yale J Biol Med. 48. 361-368.

KELSEY, J.L. et AL. (1978). Musculo-skeletal Disorders: their Frequency of Occurrence and their Impact on the Population of the United States. Produst. États-Unis.

KELSEY, J.L. et AL. (1984). An Epidemiologic Study of Lifting and Twisting on the Job and Risk of Acute Prolapsed Lumbar Intervertebral Disc. J.Orthop Research, 2, 61-66.

KELSEY, J.L. et HARDY. R.L. (1975). Driving of Motor Vehicles as a Risk Factor for Acute Herniated Lumbar Intervertebral Disc. American Journal of Epidemiology, 102, 63-73.

KELSEY, J.L. et OSTFELD, A.M. (1975). Demographic Characteristics of Persons With Acute Herniated Lumbar Intervertebral Disc. J.Chronic Dis, 28, 37-50.

KELSEY, J.L. et WHITE. A.A. (1980). Epidemiology and Impact of Low-back Pain. Spine, 5(2), 133-142.

KERN, W.L. (1997). Ergonomics of the Missing Links. Solutions for Work Science, été, 3-7.

KESHNER, E.A. et AL. (1988). Neck, Trunk and Limb Muscle Responses During Postural Perturbations in Humans. Exp Brain Res, 71, 455-466.

KEYSERLING, W.M. (1989). Analysis of Manual Lifting Tasks: a Qualitative Alternative to the NIOSH Work Practices Guide. American Industrial Hygiene Association Journal, 50(3), 165-173.

KEYSERLING, W.M. (1993). A Checklist for Evaluating Ergonomic Risk Factors Associated With Upper Extremity Cumulative Trauma Disorders. Ergonomics, 36(7), 807-831.

KEYSERLING, W.M. et AL. (1980). Establishing an Industrial Strength Testing Program. American Industrial Hygiene Association Journal, 41, 730-736.

KEYSERLING, W.M. et AL. (1980). Isometric Strength Testing as a Means of Controlling Medical Incidents on Strenuous Jobs. Journal of Occupational Medicine, 22, 332-336.

KEYSERLING, W.M. et AL. (1980). An Analysis of Selected Work Muscle Strengths. Human Factors Society, 22nd Annual Meeting, États-Unis.

KEYSERLING, W.M. et AL. (1988). Trunk Posture and Back Pain: Identification and Control of Occupational Risk Factors. Applied Industrial Hygiene, 3(3), 87-92.

KHALIL, T.M. et AL. (1985). Physiological Limits in Lifting. American Industrial Hygiene Association Journal, 46, 220-224.

KING LIU, Y. et AL. (1975). The Resistance of the Lumbar Spine to Direct Shear. Orthopedic Clinics of North America, 6(1), 33-48.

KING, A.B. (1950). Neurologic Conditions Occurring as Complications of Pregnancy. Arch Neurol Psychiatry, 63, 611-644.

KLEIN, B.P. et AL. (1984). Assessment of Worker's Compensation Claims for Back Strains/Pains. Journal of Occupational Medicine, 26(6), 443-448.

KLEINBAUM, D.G. et AL. (1982). Epidemiologic research. London. Angleterre.

KLEINDORFER, P.R. et AL. (1993). Decision sciences. An integrative perspective. Cambridge University Press. Angleterre.

KNIPFER, R.E. (1974). Predictive models for the maximum acceptable weight of lift. Doctoral dissertation. Texas Tech University. États-Unis.

KODA, S. et AL. (1991). An Epidemiological Study on Low Back Pain and Occupational Risk Factors Among Clinical Nurses. Japanese Journal of Industrial Health, 33(5), 410-422.

KOELLER, W. et AL. (1986). Biomechanical Properties of Human Intervertebral Discs Subjected to Axial Dynamic Compression-Influence of Age and Degeneration. J.Biomechanics, 19(10), 807-816.

KOHLER, B. (1995). Back injuries and back support belts revisited. National Rep Health, Safety and Environment.

KONZ, S. (1982). NIOSH Lifting Guidelines. American Industrial Hygiene Association Journal, 43(12), 931-933.

KONZ, S. (1995). Work design: industrial ergonomics. Publishing Horizons. États-Unis.

KONZ, S. et AL. (1973). Forces and Torques in Lifting. Human Factors, 15, 237-245.

KOSIAK, M. et AL. (1968). The Low Back Problem. J. Occupat Med, 10, 588-593.

KOTTKE, F.J. (1961). Evaluation and Treatment of Low Back Pain Due to Mechanical Causes. Arch Phys Med Rehabil, 42, 426-440.

KRAJEWSKI, J.T. et AL. (1979). Scheduling Rest for Consecutive Light and Heavy Loads Under Hot Ambient Conditions. Ergonomics, 22, 975-987.

KRAWCZYK, M. et VAN-LANE, B. (1994). Are Back Supports a Solution or Part of the Problem? The Debate Continues. Canadian Occupational Safety, mai/juin, 12-13.

KREPS, D. (1990). Game theory and economic modelling. Clarendon Press, Angleterre.

KROEMER, K.H. et MARRAS, W.S. (1981). Evaluation of Maximal and Submaximal Static Muscle Exertions. Human Factors, 23, 643-653.

KROEMER, K.H.E. (1969). Push forces exerted in 65 common working positions. Rep.no. AMRL-TR-68-143 Aerospace Medical Research Laboratory, États-Unis.

KROEMER, K.H.E. (1970). Human Strength: Terminology, Measurement and Interpretation of Data. Human Factors, 12, 297-313.

KROEMER, K.H.E. (1974). Horizontal Push and Pull Forces. Applied Ergonomics, 5, 94-102.

KROMEMER, K.H.E. et AL. (1994). Ergonomics. How to design for ease and efficiency. Prentice Hall, Englewood Cliffs, États-Unis.

KROEMER, K.H.E. et ROBINETTE, J.C. (1969). Ergonomics in the Design of Office Furniture. Industrial Med Surg, 38, 115-125.

KROMODIHARDJO, S. et MITAL, A. (1985). Biomechanical Analysis of Task Variables in Manual Lifting. Dans Butler, D. et al. Proceedings of the 2nd Joint ASCE/ASME Mechanics Conf., 117-120.

KROMODIHARDJO, S. et MITAL, A. (1987). Biomechanical Analysis of Manual Lifting Tasks. Journal of Biomechanical Engineering, 109, 132-138.

KRUEGER, A.B. (1990). Incentive Effects of Workers' Compensation Insurance. Journal of Public Economics, 41, 73-99.

KRUEGER, A.B. et BURTON, J.F. (1990). The Employers' Costs of Workers' Compensation Insurance: Magnitudes, Determinants, and Public Policy. Review of Economics and Statistics, 228-240.

KRUIZINGA, C.P. et AL. (1998). Prediction of Musculoskeletal Discomfort in a Pick and Place Task (A Pilot Study). International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 4(3), 271-286.

KUIPER, J.I. ET AL. (1999). Epidemiologic Evidence on Manual Materials Handling as a Risk Factor for Back Disorders: a Systematic Review. International Journal of Industrial Ergonomics, 24, 389-404.

KULAK, R.F. et AL. (1976). Non-linear Behavior of the Human Intervertebral Disc Under Axial Load. J.Biomech. 9, 377-386.

KUMAR, S. (1980). Physiological Responses to Weight Lifting in Different Planes. Ergonomics, 23, 987-993.

KUMAR, S. (1984). The Physiological Cost of Three Different Methods of Lifting in Sagittal and Lateral Planes. Ergonomics, 27, 425-433.

KUMAR, S. (1990). Cumulative Load as a Risk Factor for Low Back Pain. Spine, 15, 1311-1316.

KUMAR, S. (1992). Margin of Safety for the Human Back: a Probable Consensus Based on Published Studies. Ergonomics, 35(7), 769-781.

KUMAR, S. (1994). A Conceptual Model of Overexertion, Safety, and Risk Injury in Occupational Settings. Human Factors, 36(2), 197-209.

KUMAR, S. (1994). Lumbosacral Compression in Maximal Lifting Efforts in Sagittal Plane With Varying Mechanical Disadvantage in Isometric and Isokinetic Modes. Ergonomics, 37(12), 1975-1983.

KUMAR, S. et AL. (1991). Effect of Posture on Back Strength. International Journal of Industrial Ergonomics, 7, 53-62.

KUMAR, S. et DAVIS, P.R. (1983). Spinal Loading in Static and Dynamic Posture: EMG and Intra-abdominal Pressure Study. Ergonomics, 26, 913-922.

KUMAR, S. et MAGEE, D.J. (1982). Energy Cost of Lifting in Sagittal and Lateral Planes by Different Techniques. Dans Noro, K.. Proceedings of the VIII th Congress of the International Ergonomics Association. Japon, 644-645.

KUMAR, S. et SCAIFE, W.G. (1979). A Precision Task, Posture and Strain. J.Safety Res. 11, 28-36.

KUNREUTHER, H. (1992). A Conceptual Framework for Managing Low-probability Events. Dans Krimsky, S. et Golding, D.. Social theories of risk. Praeger, États-Unis.

KUORINKA, I. et AL. (1993). Projet d'ergonomie participative pour la prévention des maux de dos à la Société des Alcools du Québec. IRSST, rapport RR-075. Canada.

KUORINKA, I. et AL. (1994). Manual Handling in Warehouses: the Illusion of Correct Working Postures. Ergonomics, 37(4), 655-661.

KUORINKA, I. et AL. (1994). Participation in Workplace Design With Reference to Low Back Pain: a Case for the Improvement of the Police Patrol Car. Ergonomics, 37(7), 1131-1136.

KUORINKA, I. et FORCIER, L. (1995). Les lésions attribuables au travail répétitif. Ed.Multimondes, Canada.

KUSLICH, S. et AL. (1991). The Tissue Origin of Low Back Pain and Sciatica: A Report of Pain Response to Tissue Stimulation During Operations on the Lumbar Spine Using Local Anesthesia. Orthopedic Clinics of North America, 22(2), 181-187.

LABAN, M.M. et AL. (1983). Pregnancy and the Herniated Lumbar Disc. Arch Phys Med Rehabil, 64, 319-321.

LABONTÉ J.-P. ET AL. (1982). Impulsive Forces During Manual Truck Unloading Operations. 15th Proceedings, HFAC, 109-111

LABRECQUE, S. La ceinture lombaire, une réflexion bien serrée. Prévention au Travail, 8(2), 7-8.

LAKATOS, I. (1976). Proofs and refutations. Cambridge University Press, Angleterre.

LAKATOS, I. (1978). Mathematics, science and epistemology. Cambridge University Press, Angleterre.

LAKATOS, I. (1978). The methodology of scientific research programs. Cambridge University Press, Angleterre.

LANOIE, P. et FORTIN, B. (1998). Effects of Workers' Compensation: a Survey. <http://www.cirano.umontreal.ca>, Canada.

LAPORTE, P. (1993). La modélisation des muscles du tronc. Rapport de projet, M.Ing. Institut de Génie Biomédical, Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.

LARSSON, K. et AL. (1979). Muscle Strength and Speed of Movement in Relation to Age and Muscle Morphology. Journal of Applied Physiology, 46, 451-456.

LARSSON, L. et KARLSSON, J. (1978). Isometric and Dynamic Endurance as a Function of Age and Skeletal Muscle Characteristics. Acta Physiologica Scandinavica, 104, 129-136.

LAUBACH, L.L. (1969). Body Composition in Relation to Muscle Strength and Range of Joint Motion. Journal of Sport Medicine and Physical Fitness, 9, 89-97.

LAUBACH, L.L. et MCCONVILLE, J.T. (1969). The Relationship of Strength to Body Size and Typology. Medicine and Science in Sports, 1, 189-194.

LAURIG, W. et ROMBACH, V. (1989). Expert Systems in Ergonomics: Requirements and an Approach. Ergonomics, 32(7), 795-811.

LAVENDER, S.A. (1991). Preparatory Response Strategies Seen Prior to Sudden Loading of the Torso While in Constrained Postures. Dans Karwowski, W. et Yates, J.W.. Advances in industrial ergonomics and safety III. Taylor & Francis, États-Unis.

LAVENDER, S.A. (1994). The Use of Turnover Rate as a Passive Surveillance Indicator for Potential Low Back Disorders. Ergonomics, 37(6), 971-978.

LAVENDER, S.A. et AL. (1989). The Effects of Preview and Task Symmetry on Trunk Muscle Response to Sudden Loading. Human Factors, 31(1), 101-115.

LAVENDER, S.A. et KENYERI, R. (1995). Lifting Belts: a Psychophysical Analysis. Ergonomics, 38(9), 1723-1727.

LAVENDER, S.A. et MARRAS, W.S. (1994). The Use of Turnover Rate as a Passive Surveillance Indicator for Potential Low Back Disorders. Ergonomics, 37(6), 971-978.

LAWRENCE, J.S. (1955). Rheumatism in Coal Miners III Occupational Factors. Br J Ind Med, 12, 249-261.

LAWRENCE, J.S. (1969). Disc Degeneration - its Frequency and Relationship to Symptoms. Ann Rheum Dis, 28, 121-138.

LAWRENCE, J.S. et AL. (1966). Rheumatism in Foundary Workers. Br.J.Ind..Med. 23, 42-52.

LE BORGNE, D. (1986). Conception ergonomique du poste de chauffeur d'autobus à la STCUM: Phase I: Conséquences des contraintes ergonomiques sur la santé des chauffeurs. IRSST, Rapport B-015, Canada.

LE BORGNE, D. (1990). Etude ergonomique des tâches associées au transfert des bénéficiaires en milieu hospitalier. IRSST, Profil-recherche 98, Canada.

LE BORGNE, D. et SIMONEAU, S. (1987). Conception ergonomique du poste de chauffeur d'autobus à la STCUM: Phase II: Essais de sélection sur quatre sièges de chauffeur. IRSST Rapport B-016, Canada.

LE BORGNE, D. et SIMONEAU, S. (1988). Conception ergonomique du poste de chauffeur d'autobus à la STCUM Phase III: Essais d'évaluation - Rapport Final. IRSST Rapport B-017. Canada.

LE BORGNE, D. et GEOFFRION, L. (1991). Maux de dos associés aux activités de déplacement des bénéficiaires dans un centre hospitalier à vocation gériatrique. IRSST. rapport de recherche. Canada.

LEADBETTER, W.B. et AL. (1990). Sports induced inflammation. American Academy of Orthopaedic Surgeons. États-Unis.

LEAMON, T.B. (1994). Research to Reality: A Critical Review of the Validity of Various Criteria for the Prevention of Occupationally Induced Low Back Disability. Ergonomics, 37(12), 1959-1974.

LEAMON, T.B. et MURPHY, P.L. (1995). Occupational Slips and Falls: More Than a Trivial Problem. Ergonomics, 38(3), 487-498.

LEAVITT, S.S. et AL. (1971). The Process of Recovery Part 1. Ind.Med.Surg., 40, 7-14.

LEBLANC, D. (1995). Notes miméographes. École Polytechnique de Montréal, Canada.

LEBLANC, D. et AL. (1993). Construction d'un préordre complet sur les projets avec la méthode AHP modifiée. École Polytechnique de Montréal, Canada.

LECLAIRE, R. (1996). Évaluation des classes de dos (Back-school) dans le traitement des affections vertébrales lombaires aiguës par étude contrôlée avec randomisation. IRSST Rapport R-123, Canada.

LECLAIRE, R. et AL. (1995). Évaluation clinique expérimentale de la validité d'instruments utilisés pour le diagnostic de lombalgies: spinoscopie, dynamométrie triaxiale (B-200) et thermographie, en regard de l'examen clinique. IRSST Rapport R-105, Canada.

LEGG, S.J. et MYLES, W.S. (1981). Maximum Acceptable Repetitive Lifting Workloads for an 8-hour Workday Using Psychophysical and Subjective Rating Methods. Ergonomics, 24, 907-916.

LEGG, S.L. et PATEMAN, C.M. (1984). A Physiological Study of the Repetitive Lifting Capabilities of Healthy Young Males. Ergonomics, 27, 259-272.

LEHMANN, G. (1955). Physiologie pratique du travail. Éditions d'organisation, France.

LEIGH, J.P. et WARD, M.M. (1997). Medical Costs in Workers' Compensation Insurance: Comment. Journal of Health Economics, 16(5), 619-623.

LEINO, P.I. et HANNINEN, V. (1995). Psychosocial Factors at Work in Relation to Back and Limb Disorders. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 21(2), 134-142.

LEPLAT, J. et DE TERSSAC, G. (1990). Les facteurs humains de la fiabilité. Octarès, France.

LESKINEN, T. et HAIJANEN, J. (1996). Torque on the Low Back and the Weight Limits Recommended by NIOSH in Simulated Lifts. Proceedings of the Fourth International Symposium on 3-D Analysis of Human Movement, France.

LESKINEN, T.P.J. et AL. (1983). A Dynamic Analysis of Spinal Compression With Different Lifting Techniques. Ergonomics, 26, 595-604.

LESKINEN, T.P.J. et AL. (1983). The Effect of Inertia Factors on Spinal Stress When Lifting. Engineering in Medicine, 12, 87-89.

LÉVESQUE. H. (1995). Pour en finir avec les "Oups, j'ai passé proche". Prévention au travail, 8(4), 35-37.

LEWANDOWSKI. A. (1982). Issues in Model Validation. International Institute for Applied Systems Analysis. RR-82-37. Autriche.

LEWIN. P. (1955). The back and its disc syndromes. Lea and Febiger. États-Unis.

LIGERON. J.C. (1979). La fiabilité en mécanique. Un outil d'aide à la conception. Desforges, France.

LILES. D.H. (1986). The Application of the Job Severity Index to Job Design for the Control of Manual Materials Handling Injury. Ergonomics, 29, 65-76.

LILES, D.H. et AL. (1984). A Job Severity Index for the Evaluation and Control of Lifting Injury . Human Factors, 26(6), 683-693.

LIND. A.R. et AL. (1978). Influence of Posture on Isometric Fatigue. Journal of Applied Physiology, 45, 270-274.

LINDBECK. L. et ARBORELIUS. U.P. (1991). Inertial Effects From a Single Body Segments in Dynamic Analysis of Lifting. Ergonomics, 34(4), 421-433.

LINDBLOM, K. (1939). On pathogenesis of Ruptures of Tendon Aponeurosis of the Shoulder Joint. Acta Radiol. 20, 563-577.

LINDE, F. et AL. (1988). Mechanical Properties of Trabecular Bone by a Non-destructive Compression Testing Approach. Engineering in Medicine. 17, 23-29.

LIU, H.S. et AL. (1978). Systems Identification for Material Properties of the Intervertebral Joint. J.Biomech. 2, 1-14.

LJUNBERT, A.S. (1982). Horizontal Lifting- Physiological and Psychological Responses. Ergonomics. 25, 741-747.

LLOYD, D.C.E.F. et TROUP, J.D.G. (1983). Recurrent Back Pain and Its Prediction. Journal of Social and Occupational Medicine. 33, 66-74.

LOISEL., P. et AL. (1996). La clinique des maux de dos. Un modèle de prise en charge en prévention de la chronicité. IRSST, rapport R-140, Canada.

LORTIE, M. (1988). L'analyse des accidents et du travail en milieu hospitalier. IRSST Profil-recherche 67, Canada.

LORTIE, M. et AL. (1996). Analyse des accidents associés au travail de manutentionnaires sur les quais dans le secteur transport. Le travail humain, 59(2), 187-203.

LOWI, T.J. (1990). Risks and Rights in the History of American Governments. Dans Burger, E.J.. Risk. University of Michigan Press. États-Unis.

MACHO-STADLER, I. Et PÉREZ-CASTRILLO, J.D. (1997). An introduction to the economics of information: incentives and contracts. Oxford University Press. Angleterre.

MAGEE, D.J. (1988). L'évaluation clinique en Orthopédie. Maloine. France.

MAGORA, A. (1970). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation: Age, Sexe, Community, Education and Other Factors. Industrial Medicine, 39(11), 31-37.

MAGORA, A. (1970). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation. II. Work History. Industrial Medicine, 39(12), 504-510.

MAGORA, A. (1972). Investigation of the Relation Between Low-back Pain and Occupation III Physical Requirements. Sitting, standing and Weight Lifting. Industrial Medicine Surgerv, 41(12), 5-9.

MAGORA, A. (1973). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation. Part IV. Physical Requirements: Bending, Rotation, Reaching and Sudden Maximal Effort. Scand J Rehabil Med. 5. 186-190.

MAGORA, A. (1975). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation. Part VII. Neurologic and Orthopaedic Conditions. Scand J Rehabil Med. 7. 141-151.

MAGORA, A. (1973). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation. Part V. Psychological Aspects. Scand J Rehabil Med. 5. 191-196.

MAGORA, A. (1974). Investigation of the Relation Between Low Back Pain and Occupation. Part VI. Scand J Rehabil Med. 6. 81-88.

MAGORA, A. et TAUSTEIN, I. (1969). An Investigation of the Problem of Sick-leave in the Patient Suffering from Low-back Pain. Ind. Medicine Surg. 38(11). 398-408.

MAHADEVA, K. et AL. (1953). Individual Variations in the Metabolic Cost of Standardized Exercises: the Effects of Food, Age and Race. Journal of Physiology. 121. 225-231.

MAHONE, D.B. (1994). Manual Materials Handling: Stop Guessing and Design. Industrial Engineering, mars. 29-31.

MAIRIAUX, P. et AL. (1984). Relation Between Intra-abdominal Pressure and Lumbar Moments When Lifting Weights in the Erect Posture. Ergonomics, 27(8), 883-894.

MAKSUD, M.G. et AL. (1972). The Effects of Physical Conditioning and Propranolol on Physical Work Capacity. Medicine and Science in Sports, 4, 225-229.

MALEMUD, C.J. et SHUCKETT, R. (1987). Impact Loading and Lower-extremity Disease. Dans Hadler, N.M. Clinical concepts in regional musculoskeletal illness. Greene and Stratton Inc., États-Unis.

MALHOTRA, M.S. et AL. (1966). Physical Work Capacity as Influenced by Age. Ergonomics, 9, 305-316.

MANDELL, P. et AL. (1989). Low back pain. Slack Inc., États-Unis.

MANNING, D.P. (1983). Death and Injuries Caused by Slipping, Tripping and Falling. Ergonomics, 26(1), 3-9.

MANNING, D.P. (1985). Use of an Accident Model to Investigate and Record Causes of Back Injuries. Ergonomics, 28(1), 237-243.

MANNING, D.P. et AL. (1984). Body Movements and Events Contributing to Accidental and Nonaccidental Back Injuries. Spine, 9(7), 734-739.

MANNING, D.P. et SHANNON, H.S. (1981). Slipping Accidents Causing Low-back Pain in a Gearbox Factory. Spine, 6(1), 70-72.

MANSAT, CH. et AL. (1985). L'appareil extenseur du genou-anatomie, biomécanique, clinique, techniques chirurgicales, principes de rééducation. Masson, France.

MANTLE, M.J. et AL. (1977). Backache in Pregnancy. Rheumatol Rehabil, 16, 95-101.

MARKOLF, K.L. et MORRIS (1974). The Structural Components of the Intervertebral Disc. J.Bone and Joint Surg, 56-A, 675-687.

MARRAS, W.S. (2000). Occupational Low Back Disorders Causation and Control. Ergonomics, 43(7), 880-902.

MARRAS, W.S. et AL. (1984). Measurements of Loads on the Lumbar Spine Under Isometric and Isokinetic Conditions. Spine, 9, 176-188.

MARRAS, W.S. et AL. (1987). Trunk Loading and Expectation. Ergonomics, 30(3), 551-562.

MARRAS, W.S. et AL. (1992). Industrial Quantification of Occupationally-Related Low Back Disorder Risk Factor. Innovations for Interactions. Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting, 757-761.

MARRAS, W.S. et AL. (1993). The Role of Dynamic Three-dimensional Trunk Motion in Occupationally-related Low Back Disorders. The Effect of Workplace Factors, Trunk Position, and Trunk Motion Characteristics on Risk of Injury. Spine, 18(5), 617-628.

MARRAS, W.S. et AL. (1995). Biomechanical Risk Factors for Occupationally Related Low Back Disorders. Ergonomics, 38(2), 377-410.

MARTIN, J.B. et CHAFFIN, D.B. (1972). Biomechanical Computerized Simulation of Human Strength in Sagittal Plane Activities. Transactions of the American Institute of Industrial Engineers, 4(1), 19-28.

MASSION, J. (1992). Movement, Posture and Equilibrium: Interaction and Coordination. Progress in Neurobiology, 38, 38-56.

MAYER, R.J. (1990). AIO user's manual and reference guide. Knowledge Based Systems Inc. College Station. États-Unis.

MAYER, R.J. (1990). IDEFO function modeling. Knowledge Based Systems Inc. College Station. États-Unis.

MAYO, D. et HOLLANDER, R.D. (1991). Acceptable evidence: science and value in risk management. Oxford. Angleterre.

MAYO, D.G. (1991). Sociological Versus Metascientific Views of Risk Assessment. Dans Mayo, D.G. et Hollander, R.D. Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press. Angleterre.

MC CREARY, C. (1979). The MMPI as a Predictor of Response to Conservative Treatment for Low Back Pain. J.Clin.Psychol, 35, 278-284.

MCCARRON, R.F. et AL. (1987). The Inflammatory Effect of Nucleus Pulposus. A Possible Element in the Pathogenesis of Low Back Pain. Spine, 12(8), 760-764.

MCCONVILLE, J.T. et HERTZBERG, H.T.E. (1966). A study of one handed lifting. Final Report. Wright-Patterson AFB. OH Aerospace Medical Research Laboratory. Technical Report AMRL-TR-66-17.

MCDANIEL. J.W. (1972). Prediction of acceptable lift capability. Doctoral Dissertation. Texas Tech University, États-Unis.

MCDONALD. I. (1961). Statistical Studies of Recorded Energy Expenditure of Man II. Expenditure on Walking Related to Weight, Sex, Age, Height, Speed and Gradient. Nutrition Abstract Review, 31, 739-762.

MCGILL. M. et AL. (1990). The Effect of an Abdominal Belt on Trunk Muscle Activity and Intra-abdominal Pressure During Squat Lifts. Ergonomics, 33, 147-160.

MCGILL. S.M. (1992). A Myoelectrically Based Dynamic Three-dimensional Model to Predict Loads on Lumbar Spine Tissues During Lateral Bending. J.Biomechanics, 25(4), 395-414.

MCGILL. S.M. (1994). A Review of the Assets and Liabilities of Abdominal Belts in Industry. Santé et Sécurité au Travail, 2, 69-71.

MCGILL. S.M. (1995). Mise à jour sur l'utilisation des ceintures lombaires dans l'industrie: nouvelles données. même conclusions. HFAC, 25(6), 3-5.

MCGILL. S.M. et NORMAN. R.W. (1985). Dynamically and Statically Determined Low Back Moments During Lifting. Journal of Biomechanics, 18(7), 877-885.

MCGILL, S.M. et NORMAN, R.W. (1986). Partitioning of the L4-L5 Dynamic Moment into Disc, Ligamentous, and Muscular Components During Lifting. Occupational Biomechanics Laboratories, Department of Kinesiology, University of Waterloo, Spine, 11(7), 666-678.

MCGILL, S.M. ET NORMAN, R.W. (1987). Reassessment of the Role of Intra-abdominal Pressure in Spinal Compression. Ergonomics, 30(11), 1565-1588.

MCNEIL et AL. (1980). Trunk Strengths in Attempted Flexion, Extension, and Lateral Bending in Healthy Subjects and Patients with Low-back Disorders. Spine, 5, 529-538.

MCSWEEN, T.E. (1995). The value-based safety process: improving your safety culture with a behavioral approach. Van Nostrand Reinhold, États-Unis.

MECHANIC, D. et ANGEL, R.J. (1987). Some Factors Associated with the Report and Evaluation of Back Pain. Journal of Health and Social Behavior, 28(juin), 131-139.

MELLIN, G. (1986). Chronic Low Back Pain in Men 54-63 Years of Age. Correlations of Physical Measurements With the Degree of Trouble and Progress After Treatment. Spine, 11(5), 421-426.

MELLIN, G. (1987). Correlations of Spinal Mobility With Degree of Chronic Low Back Pain After Correction for Age and Anthropometric Factors. Spine, 5, 464-468.

MELZACK, R. (1975). The McGill Pain Questionnaire: Major Properties and Scoring Methods. Pain, 1, 277-299.

MERRIAM, W.F. et AL. (1983). A Study Revealing a Tall Pelvis in Subjects with Low Back Pain. Journal of Bone and Joint Surgerv, 65-B, 153-156.

MEYER, B.D. et AL. (1995). Worker's Compensation and Injury Duration: Evidence from a Natural Experiment. The American Economics Review, 85(3).

MICROSOFT CORPORATION (1994). Guide de l'utilisateur: Microsoft Access. Système de gestion de bases de données relationnelles pour Windows. Version 2.0. Microsoft Corporation. États-Unis.

MIETTINEN, O.S. (1985). Theoretical epidemiology. Principles of occurrence research in medicine. Delmar Publishers. États-Unis.

MILGROM, P. et ROBERTS, J. (1997). Economics, organization and management. Prentice Hall. États-Unis.

MILLER, J.A.A. et AL. (1988). Lumbar Disc Degeneration: Correlation With Age, Sex and Spine Level in 600 Autopsy Specimen. Spine, 13, 173-178.

MILLS, K. et AL. (1990). A colour atlas of low back pain. Wolfe Medical Publications, Angleterre.

MINISTÈRE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE (1993). Accidents du travail 1990-1992. Statistiques Canada, Canada.

MINOR, S.D. (1996). Use of Back Belts in Occupational Settings. PhysTher, 76, 403-408.

MIRKA, G.A. BAKER (1996). An Investigation of the Variability in Human Performance During Sagittally Symmetric Lifting Tasks. IIE Transactions, 28, 745-752.

MITAL, A. (1982). Task Variables in Manual Materials Handling. Journal of Safety Research, 2, 163-173.

MITAL, A. (1983). Prediction of Maximum Weights of Lift Acceptable to Male and Female Industrial Workers. Journal of Occupational Accidents, 5, 223-231.

MITAL, A. (1983). The Psychophysical Approach in Manual Lifting: A Verification Study. Human Factors, 25(5), 485-491.

MITAL, A. (1984). Maximum Weights of Lift Acceptable to Male and Female Industrial Workers for Extended Workshifts. Ergonomics, 27, 1115-1126.

MITAL, A. (1984). Comprehensive Maximum Acceptable Weight of Lift Database for Regular 8-hour Workshifts. Ergonomics, 27, 1127-1138.

MITAL, A. (1985). Models for Predicting Maximum Acceptable Weight of Lift and Heart Rate and Oxygen Uptake of That Weight. Journal of Occupational Accidents, 7, 75-82.

MITAL, A. (1985). Modeling Lifting Capabilities of Industrial Workers for Regular and Extended Workshifts. Dans Brown, I.D. et al. Ergonomics International 85. Taylor and Francis, Angleterre.

MITAL, A. (1985). Lifting capacities of student and industrial populations. NIOSH Report No. 1-R01-OH-01956-02. États-Unis.

MITAL, A. (1985). A Comparison Between Psychophysical and Physiological Approaches Across Low and High Frequency Ranges. Journal of Human Ergology, 14, 59-64.

MITAL, A. (1986). Subjective Estimates of Load Carriage in Confined and Open Spaces. Dans Karwowski, W. Trends in ergonomics/human factors III, Hollande.

MITAL, A. (1986). Prediction Models for Psychophysical Lifting Capabilities and the Resulting Physiological Responses for Shifts of Varied Durations. Journal of Safety Research, 17, 155-163.

MITAL, A. et AL. (1978). Relationship Between Lifting Capacity and Injury in Occupations Requiring Lifting. Dans Proceedings of 22nd Annual Meeting of the Human Factors Society, 469-473.

MITAL, A. et AL. (1982). Physiological Approach in Manual Lifting: Work Rate Recommendations and Comparison with the Psychophysical Approach. Journal of Human Ergology, 11, 143-156.

MITAL, A. et AL. (1984). Acceptable weight of lift for extended workshifts. NIOSH. Grant no. 1-R01-OH-01429-02. États-Unis.

MITAL, A. et AL. (1986). Prediction of Maximum Weight of Lift in the Horizontal and Vertical Planes Using Simulated Job Dynamic Strengths. American Industrial Hygiene Association Journal, 47, 288-291.

MITAL, A. et AL. (1993). A guide to manual materials handling. Taylor and Francis. Angleterre.

MITAL, A. et AL. (1994). Physical Fatigue in High and Very High Frequency Manual Materials Handling Perceived Exertion and Physiological Indicators. Human Factors, 36(2), 219-231.

MITAL, A. et ASFOUR, S.S.(1983). Maximum Frequency Acceptable to Males for One-handed Horizontal Lifting in the Sagittal Plane. Human Factors, 25, 563-571.

MITAL, A. et AYOUB, M.M. (1980). Modeling of Isometric Strength and Lifting Capacity. Human Factors, 22, 285-290.

MITAL, A. et AYOUB, M.M (1981). Effect of Task Variables and Their Interactions in Lifting and Lowering Loads. American Industrial Hygiene Association Journal, 42, 134-142.

MITAL, A. et AYOUB, M.M. (1981). Task Variable Based Physiological Prediction Models for Lifting/Lowering Activities. Dans Proceedings of the Annual International Conference, Institute of Industrial Engineers, 133-136.

MITAL, A. et AYOUB, M.M. (1986). Equation for Predicting Lifting Capabilities of People. Dans Karwowski, W. Trends in ergonomics/human factors III. Hollande, 767-774.

MITAL, A. et FARD, H.F. (1986). Psychophysical and Physiological Responses to Lifting Symmetrical and Asymmetrical Loads Symmetrically and Asymmetrically. Ergonomics, 29, 1263-1272.

MITAL, A. et ILANGO, M. (1983). Load Characteristics and Manual Carrying Capabilities. Dans Proceedings of 27th Annual Meeting of Human Factors Society, 274-278.

MITAL, A. et ILANGO, M. (1983). Subjective Estimates of One-handed Carrying Tasks. Applied Ergonomics, 14, 265-269.

MITAL, A. et KROMODIHARDJO, S. (1986). Kinetic Analysis of Manual Lifting Activities: Part II - Biomechanical Analysis of Task Variables. International Journal of Industrial Ergonomics, 1, 91-101.

MITAL, A. et MANIVASAGAN, I. (1982). Application of a Heuristic Technique in Polynomial Identification. Dans Proceedings of the IEEE Systems, Man and Cybernetics Society International Conference, 347-353.

MITAL, A. et MANIVASAGAN, I. (1983). Maximum Acceptable Weight of Lift as a Function of Material Density, Center of Gravity Location, Hand Preference, and Frequency. Human Factors, 25, 33-42.

MITAL, A. et MANIVASAGAN, I. (1983). Subjective Estimates of One-handed Carrying Tasks. Applied Ergonomics, 14, 265-269.

MITAL, A. et OKOLIE, S.T. (1982). Influence of Container Shape, Partitions, Frequency, Distance, and Height Level on the Maximum Acceptable Amount of Liquid Carried by Males. American Industrial Hygiene Association Journal, 43, 813-819.

MITAL, A. et SHELL, R.L. (1984). A Comprehensive Metabolic Energy Model for Determining Rest Allowances for Physical Tasks. Journal of Methods-Time Measurement, 11, 2-8.

MONTEAU et FAVORO (1990). Bilan des méthodes d'analyse à priori des risques, partie I: des contrôles à l'ergonomie des systèmes. Cahier de notes documentaires, INRS, 138, 91-122.

MONTEAU et FAVORO (1990). Bilan des méthodes d'analyse à priori des risques, partie II: principales méthodes de la sécurité des systèmes. Cahier de notes documentaires, INRS, 139, 363-388.

MONTOYE, H.J. et LAMPHEAR, D.E. (1977). Grip and Arm Strength in Males and Females, Age 10 to 69. The Research Quarterly, 48, 109-120.

MOONEY, V. (1987). Where is the Pain Coming From? Spine, 12(8), 754-759.

MOORE, M.J. et VISCUSI, W.K. (1990). Compensation mechanisms for job risks. Wages, workers' compensation, and product liability. Princeton University Press, États-Unis.

MOREAU, A. (1997). Les impacts psychosociaux ou est-ce que le risque peut faire peur? École Polytechnique de Montréal, Canada.

MORRIS, J.M. et AL. (1961). Role of the Trunk in Stability of the Spine. Journal of Bone and Joint Surgery, 43-A, 327-351.

MORRISSEY, S.J. et AL. (1983). Talk Demands for Shovelling in Non-erect Postures. Ergonomics, 26, 947-951.

MORRISSEY, S.J. et LIOU, Y.H. (1984). Metabolic Costs of Load Carriage With Different Container Sizes. Ergonomics, 27, 847-853.

MULLER, E.A. (1962). Occupational Work Capacity. Ergonomics, 5, 445-452.

MYKLEBUST, J.B. et AL. (1988). Tensile Strength of Spinal Ligaments. Spine, 13(5), 526-531.

NACHEMSON, A. (1975). Towards a Better Understanding of Back Pain: A Review of the Mechanics of the Lumbar Disc. Rheumatol Rehabil, 14, 129.

NACHEMSON, A. (1992). Lumbar Mechanics as Revealed by Lumbar Intradiscal Pressure Measurements. Dans Jayson, M.I.V. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone, États-Unis.

NACHEMSON, A. et AL. (1983). Mechanical Effectiveness Studies of Lumbar Spine Orthoses. Scand J.Rechabil Med, suppl 9, 139-149.

NACHEMSON, A. et LINDH, M. (1969). Measurement of Abdominal and Back Muscle Strength With and Without Low Back Pain. Scand Journal Rehabil Med, 1, 60-65.

NACHEMSON, A.L. (1971). Low Back Pain, its Etiology and Treatment. Clin. Medicine. 78, 18-24.

NACHEMSON, A.L. (1976). The Lumbar Spine: an Orthopaedic Challenge. Spine.1. 59-71.

NACHEMSON, A.L. (1982). The Natural History of Low Back Pain. Dans White, A.A. et Gordon, S.L. Symposium on idiopathic low back pain. CV Mosby Company. 46.

NACHEMSON, A.L. et AL. (1979). Mechanical Properties of Human Lumbar Spine Motion Segments: Influence of Age, Sex, Disc Level and Degeneration. Spine. 4. 1-8.

NACHEMSON, A.L. et EVANS, J.H. (1968). Some Mechanical Properties of the Third Human Lumbar Interlaminar Ligament (Ligamentum Flavum). J.Biomechanics. 1. 211-220.

NADEAU, S., GILBERT, R. et LEBLANC, D. (1996). Toward a Multicriterion Analysis for the Prevention of Low Back Pain. 5th Industrial Engineering Research Conference. 18-20 mai. Minneapolis, Minnesota, 723-728.

NADEAU, S., LEBLANC, D. et GILBERT, R. (1997). Gestions scientifique et organisationnelle des risques de maux de dos dans la nouvelle réalité des entreprises. 2^e Congrès International Franco-québécois de Génie Industriel, 3 au 5 sept., Albi, France.

NADEAU, S., LEBLANC, D. et GILBERT, R. (1999). Les comportements stratégiques dans la gestion des risques de S.S.T. pour le travail autonome et polyvalent. 3^{ième} Congrès International de Génie Industriel, 25 au 28 mai 1999, Montréal, Canada.

NADEAU, S., GILBERT, R. et LEBLANC, D. (1999). Prévention des maux de dos selon une approche reposant sur les mécanismes lésionnels et les mécanismes générateurs d'efforts. 3^{ième} Congrès International de Génie Industriel, 25 au 28 mai 1999, Montréal, Canada.

NAG, P.K. et AL. (1979). Cardio-respiratory Performance of Porters Carrying Loads on Treadmill. Ergonomics, 22, 897-907.

NAGATA, S. et AL. (1990). EMG Power Spectrum as a Measure of Muscular Fatigue at Different Levels of Contraction. Medical & Biological Engineering & Computing, juillet, 374-378.

NAGI, S.Z. et AL. (1973). A Social Epidemiology of Back Pain in a General Population. Journal of Chronic Diseases, 26, 769-779.

NASH, J.F. (1950). Equilibrium Points in N-person Games. Proceedings of the National Academy of Sciences, 36, 48-49.

NATIONAL OCCUPATIONAL HEALTH & SAFETY COMMISSION (1990). Manual handling. NOHSC:1001(1990) et NOHSC:2005(1990), Australie.

NATVIG, H. (1970). Sociomedical Aspects of Low Back Pain Causing Prolonged Sick Leave: A Retrospective Study. Acta Sociomed Scan, 2, 117.

NERELL, G. et WAGHLUND, I. Stress Factors in the Working Environments of White Collar Workers. Dans Reducing occupational stress. Dept of Health, Education and Welfare (NIOSH) no.78-140, 62-72.

NICHOLAS, J.A. et HERSHMAN, E.B. (1986). The lower extremity and spine in sports medicine. The CV Mosby Company, États-Unis.

NICHOLSON, A.S. (1989). A Comparative Study of Methods for Establishing Load Handling Capabilities. Ergonomics, 32(9), 1125-1144.

NIOSH (1981). Work practices guide for manual lifting. DHHS publication no. NIOSH-81-122. États-Unis.

NIOSH (1994). Workplace use of back belts. US Department of Health and Human Services. États-Unis.

NORDGREN, B. et AL. (1980). Evaluation and Prediction of Back Pain During Military Field Service. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 12, 1-8.

NORDIN, M. et FRANKEL, V.H. (1989). Basic biomechanics of the musculoskeletal system. Lea & Febiger. États-Unis.

NORMANDIN, M. et AL. (1993). Assistance mécanique à la manutention manuelle (Logiciel ASMEMA). Rapport technique CDDDB1433. École Polytechnique de Montréal, Canada.

NUMMI, J. et AL. (1978). Diminished Dynamic Performance Capacity of Back and Abdominal Muscles in Concrete Reinforcement Workers. Scand J. Work Environ Health, 4 (suppl 1), 39-46.

NYLIND, B. et AL. (1978). Changes in Male Exercise Performance and Anthropometric Variables Between the Ages of 19 and 30. European Journal of Applied Physiology, 38, 145-150.

O'CONNELL, J.E.A. (1960). Lumbar Disc Protusions of Pregnancy. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 23, 138-141.

ODDSSON, L.I.E. (1990). Control of Voluntary Trunk Movements in Man-mechanisms for Postural Equilibrium During Standing. Acta Physiologica Scandinavica, 140, suppl.595, 1-60.

ONISHI, N. et NOMARA, H. (1973). Low Back Pain in Relation to Physical Work Capacity and Local Tenderness. J.Hum Ergol (Tokvo), 2, 119-132.

ORTENGREN, R. et AL. (1981). Studies of the Relationship Between Lumbar Disc Pressure, Myoelectric Back Muscle Activity and Intra-abdominal Pressure. Spine, 6, 98-103.

OSBORNE, M.J. et RUBINSTEIN, A. (1994). A course in game theory. MIT Press. États-Unis.

OSHA (1995). OSHA draft proposed ergonomic protection standard: summaries, explanations, regulatory text. OSHA. Appendices A et B. États-Unis.

OUDENHOVEN, R. et AL. (1982). Biomechanical Aspects of Low-back Pain. Dans Ghista, D.N. Human body dynamics: impact, occupational and athletic aspects. Clarendon Press. Angleterre.

OXENBURGH, M.S. et GULDBERG, H.H. (1993). Economic and Health Effects on Introducing a Safe Manual Handling Code of Practice. International Journal of Industrial Ergonomics, 12(4), 241-253.

PANET-RAYMOND, N. (1997). Analyse de la stabilité posturale dans des conditions de perturbations et d'incertitudes. M.Sc.A. en ergonomie. École Polytechnique de Montréal, Canada.

PANET-RAYMOND, N., GILBERT, R., LEBLANC, D. et NADEAU, S. (1999). Analyse de la stabilité posturale dans des conditions de perturbations ou d'incertitudes. 3ième Congrès International de Génie Industriel, 25 au 28 mai 1999, Montréal, Canada.

PANJABI, M.M. (1992). The Stabilizing System of the Spine Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. Journal of Spinal Disorders, 5(4), 383-389.

PANJABI, M.M. (1992). The Stabilizing System of the Spine: Part II Neutral Zone and Instability Hypothesis. Journal of Spinal Disorders, 5(4), 390-397.

PANJABI, M.M. et AL. (1992). Biomechanical Studies in Cadaveric Spines. Dans Jayson, M.I.V. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone. États-Unis.

PARK, K.S. (1973). A computerized simulation model of postures during manual materials handling. Ph.D.Dissertation. Université de Michigan. États-Unis.

PARKER, K.G. (1995). Why Ergonomics is Good Economics. Industrial Engineering, fév., 41-46.

PARNIANPOUR, M. et AL. (1988). The Triaxial Coupling of Torque Generation of Trunk Muscles During Isometric Exertions and the Effect of Fatiguing Isoinertial Movements on the Motor Output and Movement Patterns. Spine, 13, 982-992.

PARTRIDGE, R.E. et ANDERSON, J.A. (1969). Back Pain in Industrial Workers. Proceedings of the International Rheumatology Congress, 284.

PARTRIDGE, R.E. et DUTHIE, J.J.R. (1968). Rheumatism in Dockers and Civil Servants. A Comparison of Heavy Manual and Sedentary Workers. Ann Rheum Dis, 27, 559.

PARTRIDGE, R.E.H. et AL. (1968). Rheumatic Complaints Among Workers in Iron Foundries. Ann Rheum Dis, 27, 441-453.

PATRY, L. et AL. (1993). Participatory Ergonomics and Prevention of Low Back Pain in Manual Material Handling. Marras et al. The ergonomics of manual work, 523-526.

PAULETT, J.D. (1947). Low Back Pain. Lancet, 253, 272-276.

PEACOCK, B. et AL. (1981). Feedback and Maximum Voluntary Contraction. Ergonomics, 24, 223-228.

PEDERSON, O.F. et AL. (1975). Back Pain and Isometric Back Muscle Strength of Workers in a Danish Factory. Scand J Rehabil Med, 7, 125-128.

PEPLER, R.D. (1963). Performance and Well-being in Heat. Dans Herzfeld, C.M. Temperature, its measurement and control in science and industry (vol 2), partie 3. Reinhold, États-Unis.

PERKINS, P.J. et WILSON, M.P. (1983). Slip Resistance Testing of Shoes - New Developments. Ergonomics, 26, 73-82.

PERRY, O. (1957). Fracture of the Vertebral Endplate in the Lumbar Spine: an Experimental Biomechanical Investigation. Acta Orthopædica Scandinavica, suppl.25.

PETROFSKY, J.S. et LIND, A.R. (1975). Aging, Isometric Strength and Endurance, and Cardiovascular Responses to Static Effort. Journal of Applied Physiology, 38, 91-95.

PETROFSKY, J.S. et LIND, A.R. (1975). Isometric Strength, Endurance, and the Blood Pressure and Heart Rate Responses During Isometric Exercise in Healthy Men and Women, with Special Reference to Age and Body Fat Content. Pflugers Archiv European Journal of Physiology, 360, 49-61.

PETROFSKY, J.S. et LIND, A.R. (1978). Comparison of Metabolic and Ventilatory Responses of Men to Various Lifting Tasks and Bicycle Ergometry. Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology, 45, 60-63.

PETROFSKY, J.S. et LIND, A.R. (1978). Metabolic Cardiovascular and Respiratory Factors in the Development of Fatigue in Lifting Tasks. Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology, 45, 64-68.

PHEASANT, S.T. et GRIEVE, D.W. (1981). The Principal Features of Maximal Exertion in the Sagittal Plane. Ergonomics, 24, 327-338.

PHILLIPS, E.L. (1964). Some Psychological Characteristics Associated With Orthopaedic Complaints. Curr Pract Orthop Surg, 2, 165-176.

PIMENTAL, N.A. et PANDOLF, K.P. (1979). Energy Expenditure While Standing or Walking Slowly Uphill or Downhill With Load. Ergonomics, 22, 963-973.

PINTAR, F.A. et AL. (1992). Biomechanical Properties of Human Lumbar Spine Ligaments. J.Biomechanics, 25(11), 1351-1356.

PIZATELLA, T.J. et AL. (1992). Understanding and Evaluating Manual Handling Injuries: NIOSH Research Studies. Ergonomics, 35(9), 945-953.

POLLAK, R.A. (1995). Regulating Risks. Journal of Economics Literature, 33, 179-191.

POPE, M.H. (1989). Risk Indicators in Low Back Pain. Annals of Medicine, 21, 387-392.

POPE, M.H. et AL. (1979). Biomechanical Testing as an Aid to Decision Making in Low Back Patients. Spine, 4, 135-140.

POPE, M.H. et AL. (1980). Vibration as an Aetiologic Factor in Low Back Pain in Engineering Aspects of the Spine. Joint Meeting of the British Orthopaedic Association and the Institute of Mechanical Engineers. Angleterre.

POPE, M.H. et AL. (1980). The Relation Between Biomechanical and Psychological Factors in Patients With Low Back Pain. Spine, 2, 173-178.

POPPER, K.R. (1963). Conjectures and refutations. Routledge, Angleterre.

POPPER, K.R. (1972). The logic of scientific discovery. Hutchison, Angleterre.

PORTER, R. et AL. (1980). Backache and the Lumbar Spinal Canal. Spine, 5, 99-105.

PORTER, R.W. (1987). Risk factors and back pain: musculoskeletal disorders at work. Taylor and Francis, Angleterre.

POULIN, M.J. et ROY, B. (1986). Etude quantitative des muscles, ligaments et structures osteologiques de la région lombaire par numérisation spatiale. EPM/RT-86-10. Ecole Polytechnique de Montreal, Canada.

POULSEN, E. (1970). Prediction of Maximum Loads in Lifting From Measurement of Back Muscle Strength. Progressive Physical Therapy, 1, 146-149.

POULSEN, E. (1981). Back Muscle Strength and Weight Limits in Lifting Burdens. Spine, 6, 73-75.

POULSEN, E. et JORGENSEN, K. (1971). Back Muscle Strength, Lifting and Stooped Working Postures. Applied Ergonomics, 2, 133-137.

PRÉVENTION AU TRAVAIL (1999). Perspective. CSST, printemps, 46-47.

PRÉVENIR (1999). Prévenir Aussi, 14, 3.

PRIEST, G.L. (1990). The New Legal Structure of Risk Control. Dans Burger, E.J. Risk. University of Michigan Press, États-Unis.

PROCTOR, T.D. (1993). Slipping Accidents in Great-Britain - an Update. Safety Science, 16, 367-377.

PROCTOR, T.D. et COLEMAN, V. (1988). Slipping, Tripping and Falling Accidents in Great-Britain: Present and Future. Journal of Occupational Accidents, 9, 269-285.

PRZYBILSKI, G.J. et AL. (1996). Human Anterior and Posterior Cervical Longitudinal Ligaments Possess Similar Tensile Properties. Journal of Orthopaedic Research, 14, 1005-1008.

PUTZ-ANDERSON, J. et WATERS, T.R. (1991). Revisions in NIOSH Guide to Manual Lifting. National Conference entitled "A national strategy for occupational musculoskeletal injury prevention-implementation issues and research needs". Ann Arbor, MI. University of Michigan. États-Unis.

PUTZ-ANDERSON, V. (1988). Cumulative trauma disorders: a manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. Taylor and Francis. États-Unis.

PYTEL, J.L. et KAMON, E. (1981). Dynamic Strength Test as a Predictor for Maximal and Acceptable Lifting. Ergonomics, 24, 663-672.

QUINET, R.J. et AL. (1979). Diagnosis and Treatment of Backache. Semin Arthritis Rheum. 8, 261-287.

R.N.U.R. (1983). Les profils des postes: méthode d'analyse des conditions de travail. Masson/Sirtes. Collection Hommes et savoirs. France.

RADEBOLD, A. ET AL. (2000). Muscle Response Pattern to Sudden Trunk Loading in Healthy Individuals and in Patients with Chronic Low Back Pain. Spine, 25(8), 947-954.

RANDLE, I. et AL. (1989). Task-based Prediction Models for Intermittent Load Carriage. Dans Megaw, E.D., Contemporary ergonomics. Taylor & Francis, Angleterre, 380-385.

RAOUF, A. et DHILLON, B.S. (1994). Safety assessment: a quantitative approach. CRC Press, États-Unis.

RASMUSSEN, J. (1986). Information processing and human-machine interaction. North-Holland, États-Unis.

REASON, J. (1990). L'erreur humaine. Cambridge, Angleterre.

REASON, J. et AL. (1990). Errors and Violations on the Roads: A Real Distinction? Ergonomics, 33, 1315-1332.

REDFERN, M.S. et BIDANDA, B. (1994). Slip Resistance of the Shoe-floor Interface under Biomechanically-relevant Conditions. Ergonomics, 37(3), 511-524.

REILLY, T. et CHANS, D. (1994). Spinal Shrinkage in Fast Bowling. Ergonomics, 37, 127-132.

REINBERG, A. et AL. (1970). Oral Temperature, Circadium Rhythm Amplitude, Aging and Tolerance to Shift Work. Ergonomics, 13, 55-64.

REISBORD, L. et GREENLAND, S. (1985). Factors Associated With Self-reported Back Pain Prevalence: a Population Based Study. Journal of Chronical Disease, 38(8), 691-702.

RICHARD, J.G. (1994). Identification des risques associés à la manutention des dalles de bétonnière. IRSST Rapport R-086. Canada.

RIDD, J.F. (1983). Spatial Restraints and Intra-abdominal Pressure. Dans Davis, P.R. et Troup, J.D.G. Proceedings of Seminar on Prevention of Low Back Pain Commission of the European Communities. Angleterre.

RIEL, P.F. et IMBEAU, D. (1995). Economic Justification of Investments for Health and Safety Interventions - Part I - A Cost Typology. International Journal of Industrial Engineering, 2(1), 45-54.

RIEL, P. et IMBEAU, D. (1995). Economic Justification of Investments for Health and Safety Interventions - Part 2 - Applying Activity Based Costing to the Insurance Cost. International Journal of Industrial Engineering, 2(1), 55-64.

RIEL, P.F. et IMBEAU, D. (1996). L'évaluation économique des projets ergonomiques. UQTR, Canada.

RIEL, P.F. et IMBEAU, D. (1996). Justifying Investments in Industrial Ergonomics. International Journal of Industrial Ergonomics, 18, 349-361.

RIGGS, J.L. et AL. (1986). Engineering economics. McGrawHill, Canada.

RIIHIMAKI, H. (1991). Low Back Pain, its Origin and Risk Indicators. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 17(2), 81-90.

RISSANEN, P.M. (1960). The Surgical Anatomy and Pathology of the Supraspinous and Interspinous Ligaments of the Lumbar Spine With Special Reference to Ligament Ruptures. Acta Orthopaedica Scand, supp.46.

ROALND, M. et MORRIS, R. (1983). A Study of the Natural History of Back Pain. Part I: Development of a Reliable and Sensitive Measure of Disability in Low Back Pain. Spine, 8(2), 141-144.

RONNHOLM, N. et AL. (1962). Mechanical Efficiency of Rhythmic and Paced Work of Lifting. Journal of Applied Physiology, 17, 768-770.

ROSEN, J.C. (1980). A Further Look at Validity of the MMPI with Low Back Patients. J. Clin. Psychol. 36, 994-1000.

ROTHMAN, K.J. (1976). Causes. Am.J.Epidemiology, 104, 587-592.

ROTHMAN, R.H. et SIMEONE, F.A. (1992). The spine. W.B. Saunders Company. États-Unis.

ROWE, M.L. (1963). Preliminary Statistical Study of Low Back Pain. J.Occup Med. 5, 336-341.

ROWE, M.L. (1965). Disc Surgery and Chronic Low-back Pain. Journal of Occupational Medicine, 5, 196-202.

ROWE, M.L. (1969). Low Back Pain in Industry - a position paper. Journal of Occupational Medicine, 11(4), 161-169.

ROWE, M.L. (1971). Low Back Disability in Industry: Updated Position. Journal of Occupational Medicine, 13, 476-478.

ROY, J.A. (1992). Une avenue à explorer sérieusement. Santé-sécurité, décembre.

ROY, M. et AL. (1998). Équipes semi-autonomes de travail. Recension d'écrits et inventaire d'expériences québécoises. I.R.S.S.T., Rapport B-052. Canada.

RUBIN, C.T. et AL. (1987). The Use of Ultrasound in Vivo to Determine Acute Change in Mechanical Properties of Bone Following Intense Physical Activity. J.Biomech. **20**, 723-727.

RUNGE, C.F. (1958). Pre-existing Structural Defects and Severity of Compensation Back Injuries. Industrial Medicine and Surgery, **mai**, 249-252.

SAARI, J. et AL. (1987). Successful Accident Prevention. Recommendations and Ideas Field Tested in the Nordic Countries. Institute of Occupational Health, Finlande.

SAATY, T.L. (1994). Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, **74**, 426-447.

SAIF CORPORATION JOB SAFETY ARTICLE (1996). Are Back Belts Effective in Preventing Back Injuries. SAIF Corporation, www.saif.com/backbelt.htm, États-Unis.

SALTER, N. (1955). The Effect on Muscle Strength of Maximum Isometric and Isotonic Contractions at Different Repetition Rates. Journal of Physiology, **130**, 109-113.

SALTER, R.B. (1983). Textbook of disorders and injuries of the musculoskeletal system. Williams & Wilkins. États-Unis.

SALTIN, B. et AL. (1968). Responses to Submaximal and Maximal Exercise After Bed Rest and Training. Circulation, 38 suppl 7.

SALTIN, B. et AL. (1969). Physical Training in Sedentary Middle-aged and Older Men II. Oxygen Uptake, Heart Rate and Blood Lactate Concentration at Submaximal and Maximal Exercise. Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation, 24, 323-334.

SAMANTHA, A. et CHATTERJEE, B.B. (1981). A Physiological Study of Manual Lifting of Loads in Indians. Ergonomics, 24, 557-564.

SAMPERI, S. et LAFRANCE, L. (1998). Démarche de prévention en manutention. Guide de prévention. Manuel de référence. Association sectorielle Transport-entrepotage. Canada.

SANCHEZ, J. et AL. (1979). Effects of Dynamic, Static, and Combined Work in Heart Rate and Oxygen Consumption. Ergonomics, 22, 935-943.

SANDOVER, J. (1983). Dynamic Loading as a Possible Source of Low Back Disorder. Spine, 8, 652-666.

SANDS, R.X. (1958). Backache and Pregnancy: Method of Treatment. Obstet Gynecol. 12, 670-676.

SANDSTROM, J. (1986). Clinical and Social Factors in Rehabilitation of Patients with Chronic Low Back Pain. Scand J Rehab Med. 18, 35-43.

SANGWAN, S.S. et AL. (1993). Low Back Pain: Risk Factors and Prevention. Journal of Indian Medical Association. 91(6), 159-160.

SANJEEVI, R. et AL. (1982). A Viscoelastic Model for Collagen Fibres. J.Biomech. 15, 181-183.

SCHAEPE, J.L. (1982). An Occupational Perspective. Dans Stanton-Hicks, M. et Boas, R. Chronic LBP. Raven Press. États-Unis.

SCHAFFNER, K.F. (1991). Causing Harm: Epidemiological and Physiological Concepts of Causation. Dans Mayo, D.G. et Hollander, R.D. Acceptable evidence science and values in risk management, Oxford University Press, Angleterre.

SCHERRER, J. (1963). Physiologie de la musculature striée squelettique chez l'homme. Dans Kayser, C. Physiologie Tome II, Ed.Médicales Flammarion, France, 985-1025.

SCHERRER. J. (1967). Physiologie du travail. Masson, France.

SCHERRER. J. et MONOD. H. (1960). Le travail musculaire local et la fatigue chez l'homme. J.Physiol. 52. 419-501.

SCHRADER-FRECHETTE. K. (1991). Reductionist Approaches to Risk. Dans Mayo. D.G. et Hollander. R.D. Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford Univeristy Press. Angleterre.

SCHULTE-WINTROP. H.C. et KNOCHE. H. (1978). Backache in UH-1d Helicopter Crews. AGARD-CP 255(19). 1-12.

SCHULTZ. A. et AL. (1982). Loads on the Lumbar Spine. Validation and Biomechanical Analysis by Measurement of Intradiscal Pressure and Myoelectric Signals. J.Bone and Joint Surg. 64 A. 713-720.

SCHULTZ. A. et AL. (1983). Use of Lumbar Trunk Muscles in Isometric Performance of Mechanically Complex Standing Tasks. J.Orthopaedic Research. 1, 77-91.

SCHULTZ. A.B. (1974). Mechanics of the Human Spine. Applied Mechanical Reviews.27, 1487.

SCHULTZ. A.B. (1979). Mechanical Properties of Human Lumbar Spine Motion Segments - part I: Responses in Flexion, Extension, Lateral Bending, and Torsion. Transactions of the ASME, 101, fév., 46-52.

SCHULTZ. A.B. (1986). Loads on the Human Lumbar Spine. Mechanical Engineering, jan., 36-41.

SCHULTZ. A.B. et AL. (1987). Lumbar Trunk Muscle Use in Standing Isometric Heavy Exertions. J.Orthopaedic Research, 5, 320-329.

SCHWARZER. A.C. et AL. (1995). The Prevalence and Clinical Features of Internal Disc Disruption in Patients With Chronic Low Back Pain. Spine, 20(17), 1878-1883.

SCOTT. V. et GIBSBERS. K. (1981). Pain Perception in Competitive Swimmers. British Medical Journal, 283, 91-93.

SEAGER. F.G.M. (1959). Some Observations on the Incidence and Treatment of back Injuries in Industry. Ann Occup Hyg, 1, 180-185.

SEGUIN. P. (1994). L'utilisation des ceintures lombaires pour la prévention des blessures au dos. Équipe Régionale de Santé au Travail Montréal-Centre, Canada.

SELAN, J.L. (1986). Effect of psychosocial variables on the psychophysical maximum acceptable weight of load. Ph.D. Dissertation. Texas Tech University, États-Unis.

SENGUPTA, A.K. et AL. (1979). Relationship Between Pulse Rate and Energy Expenditure During Graded Work at Different Temperatures. Ergonomics, 22, 1207-1215.

SHANAHAN, D.F. et READING, T.E. (1984). Helicopter Pilot Back Pain - a Preliminary Study. Aviat. Space Environ. Medicine, 55(2), 117-121.

SHAPIRO, Y. et AL. (1980). Physiological Responses of Men and Women to Humid and Dry Heat. Journal of Applied Physiology, 49, 1-8.

SHEPPARD, R.J. (1974). Men at work. Charles C. Thomas, États-Unis.

SHIRAZI-ADL, A. et AL. (1986). Mechanical Response of a Lumbar Motion Segment in Axial Torque Alone and Combined With Compression. Spine, 11(9), 914-927.

SHIRAZI-ADL, A. et PARNIANPOUR, M. (1993). Nonlinear Response Analysis of the Human Ligamentous Lumbar Spine in Compression: on Mechanisms Affecting the Postural Stability. Spine, 18(1), 147-158.

SILBERGELD, E.K. (1991). Risk Assessment and Risk Management: an Uneasy Divorce. Dans Mayo, D.G. et Hollander, R.D. Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press, Angeterre.

SILVERSTEIN, B.A. (1985). The prevalence of upper extremity cumulative trauma disorders in industry. Ph.D.thesis. University of Michigan, États-Unis.

SIMARD, M. et AL. (1993). Étude des stratégies de développement de l'implication des contremaîtres en prévention des accidents du travail dans l'industrie manufacturière. IRSST Profil-recherche 150. Canada.

SIMARD, M. et AL. (1999). Processus organisationels et psycho-sociaux favorisant la participation des travailleurs en santé et en sécurité du travail. I.R.S.S.T.. Rapport R-211. Canada.

SIMARD, M. et MARCHAND, A. (1997). La participation des travailleurs à la prévention des accidents du travail: formes, efficacité et déterminants. IRSST. rapport R-154, Canada.

SIMARD, M. et MARCHAND, G. (1997). Workgroup's Propensity to Comply With Safety Rules: the Influence of Micro-macro Organisational Factors. Ergonomics, 40(2), 172-188.

SIMARD, T. et al. (1984). Bases anatomo-dynamiques des lombalgies. 67ième Congrès de l'Association des Anatomistes de langue française, Rennes, France. 20-24 mai.

SIMS, M.T. et GRAVELING, R.A. (1988). Manual Handling of Supplies in Free and Restricted Headroom. Applied Ergonomics, 19(4), 289-292.

SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. (1998). How to Restore Higher-powered Incentives in Multitask Agencies. Non publié. Canada.

SKIPOR, A.F. et AL. (1985). Stiffness Properties and Geometry of Lumbar Spine Posterior Elements. Journal of Biomechanics, 18(11), 821-830.

SLIOSBERG, M.R. (1962). A propos des douleurs vertébrales du pilote d'hélicoptères: Conséquences thérapeutiques et prophylactiques en jonction de leur étiologie. Rev Med. Aeron. 2, 263-268.

SLOVIC, P. (1991). Beyond Numbers: a Broader Perspective on Risk Perception and Risk Communication. Dans Mayo, D.G. et Hollander, R.D. Acceptable evidence science and values in risk management. Oxford University Press, Angleterre.

SMITH, A. (1975). Epidemiological Reasoning: Comments on Popper's Philosophy for Epidemiology by Carol Buck. Comment Two. International Journal of Epidemiology, 4, 171-172.

SMITH, J.L. et AL. (1982). A Biomechanical Analysis of Industrial Manual Materials Handlers. Ergonomics, 25, 299-308.

SMITH, J.L. et JIANG, B.C. (1984). A Manual Materials Handling Study of Bag Lifting. American Industrial Hygiene Association Journal, 45, 505-508.

SMITH, R.S. (1990). Mostly on Monday: Is Workers' Compensation Covering Off-the-job Injuries? Dans Borba, P.S. et Appel, D. Benefits, costs, and cycles in workers' compensation. Kluwer Academic Publishers. États-Unis.

SMYTH, G. et AL. (1990). Slope of the EMG/Moment Relationship as a Measure of Muscular Fatigue: a Validation Study. Medical & Biological Engineering & Computing, juillet, 379-383.

SNOOK, S.H. et AL. (1970). Maximum Weights and Workloads Acceptable to Male Industrial Workers. American Industrial Hygiene Association Journal, 31(5), 579-586.

SNOOK. S.H. (1978). The Design of Manual Handling Tasks. Ergonomics, 21(12), 963-985.

SNOOK. S.H. (1982). Low Back Pain in Industry. Dans White, A.H. et Gordon, S.L. American Academy of Orthopaedic Surgeons Symposium on Idiopathic Low Back Pain. CV Mosby, États-Unis.

SNOOK. S.H. (1988). Approaches to the Control of Back Pain in Industry: Job Design, Job Placement and Education/Training. Professional Safety, août, 23-31.

SNOOK. S.H. et AL. (1978). A Study of the Three Preventive Approaches to Low Back Injury. Journal of Occupational Medicine, 20, 478-481.

SNOOK. S.H. et CIRIELLO. V.M. (1974). Maximum Weights and Work Loads Acceptable to Female Workers. Journal of Occupational Medicine, 16(8), 527-534.

SNOOK. S.H. et CIRIELLO. V.M. (1974). The Effects of Heat Stress on Manual Handling Tasks. American Industrial Hygiene Association Journal, 35, 681-685.

SNOOK. S.H. et CIRIELLO. V.M. (1991). The Design of Manual Handling Tasks: Revised Tables of Maximum Acceptable Weights and Forces. Ergonomics, 34(9), 1197-1213.

SNOOK, S.H. et IRVINE, C.H. (1966). The Evaluation of Physical Tasks in Industry. American Industrial Hygiene Association Journal, 27(3), 228-233.

SNOOK, S.H. et IRVINE, C.H. (1967). Maximum Acceptable Weight of Lift. American Industrial Hygiene Association Journal, 28, 322-329.

SNOOK, S.H. et IRVINE, C.H. (1968). Maximum Frequency of Lift Acceptable to Male Industrial Workers. American Industrial Hygiene Association Journal, 29(6), 531-536.

SNOOK, S.H. et WHITE, A.H. (1984). Education and Training. Dans Pope, M.H. et al. Occupational low back pain. Praeger, États-Unis, 233-244.

SONODA, T. (1962). Studies on the Strength for Compression, Tension and Torsion of the Human Vertebral Column. J.KyotoPrefectMedUniv, 71, 659-702.

SONODA (1970). Strength of biological materials. Williams & Wilkins Company, États-Unis.

SOULE, R.G. et AL. (1978). Energy Expenditure of Heavy Load Carriage. Ergonomics, 21, 373-381.

SOULE, R.G. et GOLDMAN, R.F. (1969). Energy Cost of Loads Carried on the Head, Hands, or Feet. Journal of Applied Physiology, 27, 687-690.

SOUTHERN OREGON UNIVERSITY (1998). Water phase diagram. Département de Chimie. <http://www.sou.edu/chem/ch202/202hw.htm>. États-Unis.

SPENGLER, D.M. et AL. (1980). Low Back Pain Following Multiple Lumbar Spine Procedures: Failure of Initial Selection. Spine, 5, 356-360.

SPÉRANDIO, J.C. (1995). L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain. Éditions Octares, France.

SPIPKER, R.L. et AL. (1984). Mechanical Response of a Simple Finite Element Model of the Intervertebral Disc Under Complex Loading. J.Biomech, 17, 103-112.

SPITZER, W.O. et AL. (1986). Rapport du groupe de travail québécois sur les aspects cliniques des affections vertébrales chez les travailleurs. IRSST, Canada.

STARR, C. (1969). Social Benefit Versus Technological Risk. Science, 165, 1232-1238.

STEVENS, S.S. (1951). Handbook of Experimental Psychology. Wiley, États-Unis.

ST-VINCENT, M. (1988). Evaluation d'un programme de formation à la manutention en milieu hospitalier. IRSST. Profil-recherche 68, Canada.

ST-VINCENT, M. (1996). Validation d'une démarche d'ergonomie participative dans deux industries du secteur électrique. IRSST, rapport R-126, Canada.

STEELE, P.C. (1992). Manual Handling Legislation and Its Impact on the Role of Engineers and Designers. Mechanical Engineering Transactions, 17(2), 131-137.

STEINBERG, G.S. (1982). The Epidemiology of Low Back Pain. Dans Stanton-Hicks, M. et Boas, R. Low back pain. Raven Press, États-Unis, 1-12.

STERNBACH, R.A. et AL. (1973). Aspects of Chronic Low Back Pain. Psychosomatics, 14, 52-56.

STRANBERG, L. (1983). On Accident and Slip-resistance Measurement. Ergonomics, 26(1), 11-32.

STUBBS, D.A. (1985). Human Constraints on Manual Working Capacity: Effects of Age on Intra-truncal Pressure. Ergonomics, 28, 107-114.

STUBBS, D.A. et AL. (1983). Back Pain in Nursing Profession I Epidemiology and Pilot Methodology. Ergonomics, 26, 755-765.

SUNDELIN, G. et AL. (1989). Muscular Fatigue in MTM-paced Work. International Society of Biomechanics XII Congress, 1087.

SUNDERLAND, S. (1991). Nerve injuries and their repair. Churchill Livingstone, États-Unis.

SUSSER, M. (1973). Causal thinking in the health sciences. Concepts and strategies of epidemiology. Oxford University Press, Angleterre.

SUSSER, M. (1986). The Logic of Sir Karl Popper and the Practice of Epidemiology. American Journal of Epidemiology, 124, 711-718.

SUSSER, M. (1991). What is a cause and how do we Know one? a Grammar for Pragmatic Epidemiology. American Journal of Epidemiology, 133(7), 635-648.

SUZUKI, N. et ENDO, S. (1983). A Quantitative Study of Trunk Muscle Strength and Fatigability in the Low-back Syndrome. Spine, 1, 69-74.

SUZUKI, Y. (1980). Human Physical Performance and Cardiocirculatory Responses to Hot Environments During Sub-maximal Upright Cycling. Ergonomics, 23, 527-542.

SVENSSON, H. (1983). Low Back Pain in Relation to Other Diseases and Cardiovascular Risk Factors. Spine, 8, 277-285.

SVENSSON, H. et ANDERSSON, G.B.J. (1989). The Relationship of Low-back Pain, Work, History, Work Environment, and Stress: A Retrospective Cross-sectional Study of 38 to 64 Year Old Women. Spine, 14(5), 517-522.

SVENSSON, H.O. (1982). Low-back Pain in 40-47 Year Old Men. Some Socio-economic Factors and Previous Sickness Absence. Scand J Rehabil Med, 14, 54-60.

SVENSSON, H.O. et AL. (1983). Low-back Pain in Relation to other Diseases and Cardiovascular Risk Factors. Spine, 3, 277-285.

SVENSSON, H.O. et ANDERSSON, G. (1980). Low Back Pain in Swedish Men, 40-48 Years Old. Seventh Annual Meeting of the International Society for the study of the lumbar spine, Suède.

SVENSSON, H.O. et ANDERSSON, G.B.J. (1982). Low Back Pain in 40-47 Year Old Men. Frequency of Occurrence and Impact on Medical Services. Scand J. rehabil Med. 14, 47-53.

SVENSSON, H.O. et ANDERSSON, G.B.J. (1983). Low-back Pain in 40 to 47 Year-old Men: Work History and Work Environment Factors. Spine, 8, 272-276.

SWEETMAN, B.J. et AL. (1974). The Relationships Between Little-finger Mobility, Straight-leg Raising and Low-back Pain. Rheumatol Rehabil. 13, 161-166.

SWITZER, S.A. (1962). Weight lifting capacities of a selected sample of human males. Aerospace Medical Research Laboratory. Report AD-284054. États-Unis.

SYROVY, J. et GUTMANN.E. (1970). Changes in Speed of Contraction and ATPase Activities in Striated Muscle During Old Age. Experimental Gerontology, 5, 31-35.

TABOUN, S. et DUTTA, S. (1984). Prediction Models for Combined Tasks in Manual Handling. Proceedings of Int. Conf. on Occupational Ergonomics, Canada, 551-555.

TANNII, K. et MASUDA, T. (1985). A Kinesiological Study of Erectors Spinae Activity During Trunk Flexion and Extension. Ergonomics, 28, 883-893.

TANZ, S.S. (1953). Motion of the Lumbar Spine: a Roentgenographic Study. American Journal of Roentgenography, 69. 399-412.

TAUBER, J. (1970). An Unorthodox Look at Backaches. Journal of Occupational Medicine, 12. 128-130.

TAYLOR, J.F. et TOWMEY, L.T. (1980). Sagittal and Horizontal Plane Movement of the Human Lumbar Vertebral Column in Cadavers and in the Living. Rheumatology and Rehabilitation, 19. 223-232.

TEUBER, A. (1990). Justifying Risk. Dans Burger, E.J. Risk, University of Michigan Press, États-Unis.

THÉROUX, P. (1998). La C.S.S.T. veut améliorer ses services aux employeurs. Journal Les Affaires, 10 octobre, 37.

THÉROUX, P. (1998). Plus de 100 mutuelles de prévention ont été formées. Journal Les Affaires, 10 octobre, 36.

THÉROUX, P. (1998). Les entreprises bénéficieront d'une tarification plus équitable. Journal Les Affaires, 10 octobre, 38.

THOMAS. R.J. (1996). Research. Hyperion Technology Group.
www.oshex.com/thomas.htm. États-Unis.

TICHAUER. E.R. (1965). The Biomechanics of the Arm-back Aggregate Under Industrial Working Conditions. Am Soc Mech Eng. 65 WA/HUF, 1.

TICHAUER. E.R. (1970). Biomechanics of lifting. Report no. RD-3130-MPO-69. États-Unis.

TICHAUER. E.R. (1971). A Pilot Study of the Biomechanics of Lifting in Simulated Industrial Work Situations. Journal of Safety Research, 3, 98-115.

TICHAUER. E.R. (1973). Ergonomic aspects of biomechanics in the industrial environment: its evaluation and control. NIOSH. États-Unis.

TIPTON. C.M. et VAILAS. A.C. (1988). Bone and Connective Tissue Adaptations to Physical Activity. Dans Bouchard. C. et al. Exercise, fitness and health. Human Kinetics Books. États-Unis.

TIROLE. J. (1988). The theory of industrial organization. MIT Press. États-Unis.

TKAZUK. H. (1968). Tensile Properties of Human Lumbar Longitudinal Ligaments. Acta Orthop. Scandinav. supp. 115, 5-67.

TORTORA. G.J. et ANAGNOSTAKOS. N.P. (1988). Principes d'anatomie et de physiologie. Centre Educatif et Culturel. Canada.

TOUFEXIS. A. (1980). That Aching Back! Time, juillet 14, 30-38.

TOUSSAINT. H.M. et ALO. (1992). Coordination of the Leg Muscles in Backlift and Leglift. J.Biomech. 25, 1279-1289.

TROISIÈRE. O. (1973). Sémiologie et traitement des algies discales et ligamentaires du rachis. Masson. France.

TROUP. J.D. et AL. (1988). Model for the Investigation of Back Injuries and Manual Handling Problems at Work. Journal of Occupational Accidents. 10(2), 107-119.

TROUP. J.D.G. (1965). Relation of Lumbar Spine Disorders to Heavy Manual Work and Lifting. Lancet. 1, 857-861.

TROUP, J.D.G. (1969). The Spine of the Tractor Driver. Rural Med. 1(2), 9-12.

TROUP, J.D.G. (1978). Driver's Back Pain and its Prevention A Review of the Postural Vibratory and Muscular Factors. Together With the Problem of Transmitted Road-shock. Appl Ergonomics, 9. 207-214.

TROUP, J.D.G. (1981). Straight-leg-raising and the Qualifying Tests for Increased Root Tension: their Predictive Value after Back and Sciatic Pain. Spine, 6. 526.

TROUP, J.D.G. (1984). Causes, Prediction and Prevention of Back Pain at Work. Scand J Work Environ Health, 10. 419-428.

TROUP, J.D.G. et AL. (1970). Survey of cases of lumbar spinal disability. A methodological study. Med Officer's Broadsheet, National Coal Board, Angleterre.

TROUP, J.D.G. et AL. (1981). Back Pain in Industry A Prospective Study. Spine, 6(1). 61-69.

TROUP, J.D.G. et AL. (1983). A Comparison of Intra-abdominal Pressure Increases, Hip Torque, and Lumbar Vertebral Compression in Different Lifting Techniques. Human Factors, 25. 517-525.

TROUP, J.D.G. et AL. (1987). The Perception of Back Pain and the Role of Psychophysical Tests of Lifting Capacity. Spine, 12. 645-657.

TROUP, J.D.G. et CHAPMAN, A.E. (1969). The Static Strength of the Lumbar Erectores Spinae. Journal of Anatomy, 105, 186.

TROUP, J.D.G. et CHAPMAN, A.E. (1969). The Strength of the Flexor and Extensor Muscles of the Trunk. Journal of Biomechanics, 2, 49-62.

TROUP, J.D.G. et EDWARDS, F.C. (1985). Manual handling and lifting: an information and literature review with special reference to the back. Her Majesty's Stationery Office, Angleterre.

TURNER, C.H. et AL. (1990). The Fabric Dependence of the Orthotropic Elastic Constants of Cancellous Bone. J.Biomechanics, 23(6), 549-561.

TWENEY, R.D. et AL. (1981). On scientific thinking. Colombia University Press. États-Unis.

TWOMEY, L.T. (1979). The Effect of Age on the Ranges of Motion of the Lumbar Region. Australia Journal of Physiotherapy, 25, 257-263.

TZANKOFF, S.P. et AL. (1972). Physiological Adjustments to Work in Older Men as Affected by Physical Training. Journal of Applied Physiology, 33, 346-350.

UFCW (1997). Back Belt Use Lacks Scientific Support. UFCW site. www.ufcw.org/backbelt.html. États-Unis.

UNDEUTSCH, K. (1982). Back Complaints and Findings in Transport Workers Performing Physically Heavy Work. Scand Journal Work Environ Health 8 (suppl 1), 92-96.

VALKENBURG, H.A. et HAANEN, H.C.M. (1982). The Epidemiology of Low Back Pain. Dans White AA II, Gordon, S.L. American Academy of Orthopaedic Surgeons Symposium on Idiopathic Low Back Pain. St-Louis, CV Mosby, États-Unis, 9-22.

VALLFORS, B. (1985). Acute, Subacute and Chronic Low Back Pain. Clinical Symptoms, Absenteeism and Working Environment. Scan J Rehabil Med, 11, 1-98.

VAN DIEËN, J.H. et AL. (1994). Repetitive Lifting and Spinal Shrinkage. Effects of Age and Lifting Technique. Clinical Biomechanics, 9(6), 367-374.

VAN DIEËN, J.H. et AL. (1994). Viscoelasticity of the Individual Spine. Clin. Biomech, 9, 61-63.

VAN DIEËN, J.H. et AL. (1993). Spectral Analysis of Erector Spinae EMG During Intermittent Isometric Fatiguing Exercise. Ergonomics, 36(4), 407-414.

VAN DIEËN, J.H. et OUDE VRIELINK, H.E. (1994). The Use of the Relation Between Relative Force and Endurance Time. Ergonomics, 37(2), 231-243.

VAN DIEËN, J.H. et TOUSSAINT, H.M. (1995). Application of the Maximum Energy Criterion to Describe the Strength of the Motion Segment Under Axial Compression. Spine, 20(5), 518-525.

VAN DIEËN, J.H. et TOUSSAINT, H.M. (1997). Evaluation of the Probability of Spinal Damage Caused by Sustained Cyclic Compression Loading. Human Factors, 39(3), 469-480.

VAN WELY, P. (1970). Design and Disease. Appl Ergo, 1, 262.

VELTRI, J. (1992). Evaluating the Safety Functions: A Conceptual Model. Journal of Safety Research, 23, 27-38.

VENNING, P.J. et AL. (1987). Personal and Job-related Factors as Determinants of Incidence of Back Injuries Among Nursing Personnel. Journal of Occupational Medicine, 29(10), 820-825.

VERNON-ROBERTS, B. (1992). Age-related and Degenerative Pathology of the Intervertebral Discs and Apophyseal Joints. Dans Jayson, M.I.V.. The lumbar spine and back pain. Churchill Livingstone. 27-31.

VÉZINA, N. et STOCK, S. (1998). Problèmes musculo-squelettiques et organisation modulaire du travail dans une usine de fabrication de bottes. I.R.S.S.T.. Rapport R-199. Canada.

VIDEMAN, T. et AL. (1984). Low-back Pain in Nurses and Some Loading Factors at Work. Spine, 9(4). 400-404.

VILLEMEUR, A. (1988). Sureté de fonctionnement des systèmes industriels. Eyrolles. France.

VLEK, C. et STALLEN, P.J. (1981). Judging Risks and Benefits in the Small and the Large. Organizational Behavior and Human Performance, 28, 235-271.

WADDELL, G. (1987). A New Clinical Model for the Treatment of Low-back Pain. Spine, 7, 644.

WAGNER, R. (1985). Job Analysis at ARBED. Ergonomics, 28, 255-273.

WAIKAR, A. et AL. (1991). Evaluating Lifting Tasks Using Subjective and Biomechanical Estimates of Stress at the Lower Back. Ergonomics, 34(1), 33-47.

WALD, A. et HARRISSON, L.B. (1975). Stress of Effects of Static Work. Journal of Occupational Medicine, 17, 515-578.

WALSH, N.E. et SCHWARTZ, R.K. (1990). The influence of prophylactic orthoses on abdominal strength and low back injury in the workplace. Department of Physical Medicine and Rehabilitation and Occupational Therapy, University of Texas Health Science Center. États-Unis.

WALTERS, A. (1966). Emotion and Low Back Pain. Applied Therapeutics, octobre, 868-871.

WARWICK, D. et AL. (1980). Maximum Voluntary Strengths of Male Adults in Some Lifting, Pushing, and Pulling Activities. Ergonomics, 23, 49-54.

WASH-1400-D (1974). Reactor safety study – An assessment of accident risk in U.S. commercial nuclear power plants. Atomic Energy Commission, États-Unis.

WATERS, T. et AL. (1993). A method for assessing multi-task manual lifting jobs using the revised NIOSH lifting equation. National Institute for Occupational Safety and Health, États-Unis.

WATERS, T.R. et AL. (1993). Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks. Ergonomics, 36(7), 749-776.

WATERS, T. et PUTZ-ANDERSON, V. (1994). Applications Manual For The Revised NIOSH Lifting Equation. Centers for Disease Control & Prevention, USA.

WATSON, A.W.S. (1977). The Relationship of Muscular Strength to Body Size and Somatotype in Post-Puberal Males. Irish Journal of Medical Science, 146, 307-308.

WATSON, H.A. (1962). Bell Telephone Laboratories, États-Unis.

WEBER, E.H. (1834). De tactu: annotationnices et Physiologicae.

WEED, D.L. (1986). On the Logic of Causal Inference. American Journal of Epidemiology, 123(6), 965-979.

WEST, D. (1998). Technology Can Help Integrated Disability Benefits. <http://www.oci.com>, États-Unis.

WESTGAARD, R.H. et AARAS, A. (1985). The Effect of Improved Workplace Design on the Development of Work-related Musculo-skeletal Illnesses. Applied Ergonomics, 16(2), 91-97.

WESTRIN, C.G. (1970). Sicklisting because of low back pain. A nosologic and medical insurance investigation. Thesis. Gotenborg. Suède.

WESTRIN, C.G. (1973). Low Back Sick-listing: a Nosological and Medical Insurance Investigation. Scand J Soc Med, 2-3, 127-134.

WHITE, A.A. et AL. (1973). Cervical Spine Fusions: Psychological and Social Considerations. Arch Surg, 106, 150-152.

WHITE, A.A. et PANJABI, M.M. (1978). Clinical biomechanics of the spine. J.B. Lippincott Company. États-Unis.

WHITE, A.M.W. (1966). Low Back in Men Receiving Workman's Compensation. Can Med Assoc J, 95, 50-56.

WHITING, H.T.A. (1984). Human Motor Actions: Advances in Psychology. États-Unis.

WHITNEY, R.J.,(1958). The Strength of the Lifting Action in Man. Ergonomics. 1(2). 101-128.

WICKSTROM, G. (1978). Effects of Work on Degenerative Back Disease. Scand J Work Environ Health. 4 (suppl 1), 1-12.

WICKSTROM, G. et AL. (1978). Restriction and Pain During Forward Bending in Concrete Reinforcement Workers. Scand. Journal Work Environ Health 4 (suppl 1), 29-38.

WICKSTROM, G. et AL. (1978). Previous Back Syndromes and Present Back Symptoms in Concrete Reinforcement Workers. Scand. Journal of Work Environ. Health 4 (suppl 1), 20-28.

WIFFLING, F.J. et AL. (1973). Psychological, Demographic and Orthopaedic Factors Associated with Prediction of Outcome of Spinal Fusion. Clin Orthop. 90, 153-160.

WILDE, G.J.S. (1982). The Theory of Risk Homeostasis: Implications for Safety and Health. Risk Analysis. 2(4). 209-225.

WILDE, G.J.S. (1986). Beyond the Concept of Risk Homeostasis: Suggestions for Research and Application Towards the Prevention of Accidents and Lifestyle-Related Disease. Accident Analysis and Prevention, 18(5), 377-401.

WILDE, G.J.S. (1994). Target Risk. PDE Publications, Canada.

WILDE, G.J.S. et TRIMPOP, R.N. (1994). New Techniques for Determining Subjects Risk-taking Tendency in their Task Performance. Dans Groninger, N.L. Challenges in accident prevention the issues of risk compensation process, 119-133.

WILDE, J.S. (1988). Risk Homeostasis Theory and Traffic Accidents: Propositions. Deductions and Discussion of Dissension in Recent Reactions. Ergonomics, 31(4), 441-468.

WILDER, D.G. et AL. (1982). Vibration and the Human Spine. Spine, 3, 243-254.

WILDER, D.G. et AL. (1988). The Biomechanics of Lumbar Disc Herniation and the Effect of Overload and Instability. J.Spinal Disorders, 1, 16-32.

WILFING, F.J. et AL. (1973). Psychological, Demographic and Orthopaedic Factors Associated With Prediction of Outcome of Spinal Fusion. Clin Orthop, 90, 153-160.

WILTSE, L.L. et AL. (1975). Fatigue Fracture. The Basic Lesion in Isthmic Spondylolisthesis. J Bone and Joint Surg. 57-A, 17-22.

WILTSE, L.L. et ROCCHIO, P.D. (1975). Preoperative Psychological Tests as Predictors of Success of Chemonucleolysis in the Treatment of the Low Back Syndrome. Journal of Bone and Joint Surgery. 57A, 478-483.

WINKEL, J. et MATHIASSEN, S.E. ,(1994). Assessment of Physical Work Load in Epidemiologic Studies: Concepts, Issues and Operational Considerations. Ergonomics. 37(6), 979-988.

WINTER, D.A. et AL. (1990). Control of Balance of Upper Body During Gait. Dans Winters.J.M. Multiple muscle systems: biomechanics and movement organization. Springer-Verlag, États-Unis.

WORKER'S COMPENSATION BOARD OF BRITISH COLUMBIA (1995). Back Belts May Not Prevent Injuries at Work. Ergonomics Commentary. www.wcb.bc.ca/resmat/pubs/ergcomm1.htm. États-Unis.

WORRALL, J.D. (1983). Safety and the work force. Incentives and disincentives in workers' compensation. ILR Press, États-Unis.

WORRALL, J.D. et APPEL, D. (1987). The Impact of Workers' Compensation Benefits on Low-back Claims. Dans Hadler, N.M. Clinical concepts in regional musculoskeletal illness, États-Unis.

WYNDHAM, C.H. et AL. (1963). The Influence of Gross Weight on Oxygen Consumption and On Physical Working Capacity of Manual Laborers. Ergonomics, 6, 275-286.

YAHIA, H. (1988). Caractérisation microscopique, biochimique et biomécanique des ligaments spinaux. IRSST Profil-recherche 125, Canada.

YAHIA, L.H. et AL. (1991). Rheological Properties of the Human Lumbar Spine Ligaments. J.Biomed Eng. 13, 399-406.

YATES, J.W. et AL. (1980). Static Lifting Strength and Maximal Isometric Voluntary Contractions of Back, Arm and Shoulder Muscles. Ergonomics, 23, 37-47.

YOUSSEF, M.K. et AL. (1972). Energy Cost of Grade Walking in Man and Burro, Equus Asinus: Desert and Mountain. Journal of Applied Physiology, 33, 337-340.

YU, T.S. et AL. (1984). Low-back Pain in Industry. J.Occup. Med. 26, 517-524.

ZAJAC, F.E. (1989). Muscle and Tendon: Properties, Models, Scaling, and Application to Biomechanics and Motor Control. Critical Reviews in Biomedical Engineering. 17(4). 359-411.

ZIEGLER, G. et TEYSSANDIER, M.J. (1979). Douleurs vertébrales et radiculalgies communes. Maloine, France.

ANNEXE I: GUIDE D'UTILISATION DE QUELQUES MÉTHODES CLASSIQUES DE PRÉVENTION DES MAUX DE DOS

A1.1 Index JSI (Job Severity Index)

L'index JSI (Job Severity Index) de Liles et Ayoub (Liles et al., 1984) mesure le niveau de stress physique associé aux tâches de levage. Il s'agit d'un ratio entre les exigences de la tâche et les capacités de l'individu pour des conditions données. L'évaluation de la capacité du travailleur peut être déterminée par un modèle psychophysique, physiologique ou biomécanique. L'évaluation du travail demandé découle d'une analyse de la tâche. L'analyse des valeurs JSI se fait ainsi:

- si le JSI est inférieur à 1.5 le travail est acceptable;
- si le JSI est égal à 1.5, le travailleur peut alors soulever sécuritairement 50% plus de poids que sa capacité;
- si le JSI est entre 1.5 et 2.25 alors le travail exige un contrôle;
- si le JSI est supérieur à 2.25 alors le travail est inacceptable.

Ainsi, lorsque le JSI dépasse 1.5, le risque de lésion augmente en fréquence et en sévérité. Les conditions d'application de ce modèle sont les suivantes:

- la tâche doit être limitée à un soulèvement-dépose;

- la tâche doit avoir des exigences relativement constantes et mesurables. Elle doit s'effectuer à une fréquence d'au moins 25 levages/jour, demander le levage de charges de 4.55 kg (10lbs) ou plus, occuper au moins 25% du temps de travail;
- l'activité doit se dérouler dans le plan sagittal seulement ou à la limite près de ce plan;
- les manutentions doivent être effectuées dans des conditions environnementales favorables;
- la charge doit être distribuée uniformément.

Dans la pratique, l'évaluation du JSI s'effectue à partir de la formule suivante:

$$JSI = \sum_{i=1}^n ((\text{heures}_i * \text{jours}_i) / (\text{heures}_t * \text{jours}_t)) * \sum_{j=1}^{mi} ((F_j * W_{tj}) / (F_i * CAP_i))$$

où

- n: nombre de groupes de tâches
- m: nombre de tâches
- jours_i: nombre de jours où le groupe i est accompli
- jours_t: nombre de jours de travail dans une semaine
- heures_i: nombre d'heures où le groupe i est accompli
- heures_t: nombre total d'heures où le travail est accompli
- F_j: fréquence de la tâche j
- F_i: fréquence totale du groupe i

- W_t : poids maximum de la charge pour la tâche j
- CAP_j : poids maximum acceptable pour le travailleur pour la tâche j. Cet élément est déterminé à partir de tables tenant compte de la plage de levage, le sexe des travailleurs, la fréquence de levage, la largeur de la boîte et le centile représentatif de la population cible.

Une tâche de levage peut inclure des poids de charges ainsi que des grosseurs de charges légèrement différents. On considère deux ou plusieurs tâches de levage séparément si la plage de poids des charges excède 11.36 kg (25 lb) et si les poids ne sont pas distribués uniformément. Les groupes de tâches se distinguent par leur lieu de réalisation, leurs tâches, leur distribution au cours de la journée de travail. Pour un travail, il faut calculer un JSI moyen pondéré selon le temps moyen du travail et la fréquence des tâches.

Le ratio JSI tient compte des facteurs de risques suivants:

- temps moyen de travail;
- poids des charges manutentionnées;
- fréquence de chaque tâche;
- largeur de la boîte dans le plan sagittal;
- déplacement vertical des mains;
- sexe;
- centile représentatif de la population.

La contribution de Liles consiste à avoir appliqué l'hypothèse d'Ayoub à la conception et la correction de postes de travail.

L'index JSI d'Ayoub et Liles est jugé conservateur et donnerait de bons résultats pour les grandes fréquences selon ces auteurs. Il aurait l'avantage de tenir compte des demandes du travail, des capacités de l'individu et des différentes sous-tâches d'un travail selon Ayoub et al. (1983).

A1.2: Tables de Snook

Les tables de Snook déterminent le pourcentage de la population ayant l'impression de pouvoir effectuer une tâche sans qu'il y ait fatigue ou surcharge physique. Selon Snook et Ciriello (1974), la performance est limitée par l'anatomie (limite de la quantité de charge transportée à intervalles non-fréquents) et la physiologie (limite de l'endurance des tâches répétitives). Ainsi, dans les recherches de Snook, les sujets devaient ajuster la charge de façon à accomplir une manutention sans inconfort, fatigue, affaiblissement, perte de souffle ou sudation excessive. Une distribution normale a été utilisée pour ce modèle (Genaidy et al., 1988). Les conditions d'application sont les suivantes:

- les poids doivent être de 5.46 kg (12 lb) et plus, les charges faibles ne posant aucun problème important;
- la distance parcourue lors d'un transport ne doit pas dépasser 8.54 m (28 pi);

- la distance parcourue lors d'un "pousser" ou d'un "tirer" ne doit pas dépasser 60.96 m (200 pi):
- le transport des charges doit se faire à deux mains, bras droits ou bras fléchis à 90 degrés au niveau du coude;
- la fréquence doit être inférieure ou égale à 4.3 levages/min.:
- les objets manipulés doivent avoir une poignée au milieu de la largeur de la charge.

Snook a étudié différents composants d'une tâche de manutention soit: soulever, déposer, pousser, tirer et transporter. Dans sa poursuite de l'établissement d'un pourcentage de la population acceptant d'effectuer une tâche donnée, il a considéré les facteurs de risques suivants:

- poids de la charge;
- distance horizontale de saisie (distance entre les articulations métacarpo-phalangiennes, moyenne entre les deux mains, et le bout des orteils);
- déplacement vertical de la main;
- fréquence;
- sexe;
- force impulsionnelle (force nécessaire pour initier le mouvement);
- force continue (force nécessaire pour maintenir l'objet en mouvement);
- longueur du trajet à effectuer.

Pour les tâches dites combinées (lorsqu'il y a superposition, pour des cycles répétitifs, de deux ou plusieurs composantes) il existe une table pour convertir les fréquences en facteur de fréquence. Cette table doit être utilisée avant de passer au choix de la table de pourcentage pour chacune des composantes du travail. Si la tâche combinée correspond à un transport en plus d'un "soulever" et d'un "déposer", alors la longueur du trajet doit être au moins de 1.83 m (6 pi) avant que le transport soit considéré séparément.

Les tables de Snook donneraient de bons résultats (corrélation avec d'autres méthodes) pour de grandes fréquences et pour des activités de moins d'une heure (Genaidy et al., 1990). Par contre, la tâche doit s'effectuer dans le plan sagittal et dans de bonnes conditions environnementales (Genaidy et al., 1988). De plus, certaines recommandations proviennent de données expérimentales ou d'hypothèses non encore vérifiées (Snook, 1978; Snook et Ciriello, 1991).

A1.3 Norme française

La Norme française (AFNOR, 1989) a été établie par le laboratoire de physiologie du travail du C.R.N.S. afin de limiter les risques d'ordre biomécanique, ceux affectant le système cardio-vasculaire et les chutes d'objets transportés. Elle vise essentiellement à définir une masse pouvant être transportée par unité de temps limitant les contraintes biomécaniques et bioénergétiques importantes. Le calcul du tonnage s'effectue à partir de l'équation suivante:

Tonnage = 50kg/min * CC1 * CC2 * CC3

où

CC1: coefficient de correction en fonction du sexe et de l'âge du sujet

CC2: coefficient de correction en fonction de la distance de transport

CC3: coefficient de correction en fonction des conditions générales
d'exécution de la tâche

Chacun de ces coefficients de correction est établi à partir d'une table. Les conditions d'application de cette norme sont les suivantes:

- l'homme doit être âgé entre 18 et 45 ans et n'être soumis à aucune limitation médicale à la manutention de charges;
- la charge doit être rigide;
- la distance à parcourir doit être d'au moins 10 m (32.81 pi);
- la tâche de levage doit s'effectuer au niveau de la taille;
- le sujet doit accomplir un cycle et retourner à vide;
- l'aménagement doit être favorable (aucune contrainte c'est-à-dire sol plat, non-glissant et sans obstacles).

La norme tient compte des facteurs de risques suivants:

- fréquence;
- sexe;
- âge;

- distance de transport:
- caractéristiques particulières de la tâche (conditions de référence ou non, soulèvement de la charge à partir du sol ou à partir de la taille).

A1.4 Équation de N.I.O.S.H. (version révisée)

N.I.O.S.H. (National Institute of Occupational Safety and Health) a tenté de réunir les différentes approches en un seul modèle mathématique. Il s'agit d'un poids que l'on ajuste par la suite par différents facteurs, pour tenir compte de la tâche de manutention (Waters et al., 1993). Les différents facteurs sont basés sur des études biomécaniques, psychophysiques et physiologiques (Konz, 1982). Les critères utilisés pour ces études sont les suivants:

- la force de compression maximale sur le disque L5/S1 ne doit pas dépasser 3.4kN;
- la dépense énergétique maximale ne doit pas dépasser 9.5 kCal/min;
- le poids maximum doit être acceptable pour 75% des femmes et 99% des hommes.

Deux modèles ont été présentés, l'un en 1981 et l'autre en 1991. Le dernier étant considéré une amélioration du premier par l'institut N.I.O.S.H.; il fait l'objet des prochaines lignes.

Le calcul du poids acceptable s'effectue ainsi:

$$RWL = 23 * HF * VF * DF * FF * FA * FC$$

où

RWL poids acceptable

HF= 25/H où H est la distance horizontale des mains par rapport au point médian entre les chevilles. H est obtenue par l'équation suivante:

$$H = 15 + 0.5 * (\text{largeur de la boîte dans le plan sagittal}) \quad 15 \text{ cm} \leq H \leq 80 \text{ cm}$$

VF= 1 - (0.003 | V - 75 |) où V est la position verticale des mains par rapport au sol

0 cm ≤ V ≤ 75 cm. 75 cm est la hauteur des jointures (knuckle height) pour un travailleur ayant une stature de 165 cm. Cette constante ne tient certainement pas compte du sexe des travailleurs ni du centile représentatif de la population.

DF= 0.82 + (4.5/D) où D est la distance verticale parcourue par les mains

$$25 \text{ cm} \leq D \leq 200 - V$$

FF est un facteur de fréquence disponible dans une table tenant compte de la fréquence de levage, la durée du travail et la position verticale des mains. Jusqu'à 4 levages/min. des données psychophysiques (Snook et Ciriello, 1991) ont été utilisées. au-delà de cette limite, l'équation de Garg (1976) sur la dépense énergétique a été employée pour développer cette table.

FA= 1 - (0.032 * A) où A est le déplacement angulaire (en degrés) du tronc par rapport au plan sagittal

FC est le facteur de couplage disponible dans une table tenant compte de la qualité du couplage et de la position verticale des mains par rapport au sol. Cette table a été

élaborée à partir d'études psychophysiques sur l'effet de l'utilisation de poignées sur la limite acceptable de charge.

Les conditions d'application de ce modèle sont les suivantes:

- le levage doit être fait en douceur avec les deux mains au même niveau. directement devant le corps:
- la charge doit être compacte, de largeur modérée et stable (Konz. 1982):
- le poids de la charge doit être distribué uniformément entre les deux mains:
- la posture doit être non-restreinte:
- le travail doit s'effectuer debout et être d'une durée maximale de 8 heures:
- la fréquence de levage doit être de moins de 15 levages/minute:
- il doit exister sur les lieux de travail un bon environnement mécanique (les deux pieds au sol, un coefficient de frottement élevé et un mode de préhension ferme et solide), thermique (19 à 26°C et 35 à 50% d'humidité) et visuel (Konz. 1982).

Dans le cas de plusieurs tâches et plusieurs trajectoires il faut utiliser l'équation suivante:

$$RWL_{\text{travail}} = ((\sum RWL_i * F_i) / \sum F_i) * F_{\text{travail}}$$

où

RWL_{travail} : poids maximal à ne pas dépasser pour le travail entier

F_{travail} : fréquence d'exécution du travail

F_i : fréquence d'exécution de la tâche

RWL_i : poids maximal à ne pas dépasser pour la tâche

L'équation de N.I.O.S.H. tient compte des facteurs de risques suivants:

- position de la charge par rapport au corps (distance horizontale et angle):
- distance verticale parcourue:
- fréquence;
- la qualité du couplage avec la charge:
- la position verticale des mains.

A1.5 Norme australienne

La Norme australienne (National Occupational Health and Safety Commission. 1990) a pour objectif de prévenir et de réduire la gravité des accidents dus à la manutention. L'approche préconisée consiste à identifier, comprendre et gérer les risques.

En consultant les statistiques d'accidents, les employés et les représentants des comités de santé-sécurité au travail et en complétant un questionnaire, on tente d'identifier les facteurs de risques et de les évaluer en utilisant l'équation de N.I.O.S.H..

Les facteurs de risques suivants sont considérés:

- action et mouvement;
- aménagement du poste de travail et de l'usine;
- position et posture de travail;
- durée et fréquence de levage;

- position des charges et distance de déplacement;
- poids et forces;
- caractéristiques des charges et de l'équipement;
- organisation du travail;
- environnement de travail;
- talents et expérience;
- âge;
- habillement;
- besoins particuliers (temporaires et permanents).

Dans la gestion du risque la démarche suivante est proposée à l'employeur:

- revoir la conception de la tâche et du poste de travail:
- assurer la formation nécessaire aux bonnes techniques de manutention:
- mettre à la disposition des employés des équipements d'aide à la manutention.
des protecteurs individuels ou organiser le travail en équipe:
- assurer l'entraînement pour le travail en équipe et les équipements.

Certaines recommandations sont formulées quant à la conception des postes soit:

- tenir compte des mesures anthropométriques;
- respecter les limites de force physique des employés;
- minimiser les efforts à exercer:

- éviter la nécessité de se pencher, de faire une rotation du tronc ou d'atteindre un objet en dehors des zones de confort;
- réduire les tâches telles que pousser, transporter et soutenir;
- porter une attention aux caractéristiques des objets à transporter, aux mouvements verticaux et horizontaux impliqués, à l'aménagement de l'usine, aux conditions environnementales, aux postures de travail et l'espace requis.

ANNEXE II: REVUE DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES, PHYSIOLOGIQUES ET BIOMÉCANIQUES DES DIFFÉRENTES STRUCTURES DU DOS

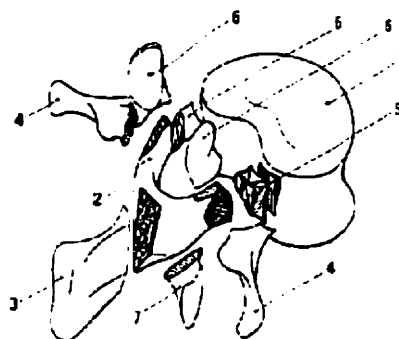
A2.1 Vertèbres

La colonne vertébrale est constituée de:

- sept vertèbres cervicales;
- douze vertèbres dorsales;
- cinq vertèbres lombaires;
- cinq vertèbres sacrales soudées;
- quatre à six vertèbres coccygiennes soudées.

Une vertèbre typique comprend les éléments suivants:






Tableau A2.1: Vertèbre typique (Kapandji, 1975)



1	Corps vertébral
2	Lames
3	Apophyse épineuse
4	Apophyses transverses
5	Pédicules
6	apophyses articulaires supérieures
7	apophyses articulaires inférieures

Chaque région du rachis comprend des vertèbres aux caractéristiques différentes. Le tableau suivant l'illustre bien.

Tableau A2.2: Illustration des vertèbres des différentes régions du rachis (dessins tirés de Foster, 1989)

Vertèbres cervicales			Vertèbres dorsales	Vertèbres lombaires
Axis	Atlas	Autres		
				

Toutes les vertèbres de part leur structure comportent certaines limites angulaires. Le tableau suivant identifie les limites angulaires des différentes vertèbres thoraciques et lombaires. Au niveau des vertèbres thoraciques, la flexion latérale est couplée à une torsion axiale. Dans la région lombaire, la flexion latérale et la torsion axiale sont couplés à la flexion-extension et la rotation axiale est couplée à la flexion latérale.

(Rothman et Simeone, 1992)

Tableau A2.3: Limites angulaires des différentes vertèbres

Vertèbre visée	Limites angulaires en flexion-extension	Limites angulaires en flexion latérale	Limites angulaires en torsion
T1-T2	3-5°	5°	14°
T2-T3	3-5°	5-7°	4-12°
T3-T4	2-5°	3-7°	5-11°
T4-T5	2-5°	5-6°	5-11°
T5-T6	3-5°	5-6°	5-11°
T6-T7	2-7°	6°	4-11°
T7-T8	3-8°	3-8°	4-11°
T8-T9	3-8°	4-7°	6-7°
T9-T10	3-8°	4-7°	3-5°
T10-T11	4-14°	3-10°	2-3°
T11-T12	6-20°	4-13°	2-3°
T12-L1	6-20°	5-10°	2-3°
L1-L2	5-16° ou 9-16° (a)	3-8°	1-3°
L2-L3	8-18° ou 11-18° (a)	3-10°	1-3°
L3-L4	6-17° ou 12-18° (a)	4-12°	1-3°
L4-L5	9-21° ou 14-21° (a)	3-9°	1-3°
L5-S1	10-24° ou 18-22° (a)	2-6°	0-2°

((a) White et Panjabi. 1978; Rothman et Simeone. 1992)

En fonction de l'âge, ces amplitudes peuvent varier tel que le montre le tableau suivant pour les amplitudes du rachis lombaire en flexion-extension et en flexion latérale. Les vertèbres lombaires ne permettent pas de rotation de par l'orientation de leurs facettes articulaires.

Tableau A2.4: Amplitudes angulaires du rachis lombaire en fonction de l'âge

	Flexion				Flexion latérale			
	2-13 ans	35-49 ans	50-64 ans	65- 77ans	2-13 ans	35-49 ans	50-64 ans	65- 77ans
L1-L2		6°	4°	2°	12°	5°	6°	4°
L2-L3	10°	8°	5°	5°	12°	8°	7°	7°
L3-L4	13°	9°	8°	3°	16°	8°	8°	6°
L4-L5	17°	12°	8°	7°	15°	8°	7°	5°
L5-S1	24°	8°	8°	7°	7°	2°	1°	0°

(Kapandji, 1975)

Ces amplitudes peuvent varier d'un sujet à l'autre, ce qui peut expliquer les résultats différents selon les auteurs.

Globalement, le tronc permet les mouvements selon les amplitudes suivantes:

Tableau A2.5: Amplitudes angulaires globales du rachis par région

	Rachis cervical	Rachis dorso-lombaire	Rachis lombaire
Flexion	40°	105°	60°
Extension	75°	60°	35°
Flexion latérale	35-45°	20°	20°
Torsion	45-50°	35°	5°

(Kapandji, 1975)

Tableau A2.6: Limites angulaires du tronc

Mouvement	Limite angulaire moyenne
Flexion du tronc	70°
Extension du tronc	30°
Flexion latérale du tronc	40°
Rotation axiale du tronc	35°

(Diffrient, 1991)

Les vertèbres peuvent être lésées lorsqu'elles sont soumises à des efforts en tension, en compression, en torsion et autres. Voici les propriétés mécaniques des vertèbres selon la région du rachis visée:

Tableau A2.7: Propriétés mécaniques des vertèbres

	Tension (Kg)				Compression (Kg)				Torsion (kg.cm)					
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		Hommes		Femmes			
	20-39	40-79	20-39	40-79	20-39	40-79	20-39	40-79	20-39	40-79	20-39	40-79		
Ans	39	79	39	79	39	79	39	79	39	79	39	79		
Thoracique haute	173±	134±	144.2±	111.7±	370±	320±	308.3±	266.7±	60±	48±	50±4.5	40±	33.3±2.1	
Thoracique moyenne	18.9	17.9	15.8	14.9	9.0	11.3	7.5	9.4	5.4	3.1	2.5	2.6		
Thoracique basse	336±	279±	280±11	232.5±	431±	373±	359.2±	310.8±	108±	91±	71±	75.8±	59.2±3.6	
Lombaire	13.2	17.4		14.5	5.0	14.9	4.2	12.4	7.3	4.8	4.3	4		
	464±	392±	386.7±	318.3±	644±	461±	536.7±	384.2±	165±	139±	114±	337.5±	115.8±	95±
	16.7	14.5	13.9	12.1	24.1	24.8	20.1	20.7	10.2	11.1	8.6	8.5	9.3	7.2
	730±	477±	608.3±	397.5±	730±	477±	608.3±	397.5±	255±	212±	175±	212.5±	176.7±	145.8±7.8
	13.7	21.8	11.4	18.2	13.7	21.8	11.4	18.2	18.4	14.6	9.3	15.3	12.2	

(Yamada et Evans, 1970)

La rupture en tension est transversale pour la région thoracique haute et oblique ou en étoile pour les régions thoraciques basses et lombaires. La rupture en compression consiste en plusieurs fissures radiales ayant pour origine le centre du corps

vertébral. La rupture en torsion se caractérise par des lignes transverses et en spirales pour la région thoracique haute et transverse et multiples pour les régions thoraciques basses et lombaires (Yamada et Evans, 1970).

Selon une coupe vertico-frontale du corps vertébral, il est possible de distinguer deux zones: les plateaux vertébraux (couches cartilagineuses) entourés de listel marginal et de l'os spongieux réparti selon des lignes de forces.

Ces lignes sont verticales unissant le plateau supérieur et l'inférieur, ou horizontales unissant les deux corticales latérales ou encore obliques unissant le plateau inférieur avec les corticales latérales.

Sur une coupe sagittale, on retrouve ces travées verticales, mais, il existe en outre deux systèmes de fibres obliques appelées fibres en éventail. D'une part, un éventail partant du plateau supérieur pour s'épanouir à travers les deux pédicules vers l'apophyse articulaire de chaque côté et l'apophyse épineuse. D'autre part, un éventail partant du plateau inférieur pour s'épanouir à travers les deux pédicules vers les deux apophyses articulaires inférieures et l'apophyse épineuse.

L'entrecroisement de ces trois systèmes trabéculaires constitue des points de forte résistance, mais aussi un point de moindre résistance, en particulier un triangle à base antérieure où n'existent que des travées verticales. (Kapandji, 1975)

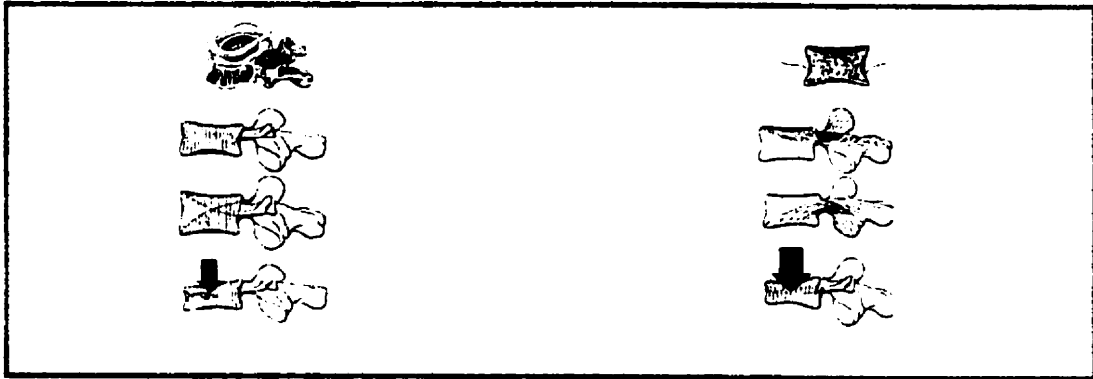


Figure A2.1: Systèmes trabéculaires des vertèbres. (Kapandji, 1975).

A2.2 Disques intervertébraux

Les disques intervertébraux, séparant les vertèbres l'une de l'autre, sont constitués d'un noyau (nucléus pulposus), substance gélatineuse, très hydrophile et non innervée, et d'un anneau fibreux, succession de couches fibreuses concentriques. L'orientation des fibres de l'anneau varie d'une couche à l'autre. Les fibres sont verticales en périphérie de l'anneau, obliques aux couches intermédiaires et presque horizontales au centre.

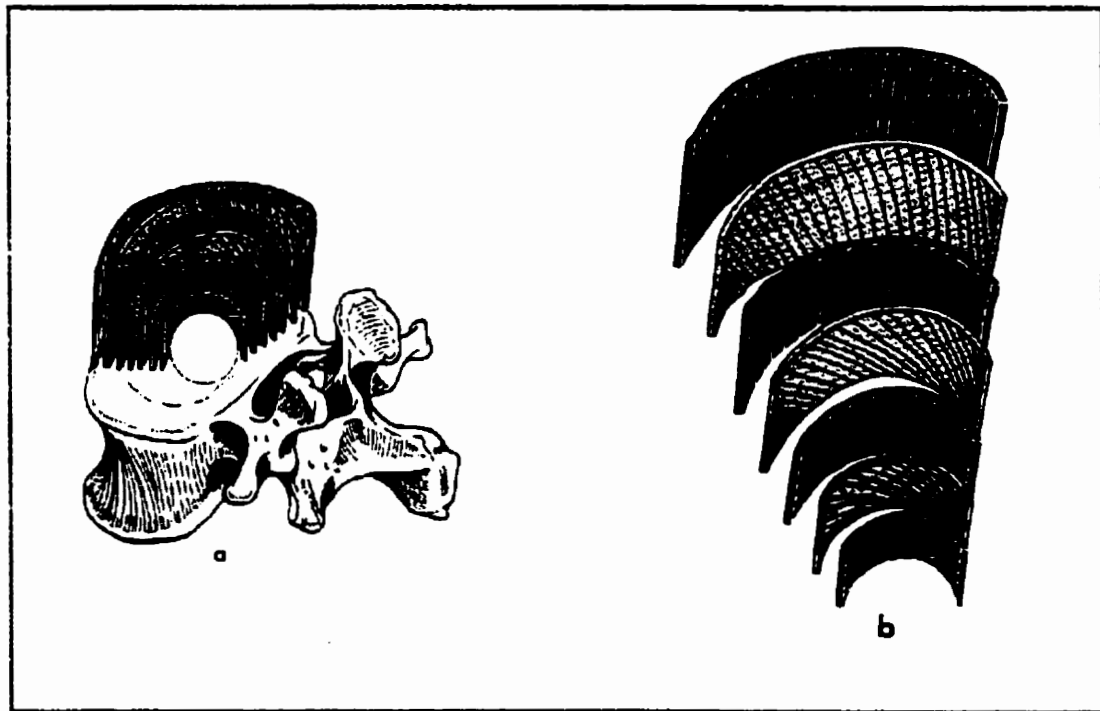


Figure A2.2: Anneau fibreux (Kapandji, 1975).

Le noyau agit comme répartiteur de pression sur l'anneau (Kapandji, 1975). Sa pression interne est non nulle, même à l'état de repos, il favorise donc l'état de pré-contrainte du disque intervertébral.

Voici les propriétés mécaniques des disques intervertébraux selon la région du rachis visée.

Tableau A2.8: Propriétés mécaniques des disques intervertébraux

	Tension (Kg)		Compression (Kg)		Torsion (Kg.cm)			
	20-39	40-79	20-39	40-59	Hommes		Femmes	
Ans	20-39	40-79	20-39	40-59	20-39	40-59	20-39	40-59
Thoracique haute	142±16.3	106±9.4		450	87±3.1	82±4.1	72.5±2.6	68.3±3.4
Thoracique moyenne					177±6.0	160±6.3	147.5±5	133.3±5.3
Thoracique basse	291±21.5	220±12.8		1150	273±5.6	260±6.8	227.5±4.7	216.7±5.7
Lombaire	394±24.6	290±19.5		1500	463±8.9	425±9.7	385.8±7.4	354.2±8.1

(Yamada et Evans, 1970)

Soumis à des efforts en tension, le disque intervertébral se sépare des vertèbres qu'il unit. La rupture débute dans la partie postérieure du disque sauf pour la région thoracique basse et lombaire où la séparation prend place à la partie postérieure du corps vertébral avec une migration du noyau dans la partie fissurée du corps vertébral. La rupture en

compression se produit généralement dans la partie postérieure du disque avec une migration du noyau (Yamada et Evans, 1970).

A2.3 Ligaments

Les ligaments et les muscles confèrent à la colonne vertébrale, conjointement avec les courbures anatomiques du rachis (courbure sacrée, lordose lombaire, cyphose dorsale, lordose cervicale) la souplesse nécessaire pour le mouvement, mais aussi la rigidité nécessaire pour maintenir l'équilibre.

Les différents ligaments du dos peuvent être impliqués dans différents mouvements. Les schémas suivants, tirés de Kapandji (1975) ainsi que le tableau A2.9, permettent de comprendre le rôle de chacun, par l'observation de leur position anatomique (Beaudoin, 1986).

Tableau A2.9: Ligaments impliqués dans les différents mouvements du tronc

Mouvement du tronc	No sur les figures	Ligaments pouvant être impliqués
Flexion	2	Longitudinal postérieur
	3	Jaune
	4	Interépineux
	5	Surépineux
	9	Interapophysaire ou capsulaire
	1	Longitudinal antérieur

Tableau A2.9: Ligaments impliqués dans les différents mouvements du tronc (suite)

Mouvement du tronc	No sur les figures	Ligaments pouvant être impliqués
Extension	1	Longitudinal antérieur
Flexion latérale et rotation	10	Intertransverse
	3	Jaune
	9	Interapophysaire

(Kapandji, 1975; Magee, 1988; Rothman et Simeone, 1992)

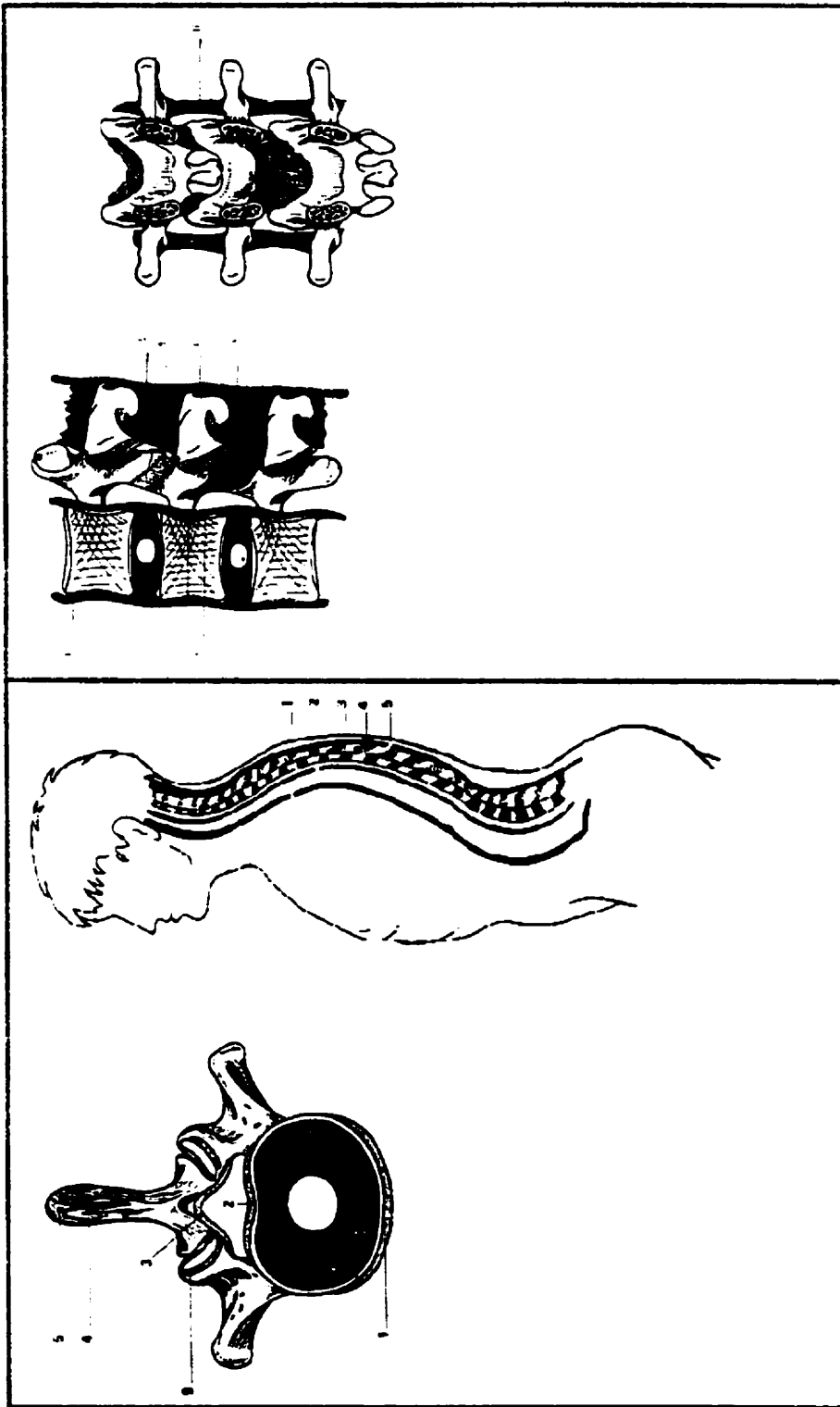


Figure A2.3: Les ligaments du dos. (Kapandji, 1975).

Selon plusieurs auteurs, les ligaments non seulement n'entrent pas en action au même moment, mais n'ont pas tous la même contribution.

La résistance à la traction est la propriété mécanique des ligaments la plus étudiée jusqu'à maintenant (Chazal et al., 1985; Dumas et al., 1987; Myklebust et al., 1988; Tkazuk, 1968; Nachemson et al., 1968). Les ligaments répondent à une courbe de traction sigmoïde, décrite ainsi par (École Polytechnique de Montréal, 1989)

une partie concave qui débute à l'origine, suivie d'une région où la déformation varie linéairement avec la contrainte, dans la dernière partie la courbe redevient non-linéaire convexe et passe par un apex, par la suite la courbe devient négative ce qui indique qu'une augmentation de la contrainte n'est plus nécessaire pour qu'il y ait augmentation de la déformation.

Les ligaments sont formés de fibres de collagène. c'est à la limite de la portion linéaire que ces fibres commencent à se déchirer. C'est donc cette limite qui va nous intéresser pour la problématique des maux de dos.

Tableau A2.10: Effort de rupture des fibres de collagènes en traction uniaxiale.

Auteur	Longitudinal antérieur		Longitudinal postérieur		Jaune		Supra/interépineux	
	F(N)	ϵ (%)	F(N)	ϵ (%)	F(N)	ϵ (%)	F(N)	ϵ (%)
Tkazuk	255		161					
Chazal et al.	456	41	345	29	315	20	215	36

(École Polytechnique de Montréal, 1989)

Comme il est possible de le constater, les valeurs trouvées sont très différentes d'un chercheur à l'autre. Ceci peut être attribué au protocole d'expérimentation, à la variabilité biologique et à la dégénération possible des spécimens. On retiendra qu'un ligament se rupture à 35% d'élongation (Gilbert, 1995).

A2.4 Muscles

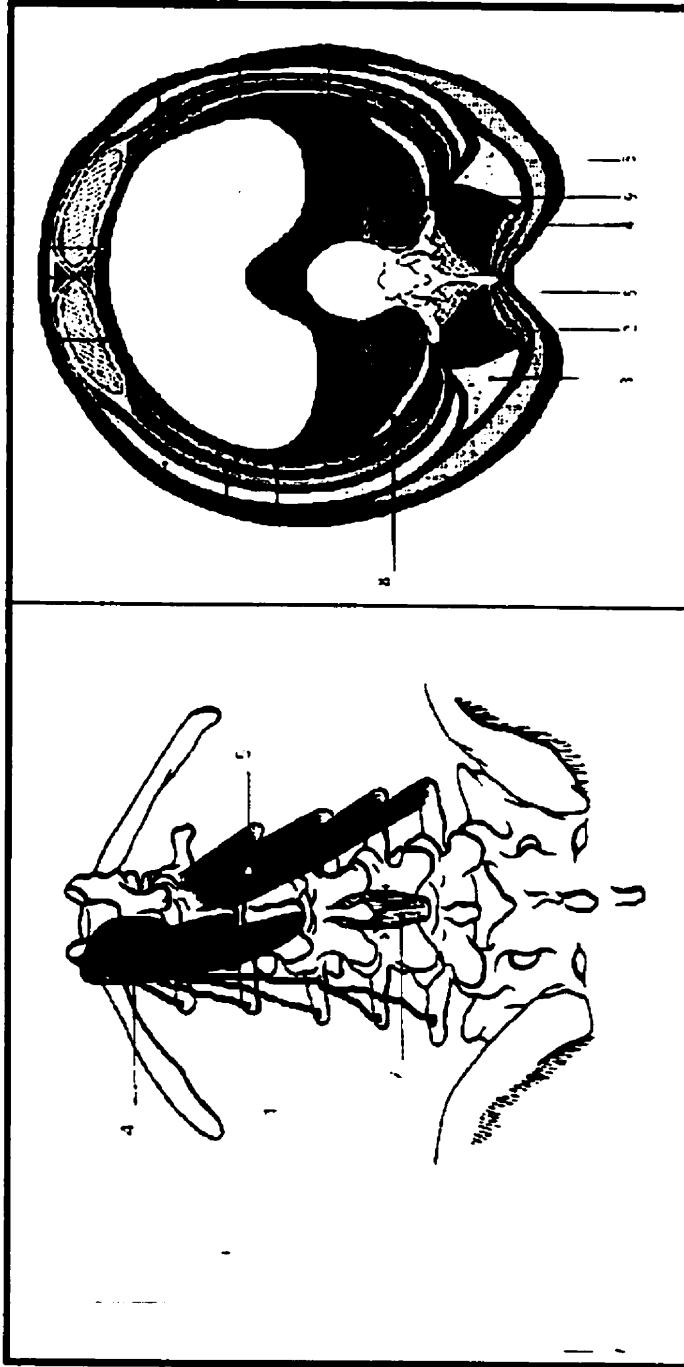
Les muscles, par leurs zones d'insertion, développent un moment équilibrant celui à l'articulation. Pour ce faire, différents groupes musculaires entrent en action et se partagent le moment à contrecarrer. Plusieurs chercheurs ont tenté de prédire l'effort maximal et volontaire pouvant être exercé par un muscle dans une condition donnée.

Cette évaluation est particulièrement difficile de par:

- la variété des postures pouvant être empruntées par les sujets et leur stabilité:
- la diversité interindividuelle:
- les différences au niveau fatigue, entraînement et motivation:
- la nature de l'effort exercé.

Les muscles du dos peuvent être facilement repérés dans le tableau suivant:

Tableau A2.11: Les muscles du dos (Kapandji, 1975 adapté selon les études de Caron, 1985)



Description du muscle	No
grand dorsal ou latissimus dorsi	6
ilio-costal ou ilio-costalis	3
long dorsal ou longissimus	2
épi-épineux ou spinalis	4
demi-épineux ou semi-spinalis	non représenté
Transversaire épineux	1
Interépineux ou interspinalis	7
carré des lombes ou quadratus lumborum	8
psoas ou psoas-major	9
petit psoas ou psoas minor	9
Intertransversaires ou intertransversaris	5

La force maximale d'un muscle est proportionnelle à sa surface de section effective (Weber, 1846; Haxton, 1944; Ikai, 1968; Fahrer, 1976; Caron, 1985). La surface de section intéressante est évidemment celle au point d'insertion. Caron, en 1985, a relevé les points d'insertions de chacun des muscles du dos. Il a noté de nombreuses disparités entre ces résultats et ceux d'autres chercheurs. Certaines de ces différences peuvent sûrement s'expliquer par la diversité interindividuelle. L'apport de cette étude est important d'autant plus qu'on y trouve une mesure des surfaces de sections aux points d'insertions de différents muscles. Voici quelques uns des résultats de cette étude:

- le grand dorsal devrait agir surtout selon l'axe ilio-bicipital;
- le faisceau de l'ilio-costal s'insérant sur la 12^{ème} côte a la plus grande surface de section de la portion thoracique. les faisceaux s'insérant sur les apophyses transverses des vertèbres L2, L3 et L4 représentent 83% de la surface totale de la région lombaire;
- les faisceaux s'insérant sur les processus transverses de T11 et T12 représentent 78% de la surface totale de la région thoracique. les faisceaux s'insérant sur les processus mamillaires de L1 et L3 représentent 50% de la surface totale de la région lombaire et des faisceaux sacro-costaux. celui ayant pour insertions hautes la 9^{ème} et 10^{ème} côtes et le processus transverse de T10 a la plus grande surface de section de tous les faisceaux sacro-costaux, les faisceaux lombo-costaux n'ont que de très petites surfaces de section;
- les multifides et rotateurs de la région lombaire semblent surtout agir selon le faisceau crête iliaque - processus épineux de L2 et corne-sacrée - processus épineux de L4;
- les faisceaux du carré des lombes atteignant L3 représentent 37% de la surface de section totale de ce muscle;
- les surfaces de section du psoas atteignant les corps vertébraux sont à peu près équivalentes sauf au niveau de L5.

Voici quelques résultats utiles pour la problématique des maux de dos.

Tableau A2.12: Prédictions de la force musculaire - plan sagittal

Activité	M _{muscle} (Nm)	G = ajustement pour le sexe		Coefficient de variation	
		Homme	Femme	Homme	Femme
Flexion du tronc debout	$(17.17(90-BA_SCd) - 0.0796(90-BA_SCd)^2)G$	0.2146	0.1129	0.2939	0.3962
Extension du tronc debout	$(3894-13.9(90-BA_SCd))G$	0.1559	0.1016	0.3152	0.3455
Extension du tronc assis	$(3365.123-23947*(90-BA_SCd))G$	0.3381	0.1890	0.3152	0.3455
Flexion du tronc assis	$(141.179+3.694(90-BA_SCd))G$	0.2796	0.1654	0.2932	0.3965

où

BA_SCd: angle de flexion et d'extension du tronc (degrés)

(Chaffin et Andersson, 1991)

L'association nationale danoise pour la paralysie infantile a, en 1961, évalué la force isométrique des muscles d'hommes et de femmes adultes en fonction de leur âge et de leur stature. Voici les résultats:

Tableau A2.13: Prédications de la force musculaire - Flexion latérale du tronc

Hommes (kg)								Femmes (kg)							
ans	15	20	25	35	45	55	65	ans	15	20	25	35	45	55	65
cm								cm							
160	36.1	44.4	48.3	50.7	48.5	45.1	40.6	150	27.3	29.3	30.6	31.0	30.2	29.1	25.5
165	38.4	47.2	51.3	53.9	51.5	47.9	43.2	155	29.1	31.3	32.7	33.1	32.3	31.1	27.2
170	40.7	50.1	54.5	57.3	54.7	50.9	45.8	160	31.0	33.4	34.8	35.3	34.4	33.1	29.0
175	43.2	53.1	57.7	60.7	58.0	54.0	48.6	165	33.0	35.5	37.0	37.5	36.6	35.2	30.8
180	45.7	56.3	61.1	64.3	61.4	57.1	51.4	170	35.0	37.7	39.3	39.8	38.9	37.4	32.7
185	48.2	59.4	64.5	67.8	64.8	60.3	54.3	175	37.1	39.9	41.6	42.2	41.2	39.6	34.6

Tableau A2.14: Prédications de la force musculaire - Torsion

Résistance à une torsion de:	Muscles antérieurs							
	abdominaux externes				abdominaux internes			
	médial		Latéral		médial		latéral	
	gauche		Droite		gauche		droite	
2.5 kg	33 N		36 N				41 N	
5 kg	67 N		69 N		71 N		78 N	
10 kg	133 N		137 N		145 N		155 N	
maximum	444 N		444N		503 N		504 N	
	Muscles postérieurs							
	Erector spinae							
	Multifidus		Longissimus		Iliocostalis		Latissimus dorsi	
	Gauche	droite	gauche	Droite	gauche	droite	gauche	
2.5 kg	26 N	26 N	26 N	44 N	5 N			
5 kg	50 N	70 N	21 N	68 N	13 N		35 N	
10 kg	97 N	144 N	5 N	125 N	7 N		68 N	
Maximum							222 N	

(Schultz et al., 1983)

Le rôle de chaque muscle a été fort discuté par le passé. L'approche des anatomistes mène à des disparités d'opinions sauf peut-être pour ce qui est du rôle de l'iliocostal et du longissimus dans l'extension. L'approche électromyographique a apporté certaines clarifications:

- l'iliocostal lombaire et dorsi, le longissimus dorsi, les multifides et les rotateurs auraient tous un rôle à jouer dans la flexion latérale du tronc;
- l'iliocostal, le longissimus, les multifides et les rotateurs seraient impliqués dans la torsion du tronc.

La précision et la possibilité d'insertion ("petitesse des structures. interférence myoélectrique des muscles avoisinants") des électrodes limite la fiabilité de ces études. (Caron, 1985).

ANNEXE III: LISTE DES FACTEURS DE RISQUES DE LÉSIONS AU DOS**Glissade ou dérapage****Coefficient de friction sol/chaussure****Nature des semelles****Nature du recouvrement de sol****Rouler, buter ou trébucher****Interférence avec des personnes, véhicules ou objets****Fréquence de circulation des travailleurs****Fréquence de circulation des véhicules****Aménagement du poste de travail****Aménagement des zones de stockage (temporaires, permanentes)****Aménagement des voies de circulation****Aménagement des postes de travail et des liaisons entre postes****Géométrie et dimensions de l'espace de travail****Flexibilité du plan de travail****Caractéristiques physiques du plan de travail****Compatibilité de l'espace de travail, du travailleur et de la tâche
à accomplir****Possibilité de prise d'appuis sur des parois****Type de parois**

Stabilité des parois

Modalité de partage des aires de travail

Caractéristiques du sol

Stabilité du sol

Dénivellation du sol

Déclivité du sol

Changements des caractéristiques

État des équipements, des lieux et bâtiments

Fiabilité de fonctionnement

Usure prématurée

Remplacement

Rapidité

Importance

Nettoyage et maintenance

Type de maintenance

Fréquence vs fréquence recommandée

Complétude

Présence de contaminants au sol

Présence d'objets au sol

Facteurs environnementaux

Éclairage

Caractéristiques de l'éclairage

Niveau d'éblouissement

Niveau de contrastes

Niveau d'éclairage

Genèse (général, particulier, d'appoint) et nature (artificielle, naturelle)

Niveau de réflexion de la lumière et des matériaux

Distance éclairage-poste de travail

Nombre de sources

Contrôle de l'éclairage

Direction de l'éclairage

Niveau d'éclairage

Bruit

Niveau d'intensité sonore (moyen, maximal)

Fréquence

Genèse (son, infrason, ultrason)

Type (chocs, martèlement, frottements, friction, écoulements, vibrations)

Exposition

Durée

Fréquence

Sources de bruit

Nombre

Variabilité

Distance bruit-poste de travail

Origine du bruit (outils, machines, véhicules)

Vibrations

Amplitude

Fréquence (moyenne, maximale)

Type (libres, forcées, résonnantes)

Genèse (impacts, chocs, etc. et nature (continu, discontinu))

Exposition

Durée

Fréquence

Sources

Nombre

Variabilité

Distance vibrations-poste de travail

Origine (outils, machines, véhicules)

Température

Température ambiante, radiante, sèche, humide

Humidité

Sources

Nombre

Variabilité

Distance source-poste de travail

Exposition

Durée

Fréquence

Altitude

Caractéristiques des contaminants en présence

Concentration (moyenne, maximale)

Indice de toxicité

Indice d'inflammabilité

Indice de combustion

Indice de corrosion

Indice d'oxydation

Type

Sources

Nombre

Variabilité

Distance source-poste de travail

Exposition

Durée

Fréquence

Ventilation

Vitesse de l'air

Nombre de changements d'air/heure

Type de ventilation (locale, générale, mécanique, naturelle)

Sources

Nombre

Variabilité

Distance source-poste de travail

Équipements de protection

Caractéristiques dimensionnelles

Poids

Distribution du poids

Dimensions

Forme

Position du centre de gravité

Caractéristiques surfaciques

Nature ou état de la surface

Présence de contaminants

Aspérités, arêtes, protubérances, cavités

Informations ou instructions concernant les équipements sont connues, présentes
et lisibles

Mode de commande

Fonctionnalité

Interfère avec la tâche

Espace de dégagement

Compatibilité avec la répétition et la fréquence des gestes à poser

Compatibilité avec le type de geste à poser

Compatibilité avec le type de contenu à transporter

Souplesse et flexibilité

Disponibilité

Modalités d'utilisation

Durée

Fréquence

Confort

Façon dont la partie du corps est protégée

Vêtements inappropriés

Type de soulier

Type de semelle

Type de talons (hauteur, largeur)

Type de protection du pied

Vêtements contraignants le mouvement

Vêtements accrochants

Évaluation du risque

Critères de l'individu

Production vs sécurité

Efforts vs sécurité

Perception du risque

Situation

Niveau de risque

Utilité de la prise de risques

Efforts vs fatigue

Coûts vs gains

Coût social

Éléments impliqués dans la prise de risques

Nature du risque

Gravité des conséquences

Probabilité du risque

Inconsciente ou risquophile

Involontaire

Sans vigilance spéciale

Avec vigilance

Prise de risques calculée

Vigilance dépendant des risques calculés

Anticipation défaillante**Formation, entraînement ou expérience de l'opérateur ou de l'équipe****Formation de base et programme de formation et d'entraînement**

Durée

Pertinence

Réalisme**Général ou spécifique****Pédagogie utilisée****Formation au travail sécuritaire incluse****À l'embauche ou rappel****Expérience****Durée d'apprentissage****Ancienneté****Connaissances****Connaissance de la charge****Connaissance du milieu****Connaissance de l'équipement****Connaissance de la tâche****Connaissance de soi et de ses capacités****Méthode de travail****Stratégies et tactiques****Information de l'individu sur le risque****Caractéristiques des équipements****Caractéristiques dimensionnelles****Poids****Dimensions****Forme**

Position du centre de gravité

Caractéristiques surfaciques

Nature et état de la surface

Présence de contaminants sur la surface

Aspérités, arêtes, protubérances ou cavités de la surface

Stabilité et rigidité

Qualité du couplage

Type de prise

Localisation de la prise

Dimensions de la prise

Nature de la surface de la prise

Informations et instructions concernant les équipements sont connues ou présentes et lisibles

Mode de commande

Qualité des surfaces de roulement ou des articulations

Type de matériau

Diamètre des roues

Qualité de la lubrification

Fonctionnalité

Espace de dégagement

Compatibilité avec la répétition et la fréquence des gestes à poser

Temps d'utilisation

Compatibilité avec le type de gestes à poser

Compatibilité avec le type de contenu à transporter

Souplesse et flexibilité

Disponibilité

Sûreté

Contraintes de temps

Cadence de travail

Type (induite, imposée, libre)

Variations de cadence

Taille du lot

Durée de la tâche

Fréquence de la tâche

Cycle repos/travail

Vacances et congés

Durée

Fréquence

Horaire de travail

Quart

Nombre d'heures travaillées par jour

Longueur moyenne de la semaine de travail

Heures supplémentaires

Durée

Fréquence

Temps de préparation ou autre

Pauses, repas, remplacement

Durée

Fréquence

Position dans le quart

Pressions sociales et économiques

Normes du travail et conventions collectives, modalités de contrats ou
autres

Modalités de rémunération

Incitatifs au rendement (paie au rendement, quotas.etc.)

Paie à l'heure, insistance sur la qualité, etc.

Emploi précaire

Climat de travail

Compétition vs coopération

Manque de personnel

Taux d'incidents

Variabilité de la performance

Manutention

Caractéristiques de charges

Caractéristiques dimensionnelles

Poids

Distribution du poids (homogénéité massique)

Dimensions

Forme

Position du centre de gravité

Caractéristiques surfaciques

Nature et état de la surface

Présence de contaminants sur la surface

Aspérités, arêtes, protubérances, cavités, etc.

Stabilité

Variabilité (articulée, déformable)

Qualité du couplage

Type de prises

Localisation de la prise

Dimensions de la prise

Nature de la surface de la prise

Informations ou instructions concernant les charges sont connues ou

présentes et lisibles

Rigidité

Durée avant péremption

Contraintes mécaniques ou chimiques

Température

Fragilité

Odeur et saleté

Toxicité

Vibrations

Rapport masse manipulée/masse individuelle

Mouvements de la charge

Animation (mécanisme)

Arrivée (lieu, variabilité, mécanisme)

Transports

Distance

Avec charge

Sans charge

Méthodes

Transports

Lever

Appuis et autres

Forces appliquées

Postures

À l'agrégation

À la ségrégation

Cadence

Période normale

Période de pointe

Santé/sécurité au travail

Qualité du système médical

Rapidité d'intervention

Entraînement des intervenants

Équipement des intervenants

Équipements sur les lieux de travail

Équipements des intervenants

Clarté et adéquation des instructions de premiers soins

Clarté et rapidité du système de communication

Programme de santé et sécurité au travail

Type (après-coup, à la source, etc.)

Dynamisme et implication de l'administration

Historique des taux d'accidents de l'entreprise par rapport à
ceux de l'industrie (fréquence, gravité, pertes de temps, etc.)

Primes d'assurances

Incitatifs au travail sécuritaire

Régime d'assurance travail

Efficacité du système de compensation

Faibles du système

Montant des compensations

Maladie vs accidents de travail

Consignes de sécurité

Générales ou détaillées

Nombre

Complexité

Valeur et pertinence

Contrôle de l'application

Mise à jour

Respect

Compréhension

Mouvements involontaires

Événements inattendus

Coordination

Facteurs personnels

Catachrèse

Travail d'équipe ou d'atelier

Répartition, affectation et découpage des responsabilités et tâches

Coordination des activités

Caractéristiques sociales et culturelles des individus

Caractéristiques sociales et culturelles de l'équipe

Respect des normes du groupe

Statut (tâche, méthode, travailleur)

Cohésion du groupe

Relations sociales insatisfaisantes

Taille, devoirs et exigences

Communications

Nombre de canaux

Nature des canaux (visuels, auditifs, direct, équipement)

Arrangement des canaux (centralisé, décentralisé, tournant, série, etc.)

Structure des communications

Volume par type de communication

Type de communications

Flot des communications entre membres

Complexité des communications

Nombre de liens

Fréquence entre membres

Codage

Caractéristiques structurelles

Organisation

Nombre d'activités concurrentes

Type de supervision requise

Différentiation des activités entre membres

Coopération à l'intérieur de l'équipe

Composition et attributs des membres

Distribution

Homogénéité

Stabilité

Circulation de l'information

Caractéristiques du travail

Coordination inter-tâches

Règles d'affectation

Découpage

Attribution des tâches secondaires

Répartition des tâches

Nombre de sous-tâches à accomplir

Type et nature des tâches à accomplir

Organisation et structure des tâches

Stratégies de travail

Exigences de la tâche

Densité des opérations mentales (distribution temporelle)

Nécessité de réponse-action rapide

Complexité des opérations mentales

Variété des opérations mentales

Clarté des objectifs et des priorités

Normes exigées

Niveau de mémorisation

Niveau d'attention et de vigilance

Niveau de responsabilité et d'autonomie

Niveau de monotonie, répétition ou synchronisation

Difficulté de maintien des automatismes

Activités rares

Diversité des activités

Exigences perceptives et sensori-motrices

Type de rétroaction

Exigences motrices et physiologiques

Vitesse

Précision

Travail physiologique (instantané, moyen, habituel, occasionnel)

Puissance physiologique (instantané, moyenne, habituelle, occasionnelle)

Forces utilisées (statiques, dynamiques)

Postures utilisées

Fixité fonctionnelle

Durée

Fréquence

Changements de posture

Facilité

Fréquence

Posture principale

Posture la plus défavorable

Choix du membre utilisé

Choix du point d'application de la force vs zones de confort et limites

Angles et zones d'atteinte vs angles de confort et angles limites

Distance de déplacement du point d'application

Distance de déplacement sans et avec charge du membre utilisé

Exigences visuelles

Équilibre

Coordination

Vitesse de réaction

Attention

Vigilance

Mémorisation

Charge de travail

Pénibilité de la tâche

Fatigue

ANNEXE IV: TAUX PERSONNALISÉ DE COTISATION À LA C.S.S.T. – TARIFICATION 1999

Selon le régime au taux personnalisé, la prime d'un employeur est fonction du niveau de risque moyen de son unité et d'un ajustement statistique traduisant les efforts de l'employeur en santé et sécurité au travail, en réadaptation et en retour au travail des travailleurs accidentés. Le taux personnalisé est ainsi fondé sur le calcul de deux indices de risques:

- le premier, qui réagit à la fréquence des réclamations;
- le deuxième, qui réagit à la gravité des réclamations.

Le tableau suivant présente une partie des formules nécessaires au calcul du taux personnalisé d'un employeur.

<p>Taux personnalisé = taux personnalisé selon le risque de premier niveau + taux personnalisé selon le risque du second niveau + taux fixe uniforme</p>
<p>Taux personnalisé selon le risque d'un niveau = indice de risque du niveau X taux de l'unité selon le risque du niveau</p>
<p>Taux fixe uniforme: établi par la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) selon ses besoins financiers relatifs à diverses activités de prévention pour l'année en cours.</p>
<p>Indice de risque d'un niveau = (degré de personnalisation du niveau X indice d'expérience du niveau) + (1 - degré de personnalisation du niveau)</p>
<p>Degré de personnalisation du niveau = (sommes des coûts prévus pour ce niveau) / (sommes des coûts prévus pour ce niveau + paramètre)</p>
<p>Paramètre: fixé par la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec)</p>
<p>Indice d'expérience du niveau = (somme des coûts retenus du niveau pour l'ensemble des réclamations) / (somme des coûts prévus pour le même niveau X (1 + facteur d'ajustement du niveau))</p>
<p>Facteur d'ajustement: fixé par la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) pour tenir compte de l'effet sur la comptabilisation des débours sur la base d'exercice et l'effet sur les transactions d'entreprises.</p>
<p>Coûts prévus du niveau: Salaires assurables de l'employeur X ratio d'expérience de l'unité pour le niveau</p>
<p>Coûts retenus du niveau: évalué à partir des statistiques d'accidents de la C.S.S.T. (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec). Le premier équivaut au coût retenu jusqu'à concurrence de 5% du maximum annuel assurable de l'année de</p>

la réclamation. Le second niveau est le coût retenu moins le coût retenu pour le premier niveau.

Le coût retenu est calculé à partir du coût d'indemnisation de chaque réclamation et du maximum assurable de l'année où la réclamation est survenue.

ANNEXE V: SIMULATION ÉCONOMIQUE, TARIFICATION 1997 ET 1999

Simulation entreprise type, avec la tarification de 1997

Scénarios des économies réalisées sur les cotisations annuelles versées à la CSST par l'entreprise, pour une intervention en Santé et Sécurité du Travail réalisée en hiver 1997

	Baisse du taux d'accidents			
	5%	10%	15%	20%
1998	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$
1999	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$
2000	249 \$	499 \$	748 \$	998 \$
2001	499 \$	998 \$	1,497 \$	1,996 \$
2002	748 \$	1,497 \$	2,245 \$	2,994 \$
2003	748 \$	1,497 \$	2,245 \$	2,994 \$
Total	2.244 \$	4.491 \$	6.735 \$	8 982 \$

Ces résultats sont calculés selon les hypothèses suivantes :

À partir de 1995, nous n'avons plus les données réelles nécessaires pour calculer les cotisations versées à la CSST; afin de faire des scénarios, nous considérons ces variables (prestations retenues, masse salariale, ratio correspondant de l'unité,...) comme constantes depuis 1995

- Le nouveau programme Santé et Sécurité du Travail, instauré suite à l'intervention de 1997, donnera son plein effet à partir de 1998; le nombre d'accidents dans l'entreprise diminuera alors de x%.
- Si le taux annuel d'accidents diminue de x%, alors les prestations retenues diminuent aussi de x%.

Scénarios des diminutions de cotisations annuelles versées à la CSST.
Selon le taux de personnalisation de l'entreprise et le taux de diminution des accidents
induite par l'intervention en SST

Ce tableau donne l'économie réalisée sur les cotisations CSST en l'an 2002, année à partir de laquelle les cotisations se stabilisent puis que les prestations Retenues ont diminué en 1998 et sont supposées stables par après. Nous avons obtenu différents taux de personnalisation par des jeux de multiplication et de Division de la masse salariale de l'entreprise. Les chiffres des 2 tableaux qui suivent sont obtenus à partir des données de l'entreprise.

Taux de personnalisation	0%	6.10%	12,3%	18,4%	24,5%	30,6%	36,8%
Diminution des accidents							
5%	0 \$	187 \$	374 \$	561 \$	748 \$	936 \$	1,123 \$
10%	0 \$	374 \$	748 \$	1,123 \$	1,497 \$	1,871 \$	2,245 \$
15%	0 \$	561 \$	1,123 \$	1,684 \$	2,245 \$	2,807 \$	3,368 \$
20%	0 \$	748 \$	1,497 \$	2,245 \$	2,994 \$	3,742 \$	4,491 \$
Masse salariale assurable en \$	0	1E+06	2E+06	3E+06	4405128	6E+06	6607692

Simulation avec la tarification de 1999

Économies réalisées (horizon de 6 ans) pour des entreprises de la même unité, avec le même coût retenu, mais avec des masses salariales différentes.

Masse salariale assurable	4.405.128\$	3.303.846\$	2.202.564\$	1.101.282\$	500.000\$	150.000\$
Diminution des accidents						
5%	909\$	735\$	532\$	291\$	139\$	43\$
10%	1.818\$	1.471\$	1.065\$	582\$	279\$	86\$
15%	2.726\$	2.206\$	1.597\$	873\$	418\$	129\$
20%	3.635\$	2.942\$	2.129\$	1.164\$	557\$	173\$

Économies (pour l'entreprise type) réalisées sur les cotisations annuelles versées à la C.S.S.T. pour une intervention en prévention faite en 1999.

	Baisse du taux d'accidents			
	5%	10%	15%	20%
1999	-	-	-	-
2000	-	-	-	-
2001	-	-	-	-
2002	151\$	303\$	454\$	606\$
2003	303\$	606\$	909\$	1.212\$
2004	454\$	909\$	1.363\$	1.818\$
TOTAL:	909\$	1.818\$	2.726\$	3.635\$

ANNEXE VI: BASE DE DONNÉES DES FACTEURS DE RISQUE

Logiciel utilisé: MICROSOFT ACCESS version 2.0

Nom du fichier: Base de données

Code d'accès: Aucun

ANNEXE VII:AUTORISATIONS POUR MICROFILMAGE

**EDITIONS MALOINE**

27 RUE DE LA VERTUE - 75001 PARIS
TEL. (01) 46 25 00 45
TELECOPIE (01) 46 25 00 47
TELECOPIE C. INTERNATIONAL (01) 46 25 00 42

Madame Sylvie NADEAU
6020 Louis Hémon, App.28
MONTREAL (Québec)
Canada H2G 2K6

N/REF : DV/DC 19831

Paris, le 4 Octobre 1999

Madame,

Pour faire suite à votre courrier du 29 Juin 1999, nous avons le plaisir de vous confirmer l'accord de notre auteur, Monsieur le Docteur Kapandji, concernant la reproduction de 9 figures extraites de l'ouvrage : « *Physiologie Articulaire - Tome 3* » dans la thèse que vous préparez actuellement.

Nous vous remercions de bien vouloir faire mention des références d'usage (nom de l'auteur, titre de l'ouvrage, nom de l'éditeur et année d'édition) lors de cette reproduction.

Recevez, Madame, l'expression de nos salutations distinguées.

Daniel VIGOT



EDITIONS MALOINE

27, RUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE - 75006 PARIS
 TÉLÉPHONE 43 25 40 45
 TÉLÉTYPE 01 43 24 15 89
 TÉLÉTYPE « COMMANDES LIBRAIRIES » 01 43 29 56 12

Monsieur le Docteur KAPANDJI
 Véga de la Lyre
 7, rue Copernic
 91160 GRAVIGNY-LONGJUMEAU

N/REF : DV/DC 19551

Paris, le 27 Juillet 1999

Cher Monsieur,

J'ai le plaisir de vous adresser, ci-joint, une demande d'autorisation de reproduction émanant de Madame Sylvie Nadeau. celle-ci souhaite, en effet, reproduire plusieurs de vos dessins dans le cadre de la thèse de doctorat qu'elle prépare sur le thème des maux de dos.

Vous trouverez, ci-joint, une copie des dessins que Madame Nadeau souhaite reproduire.

Si vous êtes d'accord sur le principe de cette reproduction, je vous remercie de bien vouloir me retourner son courrier revêtu de votre signature précédée de la mention « Bon pour accord ».

Dans cette attente, je vous prie de recevoir, Cher Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

Bon pour accord
 1.10.99

Kapandji

Dede

Danièle CLEDES

1999
 6 OCT 1999



The Leader in Instructional Art Products for More Than 75 Years

July 13, 1999

Sylvie Nadeau
6020 Louis-Hémon app.28
Montréal, Qué.
Canada
H2G 2K6

Dear Sylvie,

This is to inform you, in writing, that you have the consent of Walter Foster Publishing, Inc. to use photomechanical reproductions of anatomy sketches by Walter Foster in your thesis as long as you reference Walter Foster. Since you show in your letter that you have done so, permission is granted.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Sydney Sprague".

Sydney Sprague
Associate Publisher

Walter Foster Publishing, Inc. • 23062 La Cadena Drive • Laguna Hills, CA 92653
main line 949/380-7510 • toll free 800/426-0099 • fax 949/380-7575 • www.walterfoster.com

ANNEXE VIII: SYNTHÈSE DE LA GRILLE A.S.M.É.M.A.

Voici une synthèse de la grille A.S.M.É.M.A pour l'étude d'une tâche de déménageur

Description d'une activité de manutention

Renseignements généraux

Type de manutention

Chargement/déchargement

Résidentiel/commercial

Distance ou durée de transport

Nombre de camions

Nombre d'hommes dans l'équipe

Marchandise

Catégories

Nombre

Description

Heure de début

Heure de fin

Relation avec le client

Description de l'environnement de manutention

Lieu

Quartier

Type d'édifice

Description des portes pour accéder à l'édifice

Description des portes pour accéder au lieu

Numéro d'étage

Grandeur du lieu

Salubrité du lieu

Camion

Sol

Préparation de l'accès au camion

Extérieur

Condition climatique

Température intérieure/extérieure

Segmentation des parcours

Type de segment

Intérieur/extérieur

Forme

Distance

Sol

Revêtement

État

Obstacles fixes

Obstacles mobiles

Parcours possibles

Emballage/déballage de marchandise

Catégorie

Lieu

Matériaux d'emballage

Hommes

Nombre

Type de communication

Noms

Fonction

Description de la technique

Équipement de protection individuelle

Durée totale de la tâche

Fréquence de la tâche

Répartition de la tâche selon les hommes

Rythme de travail

Prise de marchandise

Catégorie

Lieu de la prise

Revêtement et état du sol

Matériel utilisé

Hommes

Nombre

Type de communication

Noms

Fonction

Description de la technique de prise

Équipements individuels de protection

Fréquence de la tâche

Répartition de la tâche selon les hommes

Transport de marchandise

Catégorie

Parcours emprunté

Durée

Matériel utilisé

Hommes

Nombre

Type de communication

Noms

Fonction

Description de la technique de transport

Équipements individuels de protection

Fréquence du parcours

Répartition de la tâche selon les hommes

Rythme de travail

Dépôt de marchandise**Catégorie****Emplacement dans le camion****Matériel utilisé****Hommes****Nombre****Type de communication****Noms****Fonction****Description de la technique de dépose****Équipements individuels de protection****Fréquence de la tâche****Répartition de la tâche selon les hommes****Appuis de l'objet déposé**

**ANNEXE IX: ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES DE MAUX DE DOS –
ENTREPRISE 1**

ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES DE MAUX DE DOS ENTREPRISE I
SECTEUR A

préparé pour
L'ENTREPRISE I. et l'INSTITUT DE RECHERCHE SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ AU
TRAVAIL (I.R.S.S.T.)

par

Robert Gilbert, Ph.D.
Oldine Étienne
Marie-Helena Laurent
Daniel Leblanc, Ph.D.
Sylvie Nadeau, Ing.
Nicolas Panet-Raymond

Département de Mathématiques et de Génie Industriel
École Polytechnique de Montréal

M. Gilbert et M. Leblanc sont professeurs au Département de Mathématiques et de Génie Industriel, Mme Nadeau et M. Panet-Raymond sont respectivement candidats au doctorat et à la maîtrise en ergonomie, Mme Étienne et Mme Laurent sont étudiantes au baccalauréat en ingénierie.

Décembre 1996

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	4
I. DÉFINITION DU PROBLÈME	4
II. ANALYSE ET SYNTHÈSE PRÉLIMINAIRES	4
III. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE	5
3.1 ANALYSE DES STATISTIQUES D'ACCIDENTS	5
3.2 ANALYSE PAR ENTREVUE	5
3.3 ANALYSE SELON L'INGÉNIERIE ET L'ERGONOMIE CLASSIQUES	10
IV. SYNTHÈSE DES FACTEURS DE RISQUES PROPOSÉS	15
V. LIENS AVEC CERTAINES MÉTHODES CONNUES DE PRÉVENTION DES MAUX DE DOS	17
5.1 LES TABLES DE SNOOK	18
5.1 L'INDEX JSI	19
5.1 LA NORME FRANÇAISE	19
5.1 L'ÉQUATION DE N.I.O.S.H. (VERSION RÉVISÉE)	20
CONCLUSION	22
RECOMMANDATIONS	22
BIBLIOGRAPHIE	23
ANNEXE 1: Analyse des statistiques d'accidents 1995-1996	24
ANNEXE 2: Description des facteurs de risques proposés par les travailleurs	27
ANNEXE 3: Description des facteurs de risques proposés par les contremaîtres	37
ANNEXE 4: Description des facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.2.1: Points à améliorer postes d'alimentation manuelle - secteur A	11
Tableau 3.2.2: Points à améliorer postes d'empilage manuel - secteur A	12
Tableau 5.1: Liens avec certaines méthodes connues de prévention des maux de dos	16

INTRODUCTION

En 1993, 39733 cas de maux de dos ont été indemnisés au Québec, totalisant 427 millions de dollars pour la province (Allaire et Veilleux 1994). Ces chiffres n'englobent que les frais médicaux, les frais d'intervention et les frais d'indemnisation pour incapacité permanente ou temporaire. Dans le cas où il y a traumatismes sévères, il faut ajouter à ces conséquences, des souffrances physiques, un choc émotif, des difficultés financières non négligeables pour le travailleur et sa famille, la nécessité, parfois, d'envisager un changement de carrière, une hausse possible des cotisations à la C.S.S.T. pour l'employeur, ainsi qu'une baisse certaine de la productivité, une hausse de l'absentéisme, un coût relié à l'engagement et à la formation de la main-d'oeuvre de remplacement ainsi que l'entraînement de l'accidenté dans d'autres tâches, un coût d'analyse de l'accident de travail lui-même, ainsi que de la possibilité d'assignation temporaire et une chute du moral des employés pour l'entreprise (Steele 1992, Frymoyer 1991, Spitzer 1986, Bourdouxhe 1992). Heureusement seule la minorité des cas engendre ces coûts sociaux et psychologiques importants.

Néanmoins, l'impact de maux de dos est tel qu'il n'est pas surprenant de voir les employeurs et les travailleurs mettre ensemble l'épaule à la roue dans l'espoir d'améliorer une situation ambiguë, pénible et qui perdure.

I. DÉFINITION DU PROBLÈME

Le présent projet découle

- d'une demande de la direction de l'entreprise i., plus précisément du Département de Santé et sécurité au travail, et ce, suite à des accidents et des plaintes des travailleurs;
- d'une demande de validation, par observations et analyses, d'un outil d'identification des facteurs de risques développé pour le compte de l'Institut de Recherche sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRSST) du Québec et la Commission sur la Santé et la Sécurité au Travail (CSST) du Québec, par un groupe de recherche dirigé par les professeurs Robert Gilbert et Daniel Leblanc, du Département de Mathématique et de Génie Industriel de l'École Polytechnique de Montréal.

Les objectifs visés sont les suivants:

- identifier les facteurs de risques de maux de dos du secteur A;
- formuler des recommandations pour réduire ces risques.

II. ANALYSE ET SYNTHÈSE PRÉLIMINAIRES

Dix-sept postes ont été analysés:

- 9 postes d'alimentation (machines 60.61.64.69.70.72.80.85.86);
- 8 postes d'empilage manuel (machines 61.69.70.72.80.81.85.86).

Une approche d'intervention externe seule se prêtait mal dans ce cas-ci pour bien comprendre les diverses composantes du travail et favoriser une priorisation conjointe employé-employeur des risques, une approche plus participative a été préconisée, en particulier pour que chaque partie contribue à la mise en évidence à la source des problèmes de dos. Ainsi, l'analyse du travail s'est faite en deux phases:

- une analyse statistique des accidents de travail ainsi qu'une analyse par entrevues semi-dirigées de 14 travailleurs et 2 superviseurs réalisée par Nicolas Panet-Raymond (durée: 45min/travailleur et 45min/superviseur);
- une analyse des paramètres et de l'activité de travail selon des méthodes et outils usuels en analyse ergonomique et en génie industriel réalisées par Marie-Hélène Laurent et Oldine Étienne.

Les analyses par entrevue visaient à obtenir l'opinion des employés et leurs superviseurs immédiats sur les risques présents dans leur travail et identifier des risques pouvant échapper aux méthodes et outils usuels en analyse ergonomique et en génie industriel. L'analyse des paramètres et celle de l'activité de travail visaient l'identification des points à améliorer dans le travail.

Le présent projet ne comprend pas :

- l'analyse (estimation, évaluation) ni la priorisation des risques;
- l'étude d'impact de chaque proposition d'intervention (vous trouverez une partie de cette étude d'impact dans le Projet de fin d'études de Marie-Helena Laurent et Oldine Etienne);
- le choix, l'évaluation, la validation et les recommandations pour l'implantation et le suivi des interventions.

III. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE

3.1 ANALYSE DES STATISTIQUES D'ACCIDENTS

Avant d'entreprendre la cueillette de données, une analyse des statistiques d'accidents (1995-1996) a permis de révéler les faits suivants:

- les maux de dos ne représentent que 9% du total des accidents, soit 21 accidents au dos, dans le secteur A en 95-96, chez l'entreprise 1:(voir annexe 1)
- les symptômes rapportés sont principalement des douleurs aux dos; (voir annexe 1)
- selon les registres d'accidents de 1995 et 1996, les accidents sont dus principalement à:
 - des pertes d'équilibre à cause de présence d'objet au sol ou lors de l'échappement d'un contenant alors que le travailleur était sur un escabeau;
 - des mouvements brusques et importants en vidant le chariot à rebuts, en alimentant une machine (colle, encre), en découplant deux palettes ou une palette brisée ou en manipulant des palettes, en empilant des cartons ou en alimentant en carton les machines, en tournant un rouleau de papier sur l'essieu, en ayant ramassé des rebuts sous la machine, en déplaçant une courroie d'empileuse, en s'étirant pour sortir de la machine;
 - d'autres imprévus comme frapper un objet avec le chariot élévateur, échapper un contenant de rebuts, se frapper sur un objet, essayer de manipuler du carton coincé dans le convoyeur.

Il aurait été intéressant à ce point-ci de faire une enquête sur les événements historiques conduisant à des maux de dos. Par scénarisation, plusieurs risques auraient pu être mis en évidence ainsi que l'éventail de gravité des accidents possibles. Ce type d'analyse ne faisait pas partie de notre mandat, il aurait, par contre pu ajouter à la finesse de l'analyse globale. Les analyses et la méthodologie proposées dans ce projet demeurent toutefois la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention.

3.2 ANALYSES PAR ENTREVUES

Afin de recueillir la perception des travailleurs sur les facteurs de risques de maux de dos et les variables concernées dans leur travail dans le secteur A, une entrevue semi-dirigée a été tenue avec 14 travailleurs choisis par l'entreprise 1. Notons de façon toute particulière que ce type de cueillette de données permet d'attirer l'attention sur la possibilité d'événements plus ou moins aléatoires qui auraient pu autrement échapper à l'analyste dû à une fenêtre de temps d'observation relativement courte et sur des pratiques organisationnelles (administrative, de gestion des cas d'indemnisation, etc.) insoupçonnées, mais dont l'impact peut mettre en péril tout programme de prévention n'en n'ayant pas tenu compte (Parker 1995). L'entrevue de 45min a porté sur:

- l'individu (âge, taille, sexe, poids, condition physique, etc.);
- l'expérience et la formation au travail;
- les contraintes de temps au travail (quart, rotations de postes, cadence, pauses, heures supplémentaire, etc.)
- les moyens de protection individuelle;

- les accidents survenant dans l'entreprise (les plus fréquents, les plus probables, les plus graves, etc.);
- l'historique de l'employé au niveau des accidents de travail;
- les blessures au dos (circonstances de l'accident, type de blessure, causes des blessures, etc.);
- les incidents au travail (circonstances, causes, etc.);
- l'évolution de l'état de la condition physique et les activités "hors-travail";
- la perception de l'entreprise (charge de travail, climat de travail, rémunération, conditions de travail, supérieurs, comité SST, etc.).

Les facteurs de risques proposés par les employés sont les suivants:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs est disponible à l'annexe 2

Facteurs de risques proposés par les travailleurs pour les accidents en général

Directement reliés à la tâche

- T1. Cadence de production
- T2. Mouvement d'inclinaison latérale répétitive lors de l'alimentation des machines
- T3. Séparation manuelle des lots de carton
- T4. Manipulation de palettes vides, du site d'entreposage au convoyeur.
- T5. Instabilité des appuis lors de la manipulation de palettes pleines sur les convoyeurs
- T6. Rotation du tronc lors de l'empilement
- T7. Empilement trop élevé des commandes
- T8. Nécessité de marcher sur les convoyeurs

Indirectement reliés à la tâche

- T28. Nécessité de déplacer des palettes mal entreposées
- T29. Augmentation de la négligence avec l'expérience

Directement reliés à l'équipement

- T9. Mauvaise condition des palettes de bois
- T10. Variation de la qualité du carton
- T11. Disparité entre les postes de travail
- T12. Inégalité des hauteurs des convoyeurs
- T13. Mauvais entretien de l'équipement
- T14. Colonnes de protection dangereuses
- T15. Dangers de manipulation sur certains tapis roulants

Indirectement reliés à l'équipement

- T30. Disparité au niveau des normes et des composantes de sécurité

Directement reliés aux machines à imprimer

- T16. Aucun mécanisme d'arrêt d'urgence sur les rouleaux à imprimer, lors de l'entretien
- T17. Aucune procédure sécuritaire de fermeture de la machinerie

Directement reliés à l'environnement de travail

- T18. Mauvaise qualité de l'air
- T19. Température ambiante élevée, surtout l'été
- T20. Mauvais éclairage dans certaines sections de l'usine
- T21. Encombrement de l'entrepôt
- T22. Proximité entre les postes de travail

Indirectement reliés à l'environnement de travail

- T31. Accumulation d'eau sur le plancher lors du nettoyage des machines

Directement reliés à la gestion

- T23. Rotation courtoise des quarts de travail
- T24. Mauvaise formation des employés
 - Au niveau de la tâche
 - Au niveau des normes de sécurité
- T25. Aucune norme de conduite des chariots élévateurs
- T26. Manque de planification
- T27. Approche de l'entreprise face aux accidents de travail

Indirectement reliés à la gestion

- T32. Aucune mentalité de SST au niveau des employés
- T33. Mentalité de l'entreprise face aux accidents de travail
- T34. Problèmes au niveau des relations de travail entre les employés et les cadres
- T35. Aucun ajustement de la charge de travail en fonction de l'âge des employés

La perception des contremaitres, sur les facteurs de risques de maux de dos et les variables concernées dans le travail de leurs employés, a aussi été recueillie, auprès de 2 contremaitres, par entrevue semi-dirigée. L'entrevue de 45 min a porté sur:

- l'individu (âge, taille, sexe, condition physique, etc.);
- l'expérience et la formation au travail;
- les contraintes de temps au travail (quart, rotations de postes, etc.);
- les accidents survenant dans l'entreprise (les plus fréquents, les plus probables, les plus graves, etc.);
- la perception de l'entreprise (charge de travail, climat de travail, rémunération, conditions de travail, employés, comité SST, etc.);
- les employés:
 - la condition physique;
 - la formation;
 - les contraintes de temps au travail (rotations de poste, cadence, pauses, heures supplémentaires, etc.);
 - les moyens de protection individuelle;
 - les incidents au travail (circonstances, causes, etc.);
 - l'historique des accidents de travail;
 - les blessures au dos (circonstances de l'accident, type de blessure, causes des blessures, etc.);
 - les incidents au travail (circonstances, causes, etc.).

Les facteurs de risques proposés par les contremaitres sont les suivants:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs à l'annexe 3

Facteurs de risques proposés par les contremaîtres pour les accidents en général

Directement reliés à la tâche
 S1. Cadence de production
 S2. Manipulation de palettes vides
 S3. Empliage manuel des piles de carton

Directement reliés à l'équipement
 S4. Mauvais entretien de l'équipement

Directement reliés à l'environnement de travail
 S5. Encombrement spatial

Directement reliés à la rotation
 S6. Temps supplémentaire engendrant de la fatigue chez certains employés
 S7. Rotation continue des quarts de travail

Directement reliés à l'individu
 S8. Fatigue accumulée
 S9. Mauvaise condition physique
 S10. Stratégies de travail inadéquates
 S11. Négligence des employés

Indirectement reliés à la rotation
 S12. Employés n'utilisant pas toujours les moyens de protection
 S13. Problèmes au niveau des relations de travail
 S14. Comité SST n'impliquant pas suffisamment les employés

3.3 ANALYSE SELON L'INGENIERIE ET L'ERGONOMIE CLASSIQUE

Dans la poursuite de l'identification des points à améliorer dans le travail une grille développée en 1993, lors du projet ASMÉMA (Assistance Mécanique à la Manutention), a été utilisée. Cette grille permet une description complète et exhaustive d'un poste de manutention manuel et sert d'outil de récolte de données pour le logiciel ASMÉMA développé pour le compte de l'Institut de Recherche sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRSST) du Québec (Normandin et al 1993). De plus une analyse surface quantité, poids/quantité et produit/quantité ont été faites pour quelques machines afin d'identifier le poids et les dimensions des produits manipulés.

Toutes les données recueillies sont disponibles en annexe. Les points à améliorer suivants, d'importance plus ou moins grande, ont pu être proposés:

Tableau 3.2.1: Points à améliorer postes d'alimentation manuelle - secteur A

	MACII 060	MACII 061	MACII 064	MACII 069	MACII 070	MACII 072	MACII 080	MACII 085	MACII 086
AMÉNAGEMENT									
hauteur convoyeur d'amenée	11.5"	11.5"	table de levage	11.5"	11.5"	11.5"	7.5"	table de levage	table de levage
hauteur piles de carton amenée	65"	65"	65"	65"	65"	65"	65"	65"	65"
espace de dégagement pour travailleur	insuffisant		insuffisant			insuffisant			insuffisant
hauteur plateforme de travail	5.75"							22"	23.5"
encombrement spatial	voie 1		voies 1 et 2	voies 1 et 2		voie 3	voie 1		
tapis de caoutchouc nuisible				nuisible		nuisible		nuisible	
zone de mise-en-marche vs entreposage des produits	distance matrices-peinture pourrait être réduite	distance peinture pourrait être réduite	distance matrices-peinture pourrait être réduite				distance peinture pourrait être réduite		monter des marches avec une charge est à risque
TRANSPORT DES CHARGES									
poids des lots de carton	24-50lbs	24-50lbs	24-50lbs	24-50lbs	24-50lbs	24-50lbs	24-50lbs	24-50lbs	24-50lbs
poids des "dies" ou des contenants de colle	44-88lbs	44-88lbs	44-88lbs	35-44lbs	35-44lbs	35-44lbs	44-88lbs	44-88lbs	44-88lbs
dimensions des "dies"	moy: 29" x 11.7" dia x 5.85" épaisseur max: 105" x 17" dia x 8.5" épaisseur						moy: 29" x 11.7" dia x 5.85" épaisseur max: 105" x 17" dia x 8.5" épaisseur		
poids des palettes (80-90lbs)		important				important	important		important
ENVIRONNEMENT									
éclairage	insuffisant		insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant
GESTION									
programme d'entretien préventif	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant
TÂCHES									
pousser sur des piles de carton (1 à 2, 400-600lbs chaque)		mauvaise pratique	mauvaise pratique	mauvaise pratique	mauvaise pratique	mauvaise pratique	mauvaise pratique	mauvaise pratique	mauvaise pratique
déplacer les convoyeurs en amont de la machine				mauvaise pratique					

NOTE: "dies" signifie matrices

Tableau 3.2.2: Points à améliorer postes d'empilage manuel - secteur A

	MACH 061	MACH 069	MACH 070	MACH 072	MACH 080	MACH 081	MACH 085	MACH 086
AMÉNAGEMENT								
hauteur convoyeur d'amenée	31"	28.75"	32"	29.5"	30.5"	35"	33.5"	33"
hauteur convoyeur d'empilage	11.5"	11.5"	11.5"	11.5"	11.5"	11.5"	11.5"	11.5"
hauteur piles de carton amenée	65"	65"	65"	65"	65"	65"	65"	65"
espace de dégagement pour travailleur	insuffisant		insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant		insuffisant
encombrement spatial			voie 1	voie 1	voie 2			voie 2
tapis de caoutchouc nuisible	nuisible	nuisible	nuisible	nuisible	planche de bois - tapis			
TRANSPORT DES CHARGES								
poids des lots de carton	20-25lbs	20-25lbs	20-25lbs	20-25lbs	20-25lbs	20-25lbs	20-25lbs	20-25lbs
poids des palettes (80-90lbs)	important	important	important	important	important	important	important	important
ENVIRONNEMENT								
éclairage	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant
GESTION								
programme d'entretien préventif	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant	insuffisant
TÂCHES								
pousser sur des piles de carton, (480-600lbs chaque)	mauvaise pratique			mauvaise pratique	mauvaise pratique		mauvaise pratique	mauvaise pratique

NOTE: "dies" signifie matrices

D'après les tableaux précédents, un certain nombre de facteurs de risques ont pu être proposés par les analystes:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs à l'annexe 4

Facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes**Directement reliés à la tâche**

- A1. Hauteur des piles de carton peut favoriser l'instabilité posturale compte tenu de la hauteur des convoyeurs, le poids des cartons manipulés et l'encombrement spatial
- A2. Plusieurs activités sans valeur ajoutée (exemple: déplacements inutiles) sont faites
- A3. Manutention de palettes de bois lourdes, encombrantes et parfois brisées
- A4. Manipulation (pousser) sur les convoyeurs manuels de piles de carton
- A5. Déplacement du convoyeur en amont de la machine 069
- A6. Manutention de matrices et de contenants de colle

Directement reliés à l'équipement

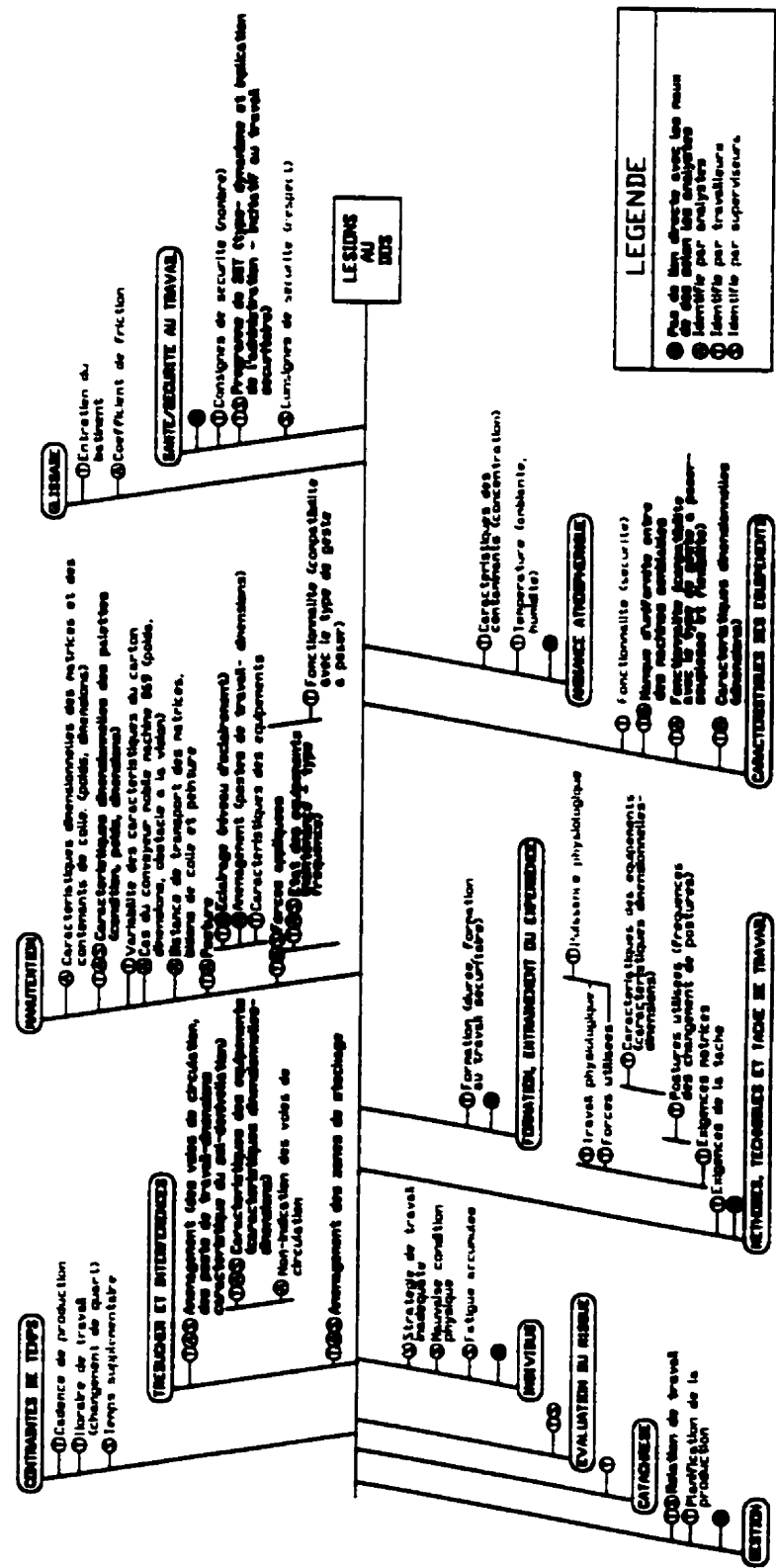
- A7. Hauteur du convoyeur d'amenée à l'alimentation non optimale par rapport au confort
- A8. Hauteur du convoyeur d'empilage non optimale par rapport au confort
- A9. Hauteur des plateformes nécessite des garde-corps et des marches
- A10. Plateformes ne couvrant pas tout le poste de travail
- A11. Tapis de caoutchouc ne couvrant pas tout le poste de travail
- A12. Coefficient de friction de certains tapis inadéquat
- A13. Disparité entre les postes de travail

Directement reliés à l'environnement de travail

- A14. Encombrement spatial (postes de travail et voies de circulation (travailleurs, produits et véhicules))
- A15. Absence d'indication des voies piétons et véhicules
- A16. Localisation éloignée et souvent non-stratégique des entrepôts de matrices, peinture et colle
- A17. Éclairage insuffisant compte tenu des tâches à accomplir

Directement reliés à la gestion

- A18. Programme d'entretien préventif peu efficace



IV. SYNTHÈSE DES FACTEURS DE RISQUES PROPOSÉS

La figure suivante est une synthèse des facteurs de risques:

- de maux de dos proposés par les analystes;
- d'accidents de travail perçus par les contremaîtres et les travailleurs.

Chaque facteur de risque peut comporter plusieurs conséquences et a une probabilité plus ou moins grande d'occurrence.

V. LIENS AVEC CERTAINES METHODES CONNUES DE PREVENTION DES MAUX DE DOS

Une validation d'un outil d'identification des facteurs de risques des maux de dos ne serait pas complète sans établissement de liens avec les méthodes les plus connues de prévention des maux de dos. Nous reprendrons donc la liste des facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes à l'aide de la grille d'identification et effectuerons une comparaison avec les facteurs de risques pris en compte dans les modèles de Snook, Ayoub et Liles (index JSI), la norme française et N.L.O.S.H. (version révisée).

Tableau 5.1: Liens avec certaines méthodes connues de prévention des maux de dos

Facteurs de risques pris en compte dans le modèle de:		Facteurs de risques pris en compte dans le modèle de:	
SNOOK	JSI	FRANCAISE	NIOSH
<p>A1. Hauteur des piles de carton pour favoriser l'équilibre posturale compte tenu de la hauteur des convoyeurs. Le poids des cartons manipulés et manutentionnés par les opérateurs (exemple: déplacements verticaux) sont faibles (moins de 10kg).</p> <p>A2. Fluxeurs activés sans valeur ajoutée (exemple: déplacements verticaux) sont faibles (moins de 10kg).</p> <p>A3. Manipulation (pousser) sur les convoyeurs manuels de piles de carton.</p> <p>A4. Manipulation (pousser) sur les convoyeurs manuels de piles de carton.</p> <p>A5. Déplacement du convoyeur en amont de la machine (66).</p> <p>A6. Manipulation de manivres et de leviers.</p>	<p>SI LA PALETTE EST SOULEVEE</p> <p>SI LA PALETTE EST TIRÉE OU POUSSÉE AU SOL</p> <p>SI LA PALETTE EST SOULEVÉE</p> <p>SI LA PALETTE EST TIRÉE OU POUSSÉE AU SOL</p>	<p>SEULEMENT LEVAGE</p>	<p>position de la charge par rapport au corps (distance horizontale et angle); distance verticale parcourue position verticale des manivres qualité du contact avec la charge;</p> <p>position de la charge par rapport au corps (distance horizontale et angle); distance verticale parcourue position verticale des manivres qualité du contact avec la charge;</p> <p>position de la charge par rapport au corps (distance horizontale et angle); distance verticale parcourue position verticale des manivres qualité du contact avec la charge;</p> <p>position de la charge par rapport au corps (distance horizontale et angle); distance verticale parcourue position verticale des manivres qualité du contact avec la charge;</p>

Tableau 5.1 (suite): Liens avec certaines méthodes connues de prévention des maux de dos

Facteurs de risques pris en compte dans le modèle de:				
SNOOK	JSI	Norme française	NIOSH	
Facteurs reliés à l'équipement				
A7. Hauteur du convoyeur d'attente à l'alimentation non optimale par rapport au confort				
A8. Hauteur du convoyeur d'empilage non optimale par rapport au confort				
A9. Hauteur des plateformes nécessite des garde-corps et des marches				
A10. Plateformes ne couvrant pas tout le poste de travail				
A11. Tapis de caoutchouc ne couvrant pas tout le poste de travail				
A12. Coefficient de friction de certains tapis inadéquat				
A13. Disparité entre les postes de travail				
Facteurs reliés à l'environnement de travail				
A14. Encombrement spatial (postes de travail et voies de circulation (travailleurs, produits et véhicules))				
A15. Absence d'indication des voies piétons et véhicules				
A16. Localisation éloignée et souvent non-stratégique des entrepôts de matrices, peinture et colle				
A17. Éclairage insuffisant compte tenu des tâches à accomplir				
Facteurs reliés à la gestion				
A18. Aucun programme d'entretien préventif en force				

5.1 LES TABLES DE SNOOK

Les tables de Snook permettent l'établissement d'un pourcentage de la population pouvant effectuer une tâche de manutention donnée. Comme tous les modèles, elles ont des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 1:

- le transport des charges doit se faire à deux mains, bras droits ou bras fléchis à 90 degrés au niveau du coude;
- les objets manipulés doivent avoir une poignée au milieu de la largeur de la charge.

Ces tables ne considèrent que des facteurs de risques reliés directement à la tâche, ainsi tout ce qui est relié à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche, les tables de Snook n'en considèrent que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

- dans le cas de la hauteur des piles de carton favorisant l'instabilité posturale (A1), les tables de Snook ne sont pas construites pour tenir compte de l'encombrement spatial ou de la différence de mode opératoire entre les opérateurs;
- dans le cas de la manutention de palettes (A3), les tables de Snook ne tiennent pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante, ni de l'état de la surface de la charge, qui peut dans ce cas-ci être passablement détériorée et occasionner un changement de mode opératoire;
- dans le cas de la manipulation sur les convoyeurs manuels de piles de carton (A4), les tables de Snook ne tiennent pas compte de la posture particulière devant être adoptée à cause du convoyeur et de l'encombrement spatial;
- dans le cas du déplacement du convoyeur en amont de la machine 069(A5), les tables de Snook ne tiennent pas compte du risque que comporte une charge pouvant faire obstacle à la vision ni du risque inhérent à une activité sans valeur ajoutée (A2);
- dans le cas de la manutention de matrices et de contenants de colle (A6) , les tables de Snook ne tiennent pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante.

5.2 L'INDEX JSI

L'index JSI mesure le niveau de stress physique associé aux tâches de levage. Il s'agit d'un ratio entre les exigences de la tâche et les capacités de l'individu pour des conditions données. L'évaluation de la capacité du travailleur peut être déterminée par un modèle psychophysique, physiologique ou biomécanique. L'évaluation du travail demandé découle d'une analyse de la tâche. Comme tous les modèles, l'index JSI comporte des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 1 :

- la tâche doit être limitée à un soulèvement-dépose;
- l'activité doit se dérouler dans le plan sagittal seulement ou près de ce plan à la limite.

Ce modèle ne considère que des facteurs de risques reliés directement à la tâche de levage, ainsi tout ce qui est relié à une tâche autre que de levage, à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche de levage, l'index JSI n'en considère que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

- dans le cas de la hauteur des piles de carton favorisant l'instabilité posturale (A1), l'index JSI ne tient pas compte de l'encombrement spatial ou de la différence de mode opératoire entre les opérateurs;
- dans le cas de la manutention de palettes (A3), l'index JSI ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante, ni de l'état de la surface de la charge, qui peut dans ce cas-ci être passablement détériorée et occasionner un changement de mode opératoire;
- dans le cas de la manutention de matrices et de contenants de colle (A6) , l'index JSI ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante.

5.3 LA NORME FRANÇAISE

La norme française vise essentiellement à définir une masse pouvant être transportée par unité de temps. Elle comporte des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 1 :

- l'homme doit être âgé entre 18 et 45 ans et n'être soumis à aucune limitation médicale à la manutention de charges;
- la charge doit être rigide;
- la distance à parcourir doit être d'au moins 10m;
- l'aménagement doit être favorable (aucune contrainte i.e., sol plat, non-glissant et sans obstacles).

Cette norme ne considère que des facteurs de risques reliés directement à la tâche de manutention de charges incluant un transport, ainsi tout ce qui est relié à un simple levage, à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche de manutention

de charges incluant un transport, la norme n'en considère que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

- dans le cas de la manutention de palettes (A3), la norme ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante, ni de l'état de la surface de la charge, qui peut dans ce cas-ci être passablement détériorée et occasionner un changement de mode opératoire;
- dans le cas de la manutention de matrices et de contenants de colle (A6), la norme ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante.

5.4 L'ÉQUATION DE N.I.O.S.H. (VERSION RÉVISÉE)

N.I.O.S.H. a conçu un modèle mathématique, prenant la forme d'un poids que l'on ajuste par la suite par différents facteurs, pour tenir compte de la tâche de manutention. Ce modèle comporte des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 1:

- le levage doit être fait en douceur avec les deux mains au même niveau, directement devant le corps;
- le poids de la charge doit être distribué uniformément entre les deux mains;
- la posture doit être non-restreinte;
- il doit exister sur les lieux de travail un bon environnement mécanique (un coefficient de frottement élevé, un mode de préhension ferme et solide).

Ce modèle ne considère que des facteurs de risques reliés directement à la tâche de manutention de charges, ainsi tout ce qui est relié à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche de manutention de charges incluant un transport, la norme n'en considère que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

- dans le cas de la hauteur des piles de carton favorisant l'instabilité posturale (A1), le modèle de N.I.O.S.H. ne tient pas compte de l'encombrement spatial ou de la différence de mode opératoire entre les opérateurs;
- dans le cas de la manutention de palettes (A3), le modèle de N.I.O.S.H. ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante, ni de l'état de la surface de la charge, qui peut dans ce cas-ci être passablement détériorée et occasionner un changement de mode opératoire;
- dans le cas du déplacement du convoyeur en amont de la machine 069(A5), le modèle de N.I.O.S.H. ne tient pas compte du risque que comporte une charge pouvant faire obstacle à la vision ni du risque (dû par exemple à des imprévus) inhérent à une activité sans valeur ajoutée (A2), sans compter qu'une tâche tel pousser ou transporter sont considérées des activités de consommation énergétique négligeables;
- dans le cas de la manutention de matrices et de contenants de colle (A6), le modèle de N.I.O.S.H. ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante.

Enfin la plupart des méthodes connues de prévention des maux de dos ne s'appliquent qu'à certaines postures et ne considèrent que la cause immédiate des maux de dos (la charge manipulée) laissant de côté tout les autres facteurs (ceux reliés à l'équipement, à la gestion, à l'environnement, aux imprévus, etc.). Certains ergonomes préconiseront quand même l'utilisation de ces méthodes en alléguant qu'elles modélisent une sous-tâche simple du travail, qui lorsque trouvée à risque, assure que le travail est inadéquat, les autres facteurs de risques étant perçus comme des facteurs aggravants. Ce rationnel pourrait tenir dans le cas où un employé effectue sa tâche un peu comme le ferait un robot. Or en dynamique, les travailleurs choisissent plutôt un mode opératoire minimisant l'effort exercé et l'énergie dépensée, "mais aussi permettant un certain contrôle de la charge et de l'équilibre".etc. (Lortie et al. 1996). Ainsi, il est plus probable que les travailleurs:

- prennent la charge, au niveau du centre de gravité, mais qu'ils l'orientent de façon à la rapprocher le plus possible du corps;
- se positionnent à l'intérieur de leur poste de travail de façon à minimiser la distance de transport de la charge et les rotations du tronc;

- ne déposent pas la charge au point d'arrivée comme on le ferait pour un vase en cristal, mais qu'ils la lâchent au moment où sa vitesse et son orientation sont telles que la charge s'arrêtera à l'endroit voulu.

Les tables de Snook, l'index JSI, la norme française ou l'équation de N.I.O.S.H. ne peuvent tenir compte de ceci et ne permettent donc pas, dans le cas de l'entreprise I, de poser un jugement sur le risque de maux de dos que comporte une sous-tâche simple du travail ni d'inférer que le travail est inadéquat.

CONCLUSION

Après une définition du problème soumis, une analyse et une synthèse préliminaires nécessaires à l'élaboration des plans et stratégies d'analyse des facteurs de risques, trois analystes externes ont procédé à une cueillette d'information en deux volets: une analyse participative où des entrevues avec des travailleurs et des superviseurs ont été ménagées et une analyse selon l'ingénierie et l'ergonomie classique, où l'apport des travailleurs et de l'employeur a été sollicité à plusieurs niveaux. Enfin, une synthèse des facteurs de risques proposés par les divers intervenants a été obtenue par un traitement scientifique des données recueillies, en utilisant un modèle de facteurs de risques, construit à partir d'arbres de défaillances. Ainsi, nous avons rempli notre mandat, soit d'identifier les facteurs de risques de maux de dos du secteur A chez l'entreprise 1, tout en validant un outil développé pour le compte de l'I.R.S.S.T..

La démarche de prévention adoptée, sollicitant la participation des différents intervenants du milieu, a, en plus de fournir la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention, permis de mettre en place les bases de discussion sur la priorisation des facteurs de risques de maux de dos en vue de leur prévention dans une démarche de partenariat. Il est important de prioriser les facteurs de risques avant d'adopter quelque mesure de prévention que ce soit sinon celle-ci risque d'être inefficace en ayant affecté des ressources sur des aspects moins prioritaires.

RECOMMANDATIONS

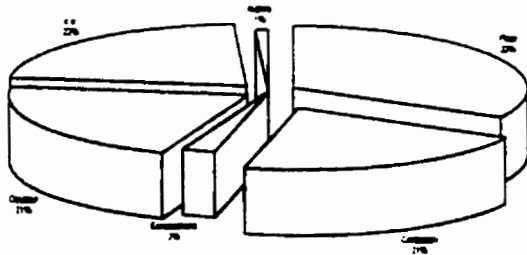
1. Planifier l'intervention sur les points où il y a accord et poursuivre les discussions pour valider et "prioriser" les autres facteurs de risques et points à améliorer;
2. Estimer et évaluer les facteurs de risques et points à améliorer (une banque de références développée pour le compte de l'IRSST serait utile ici);
3. Proposer des solutions pour minimiser les facteurs de risques et corriger les points à améliorer et faire les études d'impacts qui s'imposent;
4. Choisir, évaluer, valider, implanter et suivre les interventions préconisées.

BIBLIOGRAPHIE

- Allaire. M. et Veilleux. F. (1994). Statistiques sur les affections vertébrales 1990-1993. CSST. Service de la statistique, Canada.
- Bourdouxhe. M. et al. (1992). Étude des risques d'accident dans la collecte des ordures ménagères. IRSST. Rapport R-061, Canada.
- Frymoyer. J.W. et al. (1991). The Adult Spine. Principles and Practice. Raven Press. USA.
- Lortie. M. et al. (1996) Analyse des accidents associés au travail des manutentionnaires sur les quais dans le secteur transport. Le travail humain, 59(2), 187-203.
- Normandin. M. et al. (1992). Assistance mécanique à la manutention manuelle (LOGICIEL ASMÉMA) Rapport technique CDDB1433. École Polytechnique de Montreal. Canada.
- Parker. K.G. (1995). Why Ergonomics is Good Economics. Industrial Engineering (fév.), 41-46.
- Règlement sur les établissements industriels et commerciaux (1986). Editeur officiel du Québec. Canada.
- Règlement sur la qualité du milieu de travail (1986). Editeur officiel du Québec. Canada.
- Spitzer. W.O. et al. (1986). Rapport du groupe de travail québécois sur les aspects cliniques des affections vertébrales chez les travailleurs, IRSST, Canada.
- Steele. P.C. (1992). Manual Handling Legislation and Its Impact on the Role of Engineers and Designers. Mechanical Engineering Transactions, 17(2), 131-137.

ANNEXE I
Analyse des statistiques d'accidents 1995-1996

Répartition des blizzards



Répartition des nombres blizzards

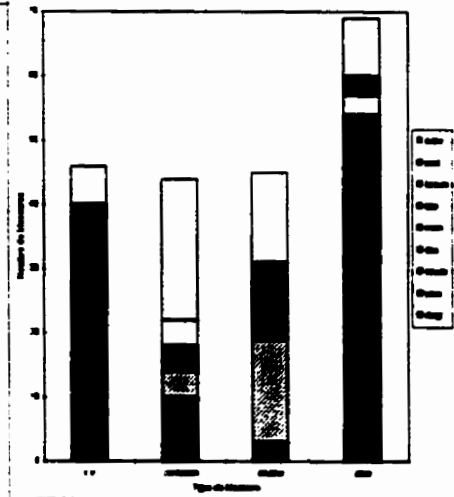
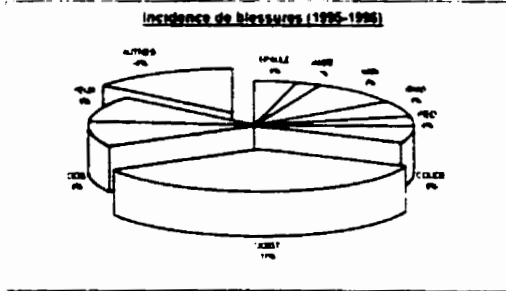


Fig. 2



ANNEXE 2
Description des facteurs de risques identifiés par les travailleurs

Directement reliés à la tâche

T1.Cadence de production

La cadence de production relativement élevée affecte les conditions de travail de certains employés .

T2.Mouvement d'inclinaison latérale répétitive lors de l'alimentation des machines

La tâche d'alimentation consiste entre autres, à contrôler manuellement chaque lot de carton, à l'aide d'un ruban à mesurer. L'employé doit effectuer un mouvement d'inclinaison latérale pour prendre les mesures sur le côté du lot de feuilles de carton. Cette action doit être répétée à chaque lot de carton empilé pour alimenter la machine.

T3.Séparation manuelle des lots de carton

Les lots de boîtes de carton sont reliés soit en groupe de 2 ou de 3 par des perforations. L'empileur doit séparer ces lots soit manuellement, soit à l'aide d'un marteau, avant de les empiler. L'action de séparer les lots manuellement nécessite une génération musculaire des épaules importante lorsque le carton est encore humide. Le mouvement de rotation des épaules dans le plan transverse, peut constituer un facteur de risque en termes d'usure articulaire. Cette action de séparation doit se faire sur trois machines dont deux sont dorénavant munies de séparateurs automatiques.

T4.Manipulation de palettes vides, du site d'entreposage au convoyeur

L'action de déplacer les palettes de leur site d'entreposage au convoyeur peut provoquer une certaine fatigue surtout lorsque l'empilement des palettes est trop élevé.

T5.Manipulation de palettes pleines

L'empileur doit monter sur le convoyeur pour déplacer sa palette lorsqu'elle est pleine. Il y a risque de chute à cause de l'instabilité des points d'appui.

T6.Rotation du tronc lors de l'empilement

L'empileur doit effectuer constamment un mouvement de rotation du tronc lors de l'empilement: qu'il soit manuel ou automatique.

T7. Empilement trop élevé des commandes

Certaines commandes nécessitent un empilement trop élevé pour certains employés. Ils affirment que la dernière rangée est difficile à atteindre.

T8.Nécessité de marcher sur les convoyeurs

L'action de marcher sur les convoyeurs se fait constamment pour aller chercher des outils ou du matériel.

Directement reliés à l'équipement

T9. Mauvaise condition des palettes de bois

Certaines palettes en bois de piètre condition donnent des échardes aux travailleurs ou ont des clous qui ressortent et restent coincées entre elles.

T10. Variation de la qualité du carton

La variation de la qualité du carton affecte ce dernier en termes de poids et de texture et influence par conséquent la stratégie de manipulation de l'employé.

T11. Disparité entre les postes de travail

Manque d'uniformité au niveau de la conception des postes de travail. Par exemple, pour deux postes identiques, un pourrait avoir une marche et l'autre pas.

T12. Inégalité des hauteurs des convoyeurs

Certains convoyeurs ne sont pas de la même hauteur que le train de transfert. Les *'transformans'* et les empileurs doivent, à l'occasion, soulever des palettes pleines, pour les embarquer sur les convoyeurs.

T13. Mauvais entretien de l'équipement

Les rondes d'inspection des équipements ne se font pas régulièrement. Il arrive que les cartes de vérification des machines soient *'punchées'* sans qu'il n'y ait réellement eu d'inspection. Les inspections se font au mois ou aux deux mois, quand elles devraient se faire à chaque semaine.

T14. Colonnes de protection dangereuses

Certaines colonnes de protection du train ne mesurent que deux pieds de hauteur et constituent elles-mêmes un facteur de risque de blessure. Les employés qui se déplacent avec des rebuts de carton, ne voient pas les colonnes et trébuchent régulièrement dessus.

T15. Dangers de manipulation sur certains tapis roulants

L'empileur sur la machine *'Slitter 004'* doit prendre ses lots de carton qui reposent directement sur un tapis continuellement en roulement. L'employé peut aisément se coincer les doigts sous ce tapis, lors de la prise du carton. Aucune protection latérale n'a été installée pour éviter ce type d'accident. Les employés ont donc développé une certaine stratégie de manipulation consistant à laisser un certain nombre de feuilles de carton reposant sur le tapis pour éviter de s'en approcher.

Directement reliés aux machines à imprimer

T16. Aucun mécanisme d'arrêt d'urgence sur les rouleaux à imprimer, lors de l'entretien

Il n'y a aucun mécanisme d'arrêt d'urgence sur les rouleaux imprimeurs. Lors de l'entretien des rouleaux imprimeurs, il n'y a aucun arrêt de roulement de ces derniers. L'entretien doit se faire à l'aide d'un jet d'eau et aucun contact ne doit se faire entre l'employé et les rouleaux. Aucune mesure préventive d'arrêt d'urgence n'a été développée dans le cas où il y aurait un contact accidentel des rouleaux.

T17. Aucune procédure de fermeture de la machinerie

Lors de l'entretien de la machine à imprimer, cette dernière s'ouvre en trois sections pour permettre de rejoindre toutes les composantes à nettoyer à l'intérieur de celle-ci. L'entretien se fait donc à l'intérieur des deux couloirs entre les trois sections de la machine. Une fois l'entretien terminé, il y a fermeture de la machine par un commutateur à l'extrémité de la machine. L'employé fermant la machine ne peut donc voir s'il reste des employés entre les sections. Une alarme de fermeture a été installée pour prévenir les employés mais se trouve à être identique pour toutes les machines donc l'employé faisant l'entretien ne sait pas si c'est sa machine que se referme. Une procédure de fermeture indépendante des trois sections permettrait à l'employé qui s'occupe de fermer la machine, de s'assurer que chacun des couloirs est libre.

Directement reliés à l'environnement de travail

T18.Mauvaise qualité de l'air

Certains employés se plaignent d'une mauvaise circulation d'air à l'intérieur de l'usine. Il y a beaucoup de particules de carton en suspension.

T19.Température ambiante élevée, surtout l'été

La température ambiante est très élevée durant les périodes de chaleur l'été. Puisqu'il est nécessaire de garder un pourcentage d'humidité assez élevé pour la fabrication du carton, il est impossible d'installer un système de conditionnement de l'air.

T20.Mauvais éclairage dans certaines sections de l'usine

T21.Encombrement de l'entrepôt

L'entrepôt encombré, limite les déplacements à l'intérieur de celui-ci et peut impliquer certains risques d'accidents.

T22.Proximité entre les postes de travail

La proximité entre les postes de travail augmente les risques d'accrochages et d'accidents.

Directement reliés à la gestion

T23. Rotation continue des quarts de travail

La rotation des quarts de travail constitue un facteur de risque de blessures en tant que tel. L'employé n'a pas le temps de s'adapter à son quart de travail en une semaine. Certains employés disent être plus fatigués la nuit tandis que certains autres disent être fatigués durant le quart de jour parce que deux semaines sur trois, ils peuvent dormir le matin tandis qu'ils doivent se lever à cinq heures du matin lors du quart de travail de jour.

T24. Mauvaise formation des employés

Il n'y a aucune formation donnée aux employés tant au niveau des tâches qu'au niveau des normes de sécurité.

T25. Aucune norme de conduite des chariots élévateurs

Aucune norme de conduite de chariots élévateurs n'est imposée aux conducteurs.

T26. Manque de planification

Les employés doivent changer de tâche ou d'horaire sans préavis. Par exemple, lors de l'entrevue de l'un des employés, l'employé qui remplaçait ce dernier s'est blessé en l'espace de 30 minutes. Le travailleur n'avait aucune expérience sur la machine et a dû travailler sur une poste étranger sans préavis.

T27. Approche de l'entreprise face aux accidents de travail

L'entreprise suit d'avantage l'approche corrective plutôt qu'une approche de prévention.

Indirectement reliés à la tâche

T22.Nécessité de déplacer des palettes mal entreposées

L'empilement du poste 080 nécessite des palettes rectangulaires. L'entreposage des palettes se fait du mauvais sens, faute d'espace, et impose à l'opérateur de faire une rotation des palettes de 90 degrés avant de les installer sur le convoyeur. Un employé s'est déjà blessé au dos en faisant cette action de rotation de palettes. Le problème semble avoir été réglé; l'entreposage des palettes se fait dorénavant dans le bon sens.

T23.Augmentation de la négligence avec l'expérience

Plus l'employé a de l'expérience, plus il est négligent face à sa sécurité.

Indirectement relié à l'équipement

T30.Disparité au niveau des normes et des composantes de sécurité

Les normes de sécurité sont différentes pour deux machines identiques. Par exemple, pour deux machines identiques, lors de leur ouverture, la déchiqueteuse va s'arrêter automatiquement sur l'une tandis qu'elle va continuer à fonctionner sur l'autre.

Indirectement relié à l'environnement de travail

T31.Accumulation d'eau sur le plancher

Suite au nettoyage de la machine par l'empileur, il y a accumulation d'eau près du poste de travail de l'alimentation. Cette accumulation d'eau rend la surface du plancher très glissante.

Indirectement relié à la gestion

T32. Aucune mentalité SST au niveau des employés

La mentalité de Santé Sécurité au Travail n'est pas inculquée aux employés. Le comité SST se penche plus sur l'amélioration de l'environnement que sur le travailleur en tant que tel.

T33. Mentalité de l'entreprise face aux accidents de travail

La mentalité de l'entreprise ne laisse pas place aux accidents de travail. « *On ne met pas de garde de sécurité à cet endroit parce que l'employé n'a pas d'affaire à mettre ses mains là.* »

T34. Problèmes au niveau des relations de travail entre les employés et les cadres

Lacune au niveau des relations de travail entre la compagnie et les employés. Il n'y a aucun système de gratification, par exemple.

T35. Aucun ajustement de la charge de travail en fonction de l'âge des employés

Aucun ajustement de la charge de travail en fonction de l'âge de l'employé. n'est fait.

ANNEXE 3
Description des facteurs de risques proposés par les contremaitres

Directement reliés à la tâche

S1.Cadence de production

La cadence de production permet difficilement la réparation des erreurs.

S2.Manipulation de palettes vides

S3.Empilage manuel des piles de carton

Directement reliés à l'équipement

S4.Mauvais entretien de l'équipement

Les photocellules d'un convoyeur automatique d'alimentation de carton ne fonctionnant plus, les piles de carton ne se sont pas arrêtées et un travailleur a failli être écrasé sur la machine.

Directement reliés à l'environnement de travail

S5.Encombrement spatial

Les travailleurs sont à l'étroit pour travailler, particulièrement au poste 080.

Directement reliés à la gestion

S6. Temps supplémentaire engendrant de la fatigue chez certains employés

S7. Rotation continue des quarts de travail

Les rotations de quarts engendrent de la fatigue chez certains employés.

Directement reliés à l'individu

S8. Fatigue accumulée

S9. Mauvaise condition physique

S10. Stratégies de travail inadéquates

Les employés n'exercent pas les efforts de la bonne façon, par exemple, ils font des torsions au lieu de déplacer les pieds. Les employés utilisent souvent des raccourcis.

S11. Négligence des employés

Les employés déclarent un mal de dos pour se faire changer de postes, mais refusent de se faire examiner par un médecin.

Indirectement reliés à la gestion

S12. Employés n'utilisant pas toujours les moyens de protection

Ces derniers utilisent souvent des raccourcis.

S13. Problèmes au niveau des relations de travail

Particulièrement au moment des négociations. Le dialogue est difficile entre le syndicat et le secteur patronal.

S14. Comité SST n'impliquant pas suffisamment les employés

Le comité n'est pas suffisamment présent sur le plancher d'usine, semble manquer d'impartialité et s'est posé comme objectif zéro accident, ce qui semble un peu irréaliste. Résultat: les employés acceptent difficilement les solutions apportées aux différents problèmes.

ANNEXE 4
Description des facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes

Directement reliés à la tâche

A1. Hauteur des piles de carton peut favoriser l'instabilité posturale compte tenu de la hauteur des convoyeurs, le poids des cartons manipulés et l'encombrement spatial

On sait qu'en dynamique les travailleurs ne tombent pas en faisant leur tâche d'alimentation ou d'empilage du carton, il n'y a pas d'incident ou d'accident qui a pu être répertorié à ce sujet. Par contre, ils peuvent quand même adopter, à un moment donné, une posture instable, comportant des risques de chutes ou quasi-chutes. Pour évaluer la stabilité posturale, on a utilisé un modèle du corps humain divisé en 8 segments (usuel en biomécanique) et répondant aux conditions d'application suivantes

- les effets de la vitesse et de l'accélération des segments doivent être négligeables;
- chaque segment doit pouvoir être considéré comme un corps rigide;
- la position des centres de masse, en pourcentage par rapport au côté proximal, doit être la même pour toute la population considérée;
- toutes les articulations sont considérées exemptes de friction;
- les pieds sont posés à plat au sol;
- le sujet n'a aucun handicap neurologique, orthopédique, visuel et aucune lésion d'ordre musculosquelettique;
- le sujet n'a aucun autre point d'appui que le sol;
- le transport de charge se fait à deux mains, sous la charge pour les cartons et avec les poignées pour les matrices; le soulèvement est symétrique et, dans le plan sagittal, la ligne d'action du poids de la charge passe par le centre du segment de droite reliant les mains;
- le phénomène d'oscillations posturales n'est pas considéré.

Trois postures ont été évaluées, pour un homme moyen:

- l'atteinte d'une pile de boîtes de carton sur le convoyeur d'amenée à l'alimentation à 7.5", d'une charge de 50lbs, dans un espace de 2.5';
- l'atteinte d'une pile de boîtes de carton sur le convoyeur d'amenée à l'alimentation à 76.5", d'une charge de 50lbs, dans un espace de 2.5';
- le dépôt d'une matrice de 88lbs, dans un espace de 2.5', à la hauteur de la taille.

La première et la dernière posture sont à la limite de la stabilité et peuvent comporter un risque de chute ou quasi-chute qui pourrait être réduit.

Il ne faut pas oublier qu'il peut y avoir beaucoup de variations au niveau des modes opératoires, que beaucoup d'individus auront tendance à accomplir leur tâche de façon à minimiser l'énergie dépensée et qu'ainsi on n'ira très rarement déposer des cartons sur le haut d'une pile de 76.5", par exemple, il est plus probable qu'on lance les cartons sur cette pile.

A2. Plusieurs activités sans valeur ajoutée (exemple: déplacements inutiles) sont faites

Comme toute activité peut comporter des risques, on devrait minimiser toutes les activités sans valeur ajoutée.

A3. Manutention de palettes de bois lourdes, encombrantes et parfois brisées

Dans les différents postes de travail, les employés doivent manipuler des palettes de bois de 80 à 90lbs, encombrantes, parfois brisées et ce, seuls.

A4. Manipulation (pousser) sur les convoyeurs manuels de piles de carton

La pratique consistant à pousser des piles de carton lorsqu'on passe d'un convoyeur automatique à un convoyeur manuel devrait être repensée: l'insuffisance du programme d'entretien préventif ne nous garantit pas que les rouleaux du convoyeur sont en bon état, cette tâche est une tâche sans valeur ajoutée, l'encombrement autour des postes rend cette pratique risquée.

A5. Déplacement du convoyeur en amont de la machine 069

La pratique consistant à déplacer le convoyeur en amont de la machine 069, à toutes les 15 à 20 min., est aussi à revoir. Déplacer une telle charge, encombrante, lourde et faisant obstacle à la vision est à risque, sans mentionner que cette activité est aussi sans valeur ajoutée.

A6. Manutention de matrices et de contenants de colle

Compte tenu du poids, des dimensions de certains objets et de la distance de transport, une assistance mécanique devrait être prévue pour toute manutention de matrices et de contenants de colle et ce jusqu'au point d'utilisation.

Directement reliés à l'équipement

A7.Hauteur du convoyeur d'amenée à l'alimentation non optimale par rapport au confort

La hauteur des convoyeurs n'est pas optimale par rapport aux angles de confort.

A8.Hauteur du convoyeur d'empilage non optimale par rapport au confort

La hauteur des convoyeurs n'est pas optimale par rapport aux angles de confort.

A9.Hauteur des plateformes nécessite des garde-corps et des marches

Selon la section 3.7.1 du règlement sur les établissements industriels et commerciaux, "les plateformes doivent être munies de garde-corps sur les côtés exposés. si la hauteur au-dessus du sol ou du plancher est supérieure à 450 mm" (voir section 3.11 pour la conception des garde-corps). De plus, une marche d'escalier de service devrait avoir une hauteur maximale de 240 mm (voir section 3.5.1). Ainsi aux machines concernées, on pourrait ajouter aux plateformes des marches là où le travailleur est tenu d'entrer et sortir du poste de travail et un garde sur les autres côtés exposés.

A10.Platformes ne couvrant pas tout le poste de travail

Une plateforme devrait couvrir le poste de travail en entier. On devrait minimiser la montée et la descente des escaliers.

A11.Tapis de caoutchouc ne couvrant pas tout le poste de travail

Un tapis devrait couvrir le poste de travail en entier, pour éviter les trébuchements lorsque l'employé se déplace au cours de son travail, et surtout ne pas le dépasser, pour éviter que d'autres employés circulant autour du poste ne trébuchent.

A12.Coefficient de friction de certains tapis inadéquat

Le tapis devrait être en caoutchouc, pour assurer un bon coefficient de friction, ce ne devrait surtout pas être une planche de contreplaqué.

A13.Disparité entre les postes de travail

Les machines accomplissant des tâches semblables devraient, dans la mesure du possible, avoir les mêmes équipements et une même disposition de ces équipements de façon à faciliter l'adaptation du travailleur aux différentes machines et éviter les erreurs.

Directement reliés à l'environnement de travail

A14. Encombrement spatial (postes de travail et voies de circulation (travailleurs, produits et véhicules))

L'encombrement spatial comporte des risques de chutes ou quasi-chutes et d'interférences.

“Entre les machines, les installations ou les dépôts de matériaux ou marchandises, une largeur minimale de 600mm” est exigée dans la section 3.4.1 du règlement sur les établissements industriels et commerciaux. De plus, “cette largeur est augmentée selon le danger encouru ou les dimensions des pièces manipulées”. Un espace de dégagement de 2.5' devrait être prévu pour tout poste où aucune charge volumineuse n'est à manipuler. Là où des planches de contreplaqué et des palettes sont transportées, il faudrait prévoir au moins 1 pied de plus et éviter d'introduire tout obstacle dans cette voie de circulation.

A15. Absence d'indication des voies piétons et véhicules

Il serait bon d'indiquer où les piétons et les véhicules devraient circuler, ceci peut éviter des interférences.

A16. Localisation éloignée et souvent non stratégique des entrepôts de matrices, peinture et colle

Dans plusieurs cas, les entrepôts de matrices et peinture et de colle pourraient être rapprochés de la zone de mise-en-marche. Il ne faut pas oublier qu'à aller chercher une matrice, un contenant de colle ou de peinture est une activité à valeur- non-ajoutée, et à toute activité peut être associé des risques.

A17. Éclairage insuffisant compte tenu des tâches à accomplir

Le nombre de lux actuellement disponible correspond à de l'éclairage général (voir annexe E du règlement sur la qualité du milieu de travail). Étant donné que les employés font du travail grossier sur une machine, un contrôle général et rapide de la qualité et la mise-en-marche de la machine, on devrait avoir un éclairage variant entre 400lux et 550lux (voir section VI du règlement sur la qualité du milieu de travail pour la méthode de mesure) à ces postes. La direction de cet éclairage devrait préférablement être ajustable.

Directement reliés à la gestion

A18. Programme d'entretien préventif peu efficace

Le programme d'entretien préventif ne semble pas efficace: il est facile d'imaginer un travailleur devant pousser sur une pile de carton posée sur un convoyeur manuel, dont l'un des rouleaux est soulevé par rapport au châssis du convoyeur.

**ANNEXE X: ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES DE MAUX DE DOS -
ENTREPRISE 2**

**ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES DE MAUX DE DOS
SECTEUR RÉPARATION DE VÉHICULES**

préparé pour
**ENTREPRISE 2 et l'INSTITUT DE RECHERCHE SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL
(I.R.S.S.T.)**

par

**Nathalie Durand, B.Ing.
Robert Gilbert, Ph.D.
Daniel Leblanc, Ph.D.
Sylvie Nadeau, Ing.**

**Département de Mathématiques et de Génie Industriel
École Polytechnique de Montréal**

**M.Gilbert et M.Lebanc sont professeurs au Département de Mathématiques et de Génie Industriel, Mme
Nadeau est candidate au doctorat en ergonomie, Mme Durand est bachelière en ingénierie.**

Mars 1998

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
I. DÉFINITION DU PROBLEME	4
II. ANALYSE ET SYNTHÈSE PRÉLIMINAIRES	4
III. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE	5
3.1 ANALYSE DES STATISTIQUES D'ACCIDENTS	5
3.2 ANALYSE PAR ENTREVUE	6
3.3 ANALYSE SELON L'INGÉNIERIE ET L'ERGONOMIE CLASSIQUES	10
IV. SYNTHÈSE DES FACTEURS DE RISQUES PROPOSÉS	13
V. LIENS AVEC CERTAINES MÉTHODES CONNUES DE PRÉVENTION DES MAUX DE DOS	15
5.1 LES TABLES DE SNOOK	16
5.2 L'INDEX JSI	16
5.3 LA NORME FRANÇAISE	16
5.4 L'ÉQUATION DE N.I.O.S.H. (VERSION RÉVISÉE)	17
VI. VALIDATION ÉCONOMIQUE DE L'INTERVENTION	17
6.1 LES EFFORTS	17
6.2 ÉCONOMIQUE DE L'INTERVENTION	18
6.3 ACCEPTABILITÉ PAR LES INTERVENANTS	19
CONCLUSION	20
RECOMMANDATIONS	20
BIBLIOGRAPHIE	21
ANNEXE 1: Analyse des statistiques d'accidents	22
ANNEXE 2: Analyse des statistiques d'incidents	28
ANNEXE 3: Description des facteurs de risques proposés par les travailleurs	34
ANNEXE 4: Description des facteurs de risques proposés par les représentants du management	44
ANNEXE 5: Description des facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes	51
ANNEXE 6: Calculs économiques	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.2.1: Points à améliorer postes de transmission et tableau de bord	11
Tableau 5.1: Liens avec certaines méthodes connues de prévention des maux de dos	15

INTRODUCTION

En 1993, 39733 cas de maux de dos ont été indemnisés au Québec, totalisant 427 millions de dollars pour la province (Allaire et Veilleux 1994). Ces chiffres n'englobent que les frais médicaux, les frais d'intervention et les frais d'indemnisation pour incapacité permanente ou temporaire. Dans le cas où il y a des traumatismes sévères, il faut ajouter à ces conséquences, des souffrances physiques, un choc émotif, des difficultés financières non négligeables pour le travailleur et sa famille, la nécessité, parfois, d'envisager un changement de carrière, une hausse possible des cotisations à la C.S.S.T. pour l'employeur, ainsi qu'une baisse certaine de la productivité, une hausse de l'absentéisme, un coût relié à l'engagement et à la formation de la main-d'oeuvre de remplacement ainsi que l'entraînement de l'accidenté dans d'autres tâches, un coût d'analyse de l'accident de travail lui-même, ainsi que de la possibilité d'assignation temporaire et une chute du moral des employés pour l'entreprise (Steele 1992, Frymoyer 1991, Spitzer 1986, Bourdouxhe 1992). Heureusement seule la minorité des cas engendrent ces coûts sociaux et psychologiques importants.

Néanmoins, l'impact des maux de dos est tel qu'il n'est pas surprenant de voir les employeurs et les travailleurs mettre ensemble l'épaule à la roue dans l'espoir d'améliorer une situation ambiguë, pénible et qui perdure.

I. DÉFINITION DU PROBLÈME

Le présent projet découle

- d'une demande de la direction de l'entreprise 2, suite à des incidents, accidents et inquiétudes de la part du management et des travailleurs;
- d'une demande de validation, par observations et analyses, d'un outil d'identification des facteurs de risques développé pour le compte de l'Institut de Recherche sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRSST) du Québec et la Commission sur la Santé et la Sécurité au Travail (CSST) du Québec, par un groupe de recherche dirigé par les professeurs Robert Gilbert et Daniel Leblanc, du Département de Mathématique et de Génie Industriel de l'École Polytechnique de Montréal.

Les objectifs visés sont les suivants:

- identifier les facteurs de risques de maux de dos du secteur de réparation des véhicules;
- formuler des recommandations pour réduire ces risques.

II. ANALYSE ET SYNTHÈSE PRÉLIMINAIRES

Quatre postes ont été analysés:

- 3 postes de réparation des transmissions;
- 1 poste de réparation des tableaux de bord.

Une approche d'intervention externe seule se prêtait mal dans ce cas-ci pour bien comprendre les diverses composantes du travail et favoriser une priorisation conjointe employé-employeur des risques. Une approche partenariale a été préconisée, en particulier pour que chaque partie contribue à la mise en évidence à la source des problèmes de dos. Cette approche se distingue de l'ergonomie participative en ce qu'elle fait appel aux résultats de la théorie économique de l'agence et de la relation principal agent (Milgrom et Roberts 1992, Hatchuel et Ponsard 1996) pour bâtir des incitatifs qui diminuent, entre autres, le risque d'aléa moral, risque augmenté ici par l'autonomie des travailleurs. Ainsi, l'analyse du travail s'est faite en deux phases:

- une analyse statistique des accidents de travail ainsi qu'une analyse par entrevues semi-dirigées de 4 travailleurs et 3 représentants du management réalisée par Nathalie Durand (durée: 45min/individu);
- une analyse des paramètres et de l'activité de travail selon des méthodes et outils usuels en analyse ergonomique et en génie industriel réalisée par Nathalie Durand.

Les analyses par entrevue visaient à obtenir l'opinion des employés et du management sur les risques présents dans leur travail et identifier les risques pouvant échapper aux méthodes et outils usuels en analyse ergonomique et en génie industriel. L'analyse des paramètres et celle de l'activité de travail visaient l'identification des points à améliorer dans le travail.

Le présent projet ne comprend pas :

- l'analyse (estimation, évaluation) ni la priorisation des risques;
- l'étude d'impact de chaque proposition d'intervention;
- le choix, l'évaluation, la validation et les recommandations pour l'implantation et le suivi des interventions.

III. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE

3.1 ANALYSE DES STATISTIQUES D'ACCIDENTS

Avant d'entreprendre la cueillette de données, une analyse des registres d'accidents enregistrés par la CSST, sur la période 1991-1996 a permis de révéler les faits suivants. L'interprétation de ces faits doit être faite avec discernement la période d'analyse (5 ans) étant courte il est possible que les statistiques ne représentent pas parfaitement la structure de la situation.

• A l'échelle de l'entreprise :

Sur les 6 dernières années, les blessures les plus fréquentes sont les blessures aux mains, suivies de près par les blessures au dos et les blessures au bras/épaule. Cependant, au point de vue coût, cet ordre n'est pas respecté puisque ce sont les accidents au dos qui coûtent le plus cher, représentant 31% des heures totales perdues en arrêt-maladie. Cf Annexe 1 : *Fréquence vs Coût*.

L'étude de la fréquence des accidents au cours de l'année présente un pic au mois d'août (dû essentiellement aux années 92-93-94) et un niveau élevé durant les mois d'automne. Parallèlement, les accidents au dos s'avèrent plus nombreux pendant les mois de gel (nov-déc-janv-fév). Cf Annexe 1 : *Fréquence des accidents selon les mois de l'année*.

• Au département du service :

Le poste du Service Rapide est de toute évidence le poste où il y a le plus d'accidents (17 accidents enregistrés par la CSST sur la période 1991-1996), avec un fort taux de blessures aux yeux et aux mains. Le poste de l'Électrique compte 8 accidents enregistrés par la CSST, dont plus de la moitié sont des accidents aux yeux (cause majeure : particule dans l'œil reçue sous véhicule). Le poste des Transmissions présente le plus gros pourcentage d'accidents au dos (60% sur un total de 5 accidents). Cf Annexe 1 : *Répartition par catégories de blessures*.

En outre, nous nous sommes penchés sur le cahier des incidents de l'année 1996 (voir Annexe 2), tenu par les responsables SST de l'entreprise. Le principe est le suivant : tout employé qui se blesse (quel que soit l'intensité de la blessure) est tenu de rapporter l'événement dans un cahier. Ainsi, si des complications surviennent, le cahier attestera de l'origine professionnelle de la blessure. L'analyse de ce cahier vient confirmer et compléter les résultats de la précédente analyse : elle donne un portrait plus actuel des blessures survenant dans l'entreprise ainsi qu'une représentation des "coulisses" des accidents enregistrés sur la CSST.

Nous retrouvons les blessures aux mains comme incident le plus fréquent. Viennent ensuite les blessures aux yeux (particules indésirables) qui n'apparaissent qu'en 5^{ème} position pour les accidents enregistrés sur la CSST. Cela signifie donc que les yeux sont couramment touchés, mais en général, la blessure sérieuse est évitée. Les incidents au dos occupent la troisième position, les principales causes identifiées étant un travail sous tableau de bord et l'action de soulever une charge (pneu, transmission, bidon d'huile...). Cf Annexe 2 : *Fréquence des incidents par catégories de blessures*.

Le poste du Service Rapide prévaut de nouveau pour son fort taux d'incidents, comptabilisant près d'un quart du total des incidents annuels (14 incidents pour 1996, dont 36% aux yeux et 36% aux mains). Le poste du Lavage tient la seconde position, talonné par le poste des Transmissions qui se distingue à

nouveau par le plus gros pourcentage d'incidents au dos (43% sur un total 7 incidents). Cf Annexe 2 : *Répartition des incidents par postes.*

L'étude de la fréquence des incidents au cours de l'année pointe du doigt les mois de gel et révèle qu'aucun accident au dos n'a eu lieu pendant l'été (juin-juillet-août) 1996. Cf Annexe 2 : *Fréquence des incidents selon les mois de l'année.*

Nous pensons que la signification de ces statistiques peut être que l'automne est une période propice aux incidents et accidents de travail chez l'entreprise 2 dans le secteur réparation de véhicules. Plusieurs hypothèses de causalité peuvent être avancées, telle l'augmentation du niveau d'activité dans le garage, la présence de glace au sol à l'extérieur lorsque l'employé va chercher un véhicule à réparer, etc., mais aucune ne peut être retenue sans une analyse plus approfondie.

Il aurait été intéressant à ce point-ci de faire une enquête sur les événements historiques conduisant à des maux de dos. Par scénarisation, plusieurs risques auraient pu être mis en évidence ainsi que l'éventail de gravité des accidents possibles. Ce type d'analyse ne faisait pas partie de notre mandat, il aurait, par contre pu ajouter à la finesse de l'analyse globale. Les analyses et la méthodologie proposées dans ce projet demeurent toutefois la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention.

3.2 ANALYSES PAR ENTREVUES

Afin de recueillir la perception des travailleurs sur les facteurs de risques de maux de dos et les variables concernées dans leur travail dans le secteur réparation des véhicules, une entrevue semi-dirigée a été tenue avec 4 travailleurs. Notons de façon toute particulière que ce type de cueillette de données permet d'attirer l'attention sur la possibilité d'événements plus ou moins aléatoires qui auraient pu autrement échapper à l'analyste étant donné une fenêtre de temps d'observation relativement courte et sur des pratiques organisationnelles (administrative, de gestion des cas d'indemnisation, etc.) insoupçonnées, mais dont l'impact peut mettre en péril tout programme de prévention n'en n'ayant pas tenu compte (Parker 1995). L'entrevue de 45min a porté sur:

- l'individu (âge, taille, sexe, poids, condition physique, etc.);
- l'expérience et la formation au travail;
- les contraintes de temps au travail (quarts de travail, rotations de postes, cadence, pauses, heures supplémentaires, etc.);
- les moyens de protection individuelle;
- les accidents survenant dans l'entreprise (les plus fréquents, les plus probables, les plus graves, etc.);
- l'historique de l'employé au niveau des accidents de travail;
- les blessures au dos (circonstances de l'accident, type de blessures, causes des blessures, etc.);
- les incidents au travail (circonstances, causes, etc.);
- l'évolution de l'état de la condition physique et les activités "hors-travail";
- la perception de l'entreprise (charge de travail, climat de travail, rémunération, conditions de travail, supérieurs, comité SST, etc.).

Les facteurs de risques proposés par les employés sont les suivants:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs, disponible à l'annexe 3

Facteurs de risques proposés par les travailleurs pour les accidents en général

Directement reliés à la tâche

- T1. Respecter les temps standards
- T2. Travail sous véhicule
- T3. Manipulation des transmissions sur l'établi
- T4. Travail sous tableau de bord
- T5. Rythme de travail au Service Rapide

Indirectement reliés à la tâche

- T22. Stress
- T23. Fatigue physique
- T24. Obligé de prendre des risques

Directement reliés à l'équipement

- T6. Utilisation des torches
- T7. Mini-grue (Chèvre) peu accessible
- T8. Monte-charges trop bas pour les nouvelles générations de mécaniciens

Indirectement reliés à l'équipement

- T25. Mauvais positionnement des pannes de monte-charges

Directement reliés à l'environnement de travail

- T9. Proximité des compagnons de travail
- T10. Essence et feu
- T11. Exigüité des voies de circulation
- T12. Encombrement de l'espace sur le poste

Directement reliés aux véhicules

- T13. Réservoirs d'essence en plastique
- T14. Défauts sur véhicules

Directement reliés à la formation

- T15. Problèmes relatifs à la formation technique
- T16. Lacunes sur la formation en santé et sécurité

Indirectement reliés à la formation

- T26. Gêne ressentie pour le port des équipements de protection

Directement reliés à la gestion

- T17. Temps mal estimés
- T18. Travailleurs mal outillés

Indirectement reliés à la gestion

- T27. Bons de réparation mal faits

Directement reliés au comportement des individus

- T19. Manque d'attention au travail
- T20. Imprudence au volant
- T21. Paresse pour aller chercher équipements

La perception des représentants du management, sur les facteurs de risques de maux de dos et les variables concernées dans le travail de leurs employés, a aussi été recueillie, auprès de 3 individus, par entrevue semi-dirigée. L'entrevue de 45 min a porté sur:

- l'individu (âge, taille, sexe, condition physique, etc.);
- l'expérience et la formation au travail;
- les contraintes de temps au travail (quarts de travail, rotations de postes, etc.);
- les accidents survenant dans l'entreprise (les plus fréquents, les plus probables, les plus graves, etc.);
- la perception de l'entreprise (charge de travail, climat de travail, rémunération, conditions de travail, employés, comité SST, etc.);
- les employés:
 - la condition physique;
 - la formation;
 - les contraintes de temps au travail (rotations de poste, cadence, pauses, heures supplémentaires, etc.);
 - les moyens de protection individuelle;
 - les incidents au travail (circonstances, causes, etc.);
 - l'historique des accidents de travail;
 - les blessures au dos (circonstances de l'accident, type de blessure, causes des blessures, etc.);
 - les incidents au travail (circonstances, causes, etc.).

Les facteurs de risques proposés par les représentants du management sont les suivants:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs à l'annexe 4

Facteurs de risques proposés par les représentants du management pour les accidents en général

Directement reliés à la tâche

- M1. Manipulation de poids lourds
- M2. Travail sous tableau de bord
- M3. Rythme de travail au Service Rapide
- M4. Travail sous véhicule. à bout de bras

Indirectement reliés à la tâche

- M21. Pression pour rentrer dans les temps
- M22. Beaucoup d'accrochages de véhicules

Directement reliés à l'équipement

- M5. Positionnement des pattes de monte-charge
- M6. Utilisation des torches
- M7. Haute pression des outils à air

Directement reliés à l'environnement

- M8. Essence et feu

Indirectement reliés à l'environnement

- M23. Saison hivernale

Directement reliés aux véhicules

- M9. Démarreurs à distance
- M10. Réservoirs à essence
- M11. Air climatisé à haute pression (200lbs)

Directement reliés à la formation

- M12. Lacunes dans le programme de formanon technique
- M13. Manque de formation sur la sécurité

Indirectement reliés à la gestion

- M24. Pression pour garder son emploi

Directement reliés au comportement des individus

- M14. Mauvaises méthodes de travail
- M15. Nervosité, manque de confiance
- M16. Paresse pour aller chercher les équipements
- M17. Mauvaise forme physique
- M18. Les travailleurs n'osent pas demander de l'aide
- M19. Équipements de protection individuels pas toujours portés
- M20. Cédules d'entretien des équipements peu suivies

Indirectement reliés au comportement des individus

- M25. Certains mécaniciens ne disent pas que l'équipement est défectueux

3.3 ANALYSE SELON L'INGÉNIERIE ET L'ERGONOMIE CLASSIQUE

Dans la poursuite de l'identification des points à améliorer dans le travail une grille développée en 1993, lors du projet ASMÉMA (Assistance Mécanique à la Manutention) et révisée par Nathalie Durand en 1996, a été utilisée. Cette grille permet une description complète et exhaustive d'un poste de travail et sert d'outil de récolte de données pour le logiciel ASMÉMA, développé pour le compte de l'Institut de Recherche sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRSST) du Québec (Normandin et al 1993), et pour le modèle d'identification des facteurs de risques de maux de dos présentement en cours de développement.

Toutes les données recueillies sont disponibles en annexe. Les points à améliorer suivants, d'importance plus ou moins grande, ont pu être proposés:

Tableau 3.2.1: Points à améliorer postes de transmission et tableau de bord

Points à améliorer	Description
Présence d'huile au sol	L'huile provient des véhicules
Présence d'eau au sol, de glace et autres dans le stationnement	L'eau ne s'écoule pas entièrement dans la rigole prévue à cet effet, la déclivité du sol n'étant pas suffisante
Encombrement des lieux et exigüité des voies de circulation	Le passage fait 1m. Le mécanicien y manipule un réservoir d'huile de 18", un cric de 4' de diamètre, une table roulante, une "chèvre". Les tiroirs ouverts des coffres à outils font obstacle. La zone de rangement pour les outils et équipements communs déborde dans la voie de circulation, il faut donc circuler sur l'emplacement de travail du mécanicien. Plusieurs travailleurs circulent dans cette zone pour aller chercher des outils et équipements ou pneus et consulter l'ordinateur.
Plan de travail adapté au mécanicien de jour	Peu de flexibilité pour assurer le confort du travailleur de soir
Poste de travail servant de réservoir à huile neuve mal adapté	Comme ce poste sert de réservoir pour huile neuve, il n'y a pas de place pour avancer le cric près de l'établi. Il faut donc demander l'aide d'un confrère pour manipuler la transmission et l'huile de cette dernière se déverse directement sur l'établi.
Incidatifs au travail sécuritaire limités	L'incitatif est basé sur le bon ordre et la salubrité des postes de travail
Consignes de sécurité limitées et informelles	
Formation sur une base volontaire	
La transmission est chaude, glissante (huile), lourde et instable lorsque posée sur l'établi	
EQUIPEMENTS DE SECURITE	
Port des gants et des lunettes non-obligatoire	La manipulation de la transmission chaude, le travail sous le véhicule ainsi que l'utilisation du solvant de Safety-Kleen exigent le port des gants et des lunettes de sécurité.
Lunettes pour torche d'acétylène incompatible avec la tâche	Les verres de ces lunettes sont fumés, donc on ne voit pas bien ce que l'on fait, en fait on ne voit que la flamme de la torche, ce qui rend les opérations près des réservoirs à essence très dangereuses.
Monte-charge se défixe	Souvent une patte du monte-charge a du jeu et se défixe, mais la voiture repose généralement sur 3 pattes, par contre 1 à 2 fois par an une voiture tombe.
Niveau d'éclairage est nettement insuffisant	On a seulement 125lux sur l'établi et 15lux sous le véhicule
Le solvant de Safety-Kleen est très irritant et volatil	Le port des gants et des lunettes de sécurité n'est pas obligatoire et aucun système de ventilation par évacuation locale n'a été prévu.
Le séchage des petites pièces se fait à l'aide d'un pistolet à l'air	Pratique favorisant la libération de particules pouvant atteindre un travailleur.
Planche pour tableaux de bord peu utilisée	Entreposée assez loin, donc accessibilité non facilitée.

D'après le tableau précédent, un certain nombre de facteurs de risques ont pu être proposés par les analystes:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs à l'annexe 5

Facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes**Directement reliés à la tâche**

- A1. Plusieurs postures favorisent l'instabilité posturale ou l'inconfort
- A2. Manutention de transmissions glissantes (huile), chaudes et lourdes

Directement reliés à l'équipement

- A3. Hauteur et flexibilité du plan de travail non optimale par rapport au confort
- A4. Poste servant de réservoir à huile neuve incompatible avec les assistances mécaniques à la manutention
- A5. Le monte-charge peut se défixer de la voiture
- A6. Planche pour tableau de bord à accessibilité non-facilité

Directement reliés à l'environnement de travail

- A7. Encombrement spatial et exigüité des voies de circulation
- A8. Éclairage insuffisant compte tenu des tâches à accomplir
- A9. Présence d'huile et d'eau au sol, de glace et autres dans le stationnement

Directement reliés à l'équipement de protection

- A10. Lunettes pour torches d'acétylène incompatibles avec la tâche

Directement reliés à la gestion

- A11. Gestion de la santé et sécurité peut être encore améliorée

IV. SYNTHÈSE DES FACTEURS DE RISQUES PROPOSÉS

La figure suivante est une synthèse des facteurs de risques:

- de maux de dos proposés par les analystes;
- d'accidents de travail perçus par les représentants du management et les travailleurs.

Chaque facteur de risque peut comporter plusieurs conséquences et a une probabilité plus ou moins grande d'occurrence.

V. LIENS AVEC CERTAINES METHODES CONNUES DE PREVENTION DES MAUX DE DOS

Une validation d'un outil d'identification des facteurs de risques des maux de dos ne serait pas complète sans établissement de liens avec les méthodes les plus connues de prévention des maux de dos. Nous reprendrons donc la liste des facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes à l'aide de la grille d'identification et effectuerons une comparaison avec les facteurs de risques pris en compte dans les modèles de Snook, Ayoub et Liles (index JSI), la norme française et N.I.O.S.H. (version révisée).

Tableau 5.1: Liens avec certaines méthodes connues de prévention des maux de dos

	Facteurs de risques pris en compte dans le modèle de			
	SNOOK	JSI	Norme française	NIOSH
<p>Directement reliés à la tâche</p> <p>A1. Plusieurs postures favorisent l'instabilité posturale ou l'inconfort A2. Manutention de transmissions glissantes (huile), chaudes et lourdes</p>	<p>SI LA TRANSMISSION EST SOULEVEE poids de la charge distance horizontale de saisie déplacement vertical de la main</p> <p>SI LA TRANSMISSION EST TIREE OU POUSSEE position des mains force impulsionnelle force continue</p>	<p>SI LA TRANSMISSION EST SOULEVEE poids de la charge plage de levage largeur de la charge dans le plan sagittal</p>	<p>distance de transport soulèvement à partir du sol ou de la table</p>	<p>position de la charge par rapport au corps (distance horizontale et angle) distance verticale parcourue position verticale des mains qualité du couplage avec la charge</p>
<p>Directement reliés à l'équipement</p> <p>A3. Hauteur et flexibilité du plan de travail non optimale par rapport au confort A4. Poste servant de réservoir à huile neuve incompatible avec les assistances mécaniques à la manutention A5. Monte-charge peut se défixer de la voiture A6. Planchette pour tableau de bord à accessibilité non-facilité</p>				
<p>Directement reliés à l'environnement de travail</p> <p>A7. Encombrement spatial et exigüité des voies de circulation A8. Eclairage insuffisant compte tenu des tâches à accomplir A9. Présence d'huile et d'eau au sol, de glace et autres dans le stationnement</p>				
<p>Directement reliés à l'équipement de protection</p> <p>A10. Lunettes pour torches d'acétylène incompatibles avec la tâche</p>				
<p>Directement reliés à la gestion</p> <p>A11. Gestion de la santé et sécurité peut être encore améliorée</p>				

5.1 LES TABLES DE SNOOK

Les tables de Snook permettent l'établissement d'un pourcentage de la population pouvant effectuer une tâche de manutention donnée. Comme tous les modèles, elles ont des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 2:

- le transport des charges doit se faire à deux mains, bras droits ou bras fléchis à 90 degrés au niveau du coude;
- les objets manipulés doivent avoir une poignée au milieu de la largeur de la charge.

Ces tables ne considèrent que des facteurs de risques reliés directement à la tâche, ainsi tout ce qui est relié à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche, les tables de Snook n'en considèrent que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

- dans le cas de la manutention de transmissions (A2), les tables de Snook ne tiennent pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante, ni de l'état de la surface de la charge, qui est dans ce cas-ci glissante et chaude et peut occasionner un changement de mode opératoire soudain.

5.2 L'INDEX JSI

L'index JSI mesure le niveau de stress physique associé aux tâches de levage. Il s'agit d'un ratio entre les exigences de la tâche et les capacités de l'individu pour des conditions données. L'évaluation de la capacité du travailleur peut être déterminée par un modèle psychophysique, physiologique ou biomécanique. L'évaluation du travail demandé découle d'une analyse de la tâche. Comme tous les modèles, l'index JSI comporte des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 2:

- la tâche doit être limitée à un soulèvement-dépose;
- l'activité doit se dérouler dans le plan sagittal seulement ou près de ce plan à la limite.

Ce modèle ne considère que des facteurs de risques reliés directement à la tâche de levage, ainsi tout ce qui est relié à une tâche autre que de levage, à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche de levage, l'index JSI n'en considère que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

- dans le cas de la manutention de transmissions (A2), l'index JSI ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante, ni de l'état de la surface de la charge, qui est dans ce cas-ci glissante et chaude et peut occasionner un changement de mode opératoire soudain.

5.3 LA NORME FRANÇAISE

La norme française vise essentiellement à définir une masse pouvant être transportée par unité de temps. Elle comporte des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 2:

- l'homme doit être âgé entre 18 et 45 ans et n'être soumis à aucune limitation médicale à la manutention de charges;
- la distance à parcourir doit être d'au moins 10m;
- l'aménagement doit être favorable (aucune contrainte i.e., sol plat, non glissant et sans obstacles).

Cette norme ne considère que des facteurs de risques reliés directement à la tâche de manutention de charges incluant un transport, ainsi tout ce qui est relié à un simple levage, à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche de manutention

de charges incluant un transport, la norme n'en considère que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

5.4 L'ÉQUATION DE N.I.O.S.H. (VERSION REVISÉE)

N.I.O.S.H. a conçu un modèle mathématique, prenant la forme d'un poids que l'on ajuste par la suite par différents facteurs, pour tenir compte de la tâche de manutention. Ce modèle comporte des conditions d'application, dont certaines ne sont pas respectées dans la situation de travail de l'entreprise 2:

- le levage doit être fait en douceur avec les deux mains au même niveau, directement devant le corps;
- le poids de la charge doit être distribué uniformément entre les deux mains;
- la posture doit être non-restreinte;
- il doit exister sur les lieux de travail un bon environnement mécanique (un coefficient de frottement élevé, un mode de préhension ferme et solide).

Ce modèle ne considère que des facteurs de risques reliés directement à la tâche de manutention de charges, ainsi tout ce qui est relié à l'équipement, l'environnement de travail ou à la gestion n'est pas pris en compte. Des facteurs de risques reliés à la tâche de manutention de charges incluant un transport, la norme n'en considère que quelques-uns, ce qui peut introduire un biais important:

- dans le cas de la manutention de transmissions (A2), l'équation ne tient pas compte des dimensions de la charge, pouvant rendre cette dernière plutôt encombrante, ni de l'état de la surface de la charge, qui est dans ce cas-ci glissante et chaude et peut occasionner un changement de mode opératoire soudain.

Enfin la plupart des méthodes connues de prévention des maux de dos ne s'appliquent qu'à certaines postures et ne considèrent que la cause immédiate des maux de dos (la charge manipulée) laissant de côté tout les autres facteurs (ceux reliés à l'équipement, à la gestion, à l'environnement, aux imprévus, etc.). Certains ergonomes préconiseront quand même l'utilisation de ces méthodes en alléguant qu'elles modélisent une sous-tâche simple du travail, qui lorsque trouvée à risque, assure que le travail est inadéquat, les autres facteurs de risques étant perçus comme des facteurs aggravants. Ce rationnel pourrait tenir dans le cas où un employé effectue sa tâche un peu comme le ferait un robot. Or en dynamique, les travailleurs choisissent plutôt un mode opératoire minimisant l'effort exercé et l'énergie dépensée, "mais aussi permettant un certain contrôle de la charge et de l'équilibre".etc. (Lortie et al. 1996). Ainsi, il est plus probable que les travailleurs:

- prennent la charge au niveau du centre de gravité, mais qu'ils l'orientent de façon à la rapprocher le plus possible du corps;
- se positionnent à l'intérieur de leur poste de travail de façon à minimiser la distance de transport de la charge et les rotations du tronc;
- ne déposent pas la charge au point d'arrivée comme on le ferait pour un vase en cristal, mais qu'ils la lâchent au moment où sa vitesse et son orientation sont telles que la charge s'arrêtera à l'endroit voulu.

Les tables de Snook, l'index JSI, la norme française ou l'équation de N.I.O.S.H. ne peuvent tenir compte de ceci et ne permettent donc pas, dans le cas de l'entreprise 2, de poser un jugement sur le risque de maux de dos que comporte une sous-tâche simple du travail ni d'inférer que le travail est inadéquat.

VI. VALIDATION ÉCONOMIQUE DE L'INTERVENTION

6.1 LES EFFORTS

La cueillette et le traitement des données de l'entreprise, visant à identifier les facteurs de risques présents au travail, se fait selon 5 étapes : familiarisation avec l'entreprise, analyse des registres d'accidents, observations des postes de travail, entrevues semi-dirigées avec le personnel des opérations et de la gestion, l'analyse et la synthèse de l'information.

- 1) La première étape consiste à se familiariser avec le fonctionnement de l'entreprise, ses produits, ses locaux et ateliers, ses méthodes de travail, son organisation interne, les interlocuteurs privilégiés et leurs rôles. Pour un analyste externe et totalement étranger à l'entreprise, il faut compter environ 2 jours pour comprendre grossièrement le contexte et franchir l'étape de familiarisation.
- 2) La seconde étape est très importante : il s'agit d'étudier les registres d'accidents de travail et de repérer les postes critiques, les types de blessures les plus importantes etc. Cette étape, même si elle paraît longue et fastidieuse, n'est pas à négliger...c'est la plus délicate! Il s'agit d'établir un état des lieux, un diagnostic de la situation. L'issue de cette étape définira les voies d'orientation pour l'observation. Ce travail d'analyse des registres est un travail de traitements des données. Dans notre cas, nous avons utilisé le chiffrier Excell qui offre un traitement de base de données ainsi que des illustrations graphiques. Pour le cas de l'entreprise, nous avons analysé les registres d'accidents de travail enregistrés par la CSST, sur la période 1991-1996, ainsi que le cahier des incidents de 1996, qui représente toutes les blessures survenues au travail, graves ou moins graves. Les résultats nous ont guidés vers un poste en particulier où le taux d'accidents au dos était plus élevé que la moyenne.
- 3) L'étape d'observation exige une bonne compréhension du poste de travail. Il faut poser des questions sans gêner le travailleur pendant sa tâche. Cette partie du travail est sans doute celle qui demande le plus de qualités sociales : réussir à recueillir de l'information sans déranger et sans passer pour un inspecteur, se faire accepter comme une aide et non comme un contrôleur. Pour cette étape, on dispose d'un outil de support : une grille d'analyse qui constitue un guide l'observation.
- 4) Lorsque la tâche de travail (son déroulement, son but...) est bien assimilée, la dernière étape consiste à rencontrer les différentes parties pour recueillir leurs perceptions sur les facteurs de risques au travail et pour sonder le climat social. Cette étape sera d'autant bénéfique que les étapes précédentes ont été réussies : bonne assimilation de l'environnement de travail, bonne connaissance du problème des accidents dans l'entreprise, bonne intégration dans l'équipe et connaissance de la tâche, permettent d'orienter et d'affiner pertinemment la discussion sur des sujets précis. Dans notre cas, nous avons rencontré 7 personnes : 3 gestionnaires et 4 opérateurs. Parmi eux, on comptait 2 membres du Comité Santé et Sécurité . Les entrevues ont duré 45 minutes en moyenne et ont été enregistrées sur bande sonore.
- 5) Finalement, l'analyse et la synthèse de l'information recueillie viennent clore la démarche. Il faut analyser minutieusement la grille et écouter les bandes sonores des entrevues pour rendre une synthèse complète des facteurs de risques perçus par l'analyste, par les gestionnaires et par les travailleurs.

Gestion du temps :

Familiarisation avec l'entreprise	2 journées
Analyse des registres	5 journées
Observation des postes	4 journées
Entrevues	1 journée
Analyse et synthèse de l'information	1 journée

6.2 ECONOMIQUE DE L'INTERVENTION

Le coût d'une intervention Santé et Sécurité comprend le coût de l'étude en entreprise (voir paragraphe précédent "Les efforts") par un analyste et le coût des solutions d'amélioration apportées en conséquence.

Les retours sur l'intervention ne se manifestent qu'après 2 ans, à cause des formules de calcul des cotisations de la CSST (cf *Feuille de calculs des cotisations* en annexe 6). Dans cette analyse économique, on s'intéressera aux retours sur investissement sur 6 ans. Au-delà de cette échéance, il est difficile de faire des projections car l'incertitude sur les hypothèses de stabilité des données de base (prestations retenues, masse salariale, ratio de l'unité...) est trop grande. Nous avons fait des scénarios sur le taux de diminution

des accidents de travail et son impact sur les cotisations versées à la CSST. Les résultats se trouvent en annexe 6. "*Retombées positives d'une intervention en Santé et Sécurité du travail*"

La valeur économique d'un projet d'intervention en Santé et Sécurité est :

(Retours sur 6 ans) - (Coût de l'étude - Coût des solutions)

Elle doit être positive pour que le projet soit admissible. Dans le cas de l'entreprise étudiée, cela signifie que les coûts d'intervention ne doivent pas dépasser 8982 \$ pour une intervention ayant diminué de 20% les accidents (voir page 1).

En pages 2-3-4, nous avons simulé le comportement des économies sur cotisations CSST selon différents taux de baisse d'accidents et selon différents taux de personnalisation. Il ressort 2 zones caractéristiques correspondant d'une part à la petite entreprise (taux de personnalisation < 12,3%) et d'autre part à la moyenne et grosse entreprise (taux de personnalisation > 12,3%).

Pour les petites entreprises, les rendements sur investissement sont moindres, quel que soit le taux de diminution des accidents. En effet, dans le meilleur des cas (taux de personnalisation de 12,3% et taux de diminution des accidents de travail de 20%), on pourra escompter des diminutions de cotisations annuelles de 1497\$, soit un retour total sur investissement de 4491\$ sur 6 ans. Il sera difficile de faire une intervention en dedans de ces coûts. L'échappatoire se trouve peut-être dans le regroupement de petites entreprises qui investiraient conjointement dans une étude SST : elles partageraient les frais de l'étude, implémenteraient les solutions adéquates, et bénéficieraient chacune des retombées positives sur la diminution des accidents.

Concernant la seconde zone, on remarque que plus le taux de personnalisation est élevé, plus une forte diminution des accidents de travail est payante. Une grande entreprise, personnalisée à 73,5% par exemple, pourra tirer 5,4% de gains sur ses cotisations annuelles CSST. Dans notre cas, cela représente des montants avoisinant les 27 000\$ pour une masse salariale de 1 3215 384\$. Voir détails page 4.

6.3 ACCEPTABILITÉ PAR LES INTERVENANTS

La politique de la CSST n'incite pas les petites entreprises à investir dans la prévention des accidents de travail. En effet, les retours sur l'intervention chez l'entreprise 2 ne se manifestent qu'après 2 ans, à cause des formules de calcul des cotisations de la CSST.

En général une intervention en prévention des maux de dos selon l'approche partenariale est peu rentable pour des petites entreprises ayant un taux de personnalisation de moins de 12,3%. En revanche une intervention dans une moyenne et grosse entreprise (taux de personnalisation de plus de 12,3%) s'avère d'autant rentable que la diminution des accidents est importante, ce que beaucoup d'entre elles ont déjà compris. Le regroupement de plusieurs petites entreprises du même secteur, investissant ensemble en Santé et sécurité du travail, rendrait l'intervention rentable.

CONCLUSION

Après une définition du problème soumis, une analyse et une synthèse préliminaires nécessaires à l'élaboration des plans et stratégies d'analyse des facteurs de risques, une analyste externe a procédé à une cueillette d'information en deux volets: une analyse partenariale où des entrevues avec des travailleurs et des représentants du management ont été menées et une analyse selon l'ingénierie et l'ergonomie classique, où l'apport des travailleurs et de l'employeur a été sollicité à plusieurs niveaux. Enfin, une synthèse des facteurs de risques proposés par les divers intervenants a été obtenue par un traitement scientifique des données recueillies, en utilisant un modèle de facteurs de risques, construit à partir d'arbres de défaillances. L'intérêt de ce graphique synthèse est d'établir un ensemble d'informations communes et liant entre eux les partenaires. Les possibilités de comportements stratégiques s'appuyant sur des révélations sélectives ou des manipulations d'informations sont maintenant réduites. Ainsi, nous pensons avoir rempli notre mandat, soit d'identifier les facteurs de risques de maux de dos du secteur de réparation des véhicules chez l'entreprise 2, tout en validant un outil développé pour le compte de l'I.R.S.S.T..

La démarche de prévention adoptée, sollicitant la participation des différents intervenants du milieu, a, en plus de fournir la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention, permis de mettre en place les bases de discussion sur la priorisation des facteurs de risques de maux de dos en vue de leur prévention dans une démarche de partenariat. Il est important de prioriser les facteurs de risques avant d'adopter quelque mesure de prévention que ce soit sinon celle-ci risque d'être inefficace en ayant affecté des ressources sur des aspects moins prioritaires.

La validation économique de l'intervention a montré qu'il peut être rentable pour des regroupements de petites entreprises (taux de personnalisation de moins de 12.3%), la moyenne et la grande entreprise (taux de personnalisation de plus de 12.3%) d'investir dans une démarche d'intervention en prévention de maux de dos selon l'approche partenariale.

RECOMMANDATIONS

1. Planifier l'intervention sur les points où il y a accord et poursuivre les discussions pour valider et "prioriser" les autres facteurs de risques et points à améliorer;
2. Estimer et évaluer les facteurs de risques et points à améliorer (une banque de références développée pour le compte de l'IRSST serait utile ici);
3. Proposer des solutions pour minimiser les facteurs de risques et corriger les points à améliorer et faire les études d'impacts qui s'imposent;
4. Choisir, évaluer, valider, implanter et suivre les interventions préconisées.

BIBLIOGRAPHIE

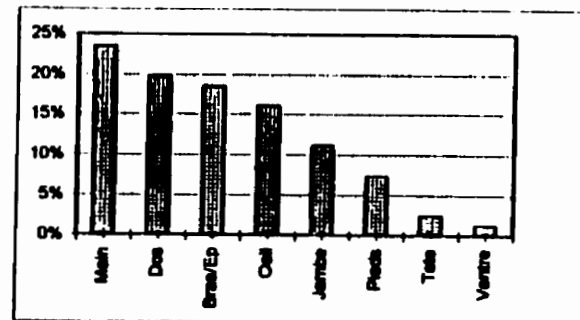
- Allaire, M. et Veilleux, F. (1994). Statistiques sur les affections vertébrales 1990-1993. CSST. Service de la statistique, Canada.
- Bourdouxhe, M. et al. (1992). Etude des risques d'accident dans la collecte des ordures ménagères. IRSST, Rapport R-061. Canada.
- Frymoyer, J.W. et al. (1991). The Adult Spine. Principles and Practice. Raven Press. USA.
- Hatchuel, A. Et Ponsard, J.P. (1996). Taylor et la théorie des incitations: quelques réflexions tirées de l'histoire économique. Mimeo. Laboratoire d'économétrie, École Polytechnique. France.
- Lortie, M. et al. (1996) Analyse des accidents associés au travail des manutentionnaires sur les quais dans le secteur transport. Le travail humain. 59(2), 187-203.
- Milgrom, P. Et Roberts, J. (1992). Economics, Organization and Management. Prentice-Hall. Etats-Unis
- Normandin, M. et al. (1992). Assistance mécanique à la manutention manuelle (LOGICIEL ASMEMA) Rapport technique CDDB1433. Ecole Polytechnique de Montréal. Canada.
- Parker, K.G. (1995). Why Ergonomics is Good Economics. Industrial Engineering (fév.), 41-46.
- Règlement sur les établissements industriels et commerciaux (1986). Editeur officiel du Québec. Canada.
- Règlement sur la qualité du milieu de travail (1986). Editeur officiel du Québec. Canada.
- Spitzer, W.O. et al. (1986). Rapport du groupe de travail québécois sur les aspects cliniques des affections vertébrales chez les travailleurs. IRSST, Canada.
- Steele, P.C. (1992). Manual Handling Legislation and Its Impact on the Role of Engineers and Designers. Mechanical Engineering Transactions. 17(2), 131-137.

ANNEXE I
Analyse des statistiques d'accidents

FREQUENCE vs COÛT
des accidents par catégories de blessures, dans toute l'entreprise, sur la période 1991-1996

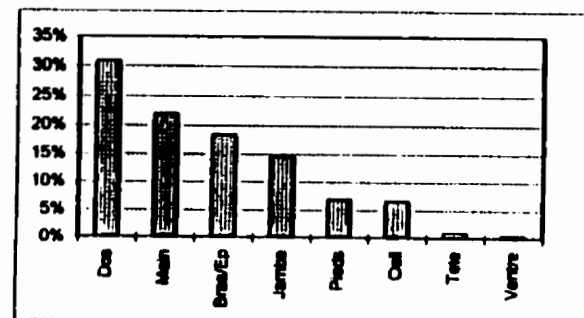
Fréquence des accidents par catégories de blessures (1991-1996)

	1996	1995	1994	1993	1992	1991	Total	%
Main	2	5	3	4	2	3	19	23%
Dos	5	1	3	2	1	4	16	20%
Bras/Ep	3	1	2	4	5		15	19%
Oeil	2		2	2	5	2	13	16%
Jambe		2	2	3	1	1	9	11%
Pieds		1	2	1	1	1	6	7%
Tête		1			1		2	2%
Ventre	1						1	1%
Total	13	11	14	16	16	11	81	



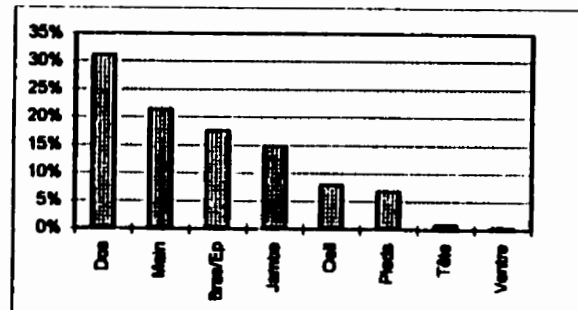
Coût horaire des accidents par catégories de blessures (1991-1996)

	1996	1995	1994	1993	1992	1991	Total	%
Dos	264	80	80	112	48	248	832	31%
Main	72	92	88	208	88	40	688	22%
Bras/Ep	32	8	56	252	144		492	18%
Jambe		40	96	168	80	8	392	15%
Pieds		24	72	8	16	64	184	7%
Oeil	48		12	12	72	32	176	7%
Tête		8			16		24	1%
Ventre	10						10	0%
Total	426	262	404	760	484	392	2668	



Coût monétaire des accidents par catégories de blessures (1991-1996)

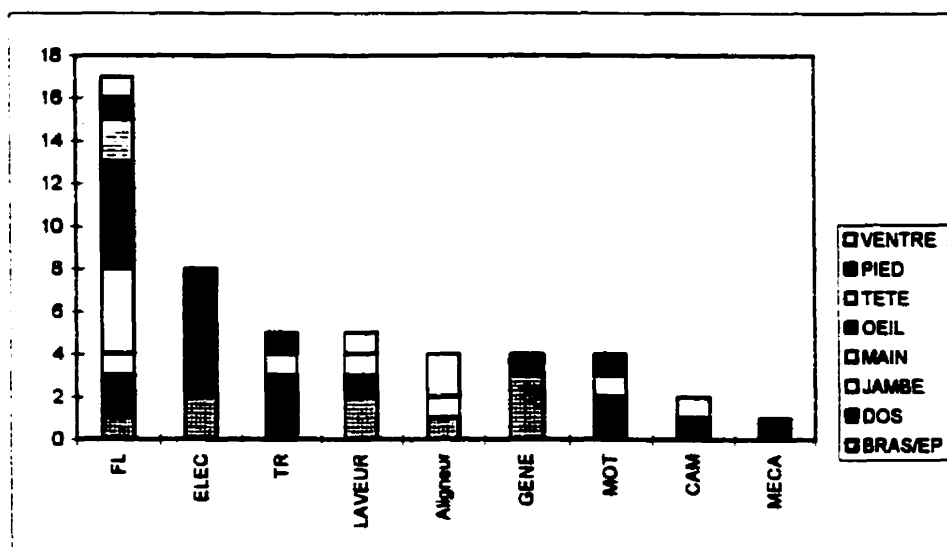
	1996	1995	1994	1993	1992	1991	Total	%
Dos	2897.4	648.38	759.5	1181.5	374.73	2691.4	8,651 \$	31%
Main	580.18	1109.7	985.92	1912	977.12	343.19	5,908 \$	21%
Bras/Ep	220.67	93.51	563.97	2386.5	1601.1		4,867 \$	18%
Jambe		399.32	849.2	1843.6	869.12	85.42	4,067 \$	15%
Oeil	533.93		111.66	496.25	666.13	354.69	2,163 \$	8%
Pieds		301.77	844.18	90.29	124	514.24	1,874 \$	7%
Tête		77.44			130.21		208 \$	1%
Ventre	108.08						108 \$	0%
Total	4232.1	2628.1	4114.4	7890.1	4762.4	3988.9	27,618 \$	100%



Répartition des catégories de blessures par postes, dans le département du Service (1991-1992)

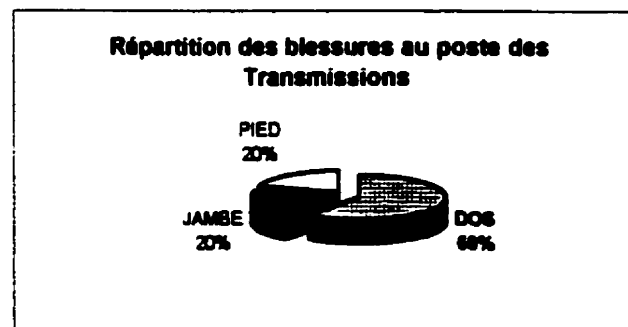
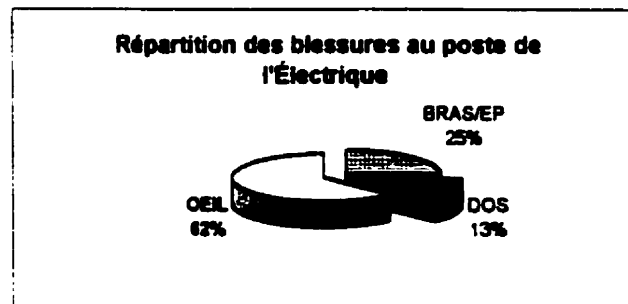
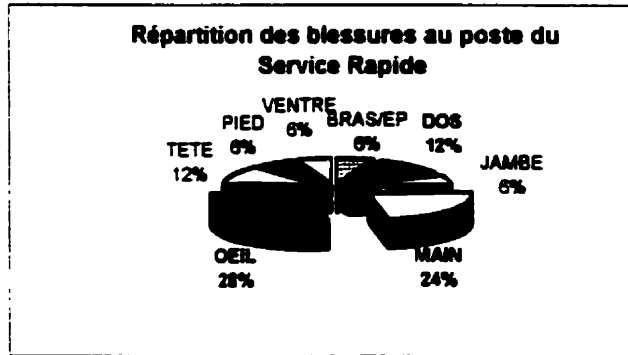
APERCU GÉNÉRAL

	BRAS/EP	DOS	JAMBE	MAIN	OEIL	TETE	PIED	VENTRE	Total
FL	1	2	1	4	5	2	1	1	17
ELEC	2	1			5				8
TR		3	1				1		5
LAVEUR	2	1	1	1					5
Aligneur	1		1	2					4
GENE	3						1		4
MOT		2		1	1				4
CAM		1		1					2
MECA							1		1
Total	9	10	4	9	11	2	4	1	50



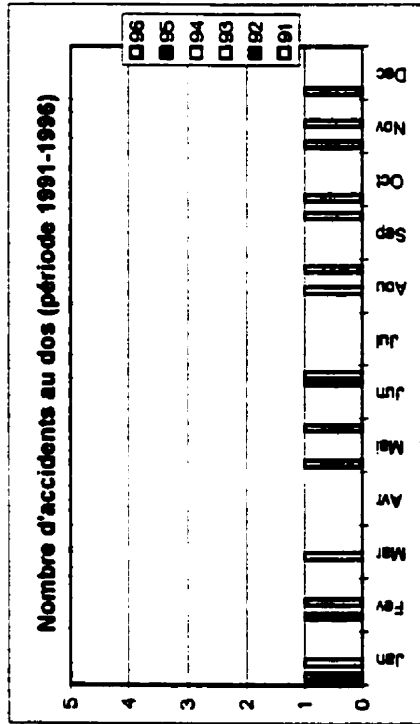
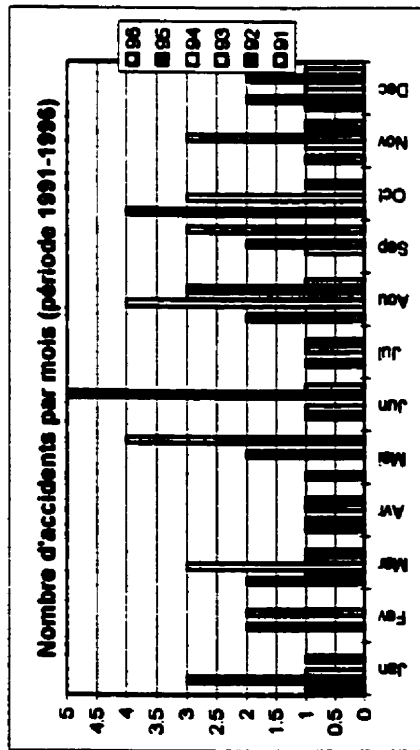
Répartition des catégories de blessures par postes, dans le département du Service (1991-1998)

FOCUS SUR LES POSTES CRITIQUES

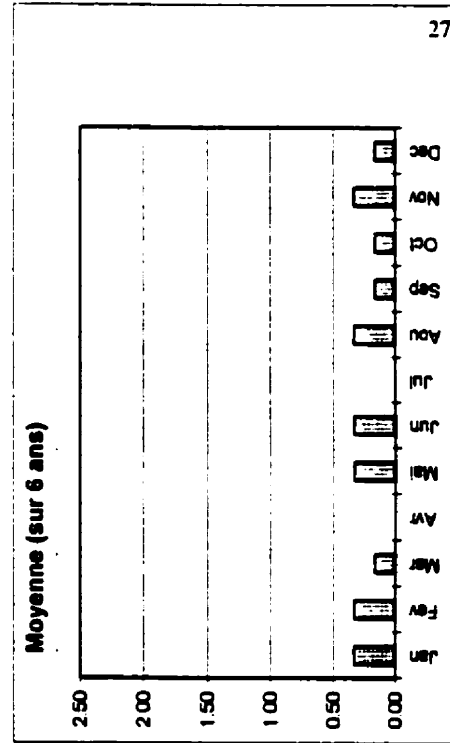
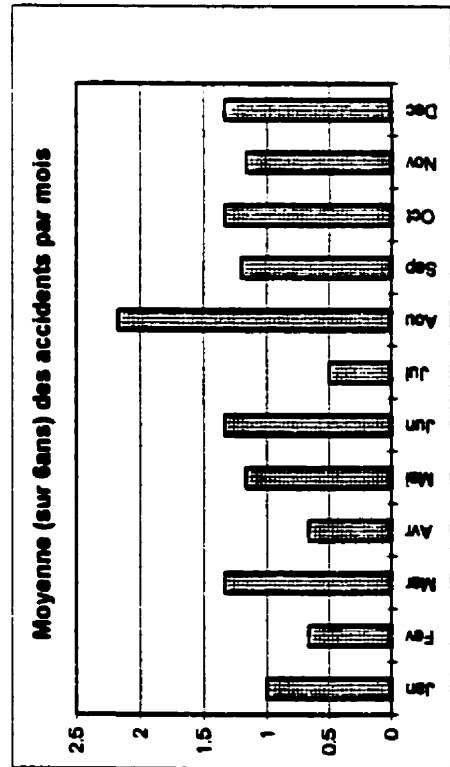


Fréquence des accidents selon les mois de l'année

NOMBRE D'ACCIDENTS

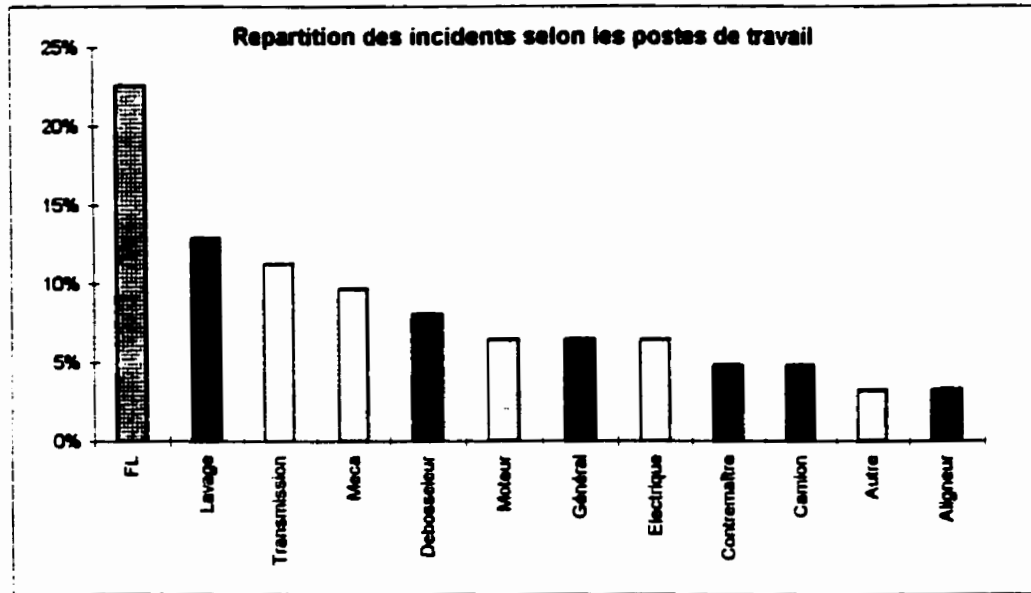


MOYENNES

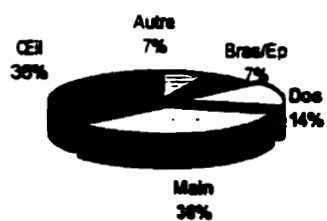


ANNEXE 2
Analyse des statistiques d'incidents

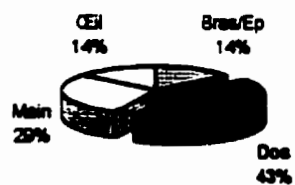
Répartition des incidents selon les postes de travail



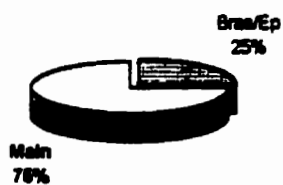
Répartition des catégories de blessures par poste, au département du Service, Incidents 1996

Incidents au poste Service Rapide(FL)

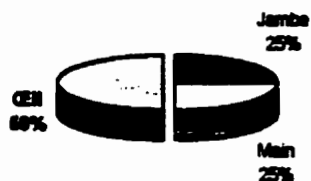
Autre	1
Bras/Ep	1
Dos	2
Main	5
CEil	5
Total	14

Incidents au poste des Transmissions

Bras/Ep	1
Dos	3
Main	2
CEil	1
Total	7

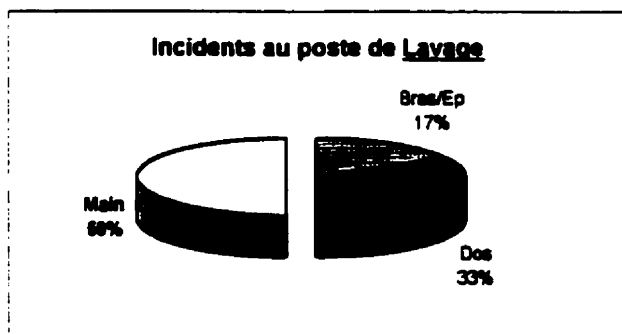
Incidents au poste Général

Bras/Ep	1
Main	3
Total	4

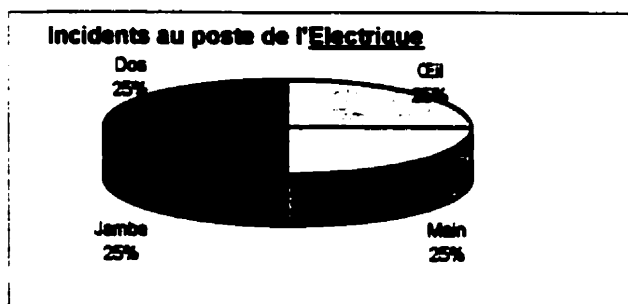
Incidents au poste des Moteurs

Jambe	1
Main	1
CEil	2
Total	4

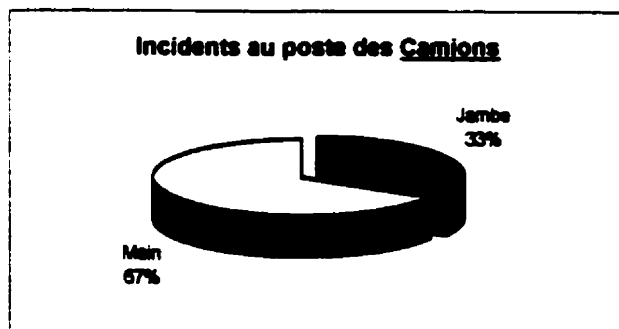
Répartition des catégories de blessures par poste, au département du Service, Incidents 1990/2



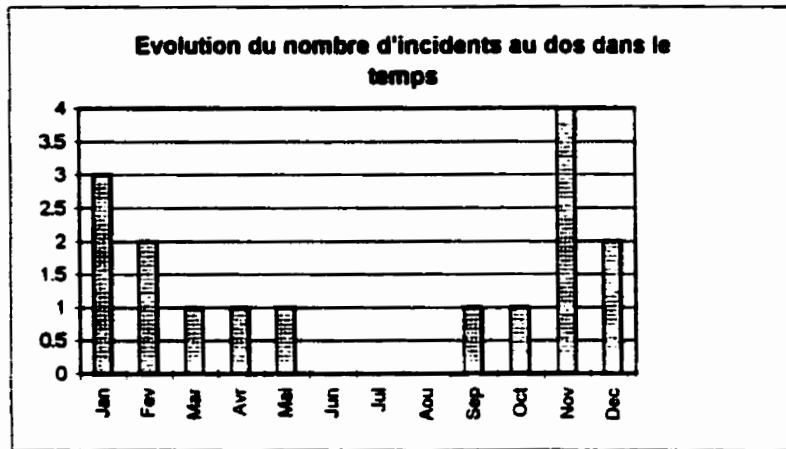
Bras/Ep	1
Dos	2
Main	3
Total	6



Oeil	1
Main	1
Jambe	1
Dos	1
Total	4



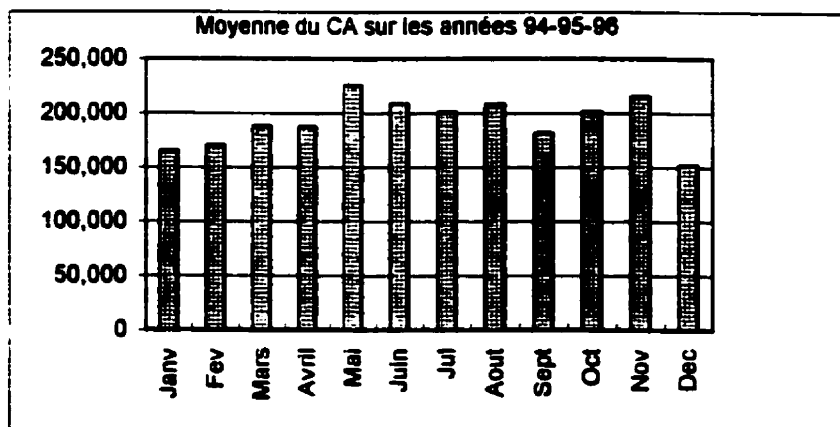
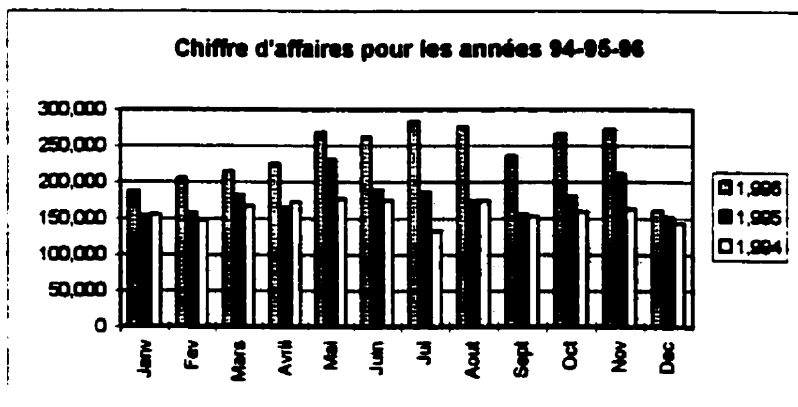
Jambe	1
Main	2
Total	3



Chiffre d'affaires

CA du Service

	1,996	1,995	1,994	Moyenne
Janv	187,218	153,436	154,801	165,152
Fev	205,800	157,661	147,715	170,392
Mars	215,372	182,137	187,062	188,190
Avril	225,091	184,397	172,843	187,444
Mai	268,473	230,981	176,883	225,448
Juin	262,930	189,010	174,508	208,816
Jul	283,783	186,091	132,524	200,799
Aout	276,468	173,938	174,589	208,332
Sept	236,414	156,188	152,646	181,749
Oct	266,388	179,782	158,696	201,621
Nov	272,339	211,073	162,937	215,450
Dec	160,177	152,097	143,308	151,860
Total	2,860,451	2,136,791	1,918,510	2,305,251



ANNEXE 3
Description des facteurs de risques identifiés par les travailleurs

Directement reliés à la tâche

T1. Respecter les temps standards

Les temps d'opérations pour un type de tâche sont estimés par Ford. Les travailleurs doivent faire leur 100% de productivité : lorsqu'ils dépassent le temps prévu, une alarme se déclenche chez le contrôleur

T2. Travail sous véhicule

Les mécaniciens travaillent souvent sous un véhicule élevé sur un monte-charge. Les mécaniciens au poste des transmissions doivent enlever plusieurs éléments (système d'échappement, sub-cadre...). Souvent, ils doivent forcer en torsion.

T3. Manipulation des transmissions sur l'établi

Le poids des transmissions varie de 100 lb à 350 lb.

T4. Travail sous tableau de bord

Au poste de l'électrique, les mécaniciens travaillent souvent sous les tableaux de bord, dans des positions de torsion du tronc.

T5. Rythme de travail au Service Rapide

Les mécaniciens du Service Rapide vivent beaucoup de stress; ils sont sans arrêt pressés puisqu'ils doivent faire des vidanges d'huile en moins de 30 minutes.

Directement reliés à l'équipement

T6. Utilisation des torches

L'utilisation des torches provoque de nombreux accidents : brûlures, feu...

T7. Mini-grue peu accessible

La Chèvre est une mini-grue qui permet de soulever la transmission, de la transporter et de la reposer sur un autre emplacement. Cet équipement est difficilement accessible car situé dans une zone de rangement au milieu de nombreux autres équipements, et il est tout replié sur lui-même. Le seul fait d'aller le chercher, de s'en servir et de le replacer, prend environ 1/4 d'heure. C'est vu comme une grosse perte de temps pour les travailleurs.

T8. Monte-charges trop bas pour les nouvelles générations de mécaniciens

Les nouvelles générations sont de plus en plus grandes et doivent souvent se baisser pour travailler sous les monte-charges.

Directement reliés à l'environnement de travail

T9. Proximité des compagnons de travail

Les emplacements de travail sont proches et un mécanicien peut blesser son voisin pendant des opérations de martellement, de chauffage...

T10. Essence et feu

L'essence est partout présente dans l'atelier sous forme de flaques, de vapeurs (lors des changements de réservoirs), dans les réservoirs et conduits d'essence des voitures etc... De même, les sources de feu sont très présentes : cigarettes, torches, étincelle électrique etc...

T11. Exiguïté des voies de circulation

Les voies de circulation sont particulièrement étroites (environ 1m) du côté des transmissions. Cette exigüité entraîne des cognements et des chocs entre personnes sur des équipements.

T12. Encombrement de l'espace sur le poste

Directement reliés aux véhicules

T13. Réservoirs d'essence en plastique

Les réservoirs se font de plus en plus en plastique, aussi ils fondent plus vite sous la chaleur d'une torche et l'accident est vite arrivé sans précaution.

T14. Défauts sur véhicules

Les mécaniciens sont parfois obligés de forcer quand certaines pièces présentent un défaut.

Directement reliés à la formation

T15. Problèmes relatifs à la formation technique

Les cours sur CD-Rom se font individuellement. et il n'y a aucun suivi sur l'avancement de chacun dans le cours.

Les cours de théorie chez Ford portent sur les tout nouveaux modèles. Plusieurs mois s'écouleront avant que les mécaniciens n'aient la chance de travailler dessus. D'ici là, ils auront oublié la théorie...

T16. Lacunes sur la formation en santé et sécurité

Tout le monde n'est pas formé au secourisme : dans le cas où les quelques secouristes de premiers soins sont absents, qu'advient-il ?

Certains gars ont des façons de travailler peu sécuritaires, ils ne prennent pas assez de précautions, avec l'essence et les torches notamment.

Directement reliés à la gestion

T17. Temps mal estimés

Les temps d'opération sont parfois sous-estimés, parfois surestimés. Par exemple, pour une transmission manuelle, les temps estimés sont trop optimistes.

T18. Travailleurs mal outillés

L'outillage est aux frais du mécanicien. Certains mécaniciens n'ont pas les moyens de s'équiper correctement.

Directement reliés au comportement des individus

T19. Manque d'attention au travail

Souvent les accidents de feu sont dus à un manque d'attention dans le mode opératoire du mécanicien.

T20. Imprudence au volant dans la cour et le garage

Les mécaniciens conduisent vite.

T21. Paresse pour aller chercher équipements

Souvent, les mécaniciens ne prennent pas la peine d'aller chercher les équipements car c'est plus rapide de le faire à bras.

Indirectement reliés à la tâche

T22. Stress

T23. Fatigue physique

T24. Obligé de prendre des risques

La prise de risque est inhérente à la tâche : souvent ils n'ont pas le choix de forcer pour décrocher un élément.

Indirectement reliés à l'équipement

T25. Mauvais positionnement des pattes de monte-charge

Parfois les pattes de monte-charge sont mal positionnées et se décrochent. Cela peut provoquer la chute du véhicule.

Indirectement reliés à la formation

T26. Gêne ressentie pour le port des équipements de protection

Lorsque personne ne porte d'équipement de protection, les quelques-uns qui s'y risquent se sentent gênés. ils ont l'impression de détonner par rapport aux autres.

Indirectement reliés à la gestion

T27. Bons de réparation mal faits

Les bons de réparation, où le conseiller décrit le problème de la voiture, ne sont pas assez précis. Le mécanicien peut perdre 1/4 d'heure pour comprendre le vrai problème.

ANNEXE 4
Description des facteurs de risques proposes par les representants du management

Directement reliés à la tâche

M1. Manipulation de poids lourds

La manipulation des moteurs et des transmissions présente un risque à cause de la forte charge : il faut utiliser les bons outils ou demander de l'aide.

M2. Travail sous tableau de bord

Il faut faire des torsions (difficile pour un homme de 40 ans qui ne fait pas de sport!) . Il faudrait inventer de bons outils pour aller sous le tableau de bord.

M3. Rythme de travail au Service Rapide

Il y a un va-et-vient continu de voitures : il faut faire les vidanges d'huile en moins de 30 minutes et le client attend à la porte.

M4. Travail sous véhicule, à bout de bras

Le travail sous le véhicule est fatiguant pour les muscles du haut du dos ; les mécaniciens travaillent les bras en l'air, souvent en torsion .

Directement reliés à l'équipement

M5. Positionnement des pattes de monte-charge

S'il y a une patte du monte-charge qui se décroche, le véhicule peut tomber.

M6. Utilisation des torches

L'utilisation des torches peut provoquer des accidents de brûlures et/ou des feux, explosions.

M7. Haute pression des outils à air

Les outils à air donnent beaucoup de pression sur le poignet. Si l'on échappe l'outil pendant le travail, le boyau à air est difficile à contrôler.

Directement reliés à l'environnement**M8. Essence et feu**

Toute source de feu (cigarettes, torches, étincelles électriques etc...) est très dangereuse car ils travaillent beaucoup avec l'essence. Le feu est une menace pour tout le monde : le travailleur, l'entreprise.

Directement reliés aux véhicules

M9. Démarreurs à distance

Avec les démarreurs à distance, les véhicules peuvent démarrer intempestivement : risque d'écrasement des mécaniciens (une petite erreur suffit : un interrupteur dans le moteur ou une onde de fréquence proche peut faire démarrer la voiture). Il faut toujours désactiver les démarreurs à distance avant de commencer le travail.

M10. Réservoirs à essence

Enlever un réservoir à essence est une tâche dangereuse à cause de toutes les vapeurs d'essence qui se dégagent.

Les travailleurs doivent mettre des pancartes pour protéger la zone de travail.

M11. Air climatisé à haute pression (200lbs)

Le travail sur des conduits d'air climatisé à haute pression présente un danger (évacuer des particules à très haute pression, par exemple)

Directement reliés à la formation

M12. Lacunes dans le programme de formation technique

Le programme de formation technique mis en place chez l'entreprise 2 est pertinent, mais lourd : la formation est trop théorique, pas assez pratique ; idéalement il faudrait étudier sur le terrain avec un professeur, mais la logistique de cours pratiques est difficile à mettre en place et coûte cher.

L'organisation des cédules de formation favorise les travailleurs qui ont le plus d'ancienneté. Les nouveaux souffrent d'un manque de connaissances techniques. Souvent, un manque de connaissances sur des nouveaux outils ou des nouveaux produits les empêchent de rentrer dans les temps. En outre, les ouvrages théoriques sont écrits en anglais et la majorité des mécaniciens ne sont pas bilingues.

M13. Manque de formation sur la sécurité

Certains jeunes n'ont pas assez d'expérience et ne sont pas assez conscients des risques au travail, ne connaissent pas les précautions à prendre.

Directement reliés au comportement des individus

M14. Mauvaises méthodes de travail

Les travailleurs essaient d'aller trop vite. ils prennent des risques en voulant gagner du temps, ils ne vont pas toujours chercher les équipements. Ils ne prennent pas toujours le temps de réfléchir avant de commencer un travail et ne prennent pas les précautions nécessaires pour sécuriser l'environnement. C'est un manque de concentration au travail.

M15. Nervosité, manque de confiance

Certains travailleurs sont nerveux, moins confiants que d'autres, moins habiles.

M16. Paresse pour aller chercher les équipements

La planche de bois pour travailler sous le tableau de bord, ou bien les tréteaux de sécurité sous les essieux des camions, ne sont pas toujours utilisés. Les techniciens ne prennent pas la peine d'aller les chercher et de les installer.

M17. Mauvaise forme physique

Les travailleurs n'ont pas d'endurance, ils vont se blesser facilement. " Si l'on faisait 30 minutes de gymnastique payées chaque jour, ce serait rentable! "

M18. Les travailleurs n'osent pas demander de l'aide

Parfois, les travailleurs n'osent pas demander de l'aide car les autres sont occupés.

M19. Équipements de protection individuels pas toujours portés

Les seuls équipements de protection individuels obligatoires sont les chaussures. Il y a projet d'obliger le port permanent des lunettes de sécurité.

M20. Cédules d'entretien des équipements peu suivies

La maintenance des monte-charge doit être faite chaque semaine, mais les cédules ne sont pas bien suivies et aucun superviseur n'a le temps de contrôler.

Indirectement reliés à la tâche

M21. Pression pour rentrer dans les temps

M22. Beaucoup d'accrochages de véhicules

Les accrochages de véhicules ont surtout lieu dans la cour : les techniciens estiment mal les proportions des véhicules, regardent mal, glissent au volant pendant l'hiver.

Indirectement reliés à l'environnement

M23. Saison hivernale

La productivité 100% est difficile à atteindre en hiver, car les standards de temps restent les mêmes mais il faut mettre son manteau, faire chauffer la voiture, la déneiger etc...De plus, les gars ont froid, les muscles sont fragiles, le sol est glissant...cela provoque des accidents.

Indirectement reliés à la gestion

M24. Pression pour garder son emploi

Indirectement reliés au comportement des individus

M25. Certains mécaniciens ne disent pas que l'équipement est défectueux

ANNEXE 5

Description des facteurs de risques de maux de dos proposes par les analystes

Directement reliés à la tâche

A1.Plusieurs postures favorisent l'instabilité posturale ou l'inconfort

Plusieurs postures adoptées sous le véhicule, devant l'établi ou sous le tableau de bord sont susceptibles, de part le non respect des angles de confort et leur nature quasi-statique, d'engendrer de la fatigue musculaire. Des lésions au dos sont aussi possibles par le biais d'instabilité posturale pouvant provoquer une chute ou quasi-chute ou un mouvement brusque avec effort. Dans ce dernier cas les postures visées sont surtout celles empruntées sous le véhicule lorsqu'une pièce résiste au démontage par le mécanicien et celle sous le tableau de bord si un imprévu survient.

A2.Manutention de transmissions glissantes (huile), chaudes et lourdes

La transmission est généralement manipulée avec une assistance mécanique pour la déposer sur l'établi, sauf pour le poste servant de réservoir pour huile neuve. Sur l'établi elle doit être mise à la verticale puis inversée et insérée dans un gabarit. C'est une pièce chaude, lourde et glissante qui peut facilement être échappée, imprévu pouvant comporter des risques de maux de dos

Directement reliés à l'équipement

A3. Hauteur et flexibilité du plan de travail non optimale par rapport au confort

Les établis sont ajustés pour assurer le confort des travailleurs de jour, laissant de côté les travailleurs de soir.

A4. Poste servant de réservoir à huile neuve incompatible avec les assistances mécaniques à la manutention

Comme ce poste sert de réservoir pour huile neuve, il n'y a pas de place pour avancer le cric près de l'établi. Il faut donc demander l'aide d'un confrère pour manipuler la transmission, manipulation exigeant une bonne coordination dans le travail d'équipe des travailleurs, ce qui peut ne pas être assuré et engendrer par exemple un échappement de la transmission, imprévu comportant des risques de maux de dos pour les deux travailleurs.

A5. Le monte-charge peut se défixer de la voiture

Souvent une patte du monte-charge a du jeu et se défixe, mais la voiture repose généralement sur 3 pattes, par contre 1 à 2 fois par an une voiture tombe. Un tel imprévu peut évidemment exiger une évacuation d'urgence du poste de travail, qui, couplée avec d'autres facteurs de risques telle la présence d'huile et d'eau au sol, peut engendrer une chute ou quasi-chute et un mal de dos.

A6. Planche pour tableau de bord à accessibilité non-facilité

La planche pour tableau de bord facilite grandement le travail du mécanicien, bien que la posture ne soit pas encore des plus confortable. Il faudrait en faciliter l'accessibilité.

Directement reliés à l'environnement de travail

A7. Encombrement spatial et exigüité des voies de circulation

Le passage fait 1m. Le mécanicien y manipule un réservoir d'huile de 18", un cric de 4' de diamètre, une table roulante, une "chèvre". Les tiroirs ouverts des coffres à outils font obstacle. La zone de rangement pour les outils et équipements communs déborde dans la voie de circulation, il faut donc circuler sur l'emplacement de travail du mécanicien. Plusieurs travailleurs circulent dans cette zone pour aller chercher des outils et équipements ou pneus et consulter l'ordinateur.

Cette situation comporte des risques de chutes ou quasi-chutes et d'interférences. "Entre les machines, les installations ou les dépôts de matériaux ou marchandises, une largeur minimale de 600mm" est exigée dans la section 3.4.1 du règlement sur les établissements industriels et commerciaux. De plus "cette largeur est augmentée selon le danger encouru ou les dimensions des pièces manipulées". Un espace de dégagement d'au moins 5' doit être prévu pour la manipulation du cric avec la transmission, les tiroirs des coffres à outils doivent être maintenus fermés lorsqu'ils ne sont pas utilisés, ce qui semble déjà être assuré par les incitatifs de bon ordre des lieux. Un passage de 2.5' doit être prévu pour l'accès à la zone de rangement et celle-ci ne doit surtout pas déborder dans l'espace du travailleur.

A8. Éclairage insuffisant compte tenu des tâches à accomplir

Le nombre de lux actuellement disponible est insuffisant. Compte tenu du travail à effectuer, un éclairage variant entre 400 lux et 550 lux doit être maintenu au-dessus de l'établi et sous le véhicule (voir section VI du règlement sur la qualité du milieu de travail). La direction de cet éclairage doit préférablement être ajustable.

A9. Présence d'huile et d'eau au sol, de glace et autres dans le stationnement

L'eau ne s'écoule pas entièrement dans la rigole prévue à cet effet, la déclivité du sol n'étant pas suffisante. Les véhicules perdent beaucoup d'huile lorsqu'on enlève la transmission. Le mécanicien n'a pas de contrôle sur l'état du sol dans le stationnement. Évidemment cette situation comporte des risques de chutes ou quasi-chutes.

Directement reliés à l'équipement de protection

A10. Lunettes pour torches d'acétylène incompatibles avec la tâche

Les verres de ces lunettes sont fumés, donc on ne voit pas bien ce que l'on fait, en fait on ne voit que la flamme de la torche, ce qui rend les opérations proches des réservoirs à essence très dangereuses et inquiétantes pour les travailleurs. Les lunettes elles-mêmes ne peuvent provoquer un mal de dos, mais un feu engendré par une manoeuvre manquée du travailleur, qui voit à peine ce qu'il fait, peut exiger une évacuation d'urgence du poste de travail, qui, couplée avec d'autres facteurs de risques tel la présence d'huile et d'eau au sol, peut engendrer une chute ou quasi-chute et un mal de dos.

Directement reliés à la gestion

A11. Gestion de la santé et sécurité peut être encore améliorée

L'entreprise fait beaucoup plus d'efforts en santé-sécurité que ses semblables, par contre, elle gagnerait encore sûrement à revoir ses incitatifs au travail sécuritaire, à rendre ses consignes de sécurité plus strictes et formelles, à rendre la formation en sécurité obligatoire.

ANNEXE 6
Calculs économiques

Retombées positives d'une intervention en Santé et Sécurité du Travail

Scénarios des économies réalisées sur les cotisations annuelles versées à la CSST par l'entreprise, pour une intervention en Santé et Sécurité du Travail réalisée en hiver 1997.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$
	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$
	249 \$	499 \$	748 \$	748 \$	998 \$	998 \$	998 \$	998 \$	998 \$
	499 \$	998 \$	1 497 \$	1 497 \$	1 996 \$	1 996 \$	1 996 \$	1 996 \$	1 996 \$
	748 \$	1 497 \$	2 245 \$	2 245 \$	2 994 \$	2 994 \$	2 994 \$	2 994 \$	2 994 \$
	748 \$	1 497 \$	2 245 \$	2 245 \$	2 994 \$	2 994 \$	2 994 \$	2 994 \$	2 994 \$
Total	2 244 \$	4 491 \$	6 735 \$	6 735 \$	8 982 \$	8 982 \$	8 982 \$	8 982 \$	8 982 \$

Ces résultats sont calculés selon les hypothèses suivantes :

- À partir de 1995, nous n'avons plus les données réelles nécessaires pour calculer les cotisations versées à la CSST ; afin de faire des scénarios, nous considérerons ces variables (prestations retenues, masse salariale, ratio correspondant de l'unité...) comme constantes depuis 1995.
- Le nouveau programme Santé et Sécurité du Travail, instauré suite à l'intervention de 1997, donnera son plein effet à partir de 1998 ; le nombre d'accidents dans l'entreprise diminuera alors de x%.
- Si le taux annuel d'accidents diminue de x%, alors les prestations retenues diminuent aussi de x%.

Exemple de lecture du tableau :

Pour une intervention en Santé et Sécurité du Travail, effectuée en 1997, dont l'effet diminue de 15% le nombre d'accidents dans l'entreprise à partir de 1998, on obtient des économies de 2 245 \$ sur les cotisations annuelles de 2002 et des économies globales sur 6 ans de 6 735 \$.

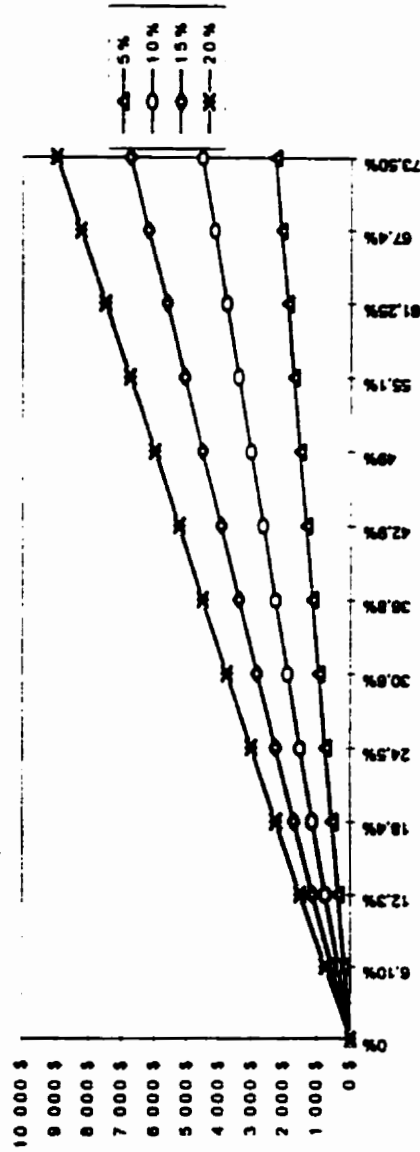
Scénarios des diminutions de cotisations annuelles versées à la CSST, selon le taux de personnalisation de l'entreprise et le taux de diminution des accidents induite par l'intervention en SST

- Economies chiffrées pour le cas de l'entreprise, réalisées sur les cotisations annuelles:

Ce tableau donne l'économie réalisée sur les cotisations CSST en l'an 2002, année à partir de laquelle les cotisations se stabilisent puisque les prestations retenues ont diminué en 1998 et sont supposées stables par après. Nous avons obtenu différents taux de personnalisation par des jeux de multiplication et de division de la masse salariale de l'entreprise. Les chiffres des 2 tableaux qui suivent sont obtenus à partir des données de l'entreprise.

Taux de personnalisation	0%	6,10%	12,3%	18,4%	24,5%	30,6%	36,8%	42,9%	49%	55,1%	61,25%	67,4%	73,50%
Diminution des accidents													
5%	0 \$	187 \$	374 \$	561 \$	748 \$	936 \$	1 123 \$	1 310 \$	1 497 \$	1 684 \$	1 871 \$	2 058 \$	2 245 \$
10%	0 \$	374 \$	748 \$	1 123 \$	1 497 \$	1 871 \$	2 245 \$	2 620 \$	2 994 \$	3 368 \$	3 742 \$	4 117 \$	4 491 \$
15%	0 \$	561 \$	1 123 \$	1 684 \$	2 245 \$	2 807 \$	3 368 \$	3 929 \$	4 491 \$	5 052 \$	5 614 \$	6 175 \$	6 736 \$
20%	0 \$	748 \$	1 497 \$	2 245 \$	2 994 \$	3 742 \$	4 491 \$	5 239 \$	5 988 \$	6 736 \$	7 485 \$	8 233 \$	8 982 \$
Masse salariale assurée en \$	0	1101282	2202564	3303846	4405128	5506410	6607692	7708974	8810256	9911538	11012820	12114102	13215384

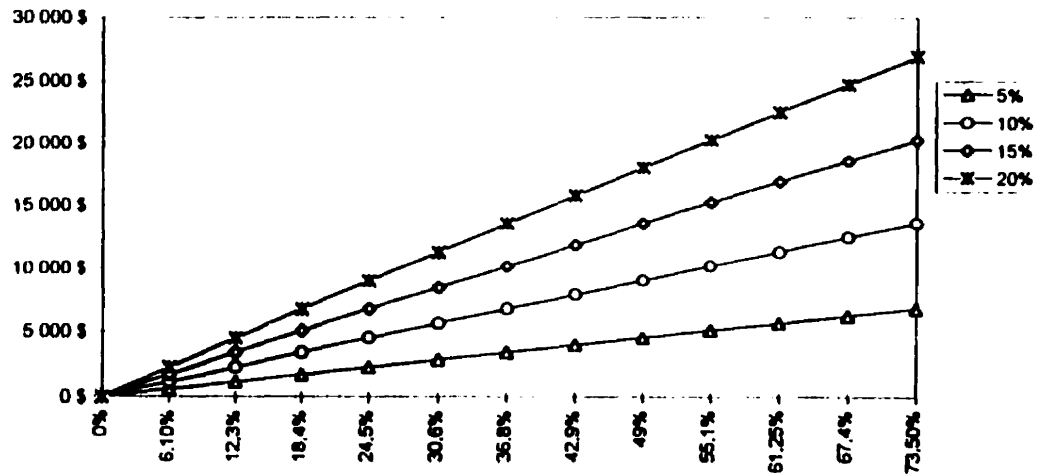
Economies réalisées sur les cotisations annuelles versées à la CSST pour les années ultérieures à 2002



• Économie globale des cotisations sur 6 ans :

Taux de personnalisation	0%	6,10%	12,3%	18,4%	24,5%	30,6%	36,8%	42,9%	49%	55,1%	61,25%	67,4%	73,50%
Diminution des accidents													
5%	0 \$	561 \$	1 123 \$	1 684 \$	2 245 \$	2 807 \$	3 368 \$	3 929 \$	4 491 \$	5 052 \$	5 614 \$	6 175 \$	6 736 \$
10%	0 \$	1 123 \$	2 245 \$	3 368 \$	4 491 \$	5 614 \$	6 736 \$	7 859 \$	8 982 \$	10 104 \$	11 227 \$	12 350 \$	13 473 \$
15%	0 \$	1 684 \$	3 368 \$	5 052 \$	6 736 \$	8 420 \$	10 104 \$	11 788 \$	13 473 \$	15 157 \$	16 841 \$	18 525 \$	20 209 \$
20%	0 \$	2 245 \$	4 491 \$	6 736 \$	8 982 \$	11 227 \$	13 473 \$	15 718 \$	17 963 \$	20 209 \$	22 454 \$	24 700 \$	26 945 \$
Masse salariale assurable en \$	0	1101282	2202564	3303846	4405128	5506410	6607692	7708974	8810256	9911538	11012820	12114102	13215384

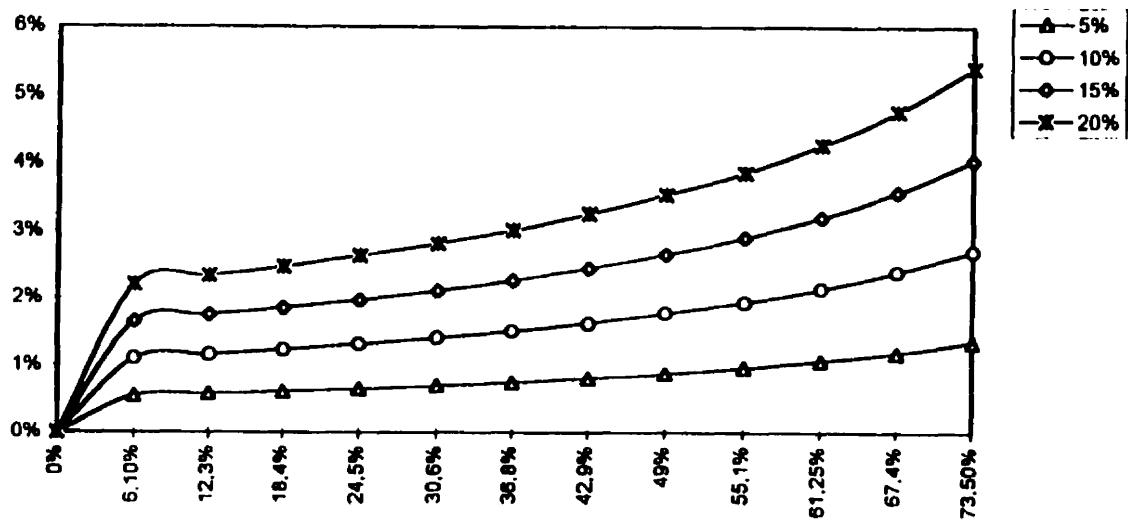
Économies globales réalisées sur les cotisations versées à la CSST pour une période de 6 ans (1998-2003)



● Economies, exprimées en pourcentage, réalisées sur les cotisations annuelles :

Taux de personnalisation	0%	6,10%	12,3%	18,4%	24,5%	30,6%	36,8%	42,9%	49%	55,1%	61,25%	67,4%	73,50%
Diminution des accidents													
5%	0%	0,55%	0,58%	0,62%	0,66%	0,70%	0,75%	0,81%	0,88%	0,97%	1,07%	1,19%	1,35%
10%	0%	1,10%	1,17%	1,24%	1,32%	1,41%	1,51%	1,63%	1,77%	1,94%	2,14%	2,38%	2,70%
15%	0%	1,66%	1,75%	1,85%	1,97%	2,11%	2,26%	2,44%	2,65%	2,90%	3,20%	3,58%	4,05%
20%	0%	2,21%	2,33%	2,47%	2,63%	2,81%	3,02%	3,26%	3,54%	3,87%	4,27%	4,77%	5,40%
Masse salariale assurable en \$	0	1101282	2202564	3303846	4405128	5506410	6607692	7708974	8810256	9911538	11012820	12114102	13215384

Pourcentage d'économies réalisées sur les cotisations annuelles versées à la CSST pour les années ultérieures à 2002



Condensé des résultats pour l'entreprise

HYPOTHÈSE DE BAISSE ACCIDENTS

20%

1993	1994	1995	1996	1997
42 635,15	5 629,11	6 944,02	6 944,02	6 944,02
6 336 726	7 756 204	8 010 256	8 010 256	8 010 256
0,46048	0,41038	0,31638	0,31638	
Ratio correspondant de l'unité				
Masse salariale assurée				
Prélèvements retenus				
Masse salariale assurée				
Seuil de pleine personnalisation				
Taux de l'unité en fonction du risque				
Taux fixe uniforme				
facteur ajustement				
Taux ASF				
Taux général de l'unité				
facteur ajustement				
1,03				
2,8350				
0,07				
1				
0,494				
2,3410				
1325500				

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
8 010 256	8 010 256	8 010 256	8 010 256	8 010 256	8 010 256	8 010 256	8 010 256
49,00%	54,29%	56,54%	56,54%	56,54%	56,54%	56,54%	56,54%
Taux personnalisation							
Sans projet SST	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
Taux							
Collectons	169 202	169 202	169 202	169 202	169 202	169 202	169 202
Avec projet SST							
Taux	1,92	1,90	1,80	1,85	1,85	1,85	1,85
Collectons	169 512	167 206	165 280	163 284	163 284	163 284	163 284
Collectons annuelles	0	1 996	3 992	5 988	5 988	5 988	5 988
Économies annuelles	0,00%	0,00%	1,18%	2,30%	3,54%	3,54%	3,54%
Économies globales sur 8 ans							17 963

Condensé des résultats pour l'entreprise

HYPOTHÈSE DE BAISSE ACCIDENTS

10%

	1993	1994	1995	1996	1997
Prestations retenues	42 635,15	5 629,11	6 944,02	6 944,02	6 944,02
Masse salariale assurée	6 336 726	7 756 284	8 810 256	8 810 256	8 810 256
Ratio correspondant de l'unité	0,46048	0,41038	0,31638	0,31638	0,31638
Seuil de pleine personnalisation					
Taux de l'unité en fonction du risque					
Taux fixe uniforme					
facteur ajustement					
Taux ASP					
Taux général de l'unité					
facteur ajustement					
1,03					
2,8358					
0,07					
1					
0,484					
2,3418					
1325500					

MASSE SALARIALE	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Taux personnalisation	49,00%	54,29%	58,54%	58,54%	58,54%	58,54%
Sans projet SST	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
Cotisations	169 512	169 282	169 282	169 282	169 282	169 282
Taux	1,92	1,92	1,91	1,90	1,89	1,89
Avec projet SST	1,92	1,92	1,91	1,90	1,89	1,89
Cotisations	169 512	169 282	168 284	167 288	166 288	166 288
Taux	0	0	0,59%	1,06%	1,77%	1,77%
Économies annuelles	0	0	988	1 986	2 994	2 994
Économies globales sur 6 ans						8 982

**ANNEXE XI: ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES DE MAUX DE DOS –
ENTREPRISE 3**

ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES DE MAUX DE DOS
ENTREPRISE 3

prépare pour
L'INSTITUT DE RECHERCHE SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL (I.R.S.S.T.)

par

Nathalie Durand. B.Ing.
Robert Gilbert. Ph.D.
Daniel Leblanc. Ph.D.
Sylvie Nadeau. Ing.

Département de Mathématiques et de Génie Industriel
École Polytechnique de Montréal

M.Gilbert et M.Lebanc sont professeurs au Département de Mathématiques et de Génie Industriel. Mme Nadeau est candidate au doctorat en ergonomie. Mme Durand est bachelière en ingénierie.

Juin 1998

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
I. DÉFINITION DU PROBLEME	4
II. ANALYSE ET SYNTHÈSE PRELIMINAIRES	4
III. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES	5
3.1 ANALYSE DES STATISTIQUES D'ACCIDENTS	5
3.2 ANALYSE PAR ENTREVUE	6
3.3 ANALYSE SELON L'INGENIERIE ET L'ERGONOMIE CLASSIQUES	11
IV. SYNTHÈSE DES FACTEURS DE RISQUES PROPOSES	14
V. LIENS AVEC CERTAINES METHODES CONNUES DE PREVENTION DES MAUX DE DOS	16
VI. OUTIL D'AIDE À LA PRÉVENTION	18
CONCLUSION	21
RECOMMANDATIONS	21
BIBLIOGRAPHIE	22
ANNEXE 1: Analyse des statistiques d'accidents	24
ANNEXE 2: Description des facteurs de risques proposés par les travailleurs	39
ANNEXE 3: Description des facteurs de risques proposés par les représentants du management	46
ANNEXE 4: Description des facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes	54

Entreprise 3 - 11/14/99

3

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 5.1:	Liens entre VO_2 , fréquence cardiaque et fatigue (Scherrer)	17
Tableau 6.1:	Outil d'aide à la prévention	19

INTRODUCTION

En 1995, 36 900 cas de maux de dos ont été indemnisés au Québec, totalisant 431 millions de dollars pour la Province. Plus précisément, 4899 manutentionnaires, incluant les déménageurs, ont été indemnisés pour mal de dos au Québec. Ce type de lésion représente 27.9% de l'ensemble des lésions professionnelles de cette profession (Allaire 1996). Ces chiffres n'englobent que les frais médicaux, les frais d'intervention et les frais d'indemnisation pour incapacité permanente ou temporaire. Dans le cas où il y a traumatismes sévères, il faut ajouter à ces conséquences, des souffrances physiques, un choc émotif, des difficultés financières non négligeables pour le travailleur et sa famille, la nécessité, parfois, d'envisager un changement de carrière, une hausse possible des cotisations à la C.S.S.T. pour l'employeur, ainsi qu'une baisse certaine de la productivité, une augmentation de l'absentéisme, un coût relié à l'engagement et à la formation de la main-d'oeuvre de remplacement ainsi que l'entraînement de l'accidenté dans d'autres tâches, un coût d'analyse de l'accident de travail lui-même, ainsi que de la possibilité d'assignation temporaire et une chute du moral des employés pour l'entreprise (Steele 1992, Frymoyer 1991, Spitzer 1986, Bourdouxhe 1992). Heureusement seule la minorité des cas engendre ces coûts sociaux et psychologiques importants.

Néanmoins, l'impact de maux de dos est tel qu'il n'est pas surprenant de voir les employeurs et les travailleurs mettre ensemble l'épaule à la roue dans l'espoir d'améliorer une situation ambiguë, pénible et qui perdure.

I. DÉFINITION DU PROBLÈME

Le présent projet découle

- d'une demande de la direction de l'entreprise 3.;
- d'une demande de validation, par observations et analyses, d'un outil d'identification des facteurs de risques développé pour le compte de l'Institut de Recherche sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRSST) du Québec et la Commission sur la Santé et la Sécurité au Travail (CSST) du Québec, par un groupe de recherche dirigé par les professeurs Robert Gilbert et Daniel Leblanc, du Département de Mathématique et de Génie Industriel de l'École Polytechnique de Montréal.

Les objectifs visés sont les suivants:

- identifier les facteurs de risques de maux de dos chez les déménageurs;
- formuler des recommandations pour réduire ces risques.

II. ANALYSE ET SYNTHÈSE PRÉLIMINAIRES

5 déménagements ont été analysés:

- 2 pouvant être classifiés comme commerciaux;
- 3 pouvant être classifiés comme résidentiels.

Une approche d'intervention externe seule se prêtait mal dans ce cas-ci pour bien comprendre les diverses composantes du travail et favoriser une priorisation conjointe employé-employeur des risques. Une approche partenariale a été préconisée, en particulier pour que chaque partie contribue à la mise en évidence à la source des problèmes de dos. Cette approche se distingue de l'ergonomie participative en ce qu'elle fait appel aux résultats de la théorie économique de l'agence et de la relation principale agent (Milgrom et Roberts 1992, Hatchuel et Ponsard 1996) pour bâtir des incitatifs qui diminuent, entre autres, le risque d'aléa moral, risque augmenté ici par l'autonomie des travailleurs. Ainsi, l'analyse du travail s'est faite en trois phases:

- une analyse statistique des accidents de travail répertoriés par une agence de ressources humaines gérant les effectifs d'entreprises de déménagement dont l'entreprise 3;
- une analyse par entrevues semi-dirigées de 3 travailleurs et 3 représentants du management, réalisée par Nathalie Durand, Robert Gilbert et Sylvie Nadeau (durée: environ 20 min./individu);

- une analyse des paramètres et de l'activité de travail selon des méthodes et outils usuels en analyse ergonomique et en génie industriel réalisée par Nathalie Durand.

Les analyses par entrevue visaient à obtenir l'opinion des employés et du management sur les risques présents dans leur travail et identifier les risques pouvant échapper aux méthodes et outils usuels en analyse ergonomique et en génie industriel. L'analyse des paramètres et celle de l'activité de travail visaient l'identification des points à améliorer dans le travail.

Le présent projet ne comprend pas :

- l'analyse (estimation, évaluation) ni la priorisation des risques;
- l'étude d'impact de chaque proposition d'intervention.

III. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES

3.1 ANALYSE DES STATISTIQUES D'ACCIDENTS

Avant d'entreprendre la cueillette de données, nous avons procédé à une analyse statistique des registres d'accidents de travail tenus par l'agence de personnel qui assure une partie de la gestion des ressources humaines de 3 entreprises de déménagement. Les noms de ces entreprises ne sont pas explicités pour des raisons de confidentialité, toutefois le code "MH" correspond à l'entreprise 3. Les registres d'accidents représentent un échantillon de 43 blessures pour 40 déménageurs et couvrent la période 1995-1996. Les illustrations graphiques des statistiques apparaissent en annexe 1. L'analyse a permis de révéler les faits suivants :

• Occurrence des accidents

Sur les 2 dernières années, les blessures à la colonne vertébrale (colonne lombaire, colonne dorsale, colonne cervicale, colonne lombo-sacrée), sont de loin les blessures les plus fréquentes, représentant 37,2% du total des blessures enregistrées par la CSST, soit 16 blessures sur un total de 43. Les blessures aux mains arrivent en seconde position avec une proportion de 20,9 % du total des blessures (cf. annexe 1, p1 du document " Occurrence et coût des blessures par catégories").

• Coût des accidents

Au point de vue coût, les accidents à la colonne vertébrale sont de toute évidence les plus dispendieux sur la période 1995-1996, représentant 57,1% (1731 jrs) du total des jours perdus en arrêt maladie et 49,1% (61 183\$) des imputations totales comptabilisées.

Toutefois, le nombre de jours moyen perdus par catégorie de blessures fait ressortir les blessures à l'épaule (143jrs), à la tête (130 jrs) et à la colonne (108,2 jrs). La taille de l'échantillon permet difficilement de tirer des conclusions: la période moyenne de 108,2 jrs d'arrêt maladie est obtenue avec un échantillon de 16 blessures au dos, tandis que les périodes moyennes d'arrêt maladie pour l'épaule et la tête sont calculées à partir d'échantillons de 2 accidents et de 1 accident ! On ne peut donc étendre ces derniers résultats à une généralité. Voir en annexe 1, p 2 du document " Occurrence et coût des blessures par catégories".

Le durée moyenne d'un arrêt maladie pour blessure au dos est de 108,2 jours et 50% des accidents au dos entraînent un arrêt maladie de moins de 30 jours, tandis que 64% de l'ensemble des accidents entraînent un arrêt de moins de 30 jours. Sur la distribution cumulative des accidents au dos, on observe 2 zones particulières : la plupart des accidents au dos entraînent un arrêt variant entre 20 et 60 jours et une autre partie des accidents au dos entraînent des arrêts de plus de 130 jours. Ces derniers, même s'ils sont peu nombreux, coûtent environ la moitié des coûts totaux attribués au dos! Voir les détails en annexe 1, document " Durée des congés maladie".

- Le facteur temps

L'étude de l'occurrence des accidents au cours de l'année montre un maximum aux mois de juin et juillet. Ces chiffres sont, bien entendu, à mettre en regard avec le niveau d'activité de déménagement qui atteint son maximum autour du 1er juillet. Plus de la moitié des accidents du mois de juillet surviennent entre le 1er et le 3 juillet. Au-delà de l'effet du pic d'activité, l'effet de fatigue accumulée n'est pas négligeable. On constate que le fort niveau d'activité de la période juin-juillet a un effet multiplicateur sur les accidents. Cf. page 4 de l'annexe "Occurrence des accidents selon les mois de l'année". Si le rapport {Taux mensuel de blessures / Taux mensuel de déménagements} est à peu près constant pendant les mois de saison creuse, oscillant entre 0.36 et 1.15, il s'élève à 1.9 et 2.2 respectivement en juin et juillet et à 1.9 en décembre. Les proportions ne sont pas gardées pour ces 3 mois.

Pour les mois d'été, il faut certainement prendre en compte certains facteurs propres à la période estivale qui contribuent à l'augmentation des accidents : chaleur, humidité, état novice de plusieurs travailleurs saisonniers, pressions des clients, occurrence de plusieurs déménagements simultanés dans le même édifice, etc.

Concernant le cas du mois de décembre, il est difficile de conclure puisque le niveau d'activité est très bas et qu'on se base sur 4 accidents seulement.

• Circonstances des blessures

Selon les déclarations, l'effort physique excessif est rapporté comme étant à l'origine de 49 % des accidents de la colonne vertébrale, tandis qu'il n'est responsable que de 25% de l'ensemble des accidents. Les blessures au dos sont diagnostiquées à 85% comme des entorses. De tous les accidents 30% surviennent pendant une levée de charge manuelle et 55% des accidents au dos surviennent dans ces mêmes circonstances.

D'un point de vue ergonomique, il aurait été intéressant d'avoir d'autres classifications que celles de la CSST qui sont peu explicatives. En effet, qu'entend-on par effort physique excessif ? S'agit-il d'un effort instantané dynamique, d'un effort de longue durée ? Les catégories "marcher" et "monter/descendre" ne précisent pas si le déménageur était chargé de marchandises, ou avait les mains vides lors de l'accident. Les blessures attribuées à une "levée de charge" peuvent provenir d'autres causes (chute avec charge par exemple) : le déclarant qui portait une charge au moment de l'accident classifiera certainement l'accident dans la catégorie "levée de charge", car c'est la seule qui signale une présence de charge. Cette imprecision est regrettable ici.

En fait, la généralité de la classification employée par la CSST laisse croire qu'il existe sûrement d'autres causes aux maux de dos qui pourraient être répertoriées à ce niveau et laisse place à de multiples erreurs de jugement sur le classement. En effet, rien ne nous assure que lors de l'analyse de l'accident, la bonne typologie d'accident et le bon agent causal seront choisis, et ce, à cause de:

- certains faits et données utilisés manquants de validation (erreur de niveau);
- certaines variables n'ayant pas été prises en considération (erreur d'omission);
- "certaines informations s'imposant plus que d'autres à l'individu soit par la mémoire, soit par la nature particulière de l'environnement de la tâche" (biais d'acquisition d'information);
- risque de transposition des règles d'analyse d'un accident à l'autre (biais lors du traitement par le choix ou l'opération des règles);
- manque de rétroaction suite au classement pouvant engendrer des pertes d'informations difficiles à reconstruire sans erreurs;
- la généralité de la classification rendant le processus de classement flou et presque subjectifs. (cette énumération s'inspire de Leblanc 1996)

Ainsi, les classifications employées sont générales et considèrent souvent au même niveau les causes premières des autres, elles ne parviennent donc pas à nous fournir une solution satisfaisante. Ainsi on retrouve ces problèmes dans toutes les classifications (Anderson 1983, Manning 1983, Strandberg 1983)

3.2 ANALYSES PAR ENTREVUES

Afin de recueillir la perception des travailleurs sur les facteurs de risques de maux de dos sur les variables concernées dans leur travail et sur les règles et stratégies de travail employées, une entrevue semi-dirigée a été tenue avec 3 travailleurs. Notons de façon toute particulière que ce type de cueillette de données permet d'attirer l'attention sur la possibilité d'événements plus ou moins aléatoires qui auraient pu autrement échapper à l'analyste étant donné sa fenêtre de temps d'observation relativement courte et sur des pratiques organisationnelles (administrative, de gestion des cas d'indemnisation, etc.) insoupçonnées, mais dont l'impact peut mettre en péril tout programme de prévention n'en n'ayant pas tenu compte (Parker 1995). L'entrevue type de 20 min. a porté sur:

- l'individu (âge, taille, sexe, poids, condition physique, etc.);
- l'expérience et la formation au travail;
- les contraintes de temps au travail (quart, rotations de postes, cadence, pauses, heures supplémentaires, etc.);
- les moyens de protection individuelle;
- les accidents survenant dans l'entreprise (les plus fréquents, les plus probables, les plus graves, etc.);
- l'historique de l'employé au niveau des accidents de travail;
- les blessures au dos (circonstances de l'accident, type de blessures, causes des blessures, etc.);
- les incidents au travail (circonstances, causes, etc.);
- l'évolution de l'état de la condition physique et les activités "hors-travail";
- la perception de l'entreprise (charge de travail, climat de travail, rémunération, conditions de travail, supérieurs, comité SST, etc.).

Les facteurs de risques proposés par les employés sont les suivants:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs, disponible à l'annexe 2

Facteurs de risques proposés par les travailleurs pour les accidents en général**Directement reliés à la tâche**

- T1. Certaines charges (verre, marbre, melamine, photocopieuses, etc)
- T2. Monter une charge dans le camion en effectuant un levage de 4'
- T3. "Palanter" un meuble

Directement reliés à l'équipement

- T4. Monter la rampe du camion

Directement reliés à l'environnement de travail

- T5. Pressions sociales du client
- T6. Espaces exigus et possibilités d'accès restreintes
- T7. Température

Directement reliés à la formation

- T8. Travailler avec un novice

Directement reliés à la gestion

- T9. Horaires de 8h à 21h à proscrire

Directement reliés aux individus

- T10. Surdité et nervosité des travailleurs
- T11. Travailler trop vite

La perception des représentants du management, sur les facteurs de risques de maux de dos et les variables concernées dans le travail de leurs employés, a aussi été recueillie, auprès de 3 individus, par entrevue semi-dirigée. L'entrevue type de 20 min. a porté sur:

- l'individu (âge, taille, sexe, condition physique, etc.);
- l'expérience et la formation au travail;
- les contraintes de temps au travail (quart, rotations de postes, etc.)
- les accidents survenant dans l'entreprise (les plus fréquents, les plus probables, les plus graves, etc.);
- la perception de l'entreprise (charge de travail, climat de travail, rémunération, conditions de travail, employés, comité SST, etc.);
- les employés:
 - la condition physique;
 - la formation:
 - les contraintes de temps au travail (rotations de poste, cadence, pauses, heures supplémentaires, etc.);
 - les moyens de protection individuelle;
 - les incidents au travail (circonstances, causes, etc.)
 - l'historique des accidents de travail;
 - les blessures au dos (circonstances de l'accident, type de blessure, causes des blessures, etc.);
 - les incidents au travail (circonstances, causes, etc.).

Les facteurs de risques proposés par les représentants du management sont les suivants:

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs à l'annexe 3

**Facteurs de risques proposés par les représentants du
management pour les accidents en général**

Directement reliés à la tâche

M1. Surfaces coupantes
M2. Certaines charges (verreries mal emballées,
photocopieuses...)

Indirectement reliés à la tâche

M10. Mauvaise communication

Directement reliés à l'équipement

M3. Emplacement de la rampe lors de son rangement

Directement reliés à l'environnement

M4. Escaliers, surtout avec paliers et/ou virage

Directement reliés à la formation

M5. Mauvaise technique pour forcer
M6. Mauvaise connaissance de l'utilisation des
sangles

Directement reliés à la gestion

M7. Horaires de travail

Indirectement reliés à la gestion

M11. Période suivant le dîner difficile

Directement reliés aux individus

M8. Travailler trop vite
M9. Manque d'attention et de précautions

Directement reliés aux individus

M12. Age
M13. Endurance

3.3 ANALYSE SELON L'INGÉNIERIE ET L'ERGONOMIE CLASSIQUE

Le travail de déménageur est:

- physiquement exigeant pour le travailleur: les charges sont souvent lourdes, encombrantes difficiles à prendre, nombreuses, etc. et l'environnement de travail (température, exigüité des lieux, caractéristiques du sol, etc.) ne facilite pas les choses;
- jonché d'imprévis et d'éléments difficiles à anticiper: le travailleur fait face à un environnement de travail toujours différent, des charges différentes, etc.

Dans la poursuite de l'identification des facteurs de risques une grille développée en 1993, lors du projet ASMÉMA (Assistance Mécanique à la Manutention) et révisée par Nathalie Durand en 1996, a été utilisée. Cette grille permet une description complète et exhaustive d'un poste de travail et sert d'outil de récolte de données pour le logiciel ASMÉMA, développé pour le compte de l'Institut de Recherche sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRSST) du Québec (Normandin et al 1993), et pour le modèle d'identification des facteurs de risques de maux de dos présentement en cours de développement.

Afin de mieux comprendre les facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes, une description des contraintes de travail et des objectifs fondamentaux des travailleurs est de mise. L'activité du déménageur est modulée par de nombreuses contraintes dont:

- le temps alloué par l'estimateur au déménagement et le temps souhaité par le client;
- les consignes d'emballage de la marchandise données par l'entreprise et les exigences du client;
- les règles plus ou moins incontournables sur l'ordre de manipulation de la marchandise qui sont modulées par:
 - l'emplacement des charges;
 - la fragilité, la résistance et la stabilité des charges modulant la possibilité d'empilement;
 - le remplissage maximal du camion;
 - l'encombrement des lieux.
- les caractéristiques individuelles de chaque membre de l'équipe.

Étant donné que le travail de déménageur est physiquement exigeant, les travailleurs ont tendance à adopter des méthodes et stratégies de travail minimisant l'effort physique et la fatigue:

- il semble que le travailleur procède, le plus possible, selon un rythme uniforme dans l'exécution des sous-tâches de son travail (transport de boîtes, etc.);
- le travailleur va utiliser ou ne pas utiliser de dispositifs facilitant le transport des charges (courroies, planches à roulettes, diable, gants, etc.) si les lieux le permettent ou si le temps le permet dans la mesure où un dispositif d'aide peut accélérer ou ralentir la vitesse d'exécution;
- le travailleur va solliciter l'aide de ses équipiers si la charge est fatigante ou le parcours l'est;
- les travailleurs vont opter pour une organisation et une attribution de tâches les plus efficaces possibles au sein de l'équipe selon les compétences, les responsabilités, les facultés, la force et l'endurance, les goûts, etc. de chacun;
- le choix des méthodes de travail et des stratégies ne sont pas transposables d'un individu à l'autre en raison des différences anthropométriques, de la force, de l'endurance, des habiletés, etc. Le problème se pose de façon cruciale lorsque des charges doivent être manipulées à plus d'une personne. Certaines observations faites dans le cadre d'un autre projet (déménagement d'objets lourds: pianos, coffres-forts, etc.) nous conduisent à penser que dans le cas d'objets manipulés à deux, il peut être désirable que les deux personnes aient des caractéristiques similaires ou aient des caractéristiques différentes selon les propriétés de la charge ou des lieux. Ces observations sont en contradiction avec l'idée véhiculée par certains sur la formation des novices par des "experts" (Lortie et al. 1996). Ce type de transfert est impossible dans beaucoup d'autres types de tâches et est particulièrement délicat lorsqu'il s'agit de méthodes sécuritaires, certaines stratégies pourraient devenir dangereuses dans certaines circonstances.

Un certain nombre de facteurs de risques ont pu être proposés par les analystes:

Entreprise 3 - 11/14/99

12

NOTE: le lecteur trouvera une description de ces facteurs à l'annexe 4

Facteurs de risques de maux de dos proposés par les analystes

Directement reliés à la tâche et à la charge

- A1. Manque d'anticipation du déménagement et de chaque marchandise
- A2. Charge instable
- A3. Charge fragile
- A4. Charge obstruant le champ de vision
- A5. Charge nauséabonde ou sale
- A6. Prises de la charge difficile (surface ou dimensions)
- A7. Rapport masse manipulée/masse individuelle trop important
- A8. Exigences perceptives, sensori-motrices et motrices importantes

Directement reliés à l'équipement

- A9. Incompatibilité avec le type de geste à poser et espace de dégagement

Directement reliés à l'environnement de travail

- A10. Risques de rouler, buter ou trébucher
- A11. Risques de glissade ou dérapage
- A12. Changement des caractéristiques du sol
- A13. Interférences avec des personnes ou objets
- A14. Exiguité des voies de circulation
- A15. Température et éclairage

Directement reliés au travail d'équipe

- A16. Manque de communication et de coordination entre les équipiers

Directement reliés à l'individu

- A17. Évaluation du risque
- A18. Respect des consignes de sécurité
- A19. Endurance (volume, étage, gros meubles) et force

Directement reliés à la gestion

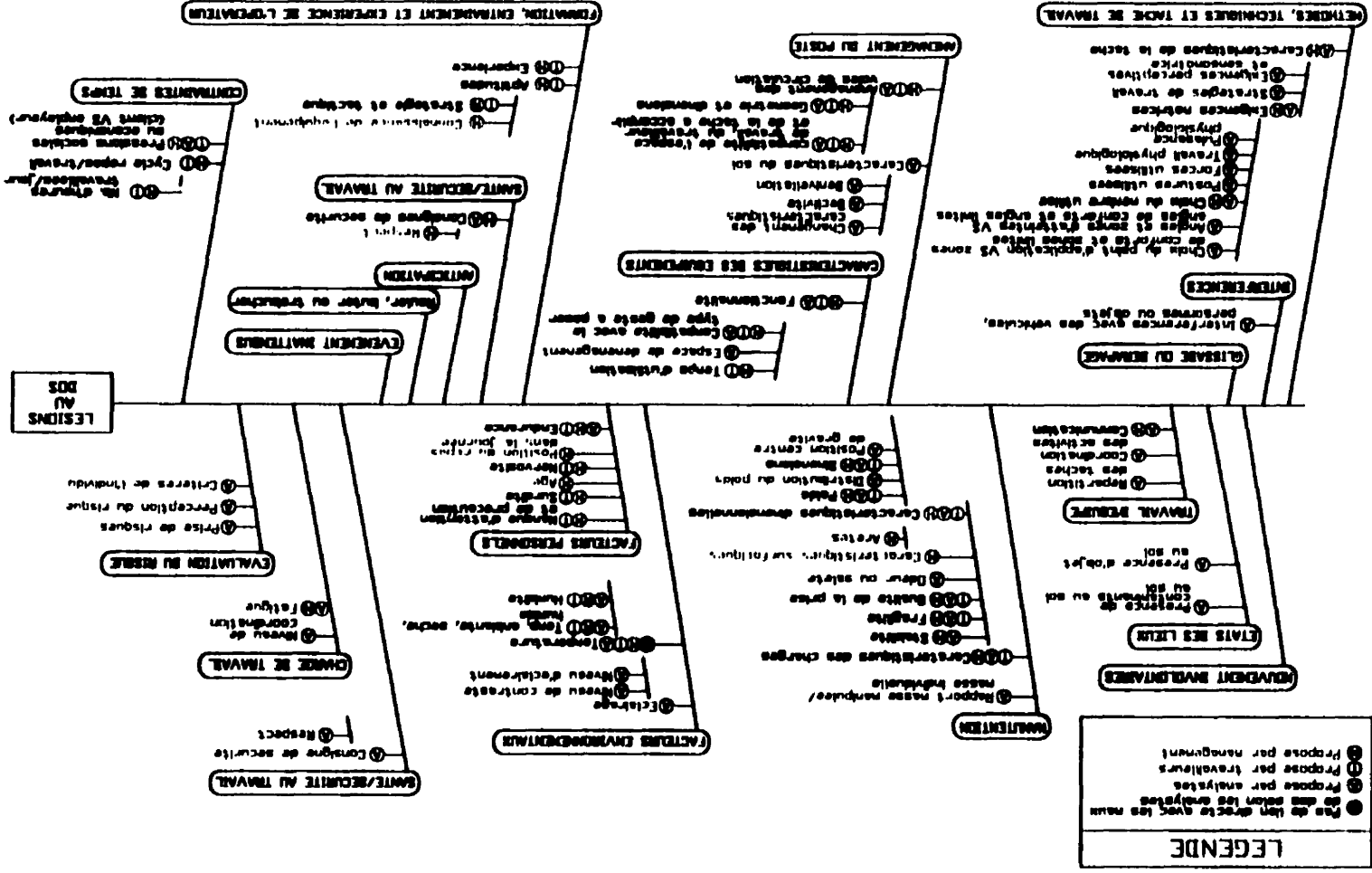
- A20. Contraintes de temps posées par l'employeur vs client

IV. SYNTHÈSE DES FACTEURS DE RISQUES PROPOSÉS

La figure suivante est une synthèse des facteurs de risques:

- de maux de dos proposés par les analystes;
- d'accidents de travail perçus par les représentants du management et les travailleurs.

Chaque facteur de risque peut comporter plusieurs conséquences et a une probabilité plus ou moins grande d'occurrence.



V. LIENS AVEC CERTAINES METHODES CONNUES DE PRÉVENTION DES MAUX DE DOS

Une validation d'un outil d'identification des facteurs de risques de maux de dos ne serait pas complète sans l'établissement de liens avec les méthodes les plus connues de prévention des maux de dos. Comme le travail de déménageur comporte des exigences physiologiques importantes et qu'aucune des méthodes connues de prévention ne tient compte des imprévus, on a choisi d'effectuer une comparaison avec deux modèles connus, issus des études de Mital (1984 et 1985), prédisant la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque en fonction du temps de travail. L'équation de N.I.O.S.H. n'était pas pertinente dans ce cas-ci.

Les modèles de Mital sont le résultat d'une prise de mesures minutieuse auprès de 24 hommes et femmes, tous manutentionnaires en industrie. Les sujets devaient effectuer des levages de trois caisses différentes, à quatre fréquences et trois hauteurs différentes. De plus, les sujets devaient, selon une approche psychophysique, ajuster le poids de la charge selon la durée du quart de travail prévue et les chercheurs prenaient, à différents moments, une mesure de fréquence cardiaque et de consommation d'oxygène. Le tout s'est effectué à température et humidité relative contrôlées (T: 21 à 22 °C, H: 45 à 55%) et les caisses étaient munies de poignées. Les formules mathématiques suivantes prédisent, selon Mital, la fréquence à 1 battement de cœur près par minute et la consommation d'oxygène à 0.02 litre par minute près lors du levage de charges jugées acceptables par les sujets.

$$VO_2 = 0.86 - 0.168G - 0.00002W^2 - 0.0001(\text{force du bras})^2 + 0.279 \log(\text{force du bras}) - 0.00012(\text{force du bras}) - 0.231 \log(\text{force du dos}) - 0.013(\text{durée du quart de travail}) + 0.004F(\text{capacité de levage}) - 0.00012(\text{dimensions de la boîte})(\text{capacité de levage})$$

$$HR = 136.943 + 18.565G + 0.09(\text{profondeur abdominale})^2 - 0.004(\text{force du dos})^2 - 47.227 \log(\text{poids de l'individu}) + 40.215 \log(\text{distance de prise de l'avant-bras}) - 40.698 \log(\text{profondeur abdominale}) + 11.476 \log(\text{force du bras}) + 11.366 \log(\text{force composite}) - 0.96(\text{durée du quart de travail}) + 0.246(\text{fréquence})(\text{capacité de levage}) - 0.023(\text{dimensions de la boîte})(\text{capacité de levage}) - 0.425e^H$$

ou

VO₂: consommation d'oxygène

G: sexe (vaut 1 pour les hommes et 2 pour les femmes)

W: poids de l'individu en kg

F: fréquence de levage (nbre de levages/min.)

H: hauteur de levage (plancher à taille = 1 ; taille à épaule = 2 ; épaule à extension maximale des bras vers le ciel = 3)

Avant d'aller plus loin, certaines explications s'avèrent nécessaires. D'abord, la charge de travail est déterminée par différents facteurs dont:

- la situation de travail (environnement physique, aménagement physique du poste, organisation du travail, etc.);
- l'individu (niveau d'apprentissage, âge, état de fatigue ou de santé, certains traits de personnalité, etc.);
- les facteurs sociaux (environnement social, organisation sociale du groupe, caractéristiques de la vie hors travail, etc.).

Il faut distinguer fatigue et charge de travail. La fatigue est une variable d'astreinte c'est-à-dire une variable qui représente en tant que tel la réaction de l'organisme humain alors que charge de travail peut représenter également l'astreinte si son évaluation repose directement sur la mesure de variables physiologiques (VO₂, fréquence cardiaque, etc.) mais aussi elle peut représenter la contrainte si elle est évaluée par le travail mécanique effectué (ex: déplacer des objets d'un poids donné sur une trajectoire donnée à une fréquence donnée). On observe souvent des écarts importants entre l'astreinte et la contrainte pour plusieurs raisons:

- différences individuelles de stratégies:

- différences individuelles des méthodes de travail;
- différences individuelles dans les modes opératoires.

Toutes ces différences reposent sur des caractéristiques individuelles auxquelles il faut ajouter la nature du travail en terme de travail musculaire statique et dynamique et en terme du travail musculaire local, régional et général.

Comme nous l'avons signalé, VO_2 et fréquence cardiaque ne traduisent pas les mêmes phénomènes et lorsque le travail se situe (en termes d'exigences physiques) au-delà des niveaux choisis par les sujets, on peut même obtenir des corrélations négatives (Scherrer 1967). La fréquence cardiaque est associée davantage à la pénibilité d'une tâche qu'à la seule dépense d'énergie. Elle traduit particulièrement les effets cumulatifs du travail. Elle doit être interprétée avec discernement puisque de nombreux facteurs sont susceptibles de l'affecter. La consommation d'oxygène est une mesure indirecte de la consommation d'énergie. Enfin, la consommation d'énergie et la charge de travail augmentent dans le même sens.

On a appliqué les modèles mathématiques proposés par Mital dans le cas des déménageurs, pour cela:

- on a utilisé les mêmes mesures anthropométriques et de force moyenne que l'échantillon de Mital soit, pour des hommes:
poids: 81.18kg
distance de prise de l'avant-bras: 36.82cm
profondeur abdominale: 22.10cm
force du bras: 34.73 kg
force composite: 99.35 kg
force du dos: 55.30 kg
- on a fait varier les dimensions des caisses comme dans l'étude de Mital (30.48, 45.72 et 60.96 cm)
- on a fait varier la durée du quart (8, 10 et 12 heures);
- on a fait varier la capacité de levage (11.5, 21.5 et 33.5kg) selon des données provenant de Human Scale 4/5/6 (Diffrient 1991) pour un levage du sol à la taille;
- on a fait varier la fréquence de levage (4, 8 et 12 levages par minute).

Les résultats de ces modèles ont été comparés à la classification suivante (classification valide pour de jeunes hommes en bonne santé)

	très léger	léger	Moderé	Dur	très dur	extrêmement dur
VO_2 (l/m)	inf. à 0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	sup. à 2.5
fréquence cardiaque	inf. à 75	75-100	100-125	125-150	150-175	sup. à 175

Tableau 5.1: Liens entre VO_2 , fréquence cardiaque et fatigue (Scherrer 1967)

D'après les évaluations de la consommation d'oxygène et de la fréquence cardiaque, le travail de déménageur peut être classifié léger selon le modèle de consommation d'oxygène (0.6 l/m pour un travail de 8hres) et dur selon le modèle de la fréquence cardiaque (131 battements/min. pour un travail de 8hres). Ces résultats peuvent s'expliquer en partie par le peu de corrélations entre les variables et la consommation d'oxygène ou la fréquence cardiaque trouvée par les chercheurs (Genaidy et Asfour 1987), mais certainement par l'influence de la fréquence de levage, de la durée du quart de travail et de la capacité de levage.

Au-delà des considérations précédentes sur la fatigue, les modèles précédents ne considèrent que la tâche de levage et dans des conditions environnementales favorables (température, humidité, etc.). Par contre, ils permettent de conclure que le coût physiologique d'une activité augmente lorsque:

- la fréquence de levage augmente;
- la durée du quart de travail augmente;
- l'endurance et la force de l'individu diminuent.

Par contre, ces modèles ignorent les tâches de transport, de soutien des meubles, etc. et négligent tout l'aspect imprévu du travail.

Enfin, il est possible d'accepter un lien entre ces modèles et les maux de dos par une lésion pouvant survenir par surcharge brusque émanant d'une interférence dans la commande humaine lorsque le coût physiologique et la charge de travail sont importants.

VI. OUTIL D'AIDE À LA PRÉVENTION

L'outil élaboré au cours de l'étude est une liste de vérification qui permet d'identifier les éléments critiques présents sur un lieu de déménagement, et propose des voies de solutions relativement aux équipements à utiliser, aux stratégies à privilégier. Il s'agit là d'émettre des suggestions et non des directives à suivre absolument.

L'objectif ultime est d'informatiser cet outil de façon à n'entrer que les données pertinentes et à obtenir en sortie une liste concise des facteurs de risques à surveiller. L'identification de ces facteurs de risques est fondée sur les mécanismes lésionnels. Relativement à cette liste obtenue, l'outil évoquera les différents domaines sur lesquels agir pour pallier les risques identifiés et pourra indiquer la criticité d'une corrélation de facteurs simultanément présents.

Pour une meilleure efficacité, cet outil devrait être utilisé en amont des opérations, c'est-à-dire au niveau de l'estimateur ou du conseiller téléphonique, afin que le chef d'équipe dispose déjà d'un portrait contextuel du déménagement, d'une liste des facteurs à surveiller, et puisse anticiper les embûches potentielles avant son arrivée sur les lieux.

Outre la prévention des accidents de travail, cela peut avoir pour retombées supplémentaires des gains de temps sur le déménagement (on évitera les mauvaises surprises, les essais et changement de méthodes de transport, de stationnement du camion...) et donc une satisfaction accrue de la clientèle.

Nous pensons qu'un gain sur la sécurité peut être obtenu, sans toutefois affecter la productivité des déménageurs, en allouant plus de temps à la préparation du déménagement. Cette préparation est faite en partie par l'estimateur ou l'aviseur par recueil de données pertinentes sur place ou bien auprès du client, puis elle est complétée par le chef d'équipe qui prend connaissance du constat et anticipe les problèmes potentiels en se munissant des équipements adéquats et en s'organisant en conséquence. Un effort de planification accru a un coût pour le planificateur, mais des bénéfices sur les exécutants. Il y a un effet multiplicateur sur les bénéfices : cet effet équivaut approximativement au ratio {nombre d'exécutants / nombre de planificateurs}.

Description de l'outil

- La première colonne de la grille correspond aux éléments susceptibles d'être rencontrés sur un déménagement.
- La colonne A "Camion et Équipements" suggère les équipements auxquels il faut penser dans les différents cas de figure.
- La colonne B "Méthodes de travail" donne des indications sur les méthodes de travail pendant le déménagement.
- La colonne C "Ressources humaines" donne un regard sur l'organisation humaine.

<p>Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>1. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>2. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>3. Choix de l'habitant de l'habitation</p>	<p>Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>1. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>2. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>3. Choix de l'habitant de l'habitation</p>	<p>Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>1. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>2. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>3. Choix de l'habitant de l'habitation</p>	<p>Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>1. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>2. Choix de l'habitant de l'habitation</p> <p>3. Choix de l'habitant de l'habitation</p>
<p>1. Type de terrain</p> <p>2. Equipement extérieur</p> <p>3. Equipement intérieur</p> <p>4. Localisation</p> <p>5. Environnement</p>	<p>(A 1) voir le terrain</p> <p>(A 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 3) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 4) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 5) voir les plans de l'habitation</p>	<p>(B 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 3) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 4) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 5) voir les plans de l'habitation</p>	<p>(C 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(C 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(C 3) voir les plans de l'habitation</p>
<p>1. Type de terrain</p> <p>2. Equipement extérieur</p> <p>3. Equipement intérieur</p> <p>4. Localisation</p> <p>5. Environnement</p>	<p>(A 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 3) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 4) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 5) voir les plans de l'habitation</p>	<p>(B 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 3) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 4) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 5) voir les plans de l'habitation</p>	<p>(C 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(C 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(C 3) voir les plans de l'habitation</p>
<p>1. Type de terrain</p> <p>2. Equipement extérieur</p> <p>3. Equipement intérieur</p> <p>4. Localisation</p> <p>5. Environnement</p>	<p>(A 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 3) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 4) voir les plans de l'habitation</p> <p>(A 5) voir les plans de l'habitation</p>	<p>(B 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 3) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 4) voir les plans de l'habitation</p> <p>(B 5) voir les plans de l'habitation</p>	<p>(C 1) voir les plans de l'habitation</p> <p>(C 2) voir les plans de l'habitation</p> <p>(C 3) voir les plans de l'habitation</p>

Choix de l'habitant de l'habitation

Choix de l'habitant de l'habitation

Choix de l'habitant de l'habitation

Choix de l'habitant de l'habitation

<p>Precedentes laborales</p> <p>Procedencia por causa del trabajador (A)</p> <p>Procedencia por causa del empleador (B)</p> <p>Procedencia por causa del contrato (C)</p> <p>Procedencia por causa del servicio (D)</p> <p>Procedencia por causa del tiempo (E)</p> <p>Procedencia por causa del lugar (F)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de trabajo (G)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de residencia (H)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento (I)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de estudio (J)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento del padre (K)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de la madre (L)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los abuelos (M)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los bisabuelos (N)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los tatarabuelos (O)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los abuelos maternos (P)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los abuelos paternos (Q)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los bisabuelos maternos (R)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los bisabuelos paternos (S)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los tatarabuelos maternos (T)</p> <p>Procedencia por causa del lugar de nacimiento de los tatarabuelos paternos (U)</p>	<p>(A) 3) problemas o dificultades de trabajo de origen del trabajador</p> <p>(A 3) Inicial</p> <p>(A 3) Inicial</p> <p>(A 3) Inicial</p> <p>(A 3) problemas o dificultades de trabajo de origen del trabajador</p> <p>(A 3) Inicial</p>	<p>(B 3) utilizar los servicios o recursos en calidad que permita</p> <p>(B 3) si el trabajador presenta problemas para que sea el trabajador el que presente</p> <p>(B 3) utilizar de preferencia los servicios (B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo</p> <p>(B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo (B 3) utilizar preferencias de comunicación</p> <p>(B 3) presentar problemas para poder salir de trabajo (B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo</p> <p>(B 3) poder ir al trabajo en problemas o recursos de trabajo</p> <p>(B 3) ser el jefe de trabajo, un (B 3) ser el problema o recurso de trabajo</p> <p>(B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo</p> <p>(B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo</p> <p>(B 3) presentar problemas para poder salir de trabajo (B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo</p> <p>(B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo</p> <p>(B 3) comunicarse sobre el problema al jefe de trabajo (B 3) utilizar un recurso de trabajo de preferencia</p> <p>(B 3) proveer de recursos de trabajo o recursos de trabajo de preferencia</p> <p>(B 3) problemas de tiempo</p> <p>(B 3) utilizar los recursos de trabajo</p> <p>(B 3) utilizar los recursos de trabajo</p>	<p>(C 2) servicios de emergencia</p> <p>(C 1) o (C 2) servicios de emergencia</p> <p>(C 1) servicios de emergencia</p> <p>(C 2) servicios de emergencia (C 1) o (C 2) servicios de emergencia</p> <p>(C 2) servicios de emergencia (C 2) servicios de emergencia</p> <p>(C 2) servicios de emergencia</p>

CONCLUSION

Après une définition du problème soumis, une analyse et une synthèse préliminaires nécessaires à l'élaboration des plans et stratégies d'analyse des facteurs de risques, une analyste externe a procédé à une cueillette d'information en trois volets: une analyse statistique a été effectuée, une analyse partenariale où des entrevues avec des travailleurs et des représentants du management ont été menagées et une analyse selon l'ingénierie et l'ergonomie classique, où l'apport des travailleurs et de l'employeur a été sollicité à plusieurs niveaux. Enfin, une synthèse des facteurs de risques proposés par les divers intervenants a été obtenue par un traitement scientifique des données recueillies, en utilisant un modèle de facteurs de risques, construit à partir d'arbres de défaillances. L'intérêt de ce graphique synthèse est d'établir un ensemble d'informations communes et liant entre eux les partenaires. Les possibilités de comportements stratégiques s'appuyant sur des révélations sélectives ou des manipulations d'informations sont maintenant réduites. Ainsi, nous avons rempli notre mandat, soit d'identifier les facteurs de risques de maux de dos chez les déménageurs de l'entreprise 3, tout en validant un outil développé pour le compte de l'I.R.S.S.T..

La démarche de prévention adoptée, sollicitant la participation des différents intervenants du milieu, a, en plus de fournir la substance nécessaire à l'élaboration d'un programme de prévention, permis de mettre en place les bases de discussion sur la priorisation des facteurs de risques de maux de dos en vue de leur prévention dans une démarche de partenariat. Il est important de prioriser les facteurs de risques avant d'adopter quelque mesure de prévention que ce soit sinon celle-ci risque d'être inefficace en ayant affecté des ressources sur des aspects moins prioritaires.

Un outil d'aide à la prévention prenant la forme d'une liste de vérification a été développé. Il permet d'identifier les éléments critiques présents sur un lieu de déménagement et propose des voies de solution relativement aux équipements à utiliser et aux stratégies à privilégier.

RECOMMANDATIONS

Contrairement au travail en usine ou en atelier, le travail de déménageur nécessite une gestion du risque faisant appel à un mode dynamique et interactif avec la tâche en raison d'une multitude de facteurs variables dans l'espace et dans le temps. Il ne s'agit plus d'une gestion de type statique où des règles, moyens, corrections et méthodes peuvent être mis en place de façon stable dans le temps et l'espace. Le travail d'équipe des déménageurs, en particulier, est riche en facteurs de risques et la priorisation de ces derniers varie d'un établissement à l'autre. Ainsi, il faut plutôt penser à un modèle interactif de gestion des risques. Pour ce faire des développements futurs sont à prévoir pour:

1. améliorer la collecte et le traitement de l'information sur la sécurité;
2. permettre d'étendre le domaine du choix des stratégies les plus sécuritaires;
3. améliorer la conception des aides à la manutention;
4. développer des incitatifs à la sécurité en particulier dans des relations principal-agent (dans le déménagement les travailleurs sont à la fois des représentants autonomes de l'employeur et des employés dirigés par un chef d'équipe).

BIBLIOGRAPHIE

- Allaire, M. (1996). Statistiques sur les affections vertébrales 1992-1995. CSST. Service de la statistique. Canada.
- Anderson, R. et Lagerlof, E. (1983). Accidents Data in the New Swedish Information System on Occupational Injuries. *Ergonomics*, 26(1), 33-42
- Bourdouxhe, M. et al. (1992). Étude des risques d'accident dans la collecte des ordures ménagères. IRSST. Rapport R-061. Canada.
- Diffrient, N. et al. (1991). Human Scale 4/5/6. Henry Dreyfuss Associates, U.S.A.
- Frymoyer, J.W. et al. (1991). The Adult Spine. Principles and Practice. Raven Press, USA.
- Genaidy, A.M. et Asfour, S.S. (1987). Review and Evaluation of Physiological Cost Prediction Models for Manual Materials Handling. *Human Factors*, 29(4), 465-476.
- Gilbert, R. (1993). Notes miméographes. École Polytechnique de Montreal, Canada.
- Hatchuel, A. Et Ponsard, J.P. (1996). Taylor et la théorie des incitations: quelques réflexions tirées de l'histoire économique. Miméo. Laboratoire d'économétrie, École Polytechnique. France.
- Leblanc, D. (1996) Notes miméographes. École Polytechnique de Montreal, Canada.
- Lortie, M. et al. (1996) Analyse des accidents associés au travail des manutentionnaires sur les quais dans le secteur transport. *Le travail humain*, 59(2), 187-203.
- Manning, D.P. (1985). Use of an Accident Model to Investigate and Record Causes of Back Injuries. *Ergonomics*, 28(1), 237-243.
- Milgrom, P. Et Roberts, J. (1992). Economics, Organization and Management. Prentice-Hall, États-Unis
- Mital, A. (1984) Maximum Weights of Lift Acceptable to Male and Female Industrial Workers for Extended Work Shifts. *Ergonomics*, 27(11), 1115-1126.
- Mital, A. (1985). Models for Predicting Maximum Acceptable Weight of Lift and Heart Rate and Oxygen Uptake at that Weight. *Journal of Occupational Accidents*, 7, 75-82.
- Normandin, M. et al. (1992). Assistance mécanique à la manutention manuelle (LOGICIEL ASMEMA) Rapport technique CDDB1433, École Polytechnique de Montréal, Canada.
- Parker, K.G. (1995). Why Ergonomics is Good Economics. *Industrial Engineering (fév.)*, 41-46.
- Règlement sur les établissements industriels et commerciaux (1986). Editeur officiel du Québec, Canada.
- Règlement sur la qualité du milieu de travail (1986). Editeur officiel du Québec, Canada.
- Scherrer, J. (1967). Physiologie du travail. Masson, Canada.
- Spitzer, W.O. et al. (1986). Rapport du groupe de travail québécois sur les aspects cliniques des affections vertébrales chez les travailleurs. IRSST, Canada.
- Steele, P.C. (1992). Manual Handling Legislation and Its Impact on the Role of Engineers and Designers. *Mechanical Engineering Transactions*, 17(2), 131-137.

Entreprise 3 - 11/14/99

23

Strandberg, L. (1983). On Accident and Slip-resistance Measurement. *Ergonomics*. 26(1), 11-32.

ANNEXE 1
Analyse des statistiques d'accidents

Base de données des accidents enregistrés sur le CSSI pour le personnel domestique chez Dianna, années 1995-1999

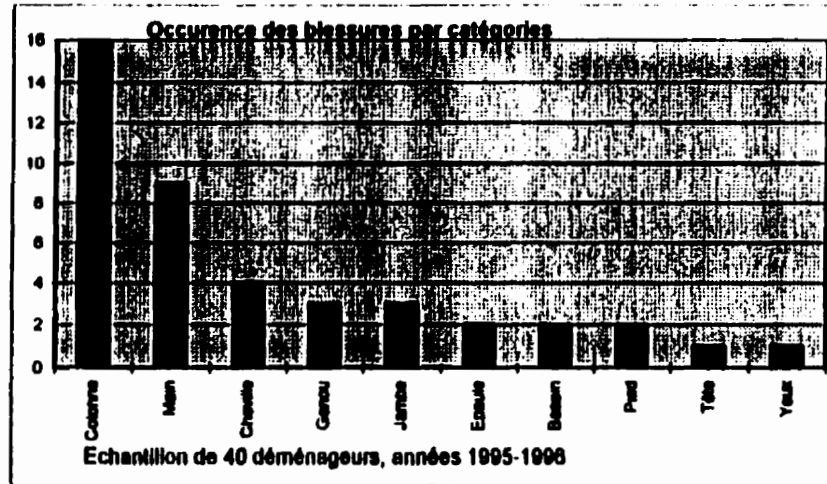
Année	Date	Nom	Clien	Lésion	Nature	Cause	Activité	Nb Jrs	Imp95	Imp96	Imp97	Total
1995	03-juil	CM	CP	Genou	5	marché sur	monter/descendre	14	859,26			859,26
1995	17-juil	CF	CP	col cervicale	5	effort phys	levée de charge manuelle	38	1801,48			1 801,48
1995	20-févr	PB	CP	col lombaire	5	effort phys	levée de charge manuelle	5	241,29			241,29
1995	01-juil	RP	CP	col lombaire	5	frappé par/contre	levée de charge manuelle	25				0,00
1995	15-sept	BR	ME	épaule	7	chute	monter/descendre	284	5455,35	13 008,51	135,00	18 598,86
1995	18-août	GP	ME	col lombaire	5	torsion	autres	35	2174,2			2 174,20
1995	11-oct	LM	ME	col lombaire	5	torsion	levée de charge manuelle	148	4426,34	4 607,38		9 033,72
1995	10-juil	PM	ME	colonne dorsale	2	chute	marcher	41	2737,88			2 737,88
1995	17-juil	RM	ME	doigt	3	frappé par/contre	autres	333	5166,63	6 008,38		11 175,01
1995	10-mars	DD	MH	colonne lombaire	5	effort physique	flexion, extension, torsion	745	1543,78	2 858,00	274,67	4 676,43
1995	12-déc	MD	MH	colonne dorsale	5	chute	monter/descendre	51		3 660,98		3 660,98
1995	29-déc	LM	MH	colonne lombaire	5	effort physique	levée de charge manuelle	23		679,27		679,27
TOTAUX								1742	24406,2	30 822,52	409,67	55 638,38

Année	Date	Nom	Clien	Lésion	Nature	Cause	Activité	Nb Jrs	Imp95	Imp96	Imp97	Total
1996	24-mai	KK	CP	cheville	5	marché sur	marcher	38		822,80		822,80
1996	10-juin	BE	CP	cheville	5	marché sur	monter/descendre	3		285,77		285,77
1996	22-juin	PP	CP	genou	15	torsion	sauter	36		3 488,04	355,25	3 843,29
1996	03-juil	TS	CP	colombo-sacré	2	frappé par /contre	marcher	14		1 832,28		1 832,28
1996	01-oct	BY	CP	doigt	5	réaction à l'organisme	autres	25		2 339,65	988,05	3 327,70
1996	11-juin	LA	MH	yeux	4	particule dans les yeux	autres	3		220,27		220,27
1996	28-févr	LL	ME	doigt	3	frappé par /contre	autres	11		590,21		590,21
1996	25-avr	MR	ME	main	1	frappé par /contre	autres	4		152,63		152,63
1996	01-juil	VS	ME	colonne lombaire	5	perte d'équilibre	levée de charge manuelle	72		4 193,48	53,00	4 246,48
1996	03-juil	JL	ME	pouce	6	coincé	autres	25		1 241,66		1 241,66
1996	29-juil	BV	ME	pouce	6	frappé par /contre	autres	49		2 219,20	135,05	2 354,25
1996	17-oct	PP	ME	cuisse	5	perte d'équilibre	monter/descendre	11		295,15		295,15
1996	07-nov	SA	ME	cuisse	1	autres	autres	17		571,45	335,65	907,10
1996	12-nov	JH	ME	hanche	1	frappé par /contre	autres	8		249,38	87,49	336,87
1996	04-déc	CD	ME	aîne	15	effort physique	levée de charge manuelle	106		662,04	3 200,37	3 862,41
1996	17-déc	SA	ME	doigt	6	frappé par /contre	levée de charge manuelle	64			3 481,55	3 481,55
1996	26-juin	AS	CP	cuir chevelu	2	frappé par /contre	monter/descendre	130		4 300,35	305,20	4 605,55
1996	27-nov	AJ	CP	piéd	5	perte d'équilibre	autres	18			334,08	334,08
1996	2-juin	AS	CP	colonne dorsale	5	effort physique	flex, extens, tors	22		1 148,00		1 148,00
1996	28-mai	BM	CP	genou	2	frappé par /contre	autres	18		948,26		948,26
1996	12-juin	BM	CP	genou	2	frotté sur	marcher	4		85,21		85,21
1996	4-juin	BE	CP	colonne lombaire	5	chute	monter/descendre	7		326,11		326,11
1996	18-juin	BJ	CP	cheville	5	chute	marcher	28		1 908,07		1 908,07
1996	18-oct	DA	CP	cheville	2	frappé par /contre	marcher	24		991,09		991,09
1996	27-juin	DM	CP	colonne dorsale	5	effort physique	levée de charge manuelle	130		8 052,22	1 231,80	9 284,02
1996	1-juin	DS	CP	doigt	1	frotté sur	monter/descendre	11		439,43		439,43
1996	25-juin	DB	CP	main	2	coincé	levée de charge manuelle	14		670,89		670,89
1996	13-juin	GY	CP	piéd	5	effort physique	monter/descendre	20		805,73		805,73
1996	14-juin	LM	CP	épaule	7	effort physique	levée de charge manuelle	2		142,57		142,57
1996	31-août	MR	CP	colonne lombaire	5	effort physique	levée de charge manuelle	8		280,39		280,39
1996	22-mars	RD	CP	colonne lombaire	5	effort physique	levée de charge manuelle	367		14 260,73	4 789,52	19 050,25
TOTAUX								1287	53 653,06	15 257,01	68 910,07	

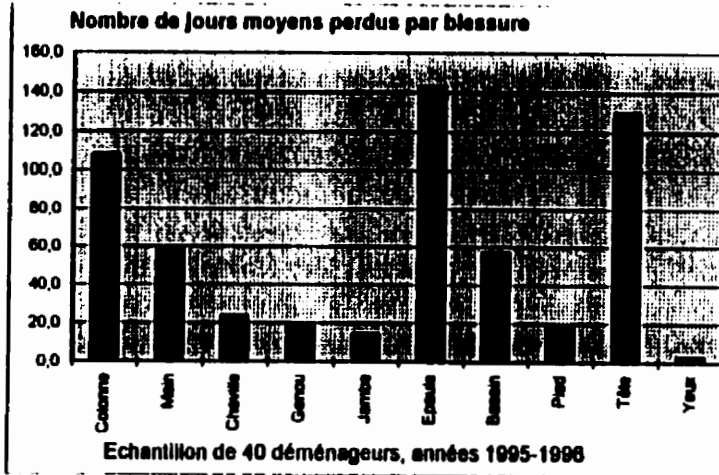
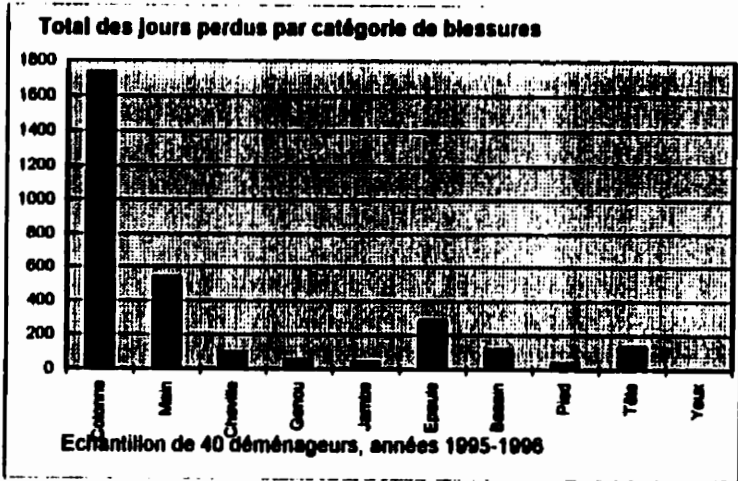
Un autre accident à la colonne lombaire est survenu le 27/06/96, mais nous ne disposons pas assez d'informations pour l'inclure dans la base de données

Occurrence et coût des blessures par catégories

	16	9	4	3	3	2	2	2	1	1	43
	1731	538	93	58	42	286	114	38	130	3	3029
	61 183 \$	23 414 \$	4 108 \$	4 877 \$	2 082 \$	18 741 \$	4 199 \$	1 140 \$	4 806 \$	220 \$	124 548 \$
	108,2	59,6	23,3	18,7	14,0	143,0	57,0	19,0	130,0	3,0	70,4
	3 824 \$	2 602 \$	1 027 \$	1 628 \$	687 \$	9 371 \$	2 100 \$	570 \$	4 806 \$	220 \$	2 898 \$



Occurrence et coût des blessures par catégories



VOIR DESCRIPTIONS DANS TABLEAU A

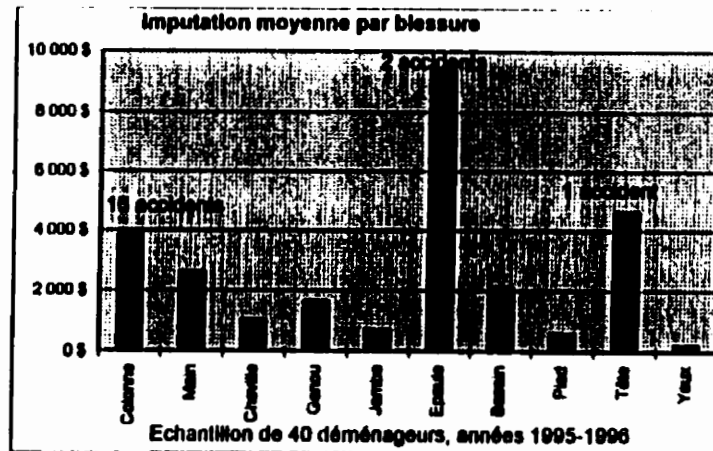
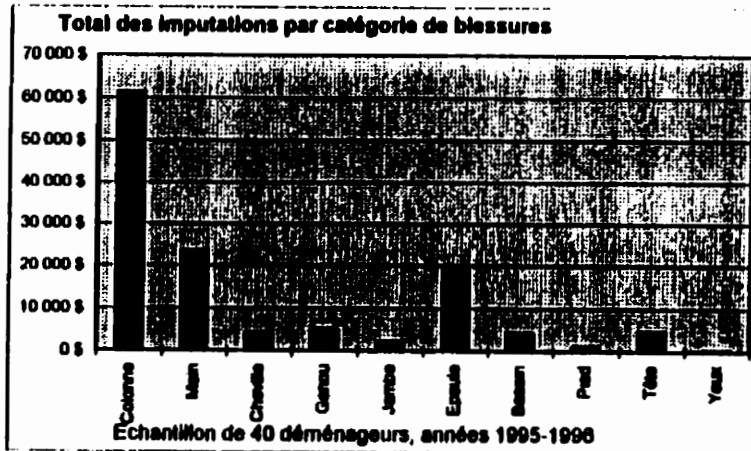


TABLEAU A

Client	Mois	Total	Date	Nom Client	Lésion	Imp95	Imp96	Imp97
		336,87	12-nov-96	JH ME	hanche		249,38	87,49
		3 602,77	04-déc-96	CD ME	aîne		662,04	3 200,37
		922,60	24-mai-96	KK CP	cheville		922,60	
		285,77	10-juin-96	BE CP	cheville		285,77	
		1 908,07	18-juin-96	BJ CP	cheville		1 908,07	
		991,09	18-oct-96	DA CP	cheville		991,09	
		1 801,5	17-juil-95	CF CP	col.cervicale	1801,5		
		241,29	20-févr-95	PB CP	col.lombaire	241,29		
		1 000	01-juil-95	RP CP	col.lombaire			
		2 174,20	16-août-95	GP ME	col.lombaire	2174,2		
		9 033,72	11-oct-95	LM ME	col.lombaire	4426,3	4 607,38	
		737,98	10-juil-95	PM ME	col.dorsale	2737,9		
		4 676,43	10-mars-95	DD MH	col.lombaire	1543,8	2 858,00	274,67
		3 660,98	12-déc-95	MD MH	col.dorsale		3 660,98	
		679,27	29-déc-95	LM MH	col.lombaire		679,27	
		1 832,28	03-juil-96	TS CP	col.lombo-sacré		1 832,28	
		4 193,48	01-juil-96	VS ME	col.lombaire		4 193,48	53,00
		1 148,00	02-juin-96	AS CP	col.dorsale		1 148,00	
		328,11	04-juin-96	BE CP	col.lombaire		328,11	
		8 052,22	27-juin-96	DM CP	col.dorsale		8 052,22	1 231,80
		290,39	31-août-96	MR CP	col.lombaire		290,39	
		14 280,73	22-mars-96	RD CP	col.lombaire		14 280,73	4 769,52
		15 506,29	15-sept-95	BR ME	épaule	5455,4	13 008,51	135,00
		142,57	14-juin-96	LM CP	épaule		142,57	
		3 488,04	22-juin-96	PP CP	genou		3 488,04	355,25
		948,26	29-mai-96	BM CP	genou		948,26	
		85,21	12-juin-96	BM CP	genou		85,21	
		659,26	03-juil-95	CM CP	genou	659,26		
		295,15	17-oct-96	PP ME	cuisse		295,15	
		571,45	07-nov-96	SA ME	cuisse		571,45	335,65
		6 008,38	17-juil-95	RM ME	doigt	5166,6	6 008,38	
		2 339,65	01-oct-96	BY CP	doigt		2 339,65	988,05
		590,21	28-févr-96	LL ME	doigt		590,21	
		152,63	25-avr-96	MR ME	main		152,63	
		1 241,88	03-juil-96	JL ME	pouce		1 241,88	
		2 219,20	29-juil-96	BV ME	pouce		2 219,20	135,05
		3 461,55	17-déc-96	SA ME	doigt			3 461,55
		439,43	01-juin-96	DS CP	doigt		439,43	
		670,89	25-juin-96	DB CP	main		670,89	
		334,08	27-nov-96	AJ CP	ped			334,08
		805,73	13-juin-96	GY CP	ped		805,73	
		4 300,35	26-juin-96	AS CP	cuir chevelu		4 300,35	305,20
		220,27	11-juin-96	LA MH	yeux		220,27	

Occurrence des accidents selon les mois de l'année

Toutes catégories de blessures

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	TOTAL
Nombre de blessures	0	2	2	1	2	13	9	2	1	4	3	4	43
Taux mensuel de blessures	0,0%	4,7%	4,7%	2,3%	4,7%	30,2%	20,9%	4,7%	2,3%	9,3%	7,0%	9,3%	100,0%

Blessures à la colonne

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aoû	sep	oct	nov	déc
Nombre de blessures		1	2			3	5	2		1		2

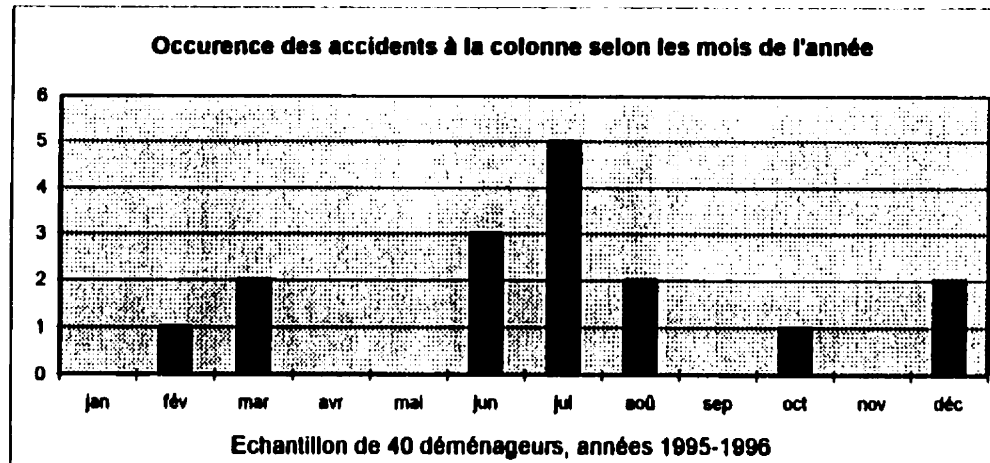
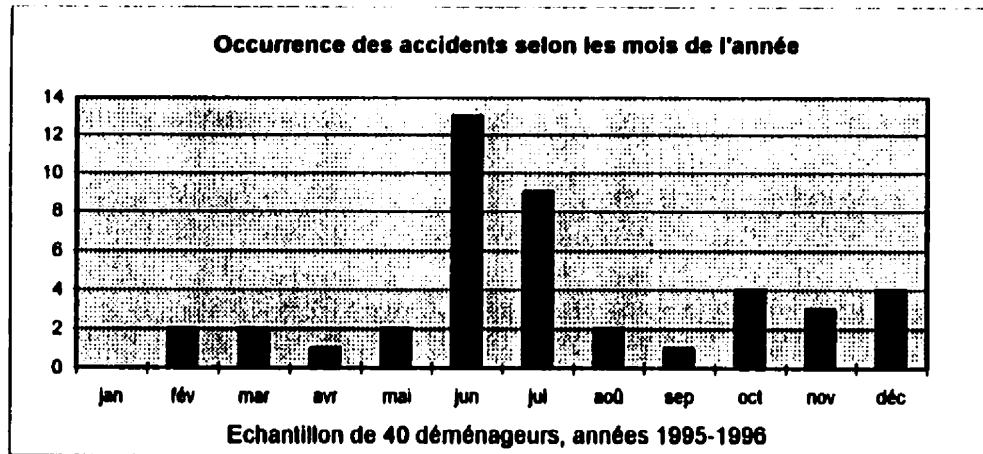
Indication sur le niveau d'activité, données pour l'année 1998 chez l'entreprise

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	TOTAL
Nombre de démenag.	198	184	254	212	332	530	317	281	325	298	220	182	3279
Taux mensuel de démenagements	6,0%	5,6%	7,7%	6,5%	10,1%	16,2%	9,7%	8,6%	9,9%	8,1%	6,7%	4,9%	100,0%

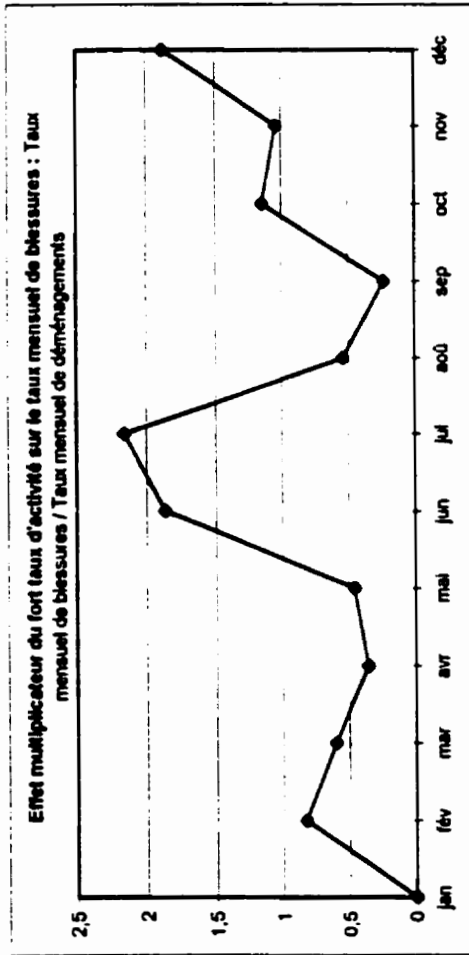
Corrélation entre le niveau d'activité et le taux d'accidents

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	TOTAL
Nb blessures/Nb démé.	0,00%	1,09%	0,70%	0,47%	0,60%	2,45%	2,84%	0,71%	0,31%	1,50%	1,36%	2,47%	1,31%
Taux mensuel de bless / Taux mensuel de dé	0,00	0,83	0,80	0,36	0,46	1,67	2,18	0,54	0,23	1,15	1,04	1,68	1,00

Occurrence des accidents selon les mois de l'année

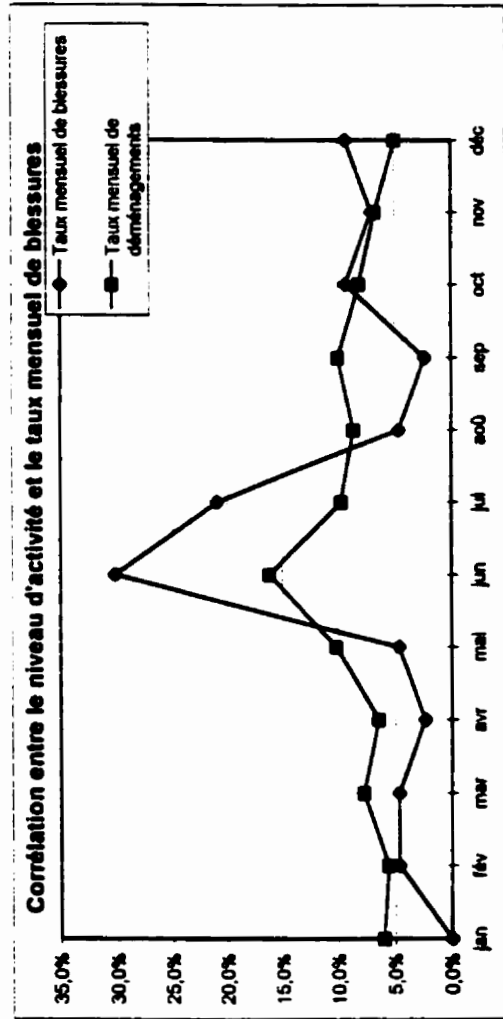
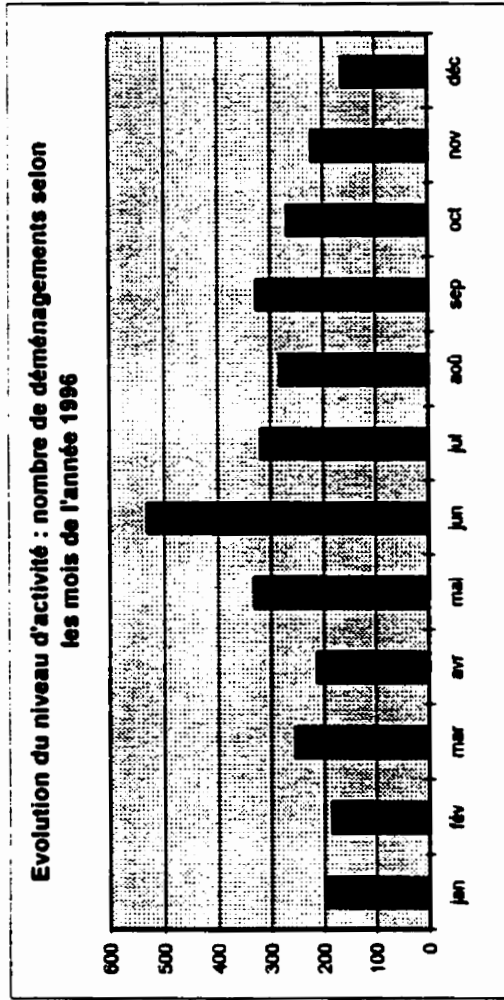


Occurrence des accidents selon les mois de l'année



Note : en juin, y a eu 13 accidents
en juillet, il y a eu 9 accidents
en décembre, il y a eu 4 accidents

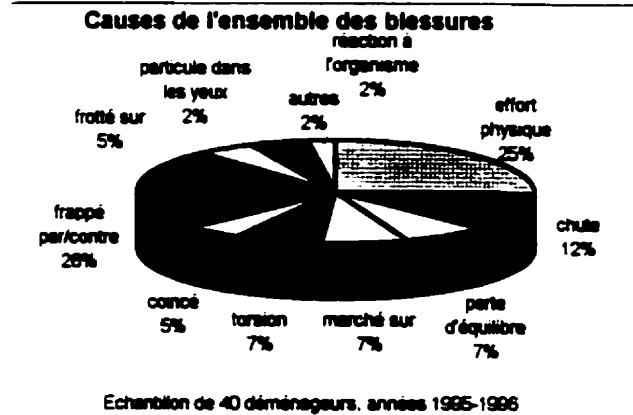
Occurrence des accidents selon les mois de l'année



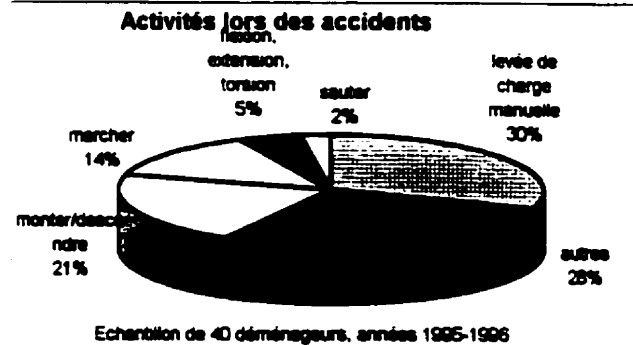
Circonstances des blessures (toutes catégories confondues) : cause, activité, nature

54

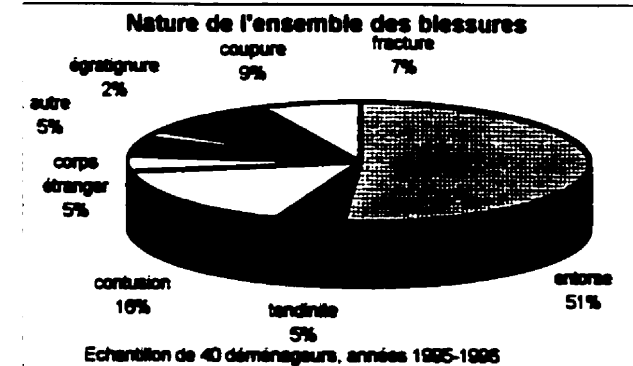
Catégories	Toutes
Causes	Nombre
effort physique	11
chute	5
perte d'équilibre	3
marché sur	3
torsion	3
coincé	2
frappé par/contre	11
frotté sur	2
particule dans les yeux	1
autres	1
réaction à l'organisme	1
Total	43



Catégories	Toutes
Activités	Nombre
levée de charge manuelle	13
autres	12
monter/descendre	9
marcher	6
flexion, extension, torsion	2
sauter	1
Total	43



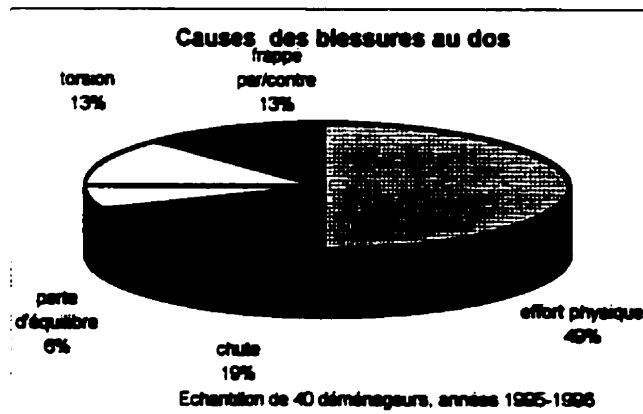
Catégorie	Toutes
Nature	Nombre
entorse	22
tendinite	2
contusion	7
corps étranger	2
autre	2
égratignure	1
coupure	4
fracture	3
Total	43



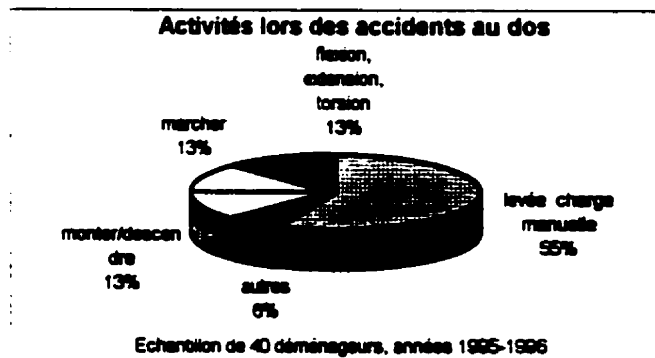
Circonstances des blessures au dos : cause, activité, nature

33

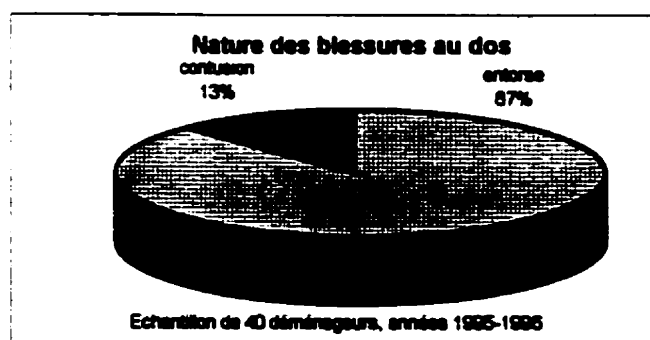
Catégorie	Colonne
Causes	Nombre
effort physique	8
chute	3
perte d'équilibre	1
torsion	2
frappé par/contre	2
Total	17



Catégorie	Colonne
Activités	Nombre
levée de charge manuelle	9
autres	1
monter/descendre	2
marcher	2
flexion, extension, torsion	2
Total	16



Catégorie	Colonne
Nature	Nombre
entorse	14
contusion	2
Total	16



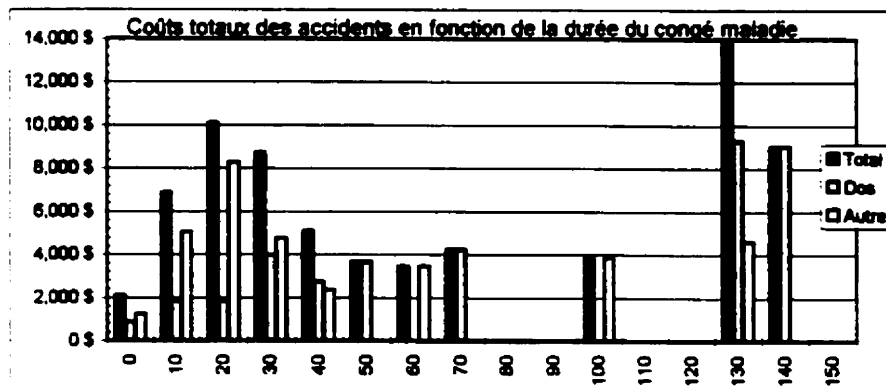
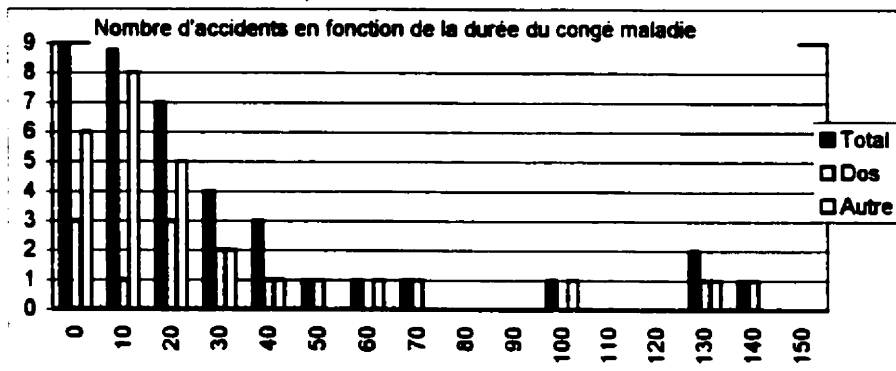
Durée des congés maladie

30

Nombre de jours de congés maladie	Nombre d'accidents dont le congé maladie a duré x jours			Coût total des accidents dont le congé maladie a duré x jours		
	Total	Dos	Autre	Total	Dos	Autre
0	9	3	6	2,081 \$	858 \$	1,223 \$
10	9	1	8	6,877 \$	1,832 \$	5,044 \$
20	7	3	5	10,102 \$	1,827 \$	8,274 \$
30	4	2	2	8,742 \$	3,976 \$	4,766 \$
40	3	1	1	5,092 \$	2,738 \$	2,354 \$
50	1	1	0	3,661 \$	3,661 \$	
60	1	0	1	3,462 \$		3,462 \$
70	1	1	0	4,246 \$	4,246 \$	0 \$
80	0	0	0			
90	0	0	0			
100	1	0	1	3,862 \$		3,862 \$
110	0	0	0			
120	0	0	0			
130	2	1	1	13,890 \$	9,284 \$	4,606 \$
140	1	1	0	9,034 \$	9,034 \$	
150	0	0	0			

Remarques :

Dans ce tableau, on a exclu 4 accidents dont les durées d'arrêt maladie s'étendaient entre 248 et 745 jours
Les coûts des accidents sont les imputation totales.



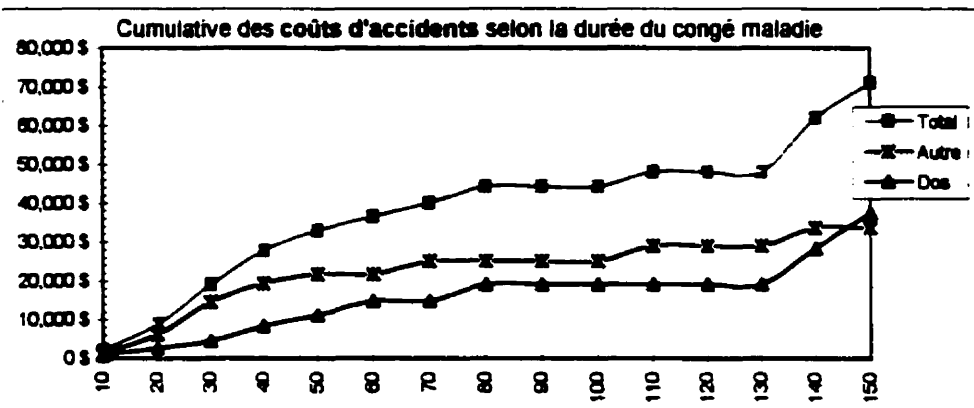
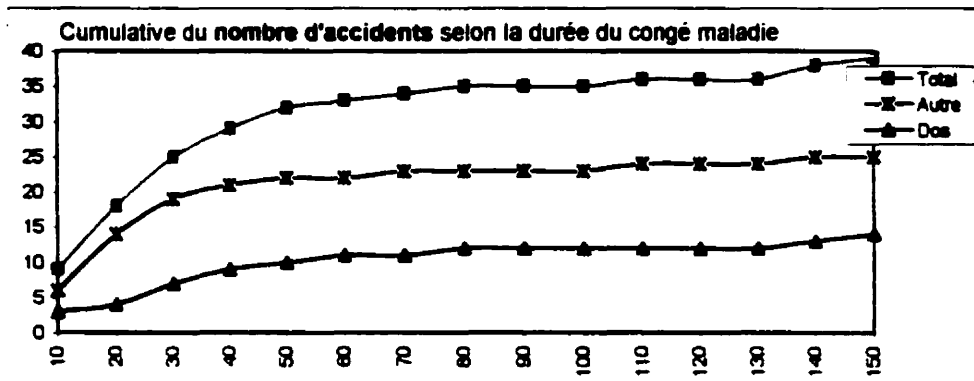
Durée des congés maladie : Cumulatives

37

Nombre de jours de congé maladie	Cumul des accidents dont le congé maladie dure moins de x jours			Côté cumulé des accidents dont le congé maladie dure moins de x jours		
	Total	Dos	Autre	Total	Dos	Autre
10	9	3	6	2,081 \$	858 \$	1,223 \$
20	18	4	14	8,958 \$	2,690 \$	6,268 \$
30	25	7	19	19,059 \$	4,517 \$	14,542 \$
40	29	9	21	27,801 \$	8,493 \$	19,308 \$
50	32	10	22	32,893 \$	11,231 \$	21,662 \$
60	33	11	22	36,554 \$	14,892 \$	21,662 \$
70	34	11	23	40,016 \$	14,892 \$	25,124 \$
80	35	12	23	44,262 \$	19,138 \$	25,124 \$
90	35	12	23	44,262 \$	19,138 \$	25,124 \$
100	35	12	23	44,262 \$	19,138 \$	25,124 \$
110	36	12	24	48,125 \$	19,138 \$	28,986 \$
120	36	12	24	48,125 \$	19,138 \$	28,986 \$
130	36	12	24	48,125 \$	19,138 \$	28,986 \$
140	38	13	25	62,014 \$	28,422 \$	33,592 \$
150	39	14	25	71,048 \$	37,456 \$	33,592 \$

Remarques :

Dans ce tableau, on a exclu 4 accidents dont les durées d'arrêt maladie s'étendaient entre 248 et 745 jours
Les coûts des accidents sont les imputation totales.



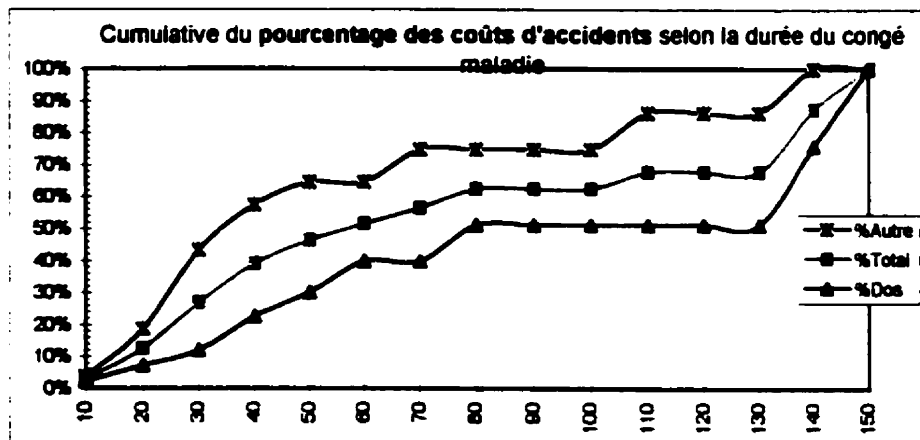
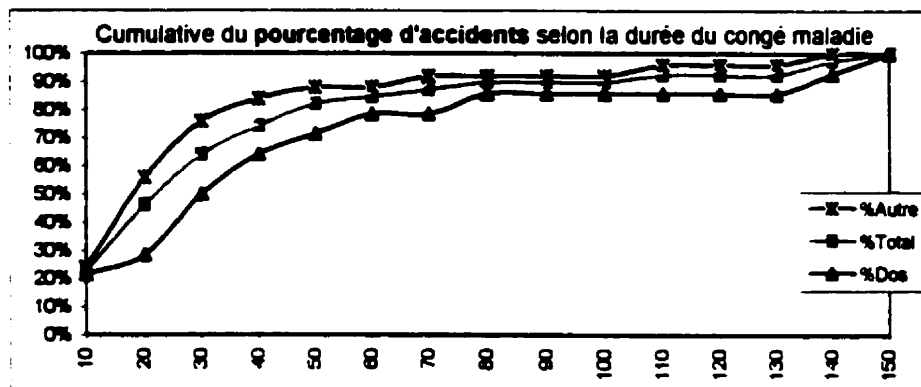
Durée des congés maladie : Cumulatives

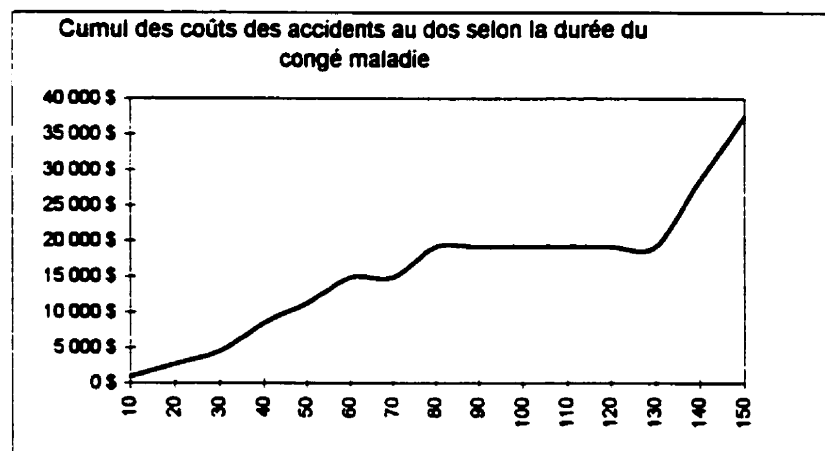
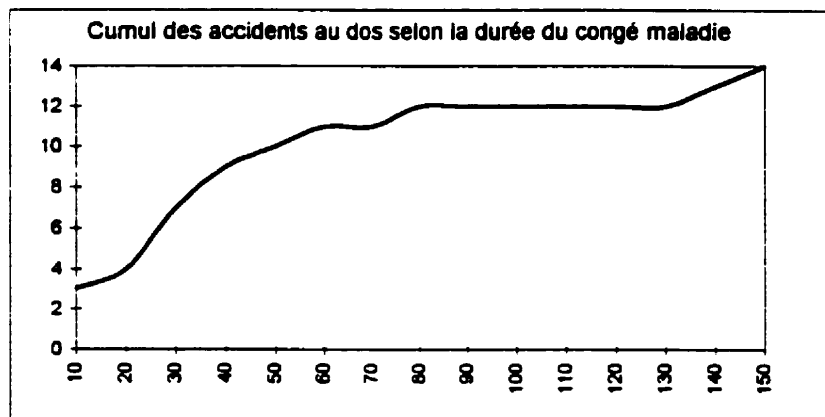
38

Nombre de jours de congé maladie	Pourcentage d'accidents dont le congé maladie dure moins de x jours			Pourcentage du coût des accidents dont le congé maladie dure moins de x jours		
	%Total	%Dos	%Autre	%Total	%Dos	%Autre
10	23%	21%	24%	3%	2%	4%
20	46%	29%	56%	13%	7%	19%
30	64%	50%	76%	27%	12%	43%
40	74%	64%	84%	39%	23%	57%
50	82%	71%	88%	48%	30%	64%
60	85%	79%	88%	51%	40%	64%
70	87%	79%	92%	56%	40%	75%
80	90%	86%	92%	62%	51%	75%
90	90%	86%	92%	62%	51%	75%
100	90%	86%	92%	62%	51%	75%
110	92%	86%	96%	68%	51%	86%
120	92%	86%	96%	68%	51%	86%
130	92%	86%	96%	68%	51%	86%
140	97%	93%	100%	87%	76%	100%
150	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Remarques :

Dans ce tableau, on a exclu 4 accidents dont les durées d'arrêt maladie s'étendaient entre 248 et 745 jours
Les coûts des accidents sont les imputation totales.



Durée des congés maladie : focus sur les accidents au dos

ANNEXE 2
Description des facteurs de risques identifiés par les travailleurs

Entreprise 3 - 11/14/99

40

Directement reliés à la tâche

T1. Certaines charges (verre, marbre, mélamine, photocopieuses, etc)

T2. Monter une charge dans le camion en effectuant un levage de 4'

Cette pratique sert aussi à sauver le temps que prend la plate-forme élévatrice à monter et descendre.

T3. "Palanter" un meuble

Entreprise 3 - 11/14/99

41

Directement reliés à l'équipement

T4. Monter la rampe du camion

Directement reliés à l'environnement de travail**T5. Pressions sociales du client**

Certains clients ne peuvent assumer pécutiairement un déménagement plus long ou mieux emballé. le déménageur se dépêche dans ces cas. D'autres clients sont de loin plus exigeants ou sont tellement nerveux et suivent tellement le déménageur qu'ils nuisent au travail.

T6. Espaces exigus et possibilités d'accès restreintes

Certains escaliers de par leur largeur et hauteur de plafond obligent les travailleurs à manipuler certains objets avec peine. même chose pour les ascenseurs. Certains établissements interdisent l'accès par certaines portes qui faciliteraient grandement le travail.

T7. Température

Directement reliés à la formation**T8. Travailler avec un novice**

Un novice a la force physique exceptionnelle ne met pas toujours en application les conseils prodigués et devient un danger pour le travailleur expérimenté.

Directement reliés à la gestion**T9. Horaires de 8h à 21h à proscrire**

Bien que les déménageurs aient comme objectif fondamental de minimiser la fatigue et que pour ce faire ils ralentissent de temps à autre pour récupérer, de tels horaires existent avec des conséquences sur les risques de blessures, les travailleurs prenant moins de précautions dans leur travail.

Directement reliés aux individus

T10. Surdité et nervosité des travailleurs

ANNEXE 3
Description des facteurs de risques proposés par les représentants du management

Directement reliés à la tâche**M1. Surfaces coupantes**

Certaines surfaces d'électroménagers sont coupantes. Il vaut mieux se munir de gants.

M2. Certaines charges (boîtes mal emballées, photocopieuses, meubles à tiroirs...)

Les photocopieuses ne sont pas faciles à manipuler car elles sont très délicates. Certaines boîtes sont parfois mal emballées et peuvent causer des surprises aux déménageurs (boîte trop lourde, boîte mal fermée...).

Pour les meubles à tiroirs, il faut penser à bloquer l'ouverture des tiroirs pendant le transport de la charge.

Directement reliés à l'équipement**M3. Emplacement de la rampe lors de son rangement**

Certaines rampes se rangent à l'intérieur du camion. Il faut donc penser à garder de l'espace libre pendant le chargement. Une fois la rampe rangée, l'aide-déménageur saute à terre, ce qui peut être dangereux sur le coup de la fatigue.

Entreprise 3 - 11/14/99

49

Directement reliés à l'environnement

M4. Escaliers, surtout avec paliers et/ou virage

Les escaliers demandent souvent beaucoup de torsions aux déménageurs.

Directement reliés à la formation**M5. Mauvaise technique pour forcer**

Certains aide-déménageurs forcent mal : ils forcent avec le dos plutôt qu'avec les jambes.

M6. Mauvaise connaissance de l'utilisation des sangles

L'utilisation des sangles demande une certaine expérience : si l'on maîtrise mal la technique, un déséquilibre peut être très dangereux.

Directement reliés à la gestion**M7. Horaires de travail**

Au-delà d'une période de travail de 14h, il devient dangereux de continuer à travailler. D'ailleurs le risque augmente après 8 heures de travail.

Directement reliés aux individus

M8. Travailler trop vite

Les aide-déménageurs jeunes et sans expérience cherchent parfois à aller plus vite et se blessent. Il est préférable de travailler toujours au même rythme.

M9. Manque d'attention et de précautions

particulièrement de la part des aide-déménageurs saisonniers.

Les vitres doivent être emballées précautionneusement sinon, des bris et des coupures sont à prévoir.

Facteurs indirects**M10. Mauvaise communication**

Lors d'un transport de meubles à 2, une mauvaise communication peut entraîner un accident. De même, l'intervention d'une personne extérieure qui donnerait des ordres sans consulter les 2 porteurs peut être dangereuse.

M11. Période suivant le dîner difficile

Après le dîner, le travail est plus difficile.

M12. Âge

Après 40 ans, les escaliers sont à éviter.

M13. Endurance

Les tâches doivent être adaptées, autant que possible, à l'endurance de chacun. Un individu endurant se chargera plutôt du transport des boîtes et un individu fort aidera pour les charges très lourdes.

Entreprise 3 - 11/14/99

54

ANNEXE 4

Description des facteurs de risques de maux de dos proposes par les analystes

Directement reliés à la tâche et à la charge

A1. Manque d'anticipation du déménagement et de chaque marchandise

Pour adopter un rythme de travail adéquat et planifier le chargement du camion, il est nécessaire de se faire une idée du travail à venir. Une anticipation du poids, de la compacité et de la prise de chaque marchandise est aussi primordiale pour éviter les événements inattendus comme une boîte mal scellée, une boîte au centre de gravité décentré, une boîte plus lourde que prévue, etc.

A2. Charge instable

Certaines boîtes peuvent être mal scellées et se vider de leur contenu durant le transport. À ce moment le travailleur en essayant de retenir le contenu peut se blesser au dos. La même problématique se pose, par exemple, lorsque le sofa-lit n'a pas été bloqué.

A3. Charge fragile

Une charge fragile, bien ou mal enveloppée, constitue toujours un risque de maux de dos, s'il se produit un imprévu, le travailleur aura du mal à éviter les mouvements brusques de rattrapage et possiblement la chute.

A4. Charge obstruant le champ de vision

Lorsqu'un travailleur ne voit pas où il circule, il y a augmentation du risque de chute et donc de maux de dos.

A5. Charge nauséabonde ou sale

Pour en finir avec le transport de ce type de marchandise au plus vite, l'employé est susceptible de prendre moins de précautions, en portant moins attention aux objets au sol, ce qui constitue un risque de chute.

A6. Prises de la charge difficile (surface ou dimensions)

Il est beaucoup plus facile d'échapper une charge lorsque la prise du travailleur n'est pas très bonne. Il y a donc risque de mouvements brusques de rattrapage et de chute.

A7. Rapport masse manipulée/masse individuelle trop important

A8. Exigences perceptives, sensori-motrices et motrices importantes

Le travail de déménagement comporte des exigences perceptives, sensori-motrices et motrices (travail et puissance physiologiques, force, posture) importantes, exigences qui peuvent engendrer de la fatigue, des mouvements involontaires ou moins précis, rapides et forts, ce qui peut engendrer une perte de contrôle de l'activité résultant en d'importants efforts impulsifs et en mal de dos.

Directement reliés à l'équipement**A9. Incompatibilité avec le type de geste à poser et espace de dégagement**

Dans certaines circonstances, même s'il est souhaitable d'utiliser un équipement de manutention, ce n'est pas toujours possible à cause de l'exiguïté des lieux ou le couplage tapis-conditions climatiques défavorables. Parfois on utilise quand même l'équipement malgré la difficulté d'utilisation engendrée par un seuil de porte ou autre et le danger de perte de contrôle de l'activité.

Directement reliés à l'environnement de travail

A10. Risques de rouler, buter ou trébucher

Tous les objets présents dans la zone de circulation des travailleurs constituent un risque de trebuchement et donc un risque de maux de dos. Il peut s'agir de boîtes, de déchets, mais aussi de tringle de porte ou de tapis, etc.

A11. Risques de glissade ou dérapage

Toute substance au sol dans la zone de circulation des travailleurs constitue un risque de glissement et donc un risque de maux de dos. Il peut s'agir d'eau, de glace, etc.

A12. Changement des caractéristiques du sol

Lorsqu'un travailleur passe du tapis au carrelage au plancher de bois franc et autre avec une boîte obstruant sa vision du sol il y a risque de maux de dos. C'est la même problématique pour les dénivellations et différentes déclivités du sol.

A13. Interférences avec des personnes ou objets

A14. Exiguïté des voies de circulation

L'aménagement des voies de circulation, en particulier les escaliers (type et dimensions), portes, accès de stationnement (rampes) et couloirs est important. Plus la voie de circulation est exigüe plus le travailleur aura de la difficulté à transporter certains meubles.

A15. Température et éclairage

Lorsque l'éclairage est inadéquat, le travailleur peut ne pas voir un objet, substance au sol ou un changement des caractéristiques du sol. Certaines température et taux d'humidité augmentent la charge de travail et par là la fatigue.

Directement reliés au travail d'équipe**A16. Manque de communication et de coordination entre les équipiers**

Ce dernier aspect est primordial étant donné que les travailleurs doivent transporter des marchandises souvent volumineuses, lourdes et avec des prises inadéquates dans des endroits exigus et ils peuvent difficilement établir un contact visuel. La répartition des tâches doit être claire et les stratégies de travail de chacun compatibles.

Directement reliés à l'individu**A17. Évaluation du risque**

Une mauvaise perception du risque que représente une activité peut être à l'origine du mal de dos.

A18. Respect des consignes de sécurité**A19. Endurance (volume, étage, gros meubles) et force**

Plus il y aura d'étages à monter avec des marchandises, plus le volume de marchandise sera important et plus les marchandises seront lourdes et imposantes, plus l'endurance et la force de l'individu seront mises à rude épreuve.

Directement reliés à la gestion**A20. Contraintes de temps posées par l'employeur vs client**

Les travailleurs se trouvent parfois poussés par le temps (mauvaise évaluation temporelle de l'estimateur ou exigence du client), ce qui peut les inciter à prendre moins de précautions dans leur travail et se blesser.

Entreprise 3 - 11/14/99

61

ANNEXE 5
Grille d'analyse type

page _____ de _____ prépare le ____/____/____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION	
2.1 Renseignements généraux	
Code de l'activité	
Date	
Type de manutention chargement/déchargement résidentiel/commercial	
Pour un déchargement	
Code de l'activité précédente	
Distance ou durée du transport	
Nombre de camions	
Nombre d'hommes dans l'équipe	
Marchandise	
Catégories (meubles, électro- ménagers, boîtes, colis...)	
Nombre par catégorie	
Description	
Heure de début	
Heure de fin	
Relation avec clients	

page _____ de 64 préparé le ____/____/____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION	
2.2 Description de l'environnement de manutention	
LIEU	
Quartier	
Type d'édifice (ancienneté, nombre d'étages)	
Nombre de portes avant d'accéder au lieu	
Entrée commune de l'édifice (s'il y a)	
Type de porte (porte double, vitrée...)	
Système d'ouverture porte	
Espace dans l'entrée	
Entrée du lieu	
Type de porte (porte double, vitrée...)	
Système d'ouverture porte	
Espace dans l'entrée	
Numero de l'étage du lieu	
Grandeur du lieu	
Salubrité du lieu	
CAMION	
Sol	
Revêtement	
Etat	
Préparation à l'accès du camion	
- Positionnement du camion à l'extérieur	
- Système d'accès	
- Portes démontées	
- Durée de la préparation	
EXTERIEUR	
Conditions climatiques	
Température intérieure	
Température extérieure	
Particularité quelconque pertinente	

		page _____ de _____	
		préparé le _____ / _____ / _____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION			
2.3 Segmentation des parcours			
DESCRIPTION DES SEGMENTS			
Code des segments			
Type de segment (Horizontal, Escaliers Montants, Escaliers Descendants, Ascenseur, Pente Montante, Pente Descendante, Rampe camion, autre)			
Intérieur/Extérieur			
Lieux joints			
Forme (pour les escaliers)			
Distance du parcours			
Sol			
Revêtement			
Etat			
Obstacles fixes (a terre, au plafond, sur les murs...)			
Obstacles mobiles			
Signe particulier			
PARCOURS POSSIBLES indiquer les virages, les angles			
Parcours 1			
Parcours 2			
Parcours 3			
Parcours 4			

page _____ de _____ préparé le ____/____/____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION	
2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____	
Emballage/Déballage Marchandise (s'il y a lieu)	
Catégorie de marchandise	
Emballage ou déballage	
Lieu	
Matériaux d'emballage	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique	
Equip. de protection individ.	
Durée totale de la tâche	
Heure début	
Heure fin	
Fréquence de la tâche	
Répartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail	
Emballage/Déballage Marchandise (s'il y a lieu)	
Catégorie de marchandise	
Emballage ou déballage	
Lieu	
Matériaux d'emballage	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique	
Equipements individuels de protection	
Durée totale de la tâche	
Heure début	
Heure fin	
Fréquence de la tâche	
Répartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail	

		page _____ de _____
		préparé le ____ / ____ / ____
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION		
2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____		
Prise Marchandise (s'il y a lieu)		
Catégorie de marchandise		
Lieu de la prise		
Revêtement et état du sol		
Matériels utilisés		
Hommes		
Nombre		
Type de communication		
Noms		
Fonction		
Description de la technique de prise		
Équipements individuels de protection		
Fréquence de la tâche		
Répartition de la tâche selon les hommes		
Prise Marchandise (s'il y a lieu)		
Catégorie de marchandise		
Lieu de la prise		
Revêtement et état du sol		
Matériels utilisés		
Hommes		
Nombre		
Type de communication		
Noms		
Fonction		
Description de la technique de prise		
Équipements individuels de protection		
Fréquence de la tâche		
Répartition de la tâche selon les hommes		

page _____ de _____ préparé le ____ / ____ / ____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION	
2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____	
Transport Marchandise	
Catégorie de marchandise	
Parcours emprunté (segmentation)	
Durée sur les segments	
Matériel utilisé	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique de transport	
Equipements individuels de protection	
Fréquence du parcours	
Repartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail (régularité et vitesse)	
Transport Marchandise	
Catégorie de marchandise	
Parcours emprunté (segmentation)	
Durée sur les segments	
Matériel utilisé	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique de transport	
Equipements individuels de protection	
Fréquence du parcours	
Repartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail	

page : _____ de _____	
préparé le ____ / ____ / ____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION	
2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____	
Dépose Marchandise	
Catégorie de marchandise	
Emplacement dans camion	
Matériel utilisé	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique de dépose	
Equipements individuels de protection	
Fréquence de la tâche	
Répartition de la tâche selon les hommes	
Appuis de l'objet déposé	
Dépose Marchandise	
Catégorie de marchandise	
Emplacement dans camion	
Matériel utilisé	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique de dépose	
Equipements individuels de protection	
Fréquence de la tâche	
Répartition de la tâche selon les hommes	
Appuis de l'objet déposé	

page : _____ de _____	
préparé le ____ / ____ / ____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION	
2.1 Renseignements généraux	
Code de l'activité	
Date	
Type de manutention	
chargement/déchargement	
résidentiel/commercial	
Pour un déchargement	
Code de l'activité précédente	
Distance ou durée du transport	
Nombre de camions	
Nombre d'hommes dans l'équipe	
Marchandise	
Catégories (meubles, électro- ménagers, boîtes, colis...)	
Nombre par catégorie	
Description	
Heure de début	
Heure de fin	
Relation avec clients	

page _____ de _____
 préparé le ____ / ____ / ____

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION

2.2 Description de l'environnement de manutention

LIEU	
Quartier	
Type d'édifice (ancienneté, nombre d'étages)	
Nombre de portes avant d'accéder au lieu	
Entrée commune de l'édifice (s'il y a)	
Type de porte (porte double, vitrée...)	
Système d'ouverture porte	
Espace dans l'entrée	
Entrée du lieu	
Type de porte (porte double, vitrée...)	
Système d'ouverture porte	
Espace dans l'entrée	
Numero de l'étage du lieu	
Grandeur du lieu	
Salubrité du lieu	
CAMION	
Sol	
Revêtement	
Etat	
Préparation à l'accès du camion	
- Positionnement du camion à l'extérieur	
- Système d'accès	
- Portes démontées	
- Durée de la préparation	
EXTERIEUR	
Conditions climatiques	
Température intérieure	
extérieure	
Particularité quelconque permanente	

page _____ de _____
 préparé le ____/____/____

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION

2.3 Segmentation des parcours

DESCRIPTION DES SEGMENTS

Code des segments				
Type de segment (Horizontal, Escaliers Montants, Escaliers Descendants, Ascenseur, Pente Montante, Pente Descendante, Rampe camion, autre)				
Intérieur/Extérieur				
Lieux joints				
Forme (pour les escaliers)				
Distance du parcours				
Sol				
Revêtement				
Etat				
Obstacles fixes (à terre, au plafond, sur les murs..)				
Obstacles mobiles				
Signe particulier				

PARCOURS POSSIBLES

indiquer les virages, les angles

Parcours 1				
Parcours 2				
Parcours 3				
Parcours 4				

page _____ de _____
 préparé le ____/____/____

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION

2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____

Emballage/Déballage Marchandise (s'il y a lieu)

Catégorie de marchandise	
Emballage ou déballage	
Lieu	
Matériaux d'emballage	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique	
Equip. de protection individ.	
Durée totale de la tâche	
Heure début	
Heure fin	
Fréquence de la tâche	
Repartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail	

Emballage/Déballage Marchandise (s'il y a lieu)

Catégorie de marchandise	
Emballage ou déballage	
Lieu	
Matériaux d'emballage	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique	
Equipements individuels de protection	
Durée totale de la tâche	
Heure début	
Heure fin	
Fréquence de la tâche	
Repartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail	

page _____ de _____
 préparé le ____/____/____

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION

2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____

Prise Marchandise (s'il y a lieu)

Catégorie de marchandise		
Lieu de la prise		
Revêtement et état du sol		
Matériels utilisés		
Hommes		
Nombre		
Type de communication		
Noms		
Fonction		
Description de la technique de prise		
Équipements individuels de protection		
Fréquence de la tâche		
Répartition de la tâche selon les hommes		

Prise Marchandise (s'il y a lieu)

Catégorie de marchandise		
Lieu de la prise		
Revêtement et état du sol		
Matériels utilisés		
Hommes		
Nombre		
Type de communication		
Noms		
Fonction		
Description de la technique de prise		
Équipements individuels de protection		
Fréquence de la tâche		
Répartition de la tâche selon les hommes		

page _____ de _____ prépare le ____/____/____	
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION	
2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____	
Transport Marchandise	
Catégorie de marchandise	
Parcours emprunté (segmentation)	
Durée sur les segments	
Matériel utilisé	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique de transport	
Équipements individuels de protection	
Fréquence du parcours	
Répartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail (régularité et vitesse)	
Transport Marchandise	
Catégorie de marchandise	
Parcours emprunté (segmentation)	
Durée sur les segments	
Matériel utilisé	
Hommes	
Nombre	
Type de communication	
Noms	
Fonction	
Description de la technique de transport	
Équipements individuels de protection	
Fréquence du parcours	
Répartition de la tâche selon les hommes	
Rythme de travail	

		page _____ de _____
		préparé le ____ / ____ / ____
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ DE MANUTENTION		
2.4 Déménagement de la catégorie de marchandise _____		
Dépose Marchandise		
Catégorie de marchandise		
Emplacement dans camion		
Matériel utilisé		
Hommes		
Nombre		
Type de communication		
Noms		
Fonction		
Description de la technique de dépose		
Equipements individuels de protection		
Fréquence de la tâche		
Répartition de la tâche selon les hommes		
Appuis de l'objet déposé		
Dépose Marchandise		
Catégorie de marchandise		
Emplacement dans camion		
Matériel utilisé		
Hommes		
Nombre		
Type de communication		
Noms		
Fonction		
Description de la technique de dépose		
Equipements individuels de protection		
Fréquence de la tâche		
Répartition de la tâche selon les hommes		
Appuis de l'objet déposé		