

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

OPTIMISATION DE LA HAUTEUR RELATIVE DES PLANS DE TRAVAIL ET DE
L'UTILISATION D'UN SIÈGE ASSIS-DEBOUT CHEZ LES CAISSIÈRES DE
SUPERMARCHÉ.

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR
ANNIK CHAPADOS

MARS 2003

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 - Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

À mes parents

à mon grand frère et à ma petite sœur

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je désire remercier mon directeur de recherche, Dr. Denis Marchand, pour l'aide apportée tout au long de cette grande aventure qu'a été la réalisation de ce mémoire de maîtrise. Merci pour ses conseils judicieux, sa patience et son support qui ont réussi à me motiver et à m'intéresser davantage à la recherche.

J'aimerais souligner la contribution apportée par ma co-directrice de maîtrise, Dr. Nicole Vézina. De par son implication directe dans le milieu des caissières, elle a su me faire comprendre les réels problèmes que celles-ci éprouvent. Ayant une vision différente de la mienne, ses commentaires, toujours pertinents, m'ont donné la possibilité de faire un meilleur mémoire, de me dépasser encore davantage.

J'aimerais également souligner l'apport fourni par l'IRSST et le PAFARC. Le support financier qu'ils m'ont offert m'a permis de me concentrer sur la réussite de mes études, sans soucis supplémentaires concernant l'aspect monétaire.

Merci également à tous les gens qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet. Je pense, entre autres, à David Brouillette qui a su, le temps de la construction d'un comptoir, se transformer en menuisier hors-pair. Merci également à Stéphane Rochon qui m'a apporté une aide inestimable lors de la collecte des données et un merci tout spécial à ces copines qui sont devenues des caissières de supermarché, le temps d'une journée.

Merci à mes parents, à mon frère et à ma sœur qui ont cru en mes capacités et ont su m'apporter le support nécessaire chaque fois que j'en avais besoin. Je tiens également à remercier infiniment mon frère Nicolas pour l'aide précieuse apportée lors de la réalisation de la partie statistique de ce mémoire. Finalement, j'aimerais remercier mes bonnes copines, pour les discussions endiablées et les mots d'encouragements. Je pense, entre autres à Maryse, Isabelle, Annie, Julie et toutes les autres...

À vous tous, merci beaucoup!!!

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	i
TABLE DES MATIÈRES.....	ii
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
1. INTRODUCTION.....	1
2 ÉTAT DES CONNAISSANCES.....	6
2.1 CONDITIONS DES CAISSIÈRES.....	6
2.2 LA POSTURE ASSISE	9
2.2.1 Avantages de la posture assise	11
2.2.2 Inconvénients de la posture assise	12
2.3 POSTURE DEBOUT.....	13
2.3.1 Avantages de la posture debout	14
2.3.2 Inconvénients de la posture debout.....	15
2.4 POSITION DEBOUT VS POSITION ASSISE	17
2.4.1 Positionnement des segments de la colonne vertébrale	17
2.4.2 Moment de force aux articulations	25
2.4.3 La pression intradiscale.....	26
2.4.4 Implication musculaire passive.....	32
2.4.5 Activité musculaire.....	35
2.4.6 Fatigue musculaire	36
2.4.7 Problèmes circulatoires	37
2.5 CARACTÉRISTIQUES DE L'ASSISE.....	39
2.5.1 Effets de l'inclinaison de l'assise	39
2.5.2 Effets de l'inclinaison du dossier	43
2.5.3 Effets de la hauteur de l'assise	46
2.5.4 Caractéristiques du plan de travail	48
2.5.5 Adaptations de l'environnement de travail à la tâche à effectuer	50
2.6 POSTURE ASSIS-DEBOUT.....	51
2.6.1 Définition de la posture assis-debout	51
2.6.2 Types de sièges assis-debout	52
2.6.3 Avantages de la posture assis-debout	54
2.6.4 Inconvénients de la posture assis-debout	57
2.6.5 Mobilité lors de la position assis-debout	61
2.6.6 Aménagement des postes de travail	63
2.6.7 Synthèse des recommandations pour l'implantation du siège assis-debout	64
2.7 BUTS DE L'ÉTUDE.....	66

2.8	HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE.....	67
3.	MÉTHODOLOGIE.....	69
3.1	SUJETS.....	69
3.2	CONSENTEMENT DES PARTICIPANTS	69
3.3	CONDITIONS EXPÉRIMENTALES, VARIABLES MESURÉES ET VARIABLES CONTRÔLÉES	70
3.4	MESURE DE L'ACTIVITÉ MUSCULAIRE	72
3.5	ENREGISTREMENT DES SIGNAUX ANALOGIQUES	74
3.6	RÉPARTITION DES FORCES APPLIQUÉES AU SOL	75
3.7	ANALYSE DU MOUVEMENT	76
3.8	COEFFICIENT DE FRICTION.....	77
3.9	PERCEPTION PSYCHOPHYSIQUE.....	77
3.10	QUESTIONNAIRE SUR LES SITES DE DOULEUR.....	79
3.11	PRÉ-EXPÉRIMENTATIONS	79
3.12	PROCÉDURES.....	80
3.13	COMPTOIR DE SUPERMARCHÉ ET BUTÉE POUR LES PIEDS.....	82
3.14	TRAITEMENT DES DONNÉES.....	83
3.15	ANALYSES STATISTIQUES	84
4.	RÉSULTATS.....	87
4.1	CARACTÉRISTIQUES DES CAISSIÈRES ÉVALUÉES	87
4.2	ANALYSES STATISTIQUES.....	91
4.2.1	Activité musculaire.....	91
4.2.2	Variables psychophysiques.....	100
4.2.3	Mesure des forces au sol.....	104
5.	DISCUSSION	116
5.1	PROBLÈMES MÉTHODOLOGIQUES.....	116
5.2	LIMITES DE L'ÉTUDE	118
5.3	COLLECTE DE DONNÉES.....	119
5.4	VARIABLES DÉPENDANTES.....	120
5.4.1	Activité musculaire.....	121
5.4.2	Variables psychophysiques.....	127
5.4.3	Variation des forces au sol.....	129
5.4.4	Variables mesurées pour chaque sujet	130
6.	CONCLUSION.....	134
7.	RECOMMANDATIONS	137

LISTE DES RÉFÉRENCES.....	139
ANNEXE A	148
PRÉ-EXPÉRIMENTATIONS.....	148
ANNEXE B.....	154
FORMULAIRE DE DÉONTOLOGIE	154
ANNEXE C	165
QUESTIONNAIRE SUR LES SYMPTÔMES DE DOULEUR.....	165

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1. Amplitude des forces qui sont exercées par les segments du corps et transférées aux différentes parties du siège (Chaffin et coll., 1999).	10
Figure 2.2. Les différents segments de la colonne vertébrale, excluant le coccyx (Chaffin et coll., 1999).	18
Figure 2.3. Le bassin et la partie lombaire de la colonne vertébrale en position (a) debout; (b) assise relâchée; (c) assise droite; (d) assise inclinée vers l'avant et (e) assise relâchée vers l'arrière (Chaffin et coll., 1999).	19
Figure 2.4. Anatomie de la colonne lombaire en position (a) debout et (b) assis (Schobert, 1962).	20
Figure 2.5. Mesure de la pression intradiscale au niveau lombaire en position debout et dans différentes postures assises sans support mécanique (appui-bras ou dossier) (Andersson et coll., 1974).	27
Figure 2.6. Images dessinées à partir de rayons X d'une personne couchée sur le côté à divers angles de flexion de la hanche (Keegan, 1953).	33
Figure 2.7. Une posture assis-debout permet des changements rapides entre les positions assise et debout et permet de préserver la lordose lombaire (Engdahl, 1978).	41
Figure 2.8. Effets de la hauteur de l'assise sur la flexion lombaire (Mandal, 1982).	47
Figure 2.9. Modèles de sièges assis-debout utilisés lors de l'expérience de Vézina et coll. (1993).	52
Figure 2.10. Siège assis-debout allemand utilisé par les caissières de supermarché lors de l'étude réalisée par Laberge (1997).	54
Figure 2.11. Rayon et arc de cercle du siège assis-debout allemand lors de l'utilisation de la mobilité (Laberge et Vézina, 1998).	58
Figure 2.12. Axe de rotation du siège assis-debout allemand selon son angulation (Laberge, 1997).	59
Figure 3.1. Muscles évalués lors de l'expérimentation: (a) Deltoïdes antérieurs (DA), (b) Trapèzes supérieurs (TS) et érecteurs du rachis (ER), (c) Vaste externe (VE) et (d) Tibial antérieur (TA).	73
Figure 3.2. Exemple d'une échelle visuelle analogue.	78
Figure 3.3. Vue d'ensemble du comptoir et de la butée pour les pieds utilisés lors de l'expérimentation.	82
Figure 3.4. Exemple de la correction de Huynh-Feldt apportée à une distribution.	85
Figure 4.1. Pourcentages d'utilisation musculaire moyens de chacun des muscles évalués entre les groupes expérimentés et novices.	93
Figure 4.2. Pourcentages d'activité musculaire moyens des muscles de la ceinture scapulaire selon la position de travail.	94
Figure 4.3. PUM moyens des muscles de la ceinture scapulaire selon la hauteur relative de comptoir et PUM moyens des muscles du dos selon la hauteur relative du comptoir.	96
Figure 4.4. Pourcentage d'utilisation musculaire moyen pour le muscle deltoïde droit lors de l'interaction entre les positions de travail et les groupes de sujets.	98
Figure 4.5. Pourcentages d'utilisation musculaire moyens pour les muscles se montrant significatifs lors de l'interaction entre deux conditions expérimentales (position vs groupe et hauteur vs groupe).	99

Figure 4.6. Pourcentages obtenus avec les échelles visuelles analogues pour les variables psychophysiques selon la position de travail.	101
Figure 4.7. Pourcentages obtenus avec les échelles visuelles analogues pour les variables psychophysiques selon la hauteur relative de comptoir.	102
Figure 4.8. Pourcentages des forces appliquées au sol selon le groupe expérimental.	106
Figure 4.9. Pourcentages des forces appliquées au sol selon la position de travail.	107
Figure 4.10. Pourcentages des forces appliquées au sol selon la hauteur relative de comptoir.	108
Figure 4.11. Hauteur de la tige en fonction de la grandeur de tous les sujets.	110
Figure 4.12. Hauteur de la tige en cm en fonction de la grandeur des sujets expérimentés.	111
Figure 4.13. Inclinaison de l'assise par rapport à l'horizontale en fonction de la hauteur relative de comptoir.	111
Figure 4.14. Inclinaison de l'assise par rapport à l'horizontale en fonction de la hauteur relative de comptoir et des groupes de sujet.	112
Figure 4.15. Distance, en cm, des sujets expérimentés et novices par rapport au comptoir.	113
Figure 4.16. Distance en cm des sujets expérimentés et novices selon la hauteur relative du comptoir.	114
Figure 4.17. Distance en cm des sujets expérimentés et novices selon la position de travail.	114
Figure 5.1. Positionnement des sujets au comptoir de supermarché lors de la condition AAB.	118
Figure A.1. Proportion du poids sur l'assise selon la hauteur du siège et son angulation.	150
Figure A.2. Résultante des forces exercées au sol selon le coefficient de friction entre les souliers du sujet et le sol et selon l'angle de l'assise.	152
Figure A.3. PUM des muscles (a) vaste interne droit; (b) biceps fémoral droit; (c) tibial antérieur droit; et (d) gastrocnémien médial droit selon l'angle d'inclinaison de l'assise (par rapport à la verticale) et selon le coefficient de friction entre les souliers du sujet et le sol.	153
Figure C.1. Questionnaire sur les symptômes (Kuorinka et Forcier, 1995).	167

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 3.1. Poids et dimensions des objets manutentionnés par les sujets.</i>	71
<i>Tableau 4.1. Renseignements recueillis et mesurés au début de l'expérimentation pour les sujets expérimentés.</i>	87
<i>Tableau 4.2. Renseignements recueillis et mesurés au début de l'expérimentation pour les sujets novices.</i>	88
<i>Tableau 4.3. Résumé du questionnaire sur les symptômes pour chacun des sujets expérimentés.</i>	89
<i>Tableau 4.4. Résumé du questionnaire sur les symptômes pour chacun des sujets novices.</i>	90
<i>Tableau 4.5. P-valeurs pour les muscles évalués avec correction de Huynh-Feldt.</i>	92
<i>Tableau 4.6. P-valeurs obtenues lors des tests à posteriori pour les muscles D.D., T.D. et T.G. pour les positions de travail.</i>	95
<i>Tableau 4.7. P-valeurs obtenues lors des tests à posteriori pour les muscles D.D., T.D. et T.G. pour les hauteurs de travail.</i>	97
<i>Tableau 4.8. P-valeurs pour les variables psychophysiques avec correction de Huynh-Feldt.</i>	100
<i>Tableau 4.9. P-valeurs obtenues lors des tests a posteriori effectués pour les variables psychophysiques selon les hauteurs relatives de comptoir.</i>	103
<i>Tableau 4.10. Corrélation entre les variables psychophysiques.</i>	104
<i>Tableau 4.11. P-valeurs des variables de la plate-forme (%) avec correction de Huynh-Feldt.</i>	105
<i>Tableau 4.12. Variables mesurées sur les sujets pour chacune des conditions expérimentales.</i>	109
<i>Tableau A.1. Hauteur réelle vs hauteur initiale selon le poids appliqué sur le siège et selon sa hauteur.</i>	149

1. INTRODUCTION

L'avancement de la technologie a fourni aux travailleurs et aux employeurs des avantages considérables au niveau des conditions de travail, permettant, entre autres, une augmentation notable de la productivité et de l'efficacité. Plusieurs problèmes lui sont néanmoins reliés. En effet, les postes de travail sont, de plus en plus contrôlés et les tâches à effectuer, de plus en plus, standardisées. Les travailleurs effectuent davantage de mouvements répétitifs ce qui ne leur permet que de faibles variations posturales (position statique prolongée assise ou debout). Ils développent donc différentes douleurs, notamment au niveau de la colonne vertébrale lombaire et aux jambes. Les symptômes d'inconfort, de fatigue et de douleur dans la région lombaire ont été mis en relation avec la staticité de la posture par plusieurs auteurs (Magora, 1972; Kelsey, 1975; Ryan, 1989; Zhang et coll., 1991). Les principaux signes d'atteinte observés aux membres inférieurs sont la présence accrue de varices et une augmentation du volume des pieds (Gubéran et Rougemont, 1974; Bendix et coll., 1985b; Winkel et Jørgensen, 1986a). Selon Bridger (1989b), la posture de travail peut être définie comme étant l'orientation du corps en fonction du temps et en relation avec une tâche. Elle peut aussi être vue comme un processus dynamique dans lequel la fatigue et l'inconfort sont évités en changeant les angles des articulations, la longueur des muscles et les pressions exercées sur la peau dans la relation entre l'espace de travail et son utilisateur. Toute activité qui se traduit par une variation de la posture a pour effet de réduire, retarder et voir même jusqu'à inhiber l'apparition des symptômes de fatigue ou de blessure (Waterfield, 1931; Ludbrook, 1966; Winkel et Jørgensen, 1986a-b). Le maintien d'une position, assise ou

debout, se caractérise par une tension continue des muscles du corps occasionnant fatigue, inconfort et douleur (Singleton, 1982).

D'après Colombini et coll. (1986), des situations de travail qui permettent de bonnes possibilités d'alternance des différents muscles et ligaments sont préférables. Ils rajoutent que le problème le plus important observé de nos jours aux postes de travail n'est pas la posture en elle-même mais plutôt combien de temps elle est maintenue. Magora (1972) a constaté que l'incidence des lombalgies était moins élevée dans les professions où les personnes pouvaient varier régulièrement leur posture. Chaffin et coll. (1999) font une relation intéressante à propos du maintien d'une posture unique, qu'elle soit debout ou assise. Ils mentionnent que la relation entre la douleur au dos et la posture de travail peut avoir la forme d'un «U». Le maintien d'une posture unique, debout ou assise, augmente la probabilité de développer une douleur au dos (les deux côtés du «U»). La variation posturale fait diminuer cette probabilité (milieu du «U»).

La présente étude s'intéresse aux travailleurs oeuvrant dans le secteur des services, plus spécifiquement aux caissières de supermarché. On pourrait qualifier le travail des caissières comme étant répétitif, avec une composante statique sur le plan postural et dynamique au niveau des membres supérieurs (Lortie, 1982). Outre le maintien statique en position debout, les torsions fréquentes, la manutention des marchandises et les flexions du tronc vers l'avant seraient des éléments précurseurs de troubles du dos chez les caissières de supermarché (Lortie, 1982). Un sondage réalisé au Québec par la Confédération des Syndicats Nationaux (CSN) en 1992 auprès de 297 caissières de

supermarché a permis de révéler que près de 60% des répondantes se disent atteintes de symptômes de fatigue et de douleur dans la région lombaire. De plus, 45% des gens ont mentionné avoir des problèmes de circulation dans les membres inférieurs (Document CSN, 1992). En effet, les caissières de supermarché passent environ 75% de leur temps de travail en position debout, de façon quasiment immobiles, dans un espace de travail restreint, à faire une de leur trois (3) principales activités de travail soit l'enregistrement des prix, l'encaissement ou l'emballage (Vézina et coll., 1994). Elles ne peuvent pas s'asseoir sur des chaises conventionnelles car les comptoirs sont trop hauts et également, parce qu'elles ont des objets lourds à manutentionner. Il serait également difficile pour elles de se lever fréquemment car les moments de force imposés aux genoux sont importants (Rodosky et coll., 1989; Arborelius et coll., 1992). Si elles demeurent assises sur une chaise conventionnelle, même si elle est élevée, elles sont aussi plus loin des objets à manutentionner et le stress imposé au niveau du bas du dos est alors plus important. Elles pourraient cependant adopter une posture assis-debout sur une chaise haute adaptée à leurs besoins car elles n'ont pas beaucoup de déplacements à effectuer. Par exemple, un siège assis-debout de conception allemande a des particularités intéressantes pour le travail de la caissière. Tout d'abord, sa base de sable en demi-lune permet à l'utilisateur de conserver une certaine mobilité. Ensuite, puisque ce siège est plus haut qu'une assise conventionnelle, l'angle tronc-cuisse de celui qui l'utilise est plus grand, augmentant la lordose lombaire et diminuant le moment de force dynamique au genou lors du passage d'une position assise à une position debout. La caissière peut donc se lever plus facilement de ce siège et éprouver moins de fatigue.

Ce siège assis-debout allemand a été testé dans les supermarchés québécois pour la première fois dans le cadre d'un projet de maîtrise effectué par Laberge en 1997. D'autres types de sièges assis-debout avaient d'abord été introduits dans les milieux de travail québécois en 1993 par Vézina et coll. et par Lajoie en 1995. L'étude de Vézina et coll. (1993) s'est déroulée, comme celle de Laberge (1997), dans un supermarché québécois. L'étude de Vézina (1993) a permis la comparaison entre trois types de sièges assis-debout (assise en selle, assise rectangulaire et assise prototype). Lors de l'expérimentation, les caissières avaient, par contre, déjà rejeté le banc prototype et l'étude ne s'est déroulée qu'avec les assises en selle et rectangulaire. L'étude de Lajoie en 1995 s'est déroulée, quant à elle, à une courroie d'un service alimentaire dans un hôpital. Les sièges assis-debout évalués ont également été ceux avec une assise en selle et avec une assise rectangulaire. D'après leurs conclusions, cette posture présente une alternative valable à la position debout. Plusieurs problèmes sont tout de même rencontrés lors de l'implantation d'un siège assis-debout. En voici quelques-uns reliés à l'implantation du siège assis-debout allemand (Laberge, 1997). Le poste doit être réaménagé et un dégagement suffisant doit être prévu pour les jambes. Comme il s'agit d'une posture hors du commun, les travailleuses prennent un certain temps à trouver une posture confortable sur ce type d'assise et certaines peuvent éprouver de l'inconfort au niveau des fesses.

Ce projet de maîtrise se propose donc de travailler sur l'aménagement du poste de travail facilitant l'insertion d'un siège assis-debout allemand afin qu'il puisse être utilisé de façon adéquate par les caissières de supermarché dans leur environnement de travail. À

plus long terme, ce projet pourrait contribuer à développer un outil de formation efficace auprès de la clientèle des caissières de supermarché.

2 ÉTAT DES CONNAISSANCES

2.1 CONDITIONS DES CAISSIÈRES

Plusieurs conditions favorisent le développement de lésions attribuables au travail répétitif (LATR) chez le travailleur. Effectuer un travail qui requiert de la force, des répétitions fréquentes d'un mouvement avec une posture indésirable ou statique et une insuffisance de repos entre les cycles de mouvements sont des conditions augmentant la possibilité pour le travailleur de se retrouver avec une LATR (Kuorinka et Forcier, 1995). Les quatre conditions mentionnées ci-haut sont d'ailleurs souvent présentes lors de l'exécution des différentes tâches inhérentes à la profession de caissière dans un supermarché d'alimentation.

Les principales activités des caissières sont l'enregistrement du prix des articles et l'encaissement qui sont effectués à chaque client, ainsi que l'emballage, effectué selon la disponibilité des emballages. Pour cent articles, plus de quarante manipulations supplémentaires sont observées (pesage, transfert, déplacement, poussée et préemballage) (Vézina et coll., 1994). Les tâches des caissières impliquent donc des mouvements répétitifs, en position debout avec peu de déplacements, avec des cadences élevées à respecter et peu de pauses. De l'extérieur, la charge de travail paraît légère; elle peut même être classée de cette façon en utilisant les critères du gouvernement du Québec (Gouvernement du Québec, 1987). Or, des études ont démontré qu'il peut être inapproprié de classer un travail n'impliquant ni mouvement dynamique ni soulèvement de charge lourde comme étant léger. Des contraintes posturales et temporelles peuvent se

cumuler et favoriser le développement de problèmes musculo-squelettiques (Vézina et coll., 1992).

Il est intéressant de signaler que les caissières associent leurs douleurs à certains gestes effectués durant leur travail, surtout en lien avec la manutention des articles. Parmi les 23 caissières de l'étude de Vézina et coll. (1993), 16 ont déclaré avoir ressenti de la douleur à au moins un endroit pendant l'accomplissement de leur travail. C'est bien sûr étroitement lié au nombre d'heures travaillées. En effet, 69% des caissières travaillant plus de 30 heures par semaine signalent au moins un site de douleur tandis qu'aucune des caissières ne signalant pas de douleur ne travaille plus de 30 heures par semaine.

L'utilisation d'un lecteur au laser pour entrer les codes à barres des articles d'épicerie est devenue une pratique courante et irréversible dans les supermarchés d'alimentation (De Gruchy, 1997). Depuis l'arrivée de ces lecteurs optiques, on remarque de plus en plus de lésions au niveau des membres supérieurs (Lavigne, 1991). Selon Vézina, Laberge et De Gruchy (1997), seulement 60% des 480 articles passés au scan sur une caisse normale sont correctement enregistrés lors de leur premier passage. Lorsque les membres supérieurs doivent maintenir une certaine position ou effectuer certains mouvements spécifiques, ils peuvent développer de la fatigue. Par exemple, la nature de leur travail oblige les caissières à garder les bras en flexion et à continuellement effectuer des mouvements d'abduction et d'adduction avec les bras lors du passage des denrées alimentaires au lecteur optique. Lors d'un réaménagement de leur poste de travail, il est important de prendre en considération les différentes contraintes liées à leur travail afin

de ne pas surcharger davantage d'autres régions du corps (Vézina et coll., 1993). Wiker et coll. (1989) ont observé l'effet de la position du bras sur l'apparition de la fatigue musculaire au moyen de l'EMG. Les résultats montrent que les sujets ont expérimenté des signes de fatigue et d'inconfort principalement lorsque la main effectue une tâche au-dessus de la hauteur de l'épaule. Et même si des périodes de repos sont prévues et qu'une faible charge est impliquée, les symptômes restent présents. Toutes les études s'intéressant à la santé des caissières, que celles-ci soient assises ou debout, font état des problèmes musculo-squelettiques de celles-ci en particulier dans la région cervico-brachiale comprenant les épaules, le haut du dos et le cou (Vézina et coll., 1993). La fatigue présente dans cette région paraît directement associée à la manipulation des articles et est présente chez 65% des 37 caissières pour l'étude effectuée par Vézina, Laberge et De Gruchy (1997). Lors de cette même étude, il a également été trouvé pour la région dorso-lombaire que 54% des caissières ressentent de la fatigue. Enfin, au niveau des membres supérieurs (bras, avant-bras et mains) la fatigue est présente chez 22% des caissières. Du côté des membres inférieurs, 54% des caissières éprouvent de la fatigue localisée aux jambes, chevilles ou aux pieds. À long terme, cette fatigue se transforme en douleur si la récupération n'est pas suffisante. Elle est ainsi présente pour 46% des caissières au niveau cervico-brachial, 49% au niveau dorso-lombaire, 16% au niveau des membres supérieurs et enfin, 38% au niveau des membres inférieurs (Vézina, Laberge et De Gruchy, 1997).

Lors de la manipulation des articles des clients, la caissière doit effectuer un mouvement du tronc, en flexion vers l'avant, latérale ou intermédiaire lorsque l'article est trop loin.

Ce mouvement s'ajoute au mouvement du bras en flexion ou en abduction déjà présent pour permettre la saisie de l'article. Un tel mouvement exécuté pour augmenter la portée peut être effectué pour 14% des articles enregistrés, pour un total absolu de 3000 articles, soit 3,6 fois par minute pour l'enregistrement des prix lors de l'étude de Vézina et coll. (1993).

Dans l'étude de Laberge (1997), sur l'ensemble des caissières de supermarché, soit 11, neuf rapportent que l'élément le plus difficile de leur travail est la posture debout. Neuf caissières rapportent également, pour cette même étude, des douleurs dans les membres inférieurs. Vézina, Laberge et De Gruchy (1997) terminent en mentionnant que, de façon générale, presque tous les 37 préposés ayant participé à leur étude ont affirmé éprouver soit de la douleur, soit de la fatigue lorsqu'ils sont à leur poste de travail ou après la fin du quart de travail.

2.2 LA POSTURE ASSISE

Schobert (1962) a défini la posture assise comme une position du corps dans laquelle le poids du corps est transféré à des aires de support, principalement par les tubérosités ischiatiques du bassin et ses tissus mous environnants. Les variations dans les postures assises peuvent être causées par les besoins de la tâche, par le design de l'espace de travail ainsi que par les ajustements rendus possibles par la chaise. La tâche a l'influence

la plus grande sur la posture assise. Des facteurs comme la concentration, la lumière et la demande de précision sont également très importants (Eklund et Liew, 1991).

Schobert (1962) parle de l'importance de minimiser l'effort musculaire et l'activité statique en position assise et la possibilité de changer de posture autour d'une posture assise droite relâchée. Selon la position adoptée sur l'assise, les différentes aires supportant une partie du poids du corps, outre le siège lui-même, peuvent être le dossier ou les appui-bras de la chaise, de même que le plancher (voir figure 2.1) (Chaffin et coll., 1999). La longueur des flèches observées sur la figure 2.1 exprime l'amplitude des forces qui sont exercées par les différentes parties du corps. Sur une assise conventionnelle, la majeure partie du poids du corps est transférée au siège au niveau de l'arrière des cuisses. Dans une position assis-debout, la transmission du poids à l'assise n'est possible que par le biais de la région glutéale.

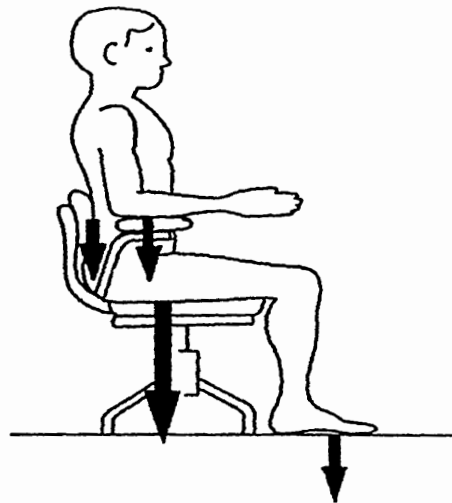


Figure 2.1. Amplitude des forces qui sont exercées par les segments du corps et transférées aux différentes parties du siège (Chaffin et coll., 1999).

2.2.1 Avantages de la posture assise

On reconnaît principalement quatre avantages majeurs à la posture assise. Premièrement, elle permet au corps de diminuer son oscillation naturellement observée en position debout. Elle apporte ainsi la stabilité nécessaire pour effectuer des tâches demandant une meilleure dextérité manuelle ou digitale et une bonne acuité visuelle. Ensuite, la posture assise permet une économie d'énergie par rapport à la posture debout. Troisièmement, le poids du corps étant transféré principalement au siège en position assise plutôt qu'aux pieds en position debout, les articulations des membres inférieurs sont moins sollicitées et le stress qui leur est imposé s'en trouve diminué. Enfin, la pression hydrostatique aux membres inférieurs est plus basse en position assise qu'en position debout (Hanson et Jones, 1970; Grandjean et Hünting, 1977; Grandjean, 1980). Afin d'obtenir les avantages de la position assise sans causer un stress excessif au dos, au cou, aux épaules et aux membres supérieurs, il est important de garder les considérations biomécaniques en mémoire (Chaffin et coll., 1999). Ces aspects seront traités tout au long de cette revue de littérature.

Comme mentionné lors de l'introduction, même lorsque la posture assise est préférée pour une tâche, elle doit demeurer très mobile. Magora (1972) a démontré une corrélation entre le temps passé en position assise et les douleurs ressenties au bas du dos. Il a, de plus, été démontré biomécaniquement que l'immobilité est associée avec une pauvre nutrition des disques intervertébraux (Adams et Hutton, 1983a; Holm et Nachemson, 1983). Ainsi, pas une seule posture assise n'est idéale. Cependant, la

moyenne de plusieurs postures peut représenter une charge optimale sur les différentes parties du corps.

2.2.2 Inconvénients de la posture assise

La posture assise fournit des avantages incontestables aux travailleurs mais elle engendre également quelques inconvénients. Selon Bennet et coll. (1989), la posture assise est souvent la position de plus grand inconfort. Il y a des raisons de croire que la posture assise prolongée peut causer des douleurs au dos. En tenant compte des données myoélectriques et de pression discale, il apparaît que la charge sur la colonne est plus élevée en position assise sans support lombaire qu'en position debout (Chaffin et coll., 1999). En effet, Nachemson (1966) a trouvé que la position assise statique se caractérise par une augmentation de 30% de la pression intradiscale. L'augmentation de la pression discale, plus ou moins importante selon le type d'assise, est principalement due à l'aplatissement de la courbure lombaire de la colonne vertébrale en position assise. La perte de la lordose entraîne un étirement des structures passives (ligaments postérieurs de la colonne vertébrale et composantes élastiques des muscles extenseurs du tronc) qui augmente les forces de compression sur les disques intervertébraux (Andersson, 1974). Des symptômes d'inconfort, de fatigue et de douleur dans la région lombaire ont été observés par Kelsey et Hardy (1975) chez des gens travaillant en position assise durant de longues périodes de temps. Il est également important de mentionner la perte de mobilité liée à la position assise. La zone de travail doit être diminuée car la portée d'atteinte

des différents objets du poste de travail est réduite, comparée à la portée que peut avoir un travailleur en position debout. En effet, comme celui-ci est sur ses pieds, il lui est plus facile de se déplacer et peut ainsi couvrir un plus grand espace rapidement. Enfin, une attention toute particulière doit être apportée à la conception de l'assise. Celle-ci peut venir comprimer l'arrière de la cuisse, si l'ajustement n'est pas adéquat, occasionnant des problèmes de circulation (Pottier et coll., 1969).

Lannersten et Harms-Ringahl (1990) ont observé des caissières effectuant leur travail en position assise. Ils ont noté que l'activité musculaire dans les muscles du cou et des épaules est plus importante en position assise comparée à celle obtenue lors d'un travail en position debout. Ils n'ont cependant remarqué aucune différence significative dans la vitesse de travail entre les deux positions.

2.3 POSTURE DEBOUT

La position debout est une posture dans laquelle le poids de tout le corps est supporté uniquement par les deux pieds. Le poids du haut du corps est transmis aux pieds via les articulations du bassin, de la hanche, du genou et de la cheville. Tout comme la posture assise, cette posture comporte de nombreux avantages et inconvénients.

2.3.1 Avantages de la posture debout

L'avantage principal relié à la position debout est le maintien de la courbure lombaire de la colonne vertébrale. Lorsque l'on est debout droit, la colonne lombaire est en lordose partiellement parce que les corps vertébraux sont plus épais à l'avant qu'à l'arrière de la colonne et partiellement parce que le haut du sacrum est à un certain angle par rapport à l'horizontale (Andersson, 1986). La pression intradiscale est donc plus basse en position debout qu'en position assise sans support (Nachemson et Morris, 1964). La courbure lombaire est significativement plus en lordose dans les postures debout droite et debout relâchée que dans toutes les postures assises (Andersson, 1986).

Il est également préférable d'adopter une posture debout pour tous les travaux nécessitant la manutention d'objets lourds. Selon Andersson et Örtengren (1974), la pression intradiscale augmente lorsqu'on soulève des charges lourdes éloignées de soi. Étant plus près des objets à soulever en position debout, les moments de force imposés aux épaules et au dos du travailleur sont diminués. Les forces de compression sur le rachis lombaire sont donc moins importantes et les muscles du bas du dos, moins sollicités. Également, lorsque le travailleur adopte la position debout lors de la manutention d'objets lourds, il peut impliquer ses membres inférieurs en les faisant participer au transfert de poids. Ils absorbent ainsi une partie de la contrainte qui serait imposée aux membres supérieurs et au dos. Les caissières travaillant près des objets à soulever diminuent l'amplitude articulaire des membres supérieurs requises lors de la manutention des marchandises (Lannersten et Harms-Ringdahl, 1990).

Puisqu'il n'existe aucune posture idéale, la posture debout présente également plusieurs inconvénients majeurs. Voici un bref énoncé des principaux désavantages reliés à cette position de travail.

2.3.2 Inconvénients de la posture debout

Il est important de mentionner, pour débiter, qu'une posture debout en déplacement est moins dommageable pour les membres inférieurs qu'une posture debout statique (Winkel, 1981; Winkel et Jørgenssen, 1986a). En effet, le fait d'être constamment en mouvement permet une meilleure circulation sanguine en faisant varier la contraction musculaire. Selon Boitel et coll. (1982), les personnes effectuant leur travail en position debout immobile vont davantage souffrir de douleur, d'enflure aux pieds et vont développer plus de varices aux membres inférieurs que ceux pouvant se déplacer. Gubéran et Rougemont (1974) ont observé, chez des femmes travaillant en position debout statique, une prévalence plus élevée de varices. La posture debout statique adoptée par les caissières serait responsable des problèmes éprouvés aux membres inférieurs. Parce qu'elles ne peuvent pas nécessairement se déplacer et se repositionner adéquatement, compte tenu des conditions de travail, elles effectuent beaucoup de flexions et de torsions du tronc ainsi que de fréquentes flexions et abductions des épaules (Vander Doelen et MacDonald, 1985).

Un peu plus haut il a été mentionné que le maintien de la courbure lombaire était un avantage de la posture debout. Puisque le maintien d'une posture unique n'est pas recommandable, cet avantage de la position debout présente également un inconvénient à long terme. Plusieurs auteurs (Magora, 1972; Ryan, 1989; Zhang et coll., 1991) mentionnent que les personnes travaillant en position debout présentent une augmentation de la douleur au niveau lombaire. Gubéran et Rougemont (1974) associent ces douleurs au maintien de la courbure lombaire qui engendrerait une sollicitation musculaire importante au niveau du dos.

Plusieurs auteurs considèrent que le travail de la caissière ne comporte pas assez de déplacements pour justifier une position debout continue (Wallersteiner, 1981; Vander Doelen et MacDonald, 1985; Vézina et Courville, 1989; Ryan, 1989; Wells et coll., 1990). Ils mentionnent également que cette position n'est pas recommandable pour leur travail à cause de la fatigue créée aux membres inférieurs par la position quasi-statique.

Plusieurs études canadiennes se sont intéressées au travail des caissières (Wallersteiner, 1981; Lortie, 1982; Vander Doelen et MacDonald, 1985; Stoffman et Wallersteiner, 1986; Vézina et Courville, 1989; Ryan, 1989; Stones, 1990; Wells et coll., 1990; Lavigne, 1991; Vézina et coll., 1994; Laberge, 1997). Ces études associent le travail des caissières à plusieurs problèmes de santé, notamment l'œdème aux jambes et aux chevilles, les varices ainsi que les lombalgies. Elles soulignent également que plusieurs problèmes musculo-squelettiques aux membres supérieurs et dans la région cervico-brachiale y sont reliés.

Enfin, le retour veineux en position debout est plus difficile puisque le sang veineux remontant jusqu'au cœur doit combattre la force gravitationnelle sur un plus long trajet que lorsqu'on adopte une posture assise. En effet, en position debout, la colonne de sang est à son maximum ce qui explique également que la pression hydrostatique soit plus élevée (Waterfield, 1931; Pollack et Wood, 1949).

2.4 POSITION DEBOUT VS POSITION ASSISE

2.4.1 Positionnement des segments de la colonne vertébrale

La figure 2.2 permet d'observer que la colonne vertébrale se divise en quatre parties, excluant le coccyx. La partie supérieure de la colonne vertébrale est la colonne cervicale et c'est une partie mobile, naturellement observée en lordose en position debout. Elle se situe au-dessus de la colonne thoracique (ou dorsale). Cette dernière, relativement immobile s'observe toujours en cyphose. La colonne lombaire se trouve sous la colonne thoracique. C'est également une partie très mobile qui est en lordose lors de la position debout. Enfin, la colonne lombaire s'attache au sacrum, lequel est presque complètement fixé au bassin. Parce que la colonne lombaire s'articule avec le sacrum et que le sacrum est fixé au bassin, un mouvement d'antéversion ou de rétroversion du bassin influence la forme de la colonne lombaire.

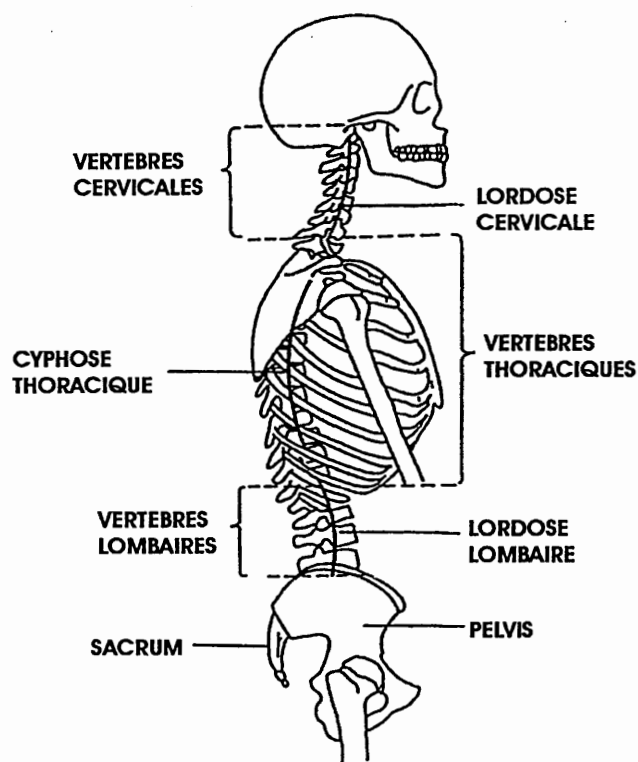


Figure 2.2. Les différents segments de la colonne vertébrale, excluant le coccyx (Chaffin et coll., 1999).

La figure 2.3 montre la forme de la colonne vertébrale lombaire selon la position adoptée. Lorsque le bassin fait une antéversion, la colonne lombaire se déplace vers la lordose pour maintenir une position du tronc droite. Quand le bassin va en rétroversion, la courbe lombaire tend à s'aplatir et parfois même, une cyphose peut se développer (Chaffin et coll., 1999).

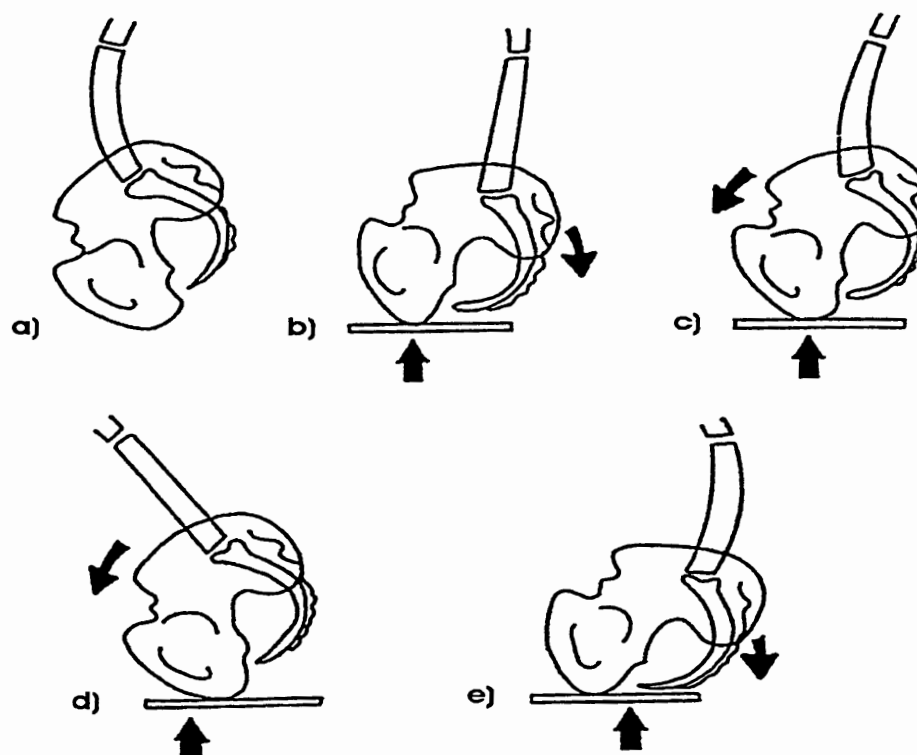


Figure 2.3. Le bassin et la partie lombaire de la colonne vertébrale en position (a) debout; (b) assise relâchée; (c) assise droite; (d) assise inclinée vers l'avant et (e) assise relâchée vers l'arrière (Chaffin et coll., 1999).

Selon Mandal (1991), lorsque les gens adoptent une posture assise antérieure, parce qu'ils lisent, écrivent, dessinent ou pour les besoins de leur tâche, la plus grande partie du mouvement se produit au niveau des quatrième et cinquième disques lombaires, lesquels se trouvent ainsi additionnellement chargés. Il rajoute qu'il n'y a pratiquement aucun mouvement dans la région complète du thorax parce que les côtes apportent de la stabilité. C'est probablement pour cette raison que la colonne thoracique est un segment relativement immobile, s'observant toujours en cyphose.

Plus précisément, lorsqu'on se déplace d'une position debout à une position assise sans support, la lordose lombaire diminue d'une moyenne de 38° . Cela se produit principalement par une rétroversion du bassin (environ 28°). Les 10° restants sont des changements dans les angles des corps vertébraux des deux segments lombaires inférieurs (L4 et L5). Il se produit également des petits changements angulaires entre les corps vertébraux L1 et L2 et entre L2 et L3. Des changements dans les angles de l'articulation sacro-iliaque ont été trouvés être d'environ 4° (Andersson, 1986).

Les chercheurs s'entendent pour dire qu'il se produit toujours un aplanissement de la lordose lombaire lorsqu'on passe d'une posture debout à une posture assise (voir figure 2.4). En effet, selon Andersson (1986), toutes les études radiographiques confirment que le bassin fait une rétroversion et que la colonne lombaire perd sa courbure antérieure lorsqu'on s'assoit.

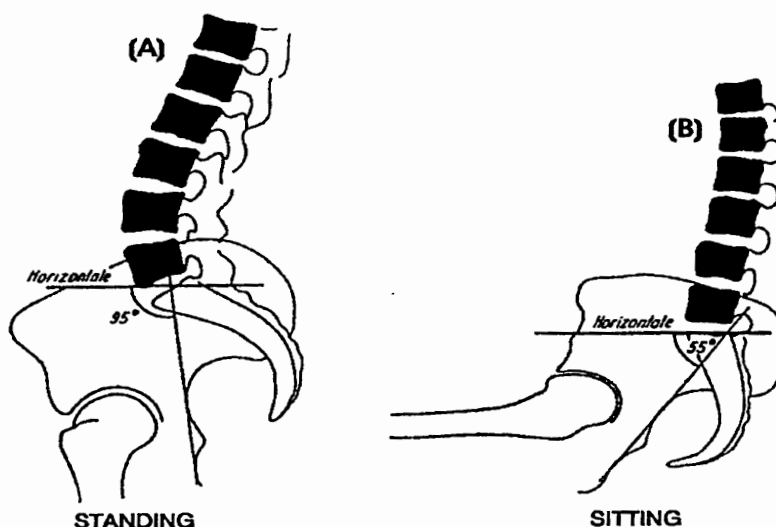


Figure 2.4. Anatomie de la colonne lombaire en position (a) debout et (b) assis (Schobert, 1962).

Un des facteurs influençant l'inclinaison du bassin et la courbure lombaire est la force gravitationnelle (Keegan, 1953; Schobert, 1962). Cet énoncé est approfondi dans les travaux de Bridger et coll. (1989a-b) qui expliquent que dans une posture debout droite, le poids du haut du corps est transmis aux pieds via les articulations sacroiliaque et de la hanche. Dans une posture droite assise, le poids du haut du corps est transmis au siège via les tubérosités ischiatiques. Parce que ces dernières sont situées derrière l'articulation de la hanche en position debout, le bassin doit faire une rétroversion afin de les positionner sous le centre de gravité du tronc en position assise. Cela implique qu'une certaine réduction dans la lordose lombaire va toujours se produire en posture droite assise, sans tenir compte d'aucune autre considération.

Avant de parler des effets de la variation des angles à la hanche et aux genoux sur la colonne lombaire, il est important de spécifier que ces angles sont déterminés par les demandes et les restrictions du travail (Eklund et Liew, 1991). En effet, la posture adoptée dépend souvent des tâches à accomplir. Selon Bridger et coll. (1989b), l'hypothèse qu'un siège incliné vers l'avant et qu'une réduction de la flexion à la hanche indépendamment, contribuent à préserver la lordose lombaire en position assise, est corroborée. Toutes les postures assises conduisent à une altération des angles de la colonne observée en position debout. Bendix et Biering-Sorensen (1983) ont examiné les effets que peut avoir un siège incliné sur la posture du tronc. Ils ont observé qu'un siège incliné vers l'avant de 15° n'augmente la lordose lombaire que de 4° par rapport à un siège horizontal. Ils formulent l'hypothèse voulant que le reste de l'adaptation posturale se produise au niveau de l'articulation de la hanche (par son extension). Par la suite, ils

ont trouvé qu'une augmentation de 13° dans la lordose lombaire est obtenue lorsque le bassin fait une antéversion de 15° avec le siège. Bendix et Biering-Sorensen (1983) ont établi que la courbure lombaire augmente de 1,4° pour chaque 5° d'inclinaison vers l'avant de l'assise. Ils mentionnent également que la colonne absorbe environ 1/3 de l'adaptation posturale lors de l'inclinaison de l'assise alors que le bassin compte pour 2/3. La courbe lombaire a été observée diminuant avec la réduction de l'angle entre le tronc et la cuisse entre différentes postures assises par Bridger et coll. (1989a). Ceux-ci soutiennent également que la réduction dans la courbe a été associée à la mobilité de la hanche. Eklund et Liew (1991) mentionnent que l'angle à la hanche est un fort déterminant de la courbure lombaire. Ils spécifient que l'angle aux genoux a aussi une influence définie. Selon leur étude, lors de l'adoption d'une posture assise, la flexion de la hanche a cinq fois plus d'effets que la flexion des genoux dans la modification de la courbure lombaire. Bridger et coll. (1989b) concluent, dans une autre étude, que l'orientation et la stabilité du bassin sont les facteurs principaux dans la détermination de l'adaptation posturale à l'espace de travail, particulièrement la posture de la colonne lombaire et aussi, les forces agissant sur elle.

Tel que mentionné ci-haut, la colonne dorsale est une partie quasiment immobile, à cause de la stabilité fournie par les côtes dans toute la région thoracique. La cyphose thoracique est toutefois moins prononcée en posture assise qu'en posture debout (Bridger, 1989). Le siège incliné et la flexion de la hanche ont des effets significatifs sur la cyphose thoracique, laquelle est plus prononcée et plus près de la cyphose observée en

position debout pour les conditions avec le siège incliné vers l'avant et /ou avec un angle tronc-cuisses de 115° , le tronc demeurant à la verticale (Bridger, 1989).

Plusieurs études se sont également intéressées au positionnement de la colonne cervicale selon la posture adoptée. Selon Colombini et coll. (1986), le positionnement spatial de la tête est dicté par la position du plan de lecture (vertical ou horizontal) et est indépendant de la position du tronc. Ces chercheurs ont trouvé que la flexion angulaire de la tête vers l'avant comparée à la verticale est d'environ 11° à 16° lorsque le plan de lecture est vertical et de 34° à 41° lorsque le plan de lecture est horizontal. Selon Bendix (1986), la colonne cervicale doit correspondre à une flexion intermédiaire de la tête. Il spécifie qu'une flexion de la tête correspondant à un angle de vision de 20° à 25° sous la perpendiculaire de l'axe du tronc semble préférable. Chaffin et Park (1973) ont trouvé, quant à eux, qu'un angle de 15° observé dans le plan sagittal, entre la tête et le tronc est acceptable pour le travail prolongé. Bendix (1986) rajoute dans son étude que les postures nécessitant une augmentation de la flexion de la tête sont associées à l'augmentation de douleurs au niveau du cou et à la gaine de l'épaule.

Les chercheurs (Åkerblom, 1948; Keegan, 1953; Schobert, 1962; Andersson et coll., 1979) s'entendent lorsqu'ils décrivent les changements se produisant dans les différentes parties de la colonne vertébrale lors du passage d'une position debout vers une position assise. Ils s'entendent également pour dire que le stress au dos est un facteur essentiel dans le développement de douleurs au dos (Kroemer, 1971; Grandjean, 1984).

Keegan (1953) considère qu'une posture idéale de la colonne vertébrale se produit lorsque l'angle tronc-cuisses est de 135° et que l'angle cuisses-jambes est également de 135° . Selon ce dernier, c'est la position que les gens adoptent naturellement lorsqu'ils se couchent sur le côté. Il mentionne également que lors de l'adoption de cette posture, les fléchisseurs et les extenseurs de la hanche sont à leur longueur de repos. Kroemer (1971) déclare que l'aplanissement ou le renversement de la lordose de la partie lombaire de la colonne vertébrale peut être particulièrement dangereux. Les partisans de la conservation de la lordose lombaire en position assise mentionnent principalement que la pression sur les facettes articulaires apophysiales, l'activité musculaire et la force de compression sont inférieures en position assise relâchée qu'en position assise droite (Adams et Hutton, 1985). Les différents auteurs s'entendent toutefois pour dire qu'aucune posture de travail ne doit être maintenue durant une période de temps prolongée (Pottier et coll., 1969; Magora, 1972; Winkel, 1981; Adams et Hutton, 1983a; Holm et Nachemson, 1983; Bendix, 1986; Winkel et Jørgensen, 1986a, 1986b; Wilke et coll., 2001).

Certaines études affirment (Bennett et coll., 1989, Biering-Sorensen, 1984) qu'à cause de la position debout qui est différente de celle assise, la courbe lombaire debout peut ne pas être un standard valide pour l'évaluation d'une courbe lombaire idéale en position assise. Bendix (1986) soutient que la posture moyenne doit être avec une courbe lombaire intermédiaire. Andersson (1974) associe la courbe lombaire trop en cyphose à une pression intradiscale trop haute et Bendix (1986) affirme que la posture lombaire trop en lordose doit également être évitée pour les postures à long terme. Cela peut provoquer la

compression prolongée des facettes articulaires apophysiales (Adams et Hutton, 1983a; Caillet, 1981) ou la réduction de la foramina intervertébrale (Panjabi et coll., 1983).

2.4.2 Moment de force aux articulations

Les travailleurs devant effectuer de fréquents déplacements préfèrent demeurer debout que d'avoir à se lever et à s'asseoir continuellement sur une assise conventionnelle. C'est le type d'assise, où la hanche et les genoux sont à 90°, qui engendre le moment de force le plus élevé aux genoux (Rodosky et coll., 1989; Arborelius et coll., 1992). La dépense énergétique s'en trouve augmentée et les travailleurs se fatiguent plus vite. L'augmentation du moment de force au tronc lorsqu'on s'assoit vient, en partie, du fait que le bassin subit une rétroversion tandis que les colonnes lombaire et thoracique font une flexion.

Plus les travailleurs vont utiliser des assises hautes, tout en conservant les pieds bien en appui, plus l'angle tronc-cuisse va augmenter, réduisant ainsi le moment de force aux genoux lorsque ceux-ci doivent passer d'une position debout à une position assise et vice-versa. En considérant toujours le point de vue biomécanique, Arborelius et coll. (1992) ont trouvé que les bancs assis-debout sont moins contraignants pour les genoux et aussi, dans une moindre mesure, pour la hanche que les assises conventionnelles. Selon ces derniers, la moyenne de moment de force aux genoux est de 60% plus basse lorsqu'on utilise une assise haute comparé à une assise conventionnelle. Elle est de 50% plus

basse, à la hanche toujours, sur le tabouret haut ou lorsque le travailleur s'aide avec les mains. Arborelius et coll (1992) soutiennent également que la plus grande réduction dans l'activité musculaire est observée lorsqu'on se lève d'un tabouret haut, en posture assis-debout. Il est évident que ce type d'assise soulage moins les jambes lors de son utilisation qu'une assise conventionnelle mais nécessite moins de charge lorsque le travailleur doit se lever (Arborelius et coll., 1992).

Au niveau des membres supérieurs, toute élévation des bras ainsi que toute flexion du tronc augmente le moment de force ainsi que la force de compression au niveau L5-S1 de même que le soulèvement de charges plus ou moins éloignées de soi. L'élévation prolongée des épaules doit être évitée. Il est donc important que les travailleurs fassent des mouvements près d'eux, en limitant les flexions et les abductions trop prononcées des épaules de même que les flexions trop importantes du tronc. Enfin, s'ils ont des objets lourds à lever, ils doivent les garder le plus près possible de leur corps afin de limiter l'augmentation du moment de force au niveau L5-S1 et aux épaules.

2.4.3 La pression intradiscale

La pression intradiscale a déjà été abordée brièvement lors des sections précédentes. Tel que mentionné un peu plus haut, les différents auteurs s'entendent pour dire qu'elle est d'environ 30% à 35% plus élevée en position assise sans support qu'en position debout (Nachemson et Morris, 1964; Nachemson, 1966; Andersson, 1974; Eklund et Corlett,

1986). Elle est également plus élevée lors de l'augmentation du moment de force au niveau L5-S1, que ce soit par l'éloignement des différents segments du haut du corps du centre de gravité ou par le soulèvement de charges éloignées de soi.

Plusieurs études confirment que, de toutes les positions assises sans support, la pression la plus basse a été trouvée lorsqu'on s'assoit le dos droit en position verticale (Nachemson et Morris, 1964; Bennett et coll., 1989). La figure 2.5 présente la pression intradiscale obtenue selon la position assise adoptée avec une valeur de référence en position debout. Il est intéressant de constater que la pression la plus élevée est observée en position assise en flexion antérieure et qu'elle est pratiquement deux fois supérieure à celle obtenue lors de la position debout.

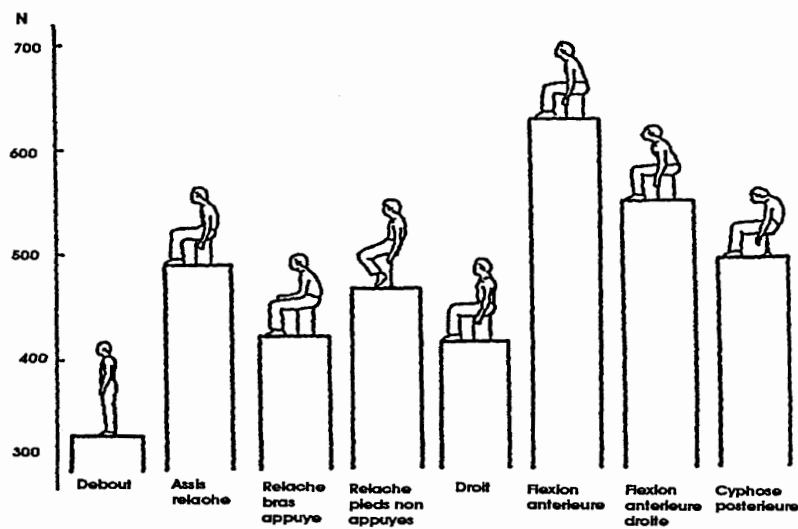


Figure 2.5. Mesure de la pression intradiscale au niveau lombaire en position debout et dans différentes postures assises sans support mécanique (appui-bras ou dossier) (Andersson et coll., 1974).

Lors de l'utilisation d'un siège assis-debout préservant la lordose, la pression intradiscale va naturellement être basse (Andersson, 1974). Les deux principales raisons pour l'augmentation de la pression dans les postures assises sont attribuées à (1) l'augmentation du moment de force au tronc lorsque le bassin fait une rétroversion et lorsque les colonnes lombaire et thoracique font une flexion et (2) la déformation du disque lui-même, causée par l'aplanissement de la colonne lombaire (Andersson, 1986). La dernière déformation peut avoir une importance mécanique significative à la réponse viscoélastique du mouvement des segments lombaires lorsqu'on s'assoit (Chaffin et coll., 1999).

Le seul fait de passer d'une posture debout à une posture assise sans support augmente la pression intradiscale d'une force moyenne équivalente à 392,4N. Cette pression peut cependant diminuer si on s'appuie sur un dossier (Andersson et Örtengren, 1974) ou si on fait l'usage d'appui-bras. En utilisant des supports appropriés, la charge sur la colonne en position assise peut même devenir plus basse que celle obtenue en position debout (Andersson, 1974). Keegan (1953) a trouvé que la pression exercée sur la face antérieure des vertèbres peut augmenter de 490,5 à 981 N lorsqu'une personne est assise dans une position inclinée vers l'avant. Une tension similaire est imposée également sur les tendons et sur les muscles du dos.

Une étude réalisée dernièrement par Wilke et coll. (2001) in-vivo sur la pression intradiscale est très intéressante. Ces chercheurs ont, en effet, mesuré la pression intradiscale pour différentes positions de la vie quotidienne ainsi que pour différentes tâches de

manutention. La recherche montre qu'avec les bras supportés, la pression intradiscale est plus basse en position assise qu'en position debout pour toutes les positions offrant un support au dos ainsi que pour certaines positions n'en offrant pas. Le reproche qui pourrait être fait à cette étude est qu'elle ne permet pas la comparaison entre les postures assises et la posture debout de référence, les bras étant toujours en appui sur le sujet ou sur les appui-bras lors des différentes positions assises. Une seule posture assise mesurée par Wilke et coll. (2001) n'offre aucun support pour le dos et les bras et peut ainsi se prêter à la comparaison position assise vs position debout. Le sujet est assis sur une balle ergonomique, les bras descendent chaque côté du sujet et celui-ci conserve un dos droit. La pression intradiscale obtenue est légèrement supérieure à la position debout de référence (0,5Mpa vs 0,48Mpa), ce qui ne vient pas contredire les résultats obtenus préalablement par Nachemson et Morris (1964), Nachemson (1966), Andersson (1974) et Eklund et Corlett (1986).

Au début des années 1980, Mandal a fait une série d'études sur le positionnement des élèves en classe. Il a remarqué qu'avec les bureaux et les chaises mis à leur disposition, les élèves tendent tous à s'asseoir dans une position inclinée vers l'avant, la courbe lombaire se transformant même fréquemment en cyphose lombaire. Selon une étude effectuée en 1982, Mandal tire les conclusions suivantes : « Consécutivement à l'adoption fréquente d'une position assise antérieure, le dos des étudiants va plus ou moins conserver la même position du dos qu'en position assise, même en position debout. Ils présenteront ainsi, dans toutes les postures, une augmentation de la convexité de la région thoracique de la colonne, des épaules soulevées et une tête inclinée vers

l'avant. Les mauvais traitements que font subir les enfants durant leur adolescence à leur dos peuvent être une des raisons de l'augmentation rapide du nombre de problèmes au dos».

Nachemson (1965, 1966) rapporte que les flexions du tronc répétées, surtout celles de grandes amplitudes, peuvent provoquer, à la longue, des lésions aux disques intervertébraux. D'autres auteurs (Adams et Hutton, 1985) soutiennent que la flexion du tronc joue un rôle de facilitateur dans l'échange des nutriments lorsqu'elle est de faible importance. Selon ces chercheurs, la flexion du tronc favorise davantage la diffusion des nutriments à travers les disques intervertébraux que l'extension.

Comme toutes les parties du corps, les disques intervertébraux doivent recevoir des substances nutritives s'ils veulent demeurer en santé. Si le disque veut maintenir son intégrité, il doit être nourri fréquemment (Bernard, 1991). Comme beaucoup d'autres organes du corps, les disques intervertébraux se nourrissent par diffusion. La diffusion est un phénomène passif se faisant toujours d'une zone de haute pression vers une zone de pression plus basse. Il est par conséquent important, entre autres pour cette raison, de varier fréquemment la posture adoptée.

Les disques pouvant subir une déformation, la charge imposée par le poids de la tête, des membres supérieurs et du tronc (TMST) fait perdre quotidiennement à la hauteur discale environ 15mm (Eklund et Corlett, 1986). Selon ces auteurs, cette perte de hauteur est similaire à une fonction exponentielle, où le taux de hauteur diminue avec le temps. Il

est, pour cette raison, important de prendre du repos en position allongée parce que lorsque les disques n'ont pas de charge, ils vont retrouver leur hauteur normale, d'une manière similaire à une fonction exponentielle.

Les forces de compression et de cisaillement sont influencées par la gravité et par l'orientation de la colonne vertébrale. La première permet de connaître la compression existant entre les vertèbres. Elle est souvent mesurée au niveau lombaire, plus précisément au niveau L5-S1. La force de cisaillement est, quant à elle, influencée par l'angle du tronc par rapport à la verticale. Elle cherche à faire glisser les vertèbres une contre l'autre. Ces deux forces sont perpendiculaires une à l'autre et sont toutes deux avantagées en position debout droite (Andersson, 1974). En position assise, la préservation de la courbure lombaire permet de réduire la force de compression sur les disques de la colonne lombaire (Andersson, 1974).

Une étude réalisée sur les forces de compression et de cisaillement a été effectuée par Susnik et Gazvoda en 1986. Leurs résultats montrent que la force de compression est maximale lorsque le tronc est incliné de 45° vers l'avant. La force de cisaillement, quant à elle, augmente rapidement entre 0° et 30°. Elle continue d'augmenter entre 30° et 60° et entre 60° et 90° mais de façon moins prononcée, et elle est maximale lorsque le tronc est parallèle au sol.

Une posture inclinée vers l'avant donne des valeurs élevées de forces de compression et de cisaillement. Ce type de posture a, de plus, été démontré comme étant un facteur de

risque significatif pour les douleurs au bas du dos. Si la douleur est présente, c'est de loin le facteur le plus aggravant (Bendix, 1984).

2.4.4 Implication musculaire passive

Les muscles jouent un rôle important lors de l'adoption et du maintien d'une posture. Un muscle est attaché à deux endroits, un point d'origine (habituellement la partie la plus fixe) et un point d'insertion (habituellement la partie la plus mobile). Lorsqu'il se contracte, le muscle se raccourcit, rapprochant l'insertion de l'origine. Chaque muscle a son muscle antagoniste, qui est responsable de faire l'action opposée. Lorsqu'un muscle se raccourcit, son muscle antagoniste s'allonge au-delà de sa longueur de repos. Il emmagasine donc une certaine tension élastique, tirant sur son point d'origine et sur son point d'insertion afin de reprendre sa longueur de repos. Cette tension élastique peut, à elle seule, modifier le positionnement des différents segments du corps.

Le modèle de Keegan (1953) a été abordé un peu plus haut. Il soutient que la position neutre de la colonne vertébrale se produit lorsque l'angle entre le tronc et la cuisse, de même que l'angle aux genoux, sont d'environ 135° (voir figure 2.6, posture c). Il mentionne que lors de l'adoption d'une telle posture, les fléchisseurs et les extenseurs de la hanche sont à leur longueur de repos et n'exercent donc aucune force sur le bassin. Si la hanche est davantage fléchie, comme lors de l'adoption d'une posture assise

conventionnelle, l'étirement passif des extenseurs de la hanche (ischio-jambiers) va entraîner la rétroversion du bassin, aplatissant ainsi la courbure lombaire.

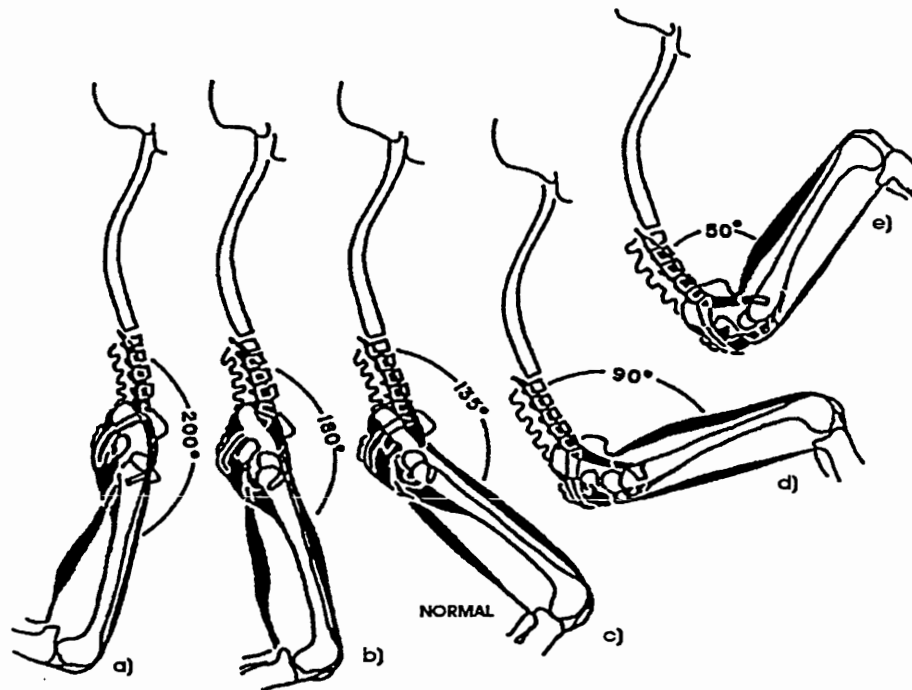


Figure 2.6. Images dessinées à partir de rayons X d'une personne couchée sur le côté à divers angles de flexion de la hanche (Keegan, 1953).

Lors du passage d'une posture assise à une posture debout, l'extension de la hanche va entraîner les fléchisseurs de la hanche, qui s'allongent au-delà de leur longueur de repos, à antéverser le bassin, accentuant ainsi la lordose lombaire (Bridger et coll., 1989a). Le modèle de Keegan (1953) suggère que les sujets ayant de courts fléchisseurs de la hanche vont voir leur lordose lombaire s'accroître en position debout. C'est normal parce que ces muscles s'allongent au fur et à mesure que l'angle à la hanche augmente et entraînent donc, de plus en plus, le bassin vers l'avant. Les ischio-jambiers raccourcissent, pour

leur part, au fur et à mesure que l'angle d'extension à la hanche augmente; ainsi les limitations de longueur des ischio-jambiers n'influencent pas la courbure lombaire en position debout. Bridger et coll. (1989a) mentionnent que les individus ayant une mobilité à la hanche limitée expérimentent les plus grands changements dans la courbe lombaire lorsqu'ils changent d'une posture debout vers une posture assise ou en semi-squat. Cela vient confirmer les énoncés formulés tout au long de cette section. En effet, les individus qui ont une faible mobilité à la hanche ont donc de courts extenseurs et/ou de courts fléchisseurs de la hanche. Peu importe le mouvement effectué, ils ne tardent pas à s'allonger au-delà de leur longueur de repos, produisant ainsi une antéversion ou une rétroversion du bassin, dépendant du mouvement effectué. Les ligaments entourant l'articulation, la capsule ou la douleur éprouvée par la personne sont des facteurs pouvant également limiter sa mobilité.

Mandal a publié une recherche fort intéressante en 1982 sur la posture du corps selon le positionnement de l'assise et de la table de travail. Il a trouvé que, dans la plupart des cas, avec un pupitre et une chaise plus hauts et inclinés l'un contre l'autre, la posture des élèves s'est trouvée très près de la posture normale décrite par Keegan (1953). En même temps, les sujets ont montré un équilibre parfait au niveau musculaire, les fléchisseurs et les extenseurs de la hanche étant à leur longueur de repos.

Enfin, il est important de souligner, pour terminer cette section, que le positionnement des membres inférieurs (cuisses et jambes) est responsable de 92% de la variation de la

courbure lombaire. Le reste de la variation (8%) provient du rôle joué par la force gravitationnelle (Eklund et Liew, 1991).

2.4.5 Activité musculaire

Okada (1972) a étudié l'activité musculaire de muscles stabilisateurs extenseurs du tronc lors de l'adoption, par les sujets, de différentes postures. Il a constaté que ces muscles travaillent toujours au-delà de 5% de leur pourcentage d'utilisation musculaire (PUM). Cette activité augmente à 15% du PUM lorsqu'une légère flexion du tronc est effectuée pour atteindre 25% si la flexion est plus importante (45°). Il n'a, par contre, observé aucune activité musculaire dans les extenseurs du tronc lors d'une flexion complète. Cette constatation est confirmée par Colombini et coll. (1986) qui ont enregistré l'activité musculaire la plus basse lorsque la courbure lombaire de la colonne vertébrale était en cyphose prononcée. Ils expliquent ces valeurs très basses par la propriété élastique des muscles qui leur permet de fournir une certaine quantité d'énergie sans faire de contraction. Bennett et coll. (1989) font une bonne comparaison entre les postures droites et relâchées. Lors de l'adoption d'une posture relâchée, il y a plus d'activité EMG et une meilleure courbure lombaire en position debout qu'assis sur une assise conventionnelle (chaise de bureau et chaise droite en bois). Lors de l'adoption d'une posture droite, il y a également davantage d'activité EMG en position debout qu'assis sur une chaise de bureau et pas de différence au niveau de la courbure lombaire entre les

chaises (chaise Balans, chaise de bureau et chaise droite). L'activité musculaire est donc plus importante debout qu'assis sur une chaise de bureau, peu importe la posture adoptée.

Pour terminer cette section, il est important de mentionner certains résultats obtenus par Bennett et coll., en 1989. Ils affirment que l'activité EMG ne correspond pas aux mesures de la courbure lombaire. Leurs résultats suggèrent que l'activité musculaire n'est pas un bon indicateur des changements dans la posture lombaire.

2.4.6 Fatigue musculaire

Comme mentionné lors de la section précédente, la fatigue musculaire peut résulter de contractions musculaires soutenues ou dynamiques. Il est évident que la fatigue dépend de l'intensité de la contraction. Elle dépend aussi, bien sûr, de sa durée. La fatigue ressentie lors du maintien d'une posture statique est due à la contraction musculaire soutenue. Il est donc préférable de la limiter autant que possible (Singleton, 1982).

Les travailleurs peuvent éprouver de la fatigue locale, située à des endroits précis du corps. Ils peuvent également ressentir une fatigue globale ou générale, affectant le corps entier. Singleton (1982) associe la fatigue générale au maintien de la position debout et à la contraction soutenue.

Les chercheurs ont tenté de trouver un seuil de pourcentage d'utilisation musculaire en bas duquel aucune fatigue n'était développée. Sjøggard (1988) affirme que les recommandations visant à limiter la contraction musculaire à 10%, 5% ou même 3% du PUM ne préviendront pas la fatigue. Il affirme qu'il est préférable de limiter la durée de la contraction musculaire plutôt que son intensité.

2.4.7 Problèmes circulatoires

Au début de cette revue de littérature, il a été fait mention de différents problèmes reliés au statisme des postures de travail. Plusieurs de ces problèmes sont reliés à une mauvaise circulation sanguine et elle occasionne, à long terme, douleur et inconfort.

Tel que mentionné par plusieurs auteurs, la posture statique prolongée entraîne différents problèmes aux membres inférieurs, notamment de l'œdème et des varices (Gubéran et Rougemont, 1974; Lortie, 1982). Plusieurs facteurs affectent la circulation sanguine. Il y en a deux qu'il est cependant important de mentionner dans cette étude. Il s'agit de la pression hydrostatique et du degré d'activité des membres inférieurs. Après avoir fourni nutriments et oxygène aux muscles, le sang veineux doit retourner au cœur. Lorsque celui-ci part des membres inférieurs, il doit combattre la force gravitationnelle avant de parvenir au cœur. Lorsque le retour veineux est abordé, c'est souvent en terme de hauteur de la colonne de sang. Celle-ci est représentée par la hauteur entre le sol et le cœur. Cette colonne est donc plus élevée en position debout, puis en position assis-

debout pour être très basse sur une assise conventionnelle et finalement, elle est nulle en position allongée. La force gravitationnelle cause donc une résistance à la circulation sanguine, plus ou moins importante selon la position, appelée pression hydrostatique (Pollack et Wood, 1949; Waterfield, 1931).

Le deuxième facteur intéressant cette étude est le degré d'activité des membres inférieurs. Il a été trouvé une diminution des problèmes circulatoires en position debout lorsque les muscles des jambes demeurent actifs (Winkel, 1981; Winkel et Jørgensen, 1986a). En effet, la contraction et le relâchement fréquents des muscles des membres inférieurs produit un effet de pompe facilitant le retour veineux. Les muscles du mollet sont responsables de l'équilibration pour le plan sagittal. La demande d'activité musculaire nécessaire à la conservation de l'équilibre est faible et ne nécessite que de faibles changements dans la flexion plantaire, entraînant un retour veineux inférieur à la demande (Winter, 2000). En effet selon Ludbrook (1966), une simple contraction au niveau du mollet peut éjecter jusqu'à 60% du volume sanguin et atteindre 65% lors de la marche.

Au niveau de l'assise, les jambes doivent être en appui solide au sol ou sur un appui-pieds afin de réduire et de redistribuer la charge située aux régions glutéales et au dos vers les cuisses. Si le support à pieds est trop haut, l'arrière des cuisses ne sera pas en appui sur l'assise et le poids de la tête, des membres supérieurs et du tronc sera supporté uniquement par les tubérosités ischiatiques. D'un autre côté, il ne doit pas y avoir de pression exercée à l'arrière du genou, à l'avant de l'assise. C'est ce qui se produira si

l'assise est trop haute par rapport au sol ou à l'appui-pieds. Si de la pression est appliquée aux cuisses près des genoux, cela peut conduire à une enflure des jambes et à une pression du nerf sciatique (Chaffin et coll., 1999).

2.5 CARACTÉRISTIQUES DE L'ASSISE

Jusqu'à présent, cette revue de littérature a traité principalement des deux postures de travail les plus fréquemment adoptées. Il a été vu les caractéristiques majeures de ces deux postures ainsi que leurs avantages et inconvénients. Les auteurs mentionnent souvent que la tâche à effectuer par le travailleur va contraindre ce dernier à adopter une certaine posture. Les différentes caractéristiques offertes par l'assise vont également jouer un rôle important quant à la posture adoptée. Cette section va donc aborder les différentes caractéristiques que peuvent avoir les assises ainsi que les rôles qu'elles jouent sur la posture de travail.

2.5.1 Effets de l'inclinaison de l'assise

L'influence de l'assise sur la posture du corps est importante. Le siège supporte, en effet, environ 80 à 95% du poids du tronc et des membres supérieurs.

Plusieurs études se sont intéressées aux effets de l'inclinaison de l'assise. Certaines sont en faveur d'une inclinaison de l'assise vers l'arrière permettant au travailleur une meilleure utilisation du dossier, réduisant, en même temps, l'activité musculaire et la pression discale (Andersson et coll., 1974; Adams et Hutton, 1985; Andersson, 1986). D'autres études argumentent qu'une assise inclinée vers l'avant reproduit une meilleure courbure lombaire (Keegan, 1953; Bridger, 1988; Bridger et coll., 1989a,b; Mandal, 1991). Toutes cependant s'entendent pour dire qu'une chaise horizontale doit être évitée durant un temps prolongé à un poste de travail parce qu'elle conduit à une position antérieure du tronc qui est un indicateur de risque significatif pour les douleurs au bas du dos (Bendix, 1984). Il a déjà été mentionné que la posture de la personne ne dépend pas seulement du design de la chaise mais également de la tâche à effectuer. Ainsi, lorsqu'un travail de bureau est à accomplir, les gens préféreront adopter une posture assise antérieure tandis que lors d'un moment de repos, ils préféreront une position vers l'arrière (Andersson, 1986). Une étude réalisée par Drury et Franches (1985) a montré une bonne acceptabilité pour les sièges inclinés vers l'avant. Lorsqu'un travail est effectué sur une table horizontale, les travailleurs de bureau acceptent généralement que leur siège soit incliné vers l'avant.

Beaucoup d'études se sont intéressées au lien existant entre l'inclinaison de l'assise vers l'avant et la courbe lombaire de la colonne vertébrale. Les résultats sont tous les mêmes: la lordose de la courbe lombaire augmente lors de l'inclinaison de l'assise vers l'avant (Bendix, 1984; Bendix et coll., 1985a; Bridger et coll., 1989a-b; Mandal, 1991). La figure 2.7 montre la position du corps sur un siège plus élevé et incliné vers l'avant.

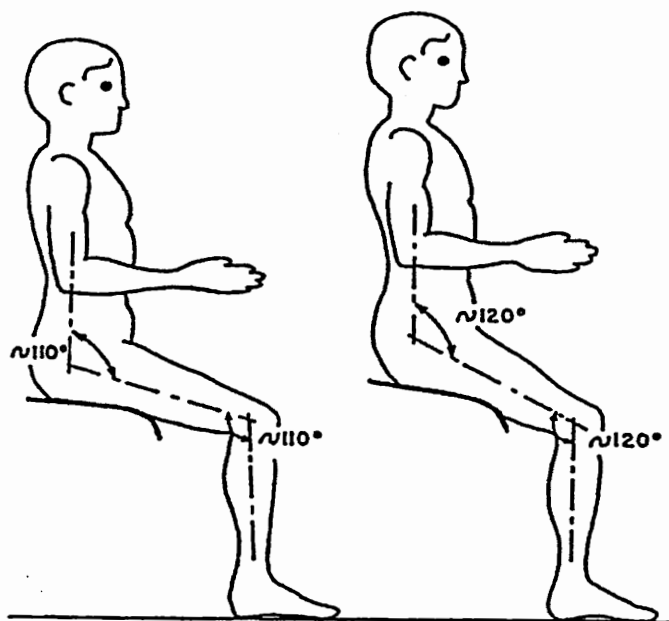


Figure 2.7. Une posture assis-debout permet des changements rapides entre les positions assise et debout et permet de préserver la lordose lombaire (Engdahl, 1978).

Les résultats obtenus par Bridger en 1988 sont plus précis. Il soutient qu'avec un siège incliné vers l'avant, le haut du corps est droit mais que la région lombaire demeure en flexion. Il est d'accord avec les autres chercheurs qui affirment que la flexion lombaire est réduite lors de l'utilisation d'un siège incliné vers l'avant (Bridger et coll., 1989a,b; Mandal, 1991) mais il précise que la plus grosse partie de l'adaptation posturale se produit à l'articulation de la hanche. Plus précisément, les adaptations posturales à la chaise inclinée vers l'avant prennent place dans la partie inférieure du corps (articulations de la hanche, du bassin et des genoux).

Les recherches de Mandal (1976) lui ont permis d'identifier que la plupart des tâches en position assise se font avec un angle du dos légèrement penché vers l'avant. L'utilisation d'une assise inclinée vers l'avant permet d'ouvrir l'angle tronc-cuisses. Mandal (1982) a

fait une étude sur le lien entre l'inclinaison de l'assise et celle de la courbure lombaire. Lorsqu'une personne est assise sur un siège incliné de 5° vers l'arrière et qu'elle veut que l'axe de son corps soit orienté verticalement, elle doit fléchir sa courbe lombaire de 35° par rapport à la courbe lombaire obtenue en position debout. Si le siège est incliné de 5° vers l'avant, elle doit effectuer une flexion lombaire de 25° et cette dernière est réduite à 15° si l'assise est inclinée vers l'avant de 15° .

L'inclinaison de l'assise vers l'avant comporte de nombreux avantages pour son utilisateur. Une étude réalisée sur une chaise Balans (assise inclinée vers l'avant avec un coussin pour appuyer les genoux) a montré que ce type d'assise réduisait la pression sur les veines fémorales (Lander et coll., 1987). Ces chercheurs ont ainsi noté une amélioration de 15% de la circulation sanguine lors de l'utilisation de la chaise Balans comparativement à une assise conventionnelle.

Une assise inclinée vers l'avant comporte également quelques inconvénients. Puisque la selle est inclinée vers l'avant, une proportion supérieure à une assise conventionnelle du poids du corps est supportée par les pieds. Bendix et coll. (1985b) ont enregistré une augmentation de 0,6% du volume du pied avec une assise inclinée 10° vers l'avant comparativement à une assise inclinée 5° vers l'arrière. Également, le siège incliné doit être rembourré et recouvert d'une surface antidérapante afin d'éviter que le travailleur ne glisse lorsque le siège est incliné vers l'avant (Bendix, 1984). Eklund et Corlett (1984) ont fait une analyse théorique sur la posture assise. Ils concluent qu'une forme désirable pour un siège haut en est une dans lequel le support ischiatique est horizontal afin de

fournir une stabilité vers l'avant et vers l'arrière. Le reste du siège doit s'incliner vers l'avant afin de fournir un support sous les cuisses et afin de limiter la flexion à la hanche. Ils maintiennent qu'un siège complètement incliné vers l'avant n'est pas désirable dans la région ischiatique parce que la composante horizontale de la poussée vers l'avant qui l'accompagne doit être contrebalancée par les extenseurs du genou et par la friction entre la peau, les vêtements et le siège. Cela est évidemment vrai dans le cas où les genoux ont une certaine flexion, augmentant, en même temps, leur activité musculaire. Si les genoux sont, par contre, en extension complète, le moment de force exercé est presque nul. Le travailleur peut également équilibrer les forces agissant sur lui en utilisant une aide extérieure lui apportant un appui quelconque, un comptoir par exemple.

2.5.2 Effets de l'inclinaison du dossier

Bien que l'utilisation d'un dossier soit le plus souvent reliée à une position de repos, plusieurs chercheurs ont tenté de connaître les bienfaits qu'il peut procurer au travailleur. Une grande importance a également été apportée à l'influence que peut avoir un support, qu'il soit au niveau lombaire ou thoracique, ainsi que l'influence que peut avoir ce support sur la posture du travailleur.

Chaffin et coll. (1999) résument en trois points importants l'influence que peut avoir un support au niveau du dos. Premièrement, une inclinaison plus importante du dossier entraîne une augmentation dans le transfert de la charge au dossier, réduisant la charge

sur la colonne lombaire causée par le poids de la tête, des membres supérieurs et du tronc. Cela a également pour effet de diminuer la pression discale, spécialement si le dossier passe de la verticale à un angle d'environ 110° . Deuxièmement, lorsqu'un support lombaire est présent et qu'une personne s'appuie le dos, une partie du poids du corps est transférée directement à ce support venant réduire, encore plus, la charge sur la colonne lombaire. Finalement, l'utilisation d'un support lombaire change la forme de la colonne lombaire en direction de la lordose et ainsi, réduit la déformation des disques lombaires, faisant diminuer la pression discale (Andersson, 1986). Une petite diminution dans la lordose est alors observée tandis que la rétroversion du bassin est grandement réduite. L'utilisation d'un support lombaire produit des changements considérables au niveau de la lordose lombaire. Elle passe, en effet, de $9,7^\circ$ sans support lombaire à $46,8^\circ$ avec le support (Chaffin et coll., 1999).

Le support pour le dos que procure un dossier apporte, bien sûr, plusieurs avantages au travailleur. Selon Eklund et Corlett (1986), une des fonctions d'une bonne chaise de travail est de réduire la charge en gardant la flexion des bras à son minimum et de supporter le dos. Les forces peuvent ainsi être transmises au dossier en même temps, permettant une activité musculaire minimale au niveau du bas du dos. Colombini et coll. (1986) ont trouvé une diminution significative du stress sur les disques lombaires intervertébraux dans toutes les postures où le dos est supporté. Selon Chaffin et coll., (1999) des différents paramètres de chaises utilisés, l'inclinaison du dossier a été trouvée comme étant particulièrement importante, avec les niveaux d'EMG pour les muscles érecteurs du rachis diminuant avec l'angle augmentant entre le dossier et la chaise

(Knutsson et coll., 1966; Rosemeyer, 1971; Yamaguchi et coll., 1972). L'activité EMG la plus basse a été enregistrée avec une inclinaison du dossier de 120° et un support lombaire de 5cm. Certains auteurs (Lundervold, 1951a,b; 1958; Floyd et Roberts, 1958) ont trouvé moins d'activité musculaire lorsque le support pour le dos est situé dans la région lombaire plutôt que dans la région thoracique, confirmant les conclusions de Åkerblom (1948). Ainsi, selon Chaffin et coll. (1999) le facteur le plus important pour réduire le stress au bas du dos est le dossier et le paramètre le plus important dans l'ajustement du dossier est l'angle d'inclinaison.

La lecture des paragraphes précédents montre de façon indéniable tous les bienfaits que peut procurer un support pour le dos au travailleur en position assise. Le problème est que le support lombaire est seulement efficace lorsque l'utilisateur adopte une position vers l'arrière, avec le centre de gravité derrière les tubérosités ischiatiques en position assise. La nature des tâches à accomplir empêche souvent les travailleurs de s'en servir car la plupart des tâches requièrent une activité visuelle importante dans un plan horizontal. Pour permettre un support lombaire efficace, un siège incliné vers l'arrière est nécessaire. Les travailleurs utilisant un dossier incliné vers l'arrière devront ainsi effectuer une flexion du cou supplémentaire afin de satisfaire aux exigences de leur tâche. Les problèmes éprouvés au niveau du dos ne seront que déplacés de la région lombaire vers la région cervicale (Mandal, 1991). Selon Bendix (1984), l'utilisation du dossier diminue avec l'augmentation de la hauteur du siège. Ainsi, il semble difficile de penser que les caissières en position assis-debout peuvent bénéficier de l'utilisation d'un dossier pour réduire la charge lombaire. La mobilité exigée par les différentes composantes de

leurs tâches rend pratiquement impossible l'appui réel du dos sur le dossier. Toutefois, celui-ci pourrait s'avérer utile lors des périodes d'inactivité.

2.5.3 Effets de la hauteur de l'assise

La hauteur de l'assise est primordiale dans le confort perçu par les travailleurs lors de l'exécution de leur travail. Une assise trop haute ou trop basse répartit mal la charge que représente le poids du corps entre le dossier, l'assise et le sol. En 1985, Bendix et coll. ont remarqué l'augmentation de l'enflure aux pieds lorsque la hauteur du siège augmente. Cela est normal puisqu'une plus grande proportion du poids du corps se retrouve ainsi sur les pieds. Pottier et coll. (1969) ont noté que l'ajustement de la hauteur de la chaise peut influencer le retour veineux s'il y a compression sur la partie postérieure de la cuisse. Il faut, en effet, que l'inclinaison de l'assise augmente avec sa hauteur. Lorsqu'une chaise est trop basse, par contre, la flexion des genoux augmente et le poids du TMST est transféré à une petite aire des tubérosités ischiatiques plutôt qu'à l'arrière des cuisses. Les angles de flexions à la hanche et aux genoux sont plus grands et la colonne lombaire se retrouve également fléchie parce que le bassin effectue une rétroversion. Si le travailleur fait une flexion du tronc, ses organes abdominaux vont alors être comprimés (Chaffin et coll., 1999).

Un des avantages majeurs en faveur d'une assise haute est que la courbe lombaire se déforme vers l'augmentation de la lordose à mesure que la hauteur du banc augmente (Bendix, 1984).

Une étude réalisée par Mandal (1982) précise les résultats obtenus par Bendix (1984). Il a trouvé qu'une chaise de 45cm de hauteur va nécessiter une flexion lombaire de 35°. Une chaise de 55cm de hauteur va nécessiter une flexion lombaire de 25° et une chaise de 65cm de hauteur va permettre à une personne de s'asseoir dans une position droite avec seulement 10° de flexion dans la région lombaire (voir figure 2.8). Cela explique pourquoi il est très facile de s'asseoir droit lorsqu'on est sur une selle de cheval ou sur un coin de table.

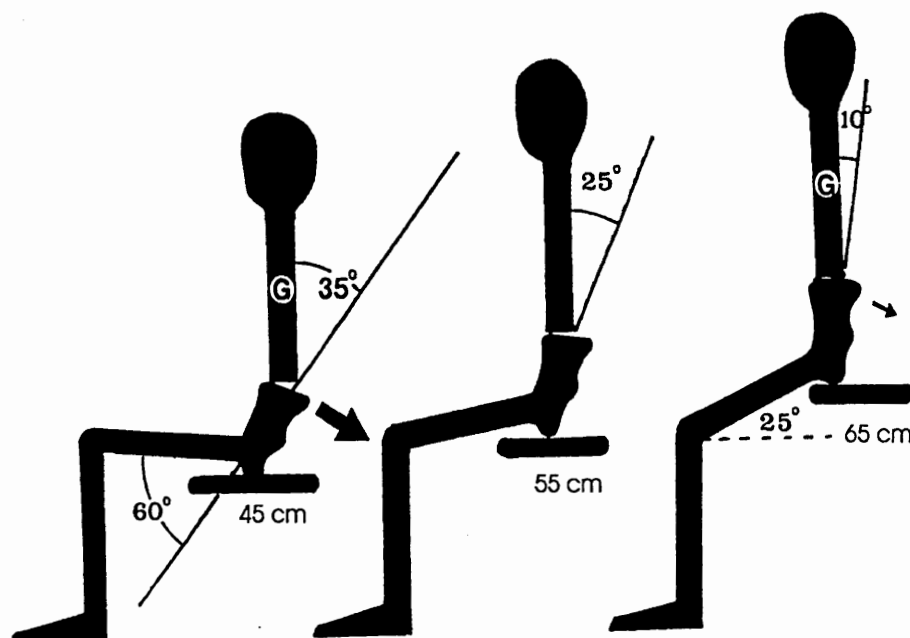


Figure 2.8. Effets de la hauteur de l'assise sur la flexion lombaire (Mandal, 1982).

Bendix et coll (1986) ont étudié l'acceptabilité par les travailleurs de sièges de différentes hauteurs. Ils ont comparé un ajustement de la hauteur du siège 5-7cm au-dessus du creux poplité avec un ajustement 1cm sous le creux poplité. Ils ont trouvé que la posture d'un travailleur de bureau durant une heure est plus mobile pour l'ajustement le plus haut et que les mouvements de balancement sont effectués plus fréquemment. L'amplitude de ces balancements, mesurée à l'aide d'un transducteur angulaire, est également plus importante, reflétant une posture plus dynamique. Simultanément, l'échelle d'acceptabilité cotée par les travailleurs favorise l'ajustement le plus haut. Une augmentation de la hauteur de l'assise va donc favoriser l'augmentation de la mobilité.

2.5.4 Caractéristiques du plan de travail

Chaffin et coll. (1999) affirment que les conditions les plus importantes concernant la table de travail sont la hauteur dessous la table (elle doit fournir un dégagement suffisant pour les jambes), la hauteur totale de la table et l'inclinaison de la surface de travail. Ils affirment de plus, que la surface de travail doit être assez large pour contenir les objets nécessaires au travail et la friction assez élevée pour prévenir le glissement de ces objets. Selon Bendix, (1987) l'ajustement de la hauteur du plan de travail 3 ou 4 cm au-dessus du niveau du coude pour une personne assise est une recommandation commune. Selon Chaffin et coll. (1999), si la hauteur de la table ne peut être ajustée, la chaise doit être élevée et un appui-pieds peut être ajouté afin de fournir une base solide au sol. Une table trop basse va causer une inclinaison du TMST vers l'avant et les parties cervicale et

lombaire de la colonne vertébrale vont se retrouver en cyphose. D'un autre côté, une table trop haute cause une flexion et une abduction des bras, augmentant la fatigue des muscles des bras et du cou.

Mandal a réalisé de nombreuses études sur le bon positionnement que doivent avoir la chaise ainsi que le plan de travail. Dans un article publié en 1991, il mentionne qu'une posture assise considérablement meilleure à celle inclinée vers l'avant, habituellement observée sur les postes de travail, peut être obtenue si la table de travail est haute et si le siège et la surface de travail sont inclinés l'un contre l'autre de 15°. Le livre ou l'objet utilisé peut ainsi être amené plus près de l'utilisateur et à un meilleur angle pour les yeux. La flexion de la région lombaire est ainsi grandement réduite. Elle est de 42° pour une hauteur de table de 72 cm avec une chaise et une table horizontales et diminue à 10° pour une hauteur de table de 92 cm, la chaise et la table étant, lors de cette condition, inclinées l'une contre l'autre de 15°.

Selon Bendix (1987), l'inclinaison du bureau est plus importante pour la préservation de la lordose lombaire que l'inclinaison du banc vers l'avant. Bridger (1988), quant à lui, affirme que les adaptations posturales à la chaise ne sont pas dépendantes de la surface de travail utilisée et vice-versa. Il spécifie que les adaptations posturales à une assise inclinée prennent place dans la partie inférieure du corps (bassin, hanche et genoux) tandis que les adaptations à la surface de travail inclinée prennent place dans la partie supérieure du corps (cou et tronc). Cependant, ensemble ces adaptations posturales résultent en une diminution de la flexion du tronc.

2.5.5 Adaptations de l'environnement de travail à la tâche à effectuer

L'espace de travail en entier doit être ajusté au travailleur. Cela nécessite une bonne chaise et une bonne hauteur de surface de travail comme vu précédemment, mais également un bon aménagement de l'espace de travail ainsi qu'un éclairage adéquat. Lorsqu'un espace de travail est bien aménagé, la performance du travailleur est améliorée tout en lui assurant une bonne posture et en prévenant l'augmentation des risques de fatigue musculaire et de dégénération discale (Chaffin et coll., 1999). Des facteurs comme la grandeur de la pièce de travail, les mouvements requis par la tâche et la disposition globale de l'espace de travail ne peuvent être les mêmes pour tous les types de travail. Si l'aménagement du poste de travail peut être ajusté, il va pouvoir ainsi mieux correspondre à l'anthropométrie de la personne (Chaffin et coll., 1999).

Selon Eklund et Corlett (1986), la tâche et l'espace de travail déterminent la posture et créent un pattern de chargement sur les structures du corps des individus. Selon eux, l'analyse des besoins de la chaise doit donc commencer avec les demandes et les contraintes de ces deux facteurs. Le positionnement du travailleur commence par celui de ses mains, de ses yeux ou de ses pieds s'il doit manipuler une pédale. Par extension, le positionnement moyen et l'angulation de la tête vont définir la posture du corps. Idéalement, l'aménagement du poste de travail doit tenir compte du positionnement du travailleur afin de ne pas créer de contraintes supplémentaires.

2.6 POSTURE ASSIS-DEBOUT

Tout au long de cette revue de littérature, il a été possible d'observer l'évolution de la posture du corps selon la position de travail adoptée ainsi que selon l'aménagement du poste de travail. Il en ressort qu'aucune posture n'est idéale et que la variation entre plusieurs postures doit être encouragée. Voici donc, pour terminer, la posture assis-debout, souvent encouragée à adopter par plusieurs chercheurs, mais comportant elle aussi ses avantages et inconvénients.

2.6.1 Définition de la posture assis-debout

L'adoption d'une posture assis-debout nécessite l'utilisation d'une assise qui permet d'avoir les genoux à une hauteur plus basse que les cuisses et les fesses. L'angle formé par le tronc et les cuisses se situe entre les 90° de la posture assise et les 180° de la posture debout (Vézina et coll., 1998).

Lors de l'adoption d'une position assis-debout, le siège fournit un appui permettant de répartir le poids du corps entre les pieds et la région glutéale. Comparé à une assise conventionnelle, le poids est cependant réparti sur une partie plus restreinte des fesses et les cuisses ne sont pas utilisées pour recevoir une partie du poids. Les pieds reçoivent donc nécessairement une partie plus importante du poids (Vézina et coll., 1998). Le travail musculaire nécessaire au maintien de l'équilibre est tout de même diminué,

comparé à une position debout, grâce à ce point d'appui qu'est le siège assis-debout avec une assise montée sur une tige fixe.

2.6.2 Types de sièges assis-debout

Il existe évidemment sur le marché différents types de sièges assis-debout. L'équipe de recherche du CINBIOSE (Centre pour l'étude des interactions biologiques entre la santé et l'environnement) a déjà réalisé trois (3) études portant sur les sièges assis-debout. Lors d'une première étude réalisée par Vézina et coll. en 1993, trois (3) types de banc ont été mis à la disposition des caissières. Il s'agit du siège en forme de selle, du siège rectangulaire avec une assise convexe ainsi que du siège prototype (voir figure 2.9).

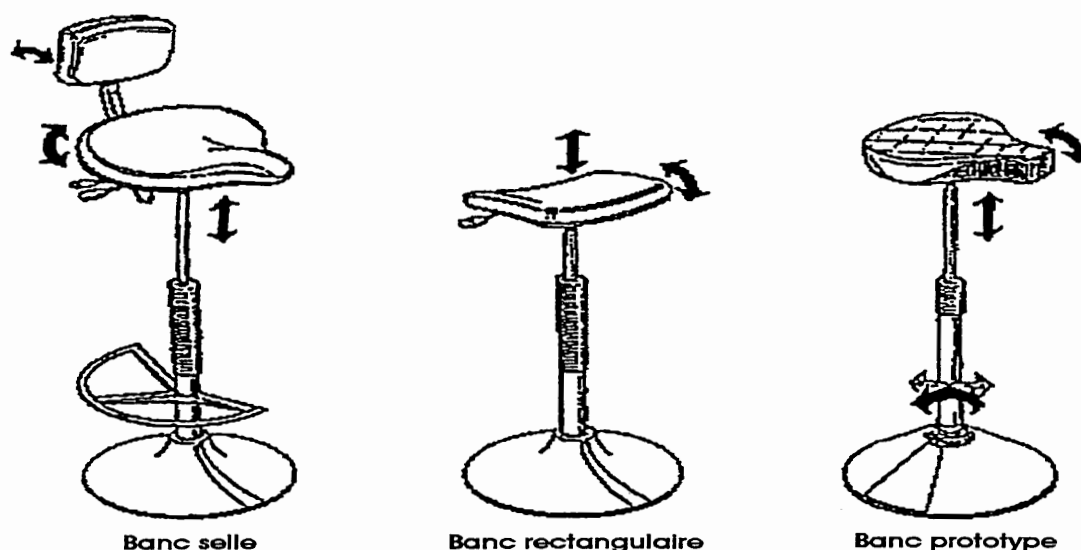
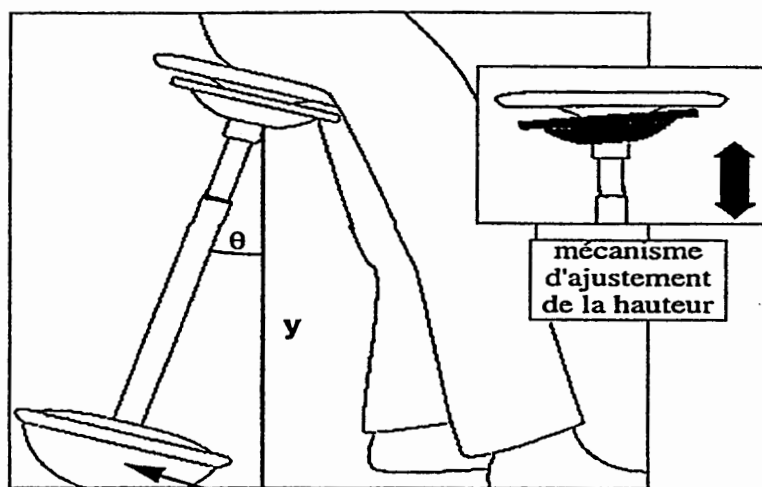


Figure 2.9. Modèles de sièges assis-debout utilisés lors de l'expérience de Vézina et coll. (1993).

En ce qui concerne le siège en forme de selle, presque toutes les caissières trouvent l'ensemble des caractéristiques satisfaisantes, que ce soit au niveau de son assise, de sa base, des appui-pieds ou des différents mécanismes d'ajustement. Le siège rectangulaire recueille un peu moins d'unanimité pour chacune de ses caractéristiques. La forme concave ou le manque d'adhésion de son assise la rend glissante et favorise le développement de fatigue au niveau des membres inférieurs. Le siège prototype est celui qui est le moins apprécié par les caissières pour plusieurs caractéristiques notamment pour sa largeur, sa profondeur, son rembourrage ainsi que sa courbure. Il a finalement été rejeté et n'a pas fait l'objet d'évaluation.

Lors de l'étude réalisée par Lajoie (1995), deux sièges assis-debout ont été évalués dans un hôpital, à la courroie du service alimentaire. Un de ces sièges était le siège suédois en forme de selle et l'autre correspondait à un prototype avec une assise concave rectangulaire. Suite aux essais réalisés, trois des quatre sujets cette étude se sont montrés satisfaits et intéressés à continuer à travailler avec un siège assis-debout. Il ressort également qu'il est important d'apporter certaines modifications au poste de travail lors de l'insertion d'un siège assis-debout afin de ne pas créer de contraintes supplémentaires.

Enfin, une troisième étude a également été effectuée dans un supermarché. Un siège assis-debout allemand a été testé avec une base en sable et un seul ajustement possible au niveau de la hauteur de l'assise (voir figure 2.10). Ce siège a été apprécié par cinq (5) caissières sur six (6). Pour cette dernière, il y a eu une augmentation de l'inconfort aux fesses et au genou gauche.



base en sable
 θ = angle d'ajustement du banc (correspond à l'angle de l'assise)
 y = hauteur d'ajustement du banc

Figure 2.10. Siège assis-debout allemand utilisé par les caissières de supermarché lors de l'étude réalisée par Laberge (1997).

2.6.3 Avantages de la posture assis-debout

Un des avantages majeurs pour l'utilisation d'un siège assis-debout est qu'il place la courbe lombaire plus près de celle observée en position debout que les autres types de sièges et peut ainsi être préféré au niveau du bas du dos (Eklund et Corlett, 1986).

La posture assis-debout doit également être préférée à une posture assise lorsque l'espace pour les jambes est faible. La variation entre les positions debout et assis-debout doit alors être encouragée et une chaise de bureau conventionnelle, évitée (Bendix, 1984). Selon Lajoie (1995), le siège assis-debout est avantageux puisqu'il permet aux

travailleurs de se lever et de s'asseoir avec peu d'effort et en peu de temps. Cela est confirmé par l'étude d'Arborelius et coll. (1992) qui ont noté une importante réduction dans l'activité musculaire et dans les moments de force aux genoux lorsqu'une personne se lève d'un tabouret haut comparativement à une personne se levant d'une assise conventionnelle. Ce tabouret est également considéré subjectivement comme le plus facile pour se lever.

Une posture assis-debout droite permet une meilleure respiration qu'une posture assise droite ou relâchée; l'abdomen peut prendre de l'expansion plus librement, diminuant ainsi la pression abdominale (Mandal 1982). Mandal (1982) termine en affirmant que la posture désirée est un ajustement entre la posture assise et la posture debout et, puisque la position debout stresse les jambes et que la position assise stresse le dos, il semble que cette posture soit un compromis raisonnable.

Au niveau des caissières de supermarché, plusieurs auteurs recommandent l'utilisation du siège assis-debout et affirment que ce type d'assise est adéquat pour effectuer ce travail à composante dynamique pour les membres supérieurs et à composante quasi-statique pour les membres inférieurs (Wallersteiner, 1984; Vézina et Courville, 1989; Wells et coll., 1990). L'utilisation de ce type d'assise permet de diminuer le stress imposé aux membres inférieurs et favorise la variation posturale. Au niveau de la productivité, Vézina et coll. (1993) n'ont noté aucune différence entre les positions debout et assis-debout. Les caissières conservent effectivement la même vitesse d'enregistrement des prix dans les deux positions de travail. Lajoie (1995), a testé deux types de sièges assis-

debout (selle et rectangulaire) lors d'une étude à une courroie d'un service alimentaire dans un hôpital. Il a constaté que la position assis-debout permettait de réduire l'amplitude des mouvements des membres supérieurs et les mouvements de torsion du tronc comparé à la position assise. D'autre part, il a observé une diminution des mouvements de flexion du tronc vers l'avant en position assis-debout lorsqu'il l'a comparée avec la position debout. Suite à ses essais, 3 de ses 4 sujets se sont même montrés intéressés à continuer l'utilisation du siège assis-debout tellement le soulagement apporté par celui-ci a été apprécié par les travailleurs. Laberge (1997) a également réalisé une étude auprès de six caissières de supermarché utilisant le siège assis-debout allemand. Elle constate que le niveau de fatigue général ressenti, mesuré sur une échelle de 1 à 10, est inférieur lorsque les caissières utilisent le siège assis-debout (3,5) que lorsqu'elles restent debout (4,4). Elles ont en effet toutes rapporté une diminution de la fatigue générale suite à l'utilisation de ce siège. Laberge (1997) note également une diminution des flexions du tronc vers l'avant lors de l'utilisation du siège assis-debout. Les caissières ont mentionné qu'elles se sentaient plus près des articles dans cette position et qu'elles avaient moins besoin de se pencher. Elles ont ressenti une diminution de l'inconfort dans les membres inférieurs et au bas du dos sans aucune augmentation de l'inconfort dans toutes les autres régions corporelles (Laberge, 1997). Une seule caissière a rapporté une augmentation des douleurs aux fesses, associées à la dureté du siège ainsi qu'une douleur au genou gauche due au manque de dégagement pour les membres inférieurs sous le comptoir (Laberge, 1997).

Pour terminer, Bendix (1984) a noté quatre avantages principaux en faveur de l'utilisation du siège assis-debout. Premièrement, le fait d'être appuyé permet aux travailleurs d'avoir une meilleure précision et une meilleure stabilité du tronc. Le travail musculaire nécessaire au maintien de l'équilibre est diminué de même que la consommation totale d'énergie si on la compare à la position debout. La courbe lombaire se trouve dans une position intermédiaire, réduisant la pression discale et finalement, la colonne cervicale est moins fléchie vers l'avant que dans une position debout.

2.6.4 Inconvénients de la posture assis-debout

Comparativement à une assise conventionnelle où la distribution du poids du corps peut se faire via le siège, le dossier et les appui-bras, un siège assis-debout mobile comme le siège allemand ne permet à l'utilisateur que d'y appuyer la région glutéale. Puisque le poids du TMST se concentre sur une partie plus restreinte du corps, il importe donc que l'ajustement et le positionnement de l'utilisateur soient adéquats.

Une étude réalisée par Lander et coll (1987) sur des sièges Balans cette fois, montre que la posture assis-debout résulte en une augmentation de l'activité pour les muscles cervicaux et lombaires et une augmentation du flux sanguin aux pieds, comparé à la posture sur une chaise standard. L'utilisation d'un siège assis-debout allemand comparée à une posture assise traditionnelle résulte en une augmentation de la hauteur de la colonne de sang, donc en une augmentation de la pression hydrostatique. Elle augmente

également le poids du corps supporté par les pieds, par rapport à une position assise, pouvant créer une certaine fatigue à ces derniers. Il est certain que les épaules sont davantage fléchies en position assis-debout par rapport à la position debout lorsque la hauteur du plan de travail n'est pas modifiée.

Vézina et coll. (1998) font mention de plusieurs inconvénients reliés à la posture assis-debout. Tel que vu plus haut, il n'est pas possible de s'asseoir confortablement sur ce type d'assise. Il s'agit d'une posture de compromis, une posture de travail. L'adoption d'une telle posture, hors du commun, demande un apprentissage. Avec l'utilisation du siège assis-debout allemand, le poste doit également être réaménagé afin d'offrir un dégagement pour les jambes suffisant pour que l'utilisateur puisse utiliser la mobilité du siège (voir figure 2.11).

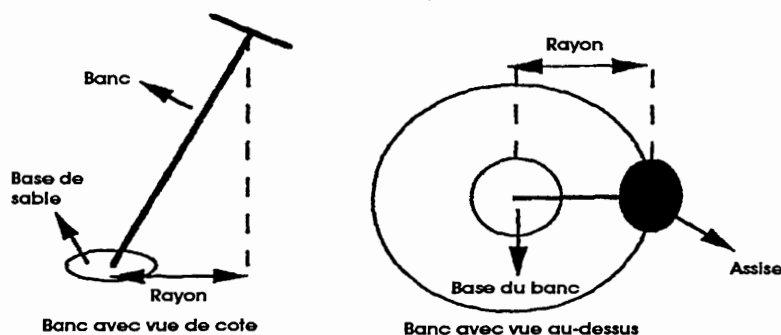


Figure 2.11. Rayon et arc de cercle du siège assis-debout allemand lors de l'utilisation de la mobilité (Laberge et Vézina, 1998).

Il est évident que l'utilisateur positionnant son siège avec une forte inclinaison aura besoin de plus d'espace autour du siège pour ses déplacements que celui l'utilisant avec une assise davantage à l'horizontale (voir figure 2.12). En effet, le dégagement nécessaire à une bonne utilisation du siège augmente au fur et à mesure que l'angle d'inclinaison de l'assise augmente parce que l'arc de cercle autour du siège s'agrandit également (Laberge, 1997).

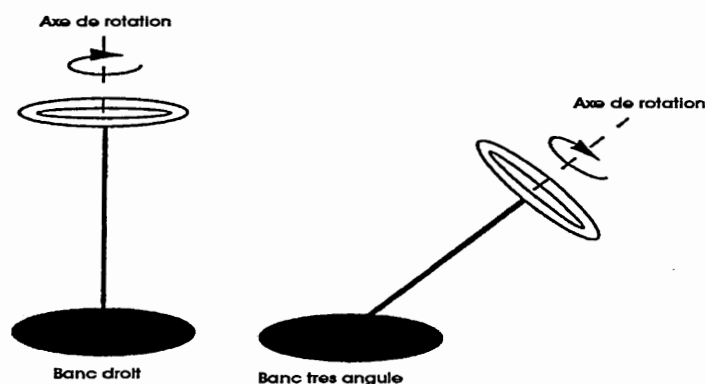


Figure 2.12. Axe de rotation du siège assis-debout allemand selon son angulation (Laberge, 1997).

Tel que vu plus haut, l'équipe du CINBIOSE a réalisé des études où des sièges assis-debout ont été essayés en situation de travail. Les symptômes rapportés par les travailleuses et les travailleurs étaient moindres en position assis-debout mais les observations mettaient en évidence une augmentation des rotations et des flexions du tronc par rapport à la position debout pour des sièges fixes et dans le cas où le comptoir de la caissière n'est pas dégagé (Vézina et coll., 1993). Les mouvements du tronc reliés aux activités autres que la saisie des articles pour l'enregistrement des prix sont aussi fréquents en position debout qu'en position assis-debout avec le siège selle. Ces mouvements du tronc sont cependant de nature différente. Les flexions de la posture

debout deviennent souvent des torsions en posture assis-debout à cause de l'impossibilité de glisser les genoux sous le comptoir. En effet, alors qu'en posture debout, les mouvements du tronc sont surtout des flexions vers l'avant (77%), ils deviennent des torsions pour 36% des mouvements avec le siège selle et pour 52% des mouvements avec le siège rectangulaire (Vézina et coll., 1993). Les résultats obtenus par Laberge (1997) avec le siège assis-debout allemand sont, par contre, différents. Elle a remarqué que toutes les caissières ayant participé à son étude ($n = 6$) faisaient moins de mouvements du tronc, en particulier des mouvements de flexions parce qu'elles se sentaient plus près des articles dans cette position. Il est important de mentionner que lors de cette étude, le dessous du comptoir avait été dégagé afin de permettre aux caissières de circuler librement.

Bien que les caissières ne soulèvent pas fréquemment de charge importante, les torsions peuvent être la source de blessures lorsqu'elles sont combinées avec une flexion. Cette combinaison cause une augmentation importante des contraintes musculaires asymétriques imposées aux muscles des érecteurs du rachis (Marchand et coll., 1991). Cela peut être fréquent en situation de travail lorsque les clients posent leurs denrées alimentaires près d'eux et que la caissière veut devancer son tapis-roulant. Selon la littérature, les blessures induites au dos par un mouvement de torsion sont généralement accompagnées d'une force compressive (Chaffin et Andersson., 1984).

La posture assis-debout a montré un net avantage sur la posture assise en ce qui concerne les flexions de l'épaule dans la catégorie à risque. Elle demeure tout de même

désavantagée par rapport à la position debout et elle ne permet pas de diminuer la charge de travail aux épaules si des surfaces de travail élevées sont présentes (Lajoie, 1995).

Enfin, une étude (Laberge, 1997) rapporte une caractéristique du siège assis-debout allemand moins appréciée par les caissières. Ces dernières trouvent le réglage de la hauteur de la selle difficile à effectuer. Il apparaît en effet, que le mécanisme de compression du siège requiert un bon poids pour s'abaisser. Il est probable que cet effort soit assez important pour rendre difficile les ajustements fréquents chez une caissière de faible poids. Laberge (1997) a également noté que les caissières trouvent l'assise dure au début de la période des essais. Après quelques mois cependant, elles ne mentionnaient plus ce problème.

Tel que mentionné plusieurs fois tout au long de cette revue de littérature, aucune posture de travail n'est idéale, la variation posturale doit être encouragée et n'importe quelle posture spécifique prolongée doit être évitée.

2.6.5 Mobilité lors de la position assis-debout

Au cours des différentes études réalisées avec les sièges assis-debout, la mobilité de la caissière en posture assis-debout par rapport à sa mobilité en position debout a été évaluée. La mobilité de la caissière correspond à un déplacement de celle-ci vers le tiroir-caisse ou vers le convoyeur arrière. Laberge et Vézina (1998) ont constaté que les

caissières, même sur un siège assis-debout, conservent une bonne mobilité (en moyenne 27 déplacements par 10 minutes) bien que la mobilité en position debout demeure supérieure (40 déplacements par 10 minutes). Les caissières font, par contre, moins de mouvements du tronc en position assis-debout, en particulier les mouvements de flexion. Ces chercheurs ont également noté que les caissières se servent de la mobilité du siège assis-debout en moyenne 7 fois par 10 minutes alors qu'elles effectuent tout de même 10 mouvements du tronc par 10 minutes.

Au niveau du changement de posture, il a été constaté que les caissières se lèvent du siège assis-debout fréquemment, surtout au moment de l'encaissement ou pour emballer (Laberge, 1997). Laberge (1997) a également noté que le travail contraint la caissière à l'adoption d'un positionnement unique dans les postes de travail. Il semble en effet qu'il n'y ait qu'une très faible variabilité entre les caissières et entre les positions de travail debout et assis-debout quant au positionnement au poste de travail. En plus de l'emplacement de travail unique, l'orientation des caissières par rapport à leur comptoir ne varie pas. Elles sont toutes légèrement orientées vers le module caisse (vers le convoyeur avant). Pour les caissières, l'emplacement et l'orientation choisis pour travailler est probablement un compromis entre la saisie et l'acheminement des articles vers l'emballleur (Laberge, 1997).

2.6.6 Aménagement des postes de travail

Il a déjà été mentionné qu'avec l'utilisation d'un siège assis-debout, la fatigue générale associée au maintien d'une posture debout statique diminue. Il peut y avoir cependant une augmentation de certaines contraintes. Il apparaît donc important d'aménager les postes afin de favoriser un usage sécuritaire du siège assis-debout et une exécution efficace des tâches (Vézina et coll., 1998). Plusieurs notions globales d'adaptation de l'environnement de travail à son utilisateur ont été mentionnées à la section 2.5.5 et sont également applicables lors de l'introduction du siège assis-debout sur un poste de travail. Lorsque le travailleur passe d'une position debout à une position assis-debout, sa taille diminue et ses jambes prennent davantage d'espace. Il faut donc s'assurer que l'accessibilité aux objets de travail ne soit pas diminuée et qu'il soit possible pour le travailleur de pivoter sur place en dégageant l'espace nécessaire aux jambes (Vézina et Lajoie, 1996). Si l'aménagement du poste de travail n'est pas adéquat, cela peut entraîner une augmentation de la charge pour les épaules et le dos (Vézina et Lajoie, 1996).

2.6.7 Synthèse des recommandations pour l'implantation du siège assis-debout

Un des impact de faire ce type de recommandations est que cela puisse servir dans les formations offertes comme, par exemple, celle préparée pour la CSN par Vézina et coll. (2000).

- 1) Pour éviter de se retrouver avec des problèmes propres à une posture statique, il est recommandé de ne pas utiliser le siège assis-debout en tout temps. L'utilisation de ce siège doit plutôt être vue comme un outil permettant la variation entre les postures debout et assis-debout.
- 2) Pour faciliter l'usage du siège et afin de d'éviter les problèmes musculo-squelettiques à long terme, il est important d'ouvrir les comptoirs des caissières afin qu'elles puissent effectuer un pivot complet lorsqu'elles sont en position assis-debout.
- 3) Le poids du TMST est supporté par une partie restreinte des fesses, il est donc important que l'assise soit confortable afin d'éviter des points de pression incommodants.
- 4) La plage d'ajustement de la hauteur doit également être plus importante que celle que l'on retrouve sur les assises conventionnelles.

- 5) Puisqu'il s'agit d'une posture non conventionnelle, une formation est donc souhaitable afin de favoriser un bon apprentissage.
- 6) Le temps d'apprentissage doit être assez long pour que les caissières connaissent les mécanismes d'ajustement, s'habituent à leur nouvelle façon de s'asseoir et développent de nouvelles stratégies de travail afin de diminuer les contraintes.
- 7) Les séances de formation doivent se dérouler régulièrement afin de favoriser l'échange d'idées entre les travailleurs pour palier aux déficiences que peuvent avoir certains postes ou équipements. Ces séances permettent également au patronat de prendre connaissance de ces lacunes afin de les rectifier.

2.7 BUTS DE L'ÉTUDE

Cette étude devrait contribuer à optimiser la posture assis-debout avec le siège allemand. En effet, un des buts de cette étude est de trouver les conditions les plus favorables permettant l'intégration du siège assis-debout dans les marchés d'alimentation. Afin de limiter le maintien d'une position unique, l'objectif serait que les caissières puissent travailler sur ce type d'assise, en alternance avec la position debout, durant une période de temps prolongée, comme une journée de travail, par exemple. Cette étude va donc s'effectuer par le biais d'une comparaison des postures debout et assis-debout chez des caissières expérimentées et chez des caissières novices avec le siège assis-debout de conception allemande. Des variables dépendantes comme la hauteur d'ajustement du siège, le niveau d'activation musculaire, les variables psychophysiques, les forces au sol et la distance des sujets par rapport au comptoir ont servi de critères de comparaison. La hauteur de la surface de travail a également variée et l'expérimentation s'est déroulée, lors de la position assis-debout, avec et sans butoir aux pieds afin de connaître leurs effets sur les variables dépendantes.

Cette étude veut également faire l'optimisation d'un poste de caissière de supermarché avec comptoir à hauteur. Elle veut également définir une hauteur relative appropriée pour le travail des caissières afin de ne pas excessivement solliciter les épaules ou le dos.

2.8 HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE

Hypothèse générale :

L'ajustement du siège assis-debout par les caissières de supermarché expérimentées comportera plusieurs paramètres d'ajustements similaires (hauteur relative et inclinaison de l'assise, position par rapport au comptoir...) comparé à l'ajustement fait par les caissières sans expérience.

Hypothèses de recherche :

1. Le niveau d'activité musculaire devrait être supérieur chez les caissières novices.
Pour toutes les caissières il devrait augmenter au niveau des épaules lors de l'utilisation d'un comptoir trop haut et également augmenter au niveau du dos lors de l'utilisation d'un comptoir trop bas.
2. Les caissières expérimentées devraient percevoir davantage de confort, une meilleure conservation de leur mobilité ainsi qu'une posture plus stable sur le siège assis-debout que les caissières novices.
3. La résultante horizontale observée sur la plate-forme de force devrait être plus importante pour les caissières expérimentées que pour les caissières novices à

cause d'une inclinaison plus importante du siège chez les caissières expérimentées.

4. Les caissières devraient diminuer l'inclinaison de l'assise au fur et à mesure que la hauteur du comptoir va augmenter.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 SUJETS

Afin de se montrer représentatif de la population étudiée, les sujets sélectionnés pour cette étude étaient tous de sexe féminin. Elles étaient en bonne santé et ont rempli un questionnaire sur les symptômes avant leur participation à l'expérimentation, tel que présenté à l'annexe 1. Un total de dix caissières a participé à l'étude. Elles ont été séparées en deux groupes, le premier étant composé de quatre caissières habituées à utiliser le siège allemand tandis que le second, était constitué de six caissières sans expérience avec le siège assis-debout allemand.

3.2 CONSENTEMENT DES PARTICIPANTS

Chacun des sujets s'est fait expliquer sommairement le but de l'expérience ainsi que les différents paramètres mesurés. Les caissières ont ensuite été invitées à signer librement un formulaire de consentement (voir annexe B). Sur ce formulaire, les buts et objectifs de la recherche étaient mentionnés ainsi qu'un énoncé affirmant que les sujets étaient libres de se retirer de cette étude en tout temps. L'expérimentateur avait également le pouvoir de retirer un sujet de l'étude, s'il en voyait la nécessité.

3.3 CONDITIONS EXPÉRIMENTALES, VARIABLES

MESURÉES ET VARIABLES CONTRÔLÉES

Les caissières des deux groupes expérimentaux (caissières expérimentées et caissières novices avec le siège assis-debout) ont dû manutentionner des denrées alimentaires pour deux différentes conditions de travail. Les caissières ont toutes réalisé ces manutentions en position debout (posture conventionnelle) et en position assis-debout avec l'utilisation du siège de conception allemande. Pour assurer une meilleure représentation de l'effet des conditions, trois essais ont été effectués pour chacune de ces conditions expérimentales, la moyenne de ces essais étant calculée pour les fins de l'analyse. Pour chaque position de travail, les essais expérimentaux ont été faits pour trois (3) hauteurs relatives de comptoir. Pour les conditions assis-debout, les caissières ont eu à effectuer leur travail avec et sans l'utilisation d'une butée pour les pieds.

L'étude comportait principalement trois (3) types de mesures. Elles étaient : la mesure électromyographique (EMG) des muscles étudiés, la variation des forces au sol ainsi que les variables psychophysiques suivantes : confort, mobilité et stabilité du sujet par rapport à son environnement de travail. Un autre type de mesure a également été réalisé lors de l'expérimentation. Il s'agit de la prise de données cinématiques (voir section 3.7). Plusieurs variables ont également été mesurées lors de l'expérimentation pour chacun des sujets. Il était donc nécessaire de mesurer la hauteur de l'assise, la distance entre le sujet et le comptoir, l'inclinaison de l'assise ainsi que le coefficient de friction entre les pieds du sujet et le sol. Le sujet déterminait lui-même la hauteur de l'assise, pour une hauteur

relative de comptoir de 65% de sa grandeur jusqu'à son acromion (voir section 3.12). La hauteur de l'assise, une fois mesurée, ne variait pas pour l'ensemble des conditions. Enfin, le positionnement des denrées alimentaires était contrôlé et ne variait pas entre les différentes conditions expérimentales. Le travail effectué par les caissières était donc simulé, les caissières recevant la consigne de saisir les denrées à l'endroit précis où elles avaient été positionnées. Les denrées alimentaires choisies étaient une caisse de 24 bouteilles de bières, un sac de quatre litres de lait, un sac de quatre kilogrammes de sucre, une conserve de 230 grammes de thon ainsi qu'un deux litres de boisson gazeuse. Ces denrées ont été choisies parce qu'elles représentaient des difficultés différentes lors de la prise, notamment en terme de poids et de volume, mais également au niveau de la friction de l'objet. Le tableau 3.1 indique les dimensions ainsi que la masse des objets manutentionnés.

Tableau 3.1. *Poids et dimensions des objets manutentionnés par les sujets.*

Objets	Poids (Kg)	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Hauteur (cm)	Circonférence (cm)
Caisse de 24 bières	15,45	39	26	23	
2L de boisson gazeuse	2,1			32	34,5
Conserve de thon	0,2			3,9	26,6
4L de lait	4,2	24	22	10	
4Kg de sucre	4,2	34	16	9,5	

3.4 MESURE DE L'ACTIVITÉ MUSCULAIRE

L'électromyographie (EMG) a permis de recueillir le niveau d'activité électrique produit par les muscles lors de leur activation. Pour cette étude, l'activité EMG de huit muscles a été mesurée à l'aide d'électrodes de surface. La figure 3.1 représente le lieu d'application des électrodes sur les muscles sélectionnés. Les électrodes ont été appliquées dans le sens des fibres musculaires sur la partie la plus charnue de chacun des muscles sélectionnés. Voici ces différents muscles ainsi que leurs principales fonctions. Les deltoïdes antérieurs droit et gauche (1 et 2) sont principalement impliqués lors de la flexion du bras, prenant part également à son adduction et à sa flexion horizontale. Les trapèzes supérieurs droit et gauche (3 et 4) sont impliqués lors de l'élévation de la ceinture scapulaire ainsi que dans les mouvements d'inclinaison latérale et d'extension du cou. Les érecteurs du rachis (L3) droit et gauche (5 et 6) participent aux mouvements d'extension et d'inclinaison latérale du tronc. Au niveau des membres inférieurs, deux muscles ont été sélectionnés. Le tibial antérieur droit (7) agit comme fléchisseur dorsal du pied, et participe également à son inversion. Finalement, le vaste externe droit (8) est impliqué dans l'extension du genou. L'ensemble de ces muscles ont été choisis pour leur implication lors des manœuvres effectuées par les caissières de supermarché.

Afin de mesurer l'activité électrique de ces muscles, des électrodes bipolaires pré-amplifiées (X35) ont été placées sur la partie charnue du muscle de façon à suivre l'orientation des fibres musculaires. Si la pilosité s'avérait importante à l'endroit où les électrodes étaient appliquées, celle-ci était enlevée à l'aide d'un rasoir afin d'assurer une

meilleure adhérence aux électrodes. La peau a été préalablement nettoyée avec un gel abrasif dans le but de la débarrasser de ses particules mortes et lavée, à l'aide d'un tampon alcoolisé. Les signaux recueillis par les électrodes de surface ont été acheminés vers un amplificateur biologique (THERAPEUTIC INSTRUMENT).

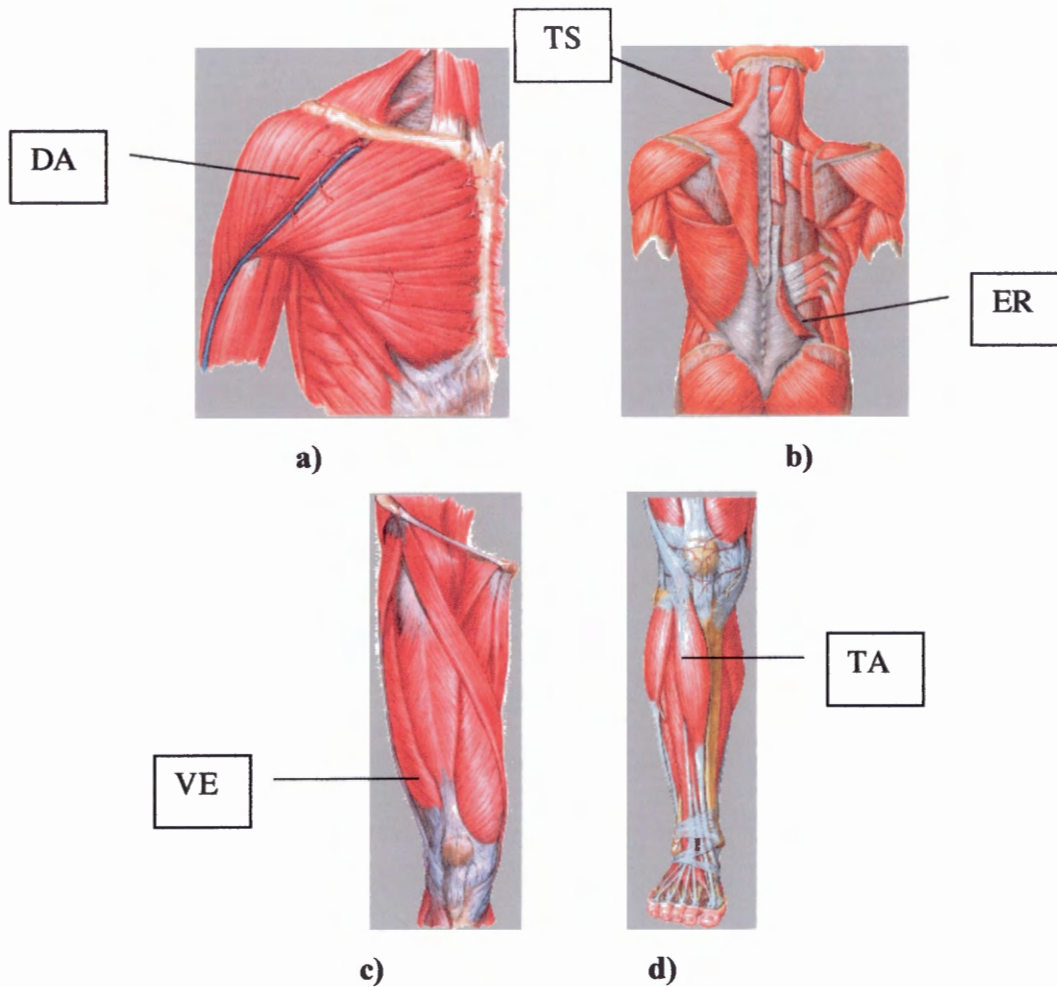


Figure 3.1. Muscles évalués lors de l'expérimentation: (a) Deltoides antérieurs (DA), (b) Trapèzes supérieurs (TS) et érecteurs du rachis (ER), (c) Vaste externe (VE) et (d) Tibial antérieur(TA).

3.5 ENREGISTREMENT DES SIGNAUX ANALOGIQUES

Les signaux analogiques provenant de l'amplificateur biologique et de la plate-forme de force ont été recueillis et transformés en valeurs numériques par un convertisseur analogique/numérique 12 bits (DATA SHUTTLE EXPRESS) et analysés avec le logiciel d'acquisition WORK BENCH (STRAWBERRY TREE INC). La fréquence d'échantillonnage des signaux était de 1000Hz. L'état brut des différents signaux recueillis a été vérifié avant le début de la séance d'enregistrement dans le but de calibrer l'amplitude des signaux.

Par la suite, les signaux EMG enregistrés ont été rectifiés et filtrés avec un filtre passe-bas (Butterworth) à une fréquence de 6Hz afin d'obtenir l'enveloppe linéaire du signal (Winter, 1990). Les signaux de la plate-forme de force ont aussi été filtrés avec le filtre passe-bas à 6Hz pour éviter le déphasage temporel avec les valeurs EMG. Les valeurs EMG ont ensuite été transformées en pourcentage d'utilisation musculaire (PUM) via des contractions isométriques maximales produites pour chacun des muscles évalués (voir équation 1).

$$\text{PUM} = \frac{\text{Valeur EMG mesurée durant l'essai expérimental} \times 100}{\text{Valeur EMG maximale obtenue lors des tests isométriques}} \quad (\text{Équation 1})$$

Les contractions isométriques maximales ont été réalisées au début de l'expérimentation.

Les sujets ont eu environ cinq minutes pour s'échauffer et manutentionner les denrées

alimentaires avant que ces tests ne soient effectués. Il s'est avéré impossible d'effectuer ces tests à la toute fin parce que si une électrode s'était décollée d'un sujet pendant l'expérimentation, les valeurs d'activité musculaire amassées auraient été perdues et cela aurait pu compromettre la réussite de cette étude. À chaque occasion, deux essais ont été effectués et la valeur la plus élevée obtenue a été conservée pour les besoins de l'analyse.

Le test d'effort maximal consistait en un effort statique contre une résistance appliquée par l'expérimentateur (avec l'aide d'une corde munie d'un coussinet) sur les différents segments des muscles étudiés. Pour les deltoïdes antérieurs (1 et 2), les sujets ont dû faire une flexion de l'épaule contre une résistance avec le bras parallèle au sol. Pour les trapèzes supérieurs (3 et 4), les sujets ont eu à hausser les épaules (élévation de la ceinture scapulaire) en tenant une barre fixée au sol. Pour les érecteurs du rachis (5 et 6), les sujets étaient couchés face au sol et devaient faire une extension du tronc contre une résistance. Pour le tibial antérieur (7), les sujets devaient effectuer une flexion dorsale contre une résistance. Enfin, pour le vaste externe (8), les sujets devaient effectuer une extension du genou contre une résistance.

3.6 RÉPARTITION DES FORCES APPLIQUÉES AU SOL

Une plate-forme de force a été utilisée lors de la collecte des données pour les deux conditions expérimentales assis-debout. La plate-forme de force de marque AMTI devait d'abord être calibrée pour les plans horizontal et vertical à l'aide d'une masse connue

(50kg). Le siège assis-debout pouvait, par la suite, être posé sur la plate-forme de force. Cette dernière permettait de mesurer la variation des forces médio-latérales (F_x), antéro-postérieures (F_y) et verticales (F_z) exercées au sol. Le poids du sujet étant connu, la résultante obtenue sur la plate-forme de force permettait de connaître la répartition du poids entre les jambes du sujet et l'assise du siège assis-debout. Afin que les sujets puissent conserver leur liberté de mouvements en position debout, l'utilisation de la plate-forme de force a été limitée à la position assis-debout.

3.7 ANALYSE DU MOUVEMENT

Pour l'enregistrement des données cinématiques, trois (3) caméras ont été utilisées. Elles ont couvert les plans frontal, sagittal et horizontal. Ces caméras permettaient d'obtenir l'ensemble des mouvements réalisés par les caissières durant les essais expérimentaux. Les caméras étaient reliées à un coupleur d'images permettant l'enregistrement et la visualisation simultanée des images provenant des trois caméras. Deux marqueurs temporels ont été utilisés afin de connaître avec précision le début et la fin de la condition expérimentale. L'utilisation de la cinématique a servi principalement à associer les valeurs EMG recueillies au mouvement correspondant. Ces données cinématiques n'ont servi qu'à quelques occasions lors du traitement des données mais il était essentiel d'avoir la possibilité d'associer la gestuelle à l'activité musculaire lorsque la compréhension des signaux devenait difficile (crête dans les signaux).

3.8 COEFFICIENT DE FRICTION

Le coefficient de friction entre les souliers des caissières participantes et le sol a été mesuré à l'aide d'un inclinomètre. Les sujets s'installaient debout sur l'inclinomètre, dont l'angulation augmentait constamment jusqu'au début du glissement des chaussures. Afin d'assurer la sécurité des sujets, ils avaient la possibilité de porter un harnais lors de l'évaluation du coefficient de friction. Une barre en métal était également positionnée à la hauteur de leurs épaules. Ils pouvaient l'agripper dès le début du glissement des chaussures. Pour être le plus représentatif possible de la surface utilisée lors de l'expérimentation, l'inclinomètre a été recouvert de linoléum. Enfin, afin de s'assurer de la fidélité du coefficient de friction, deux essais ou plus ont été réalisés. Si l'angle d'inclinaison obtenu lors des deux essais n'était pas le même, les essais se poursuivaient jusqu'à obtention de deux angles d'inclinaison identiques. Il était alors calculé la tangente de l'angle obtenu, donnant le coefficient de friction. Les sujets devaient porter pour l'expérimentation leurs chaussures habituelles de travail.

3.9 PERCEPTION PSYCHOPHYSIQUE

La perception psychophysique a été évaluée à partir d'un ensemble de trois échelles visuelles analogues (VAS : Visual Analog Scale). Celles-ci ont été élaborées dans le but d'obtenir les informations suivantes: le niveau de confort ou d'inconfort ressenti lors de chacune des conditions expérimentales; la stabilité sur l'assise lors de l'adoption de la

posture assis-debout et la mobilité sur le siège assis-debout comparée à la mobilité en position debout.

Après chacune des conditions assis-debout, le sujet devait indiquer par un " X " l'endroit jugé approprié sur chacune des échelles visuelles analogues. Lors des conditions debout, le sujet n'avait qu'à remplir l'échelle visuelle analogue concernant le niveau de confort ressenti. La figure 3.2 montre un exemple d'une échelle visuelle analogue. La valeur correspondante est obtenue en mesurant, à l'aide d'une règle, la distance entre la position de la marque " X " et l'origine (extrême gauche). Cette distance est par la suite convertie en pourcentage. La valeur correspondante de la perception psychophysique est alors comprise entre 0 et 100%.

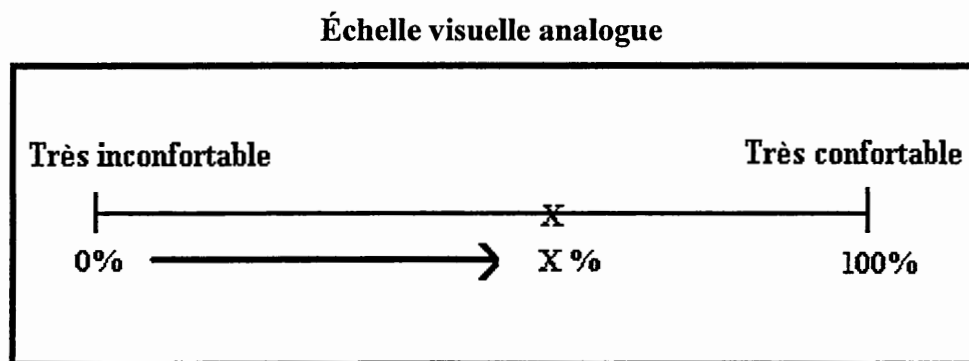


Figure 3.2. Exemple d'une échelle visuelle analogue.

3.10 QUESTIONNAIRE SUR LES SITES DE DOULEUR

Un questionnaire sur les symptômes ressentis par les travailleurs a permis d'obtenir des informations personnelles sur les travailleurs et d'identifier les types de symptômes, leur durée, leur apparition, leurs facteurs aggravants et leur gravité. Ce questionnaire ne constitue pas un outil de diagnostic clinique, il a plutôt permis d'uniformiser l'information et la collecte de données et d'aider à identifier des problèmes potentiels au sein de l'environnement de travail. Les tableaux 4.3 et 4.4 dans la section résultats présentent les informations recueillies auprès des caissières expérimentées et novices à l'aide du questionnaire sur les sites de douleur (Kuorinka et Forcier, 1995). Ce questionnaire a été complété avant le début de l'expérimentation par chacun des sujets. Un exemplaire du questionnaire est également présenté en annexe C.

3.11 PRÉ-EXPÉRIMENTATIONS

Avant que ne débute l'expérimentation avec les caissières, certaines expériences ont été effectuées. Elles ont permis l'amélioration des connaissances de la posture assis-debout, tant au niveau de l'assise elle-même qu'au niveau du comportement d'une personne adoptant cette position et des muscles de ses membres inférieurs principalement impliqués. Ces pré-expérimentations ont permis à cette étude de poser des hypothèses plus plausibles et d'améliorer sa prise de mesure lors de l'expérimentation. Elles sont présentées en annexe A.

3.12 PROCÉDURES

Afin de contrôler les effets de la fatigue, les sujets devaient se présenter au laboratoire au même moment de la journée, au début de la matinée. Ils avaient la consigne de porter des vêtements amples, confortables ainsi que leurs chaussures habituelles de travail. Les sujets devaient lire et signer le formulaire de consentement puis fournir quelques renseignements relatifs à leur taille, leur poids, leur âge ainsi que leurs années d'expérience en tant que caissières de supermarché.

Le coefficient de friction était, tout d'abord, mesuré, tel que décrit dans la section 3.8. Les sujets se faisaient ensuite poser l'instrumentation nécessaire à l'expérimentation. Les sujets disposaient de quelques minutes pour se familiariser avec l'équipement mis sur place dans le laboratoire. Avant que ne débute la collecte des données, les tests d'efforts isométriques maximaux étaient réalisés, tel que décrit dans la section 3.5. Toutes les caissières décidaient ensuite d'un ajustement de l'assise qui leur convenait en hauteur, avec un comptoir à 65% de leur hauteur jusqu'à l'acromion. Elles n'avaient, par la suite, plus la possibilité de modifier la hauteur de l'assise mais pouvaient réajuster leur inclinaison de l'assise et leur distance par rapport au comptoir autant de fois qu'elles le souhaitaient. Le plan de travail était ensuite déplacé en fonction des ajustements choisis afin que le siège assis-debout se trouve au-dessus de la plate-forme de force. Lors de l'expérimentation, les caissières devaient passer cinq objets à la caisse, pour chacun des essais, dans le même ordre pour chaque condition, à vitesse constante et selon leur technique habituelle de travail. Les sujets devaient commencer par passer la caisse de 24

bières devant le lecteur optique. Elle était suivie par un quatre litres de lait, un quatre kilogrammes de sucre, une conserve de 230 grammes de thon et un deux litres de liqueur. D'une condition expérimentale à l'autre, les denrées alimentaires étaient replacées exactement au même endroit sur le comptoir afin de pouvoir comparer les situations. Chacune des conditions a pris environ 15 minutes, pour une durée approximative de l'expérimentation de 2h30, incluant la préparation du sujet. La totalité de la recherche s'est déroulée en laboratoire, afin de faciliter l'utilisation de la plate-forme de force et afin d'avoir le même environnement de travail pour tous les sujets.

L'ordre expérimental a été déterminé de façon aléatoire et commençait soit par la position debout, par la position assis-debout sans butée ou par la position assis-debout avec butée. Lors des trois conditions, l'expérimentation s'effectuait pour trois hauteurs relatives de comptoir. Les hauteurs relatives de comptoir étaient de 60%, 65% et 70% de la hauteur de l'acromion du sujet. Ces trois pourcentages ont été établis en tenant compte de la grandeur de la femme du 50^{ième} percentile qui est de 162,1cm (U.S. HEW, 1979). En effet, 65% de la hauteur à l'acromion de la femme du 50^{ième} percentile donne une hauteur de 86,2cm, soit la hauteur standard des comptoirs de supermarchés (Webb et coll., 1978). Il a été choisi pour l'expérimentation, en plus du 65%, une hauteur inférieure (60%) et une hauteur supérieure (70%) à celle-ci. Les sujets devaient effectuer les conditions expérimentales, à leur emplacement habituel de travail, derrière le comptoir. Lors des conditions assis-debout, le siège a été positionné sur la plate-forme de force. L'expérimentation s'est déroulée de la même façon qu'en position debout et selon les trois mêmes hauteurs relatives de comptoir. Pour une des deux conditions assis-debout,

une butée était ajoutée au niveau des pieds et les sujets reprenaient les essais en position assis-debout.

3.6 COMPTOIR DE SUPERMARCHÉ ET BUTÉE POUR LES PIEDS

Au moment de l'expérimentation, aucun comptoir de supermarché ayant les caractéristiques voulues n'était disponible sur le marché. Plusieurs plans ont alors été réalisés. Ils ont été faits à partir des dimensions de comptoir utilisés en supermarché tout en y ajoutant les modifications nécessaires au comptoir recherché pour l'expérimentation. Il en a été de même pour la butée pour les pieds qui devait être semi-circulaire (180°). Le diamètre intérieur de la butée est de 63cm tandis que le diamètre extérieur est de 92,5cm et son inclinaison est de 26° . La figure 3.3 donne un aperçu du comptoir et de la butée utilisés lors de l'expérimentation en laboratoire.



Figure 3.3. Vue d'ensemble du comptoir et de la butée pour les pieds utilisés lors de l'expérimentation.

3.14 TRAITEMENT DES DONNÉES

Une fois la partie expérimentale de l'étude réalisée, il a fallu procéder au traitement des données amassées tant au niveau EMG, qu'aux niveaux perceptuel et dynamographique. Afin de favoriser le traitement des données, deux senseurs ont été apposés sur le comptoir de supermarché. Ces derniers étaient activés lors de l'expérimentation, lorsque le sujet déplaçait la première denrée alimentaire et lorsqu'il déposait la dernière. Ces senseurs ont servis de marqueurs temporels afin de déterminer le temps précis de chacun des essais.

Lors du traitement des données EMG de chacun des essais, le PUM moyen et l'intégrale ont été calculés pour les huit muscles évalués. Puisque trois essais par condition expérimentale ont été effectués, la moyenne des trois essais a ensuite été calculée afin de n'avoir qu'une valeur de PUM moyen et de PUM intégral pour chaque condition.

Au niveau psychophysique, les sujets devaient donner leur perception concernant la mobilité, la stabilité et le confort, les deux premières variables psychophysiques leur étant seulement demandées en position assis-debout. Contrairement aux autres variables dépendantes qui étaient calculées pour chaque essai, les sujets ne devaient noter leur perception psychophysique sur l'échelle visuelle analogue qu'à la fin des trois essais de chaque condition. Cette notation a par la suite été transformée en pourcentage afin de permettre une meilleure comparaison entre chacune des conditions.

Les valeurs dynamographiques observées lors de l'expérimentation ont été la résultante des forces horizontales ($\sqrt{F_x^2 + F_y^2}$) ainsi que la force verticale (F_z). Comme pour les valeurs EMG, il a été calculé pour chacun des essais la valeur moyenne. La moyenne des trois essais a par la suite été calculée afin de n'obtenir qu'une valeur pour chaque condition.

La distance du sujet par rapport au comptoir ainsi que l'inclinaison de l'assise ont été mesurés à chacune des conditions expérimentales. Comme il était attendu d'observer une différence entre les caissières expérimentées et les caissières novices, la moyenne des résultats des caissières, pour chaque condition expérimentale, a été calculée pour chacun des deux groupes expérimentaux indépendamment.

3.15 ANALYSES STATISTIQUES

Deux différentes analyses statistiques ont été effectuées pour analyser les données expérimentales. Dans les deux cas, une analyse de la variance (ANOVA) à mesures répétées a été appliquée sur les différentes variables suivantes : le PUM moyen et l'intégrale des huit (8) muscles étudiés, forces appliquées au sol (F_x , F_y , résultante des forces horizontales, F_z et résultante totale des forces appliquées au sol) ainsi que les variables psychophysiques.

L'analyse statistique a été faite suite à l'expérimentation. Le plan d'expérience était de la forme 2 X 3 X 3, soit : deux groupes de caissières, trois conditions de travail ainsi que trois hauteurs relatives de comptoir.

L'analyse de variance (ANOVA) choisie pour traiter les données est un schéma à mesures répétées. Lors de l'expérimentation, plusieurs mesures ont été prises sur le même sujet, créant par le fait même, une corrélation interne. Puisque les mesures ne sont pas, à priori, indépendantes les unes des autres, il s'est créé une situation de symétrie composée (compound symmetry). Lorsque celle-ci n'est pas satisfaite, elle exige une correction de Huynh-Feldt. Cette correction apporte un ajustement aux degrés de liberté des F-valeurs, modifiant la distribution par rapport à laquelle la significativité des F-valeurs calculées dans l'ANOVA est comparée. La figure 3.4 donne un exemple de la correction de Huynh-Feldt apportée à une distribution quelconque.

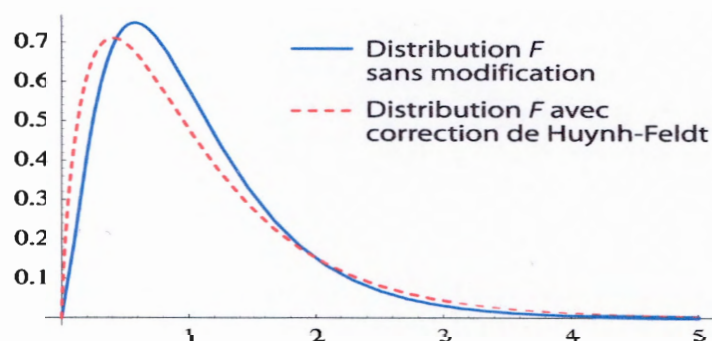


Figure 3.4. Exemple de la correction de Huynh-Feldt apportée à une distribution.

Pour toutes ces analyses statistiques, un niveau de confiance de 95% ($p < 0,05$) a été choisi pour identifier les effets significatifs. Tous les tests statistiques ont été exécutés à

l'aide du logiciel Statgraphic (version 4) ainsi qu'à l'aide du logiciel SAS. De plus, pour démontrer les différences significatives entre chacun des facteurs, des tests à posteriori ont été réalisés lorsqu'ils s'avéraient utiles. L'interprétation des effets intra-groupes position et hauteur a reposé sur l'effet flatness (idée d'horizontalité) des trois mesures tandis que lors d'une interaction avec l'effet groupe, il s'est effectué un test du parallélisme des trois mesures entre les deux groupes. De même, l'interaction de la position avec la hauteur est un test du parallélisme de l'effet hauteur selon l'effet position ou inversement.

4. RÉSULTATS

L'analyse des résultats sera présentée en deux parties. Il sera discuté, en premier lieu, des résultats obtenus par le biais du questionnaire sur les symptômes que tous les sujets devaient remplir. Les analyses statistiques concernant les variables dépendantes seront par la suite, également présentées.

4.1 CARACTÉRISTIQUES DES CAISSIÈRES ÉVALUÉES

Lors de l'expérimentation, il était mesuré, lors de l'arrivée des sujets, certains éléments relatifs à leur taille, leur poids, au coefficient de friction entre leurs souliers et le sol et la hauteur d'assise qu'elles jugeaient la plus confortable pour elles. Les tableaux 4.1 et 4.2 présentent les informations recueillies pour les caissières expérimentées et novices, respectivement.

Tableau 4.1. Renseignements recueillis et mesurés au début de l'expérimentation pour les sujets expérimentés.

Sujet	Groupe	Taille (cm)	Taille acromion (cm)	Poids (Kg)	Age	Expérience	Hauteur assise (cm)	Coefficient de friction
1	Expérimenté	165,5	135	65,0	37	20	80,4	0,273
2	Expérimenté	160	131	66,0	43	14	77,0	0,335
3	Expérimenté	168	139	82,7	42	17	85,4	0,335
4	Expérimenté	167,5	140,5	72,3	41	16	80,2	0,335
	Moyenne	165,25	136,38	71,50	40,75	16,75	80,75	0,32
	Écart-type	3,66	4,27	8,14	2,63	2,50	3,47	0,03

Tableau 4.2. Renseignements recueillis et mesurés au début de l'expérimentation pour les sujets novices.

Sujet	Groupe	Taille (cm)	Taille acromion (cm)	Poids (Kg)	Age	Expérience	Hauteur assise (cm)	Coefficient de friction
5	Novice	169	138	62,7	28	3 (dépanneur)	80,2	0,367
6	Novice	166	138	84,0	25	6 (dépanneur)	71,2	0,306
7	Novice	172	143	75,2	27	5 (dépanneur)	90,0	0,504
8	Novice	164	136	52,7	29	0	75,4	0,472
9	Novice	165,5	139	60,2	25	7 mois	81,3	0,301
10	Novice	165,5	138	59,5	28	0	86,0	0,521
	Moyenne	167	138,67	65,72	27	2,43	80,68	0,41
	Écart-type	2,95	2,34	11,59	1,67	2,64	6,83	0,10

Il était également demandé aux caissières de remplir un questionnaire sur les symptômes. Elles devaient y inscrire leurs différents sites de douleur ainsi que l'historique des blessures qu'elles associent au travail. Les résultats obtenus par le biais de ce questionnaire permettent ainsi d'uniformiser l'information et de détecter des problèmes physiques pouvant être reliés à l'environnement de travail. La compilation des résultats a été effectuée et ceux-ci sont présentés pour les groupes de caissières expérimentées et novices respectivement, aux tableaux 4.3 et 4.4.

Les caissières expérimentées travaillent toutes depuis plus de dix ans en supermarché tandis que les caissières novices n'exercent pas cette profession. Certaines caissières novices ont déjà travaillé plusieurs années dans un dépanneur mais il semble que la demande exigée par la tâche n'est pas tout à fait la même. Il est important de mentionner qu'aucun des sujets, qu'il soit expérimenté ou novice, n'a perdu de journée de travail suite à une blessure.

Tableau 4.3. Résumé du questionnaire sur les symptômes pour chacun des sujets expérimentés.

Sujet	Site	Douleur depuis	Durée	Fréquence	Cause	Cote 0-5	Jours perdus
1	Bas du dos (D,G)	5-6 ans	24h à 1 sem.	1x/sem.	Debout longtemps	2	0
	Mollets (D,G)	8 ans	24h à 1 sem.	Tous les jours	Debout longtemps	3	0
	Pieds (D,G)	5-6 ans	1h à 24h	1x/sem.	Debout	1	0
2	Cou (G)	Quelques années	1h à 24h	1x/mois	Fatigue + Stress	0	0
	Coude (G)	Quelques années	24h à 1 sem.	1x/sem.	Force pour tirer objets	4	0
	Genou (G)	Quelques années	- d'une heure	Tous les jours	Immobile sur place	2	0
3	Cou (G,D)		+ de 6 mois	Tous les jours	Penché devant	3	0
	Épaule (G)		+ de 6 mois	1x/sem.	Objets lourds	4	0
	Coude (D)		+ de 6 mois	1x/sem.	Objets lourds	2	0
	Main (D)		+ de 6 mois	1x/sem.	Objets lourds	2	0
	Haut du dos (G)		+ de 6 mois	1x/sem.		3	0
	Bas du dos (G,D)		1h à 24h	1x/sem.		3	0
	Cuisse (G,D)		1h à 24h	1x/sem.		3	0
	Mollets (G,D)		1h à 24h	1x/sem.		1	0
	Pieds (G,D)		24h à 1 sem.	Tous les jours		2	0
	Épaule (D)			Sans arrêt	Mvts répétitifs avec poids	3	0
4	Doigts (D,G)			- d'une heure	Manipulation répétitive	1	0
	Haut du dos (D,G)		1h à 24h	2-3 mois	Fatigue	1	0
	Bas du dos (D,G)			2-3 mois	Debout statique	1	0
	Cuisse-Genou (D,G)		1h à 24h	2-3 mois	Debout statique	0	0
	Mollet + Cheville + Pied (D,G)		1h à 24h	2-3 mois	Debout statique	0	0

Tableau 4.4. *Résumé du questionnaire sur les symptômes pour chacun des sujets novices.*

Sujet	Site	Douleur depuis	Durée	Fréquence	Cause	Cote 0-5	Jours perdus
5	Bas du dos (D,G)	3 ans	1h à 24h	1x/mois	Manipulation patient (hôpital)	1	0
	Cheville-Pied (D)	2 ans	- d'une heure	1x/mois	Soccer	1	0
6	Haut du dos (D,G)	3 ans	1h à 24h	2-3 mois	Mauvaise position	0	0
7	Cou (D,G)	10 ans	1 sem. à 1 mois	1x/sem.	Posture + Stress	1	0
	Haut du dos (D,G)	10 ans	1 à 6 mois	Tous les jours	Stress	2	0
	Bas du dos (D,G)	10 ans	1 à 6 mois	Tous les jours	Scoliose	1	0
8	Cheville	4 ans			Soccer		0
9	Cou (D,G)	3 ans	1h à 24 h	1x/sem.	Lever les enfants	1	0
	Épaule (D,G)	3 ans	1h à 24 h	1x/sem.	Lever les enfants	1	0
	Bas du dos (D,G)	3 ans	24h-1 sem.	1x/sem.	Lever les enfants	2	0
	Mollets (D,G)		1h à 24h	1x/sem.	Beaucoup de déplacements	0	0
10	Hanche (G)	12 ans	24h-1sem.	1x/mois		0	0
	Poignet (G)		- d'une heure	Tous les jours		0	0
	Genou (G)	15 ans	- d'une heure	1x/sem.	Accident de ski	0	0

En comparant les deux tableaux, il n'est pas surprenant de constater que les caissières expérimentées sont davantage blessées que les caissières novices et elles le sont plus sévèrement, selon leur perception. En effet, selon l'échelle de 0 (aucun infort) à 5 (infort intolérable), les caissières expérimentées mentionnent principalement des cotes d'environ 2-3 pour leurs différents sites de douleur comparativement à des cotes de 0-1 pour les caissières novices.

Les caissières expérimentées associent principalement leurs blessures aux membres supérieurs à la manipulation des objets. Elles mentionnent qu'elles font des mouvements

répétitifs avec des objets lourds qu'elles doivent fréquemment tirer. Au niveau des membres inférieurs, les symptômes sont davantage associés au maintien de la posture de travail, soit la position debout quasiment immobile. Les symptômes des caissières novices sont, quant à elles, également reliées principalement à leur travail ainsi qu'à certains sports pratiqués à trop haute intensité.

4.2 ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées pour chacune des variables dépendantes (muscles évalués, variation des forces au sol, perception psychophysique) selon chacune des conditions expérimentales (groupe expérimental, position de travail et hauteur de comptoir) dans un premier temps, puis en tenant compte de l'interaction entre les conditions expérimentales.

4.2.1 Activité musculaire

Le tableau 4.5 présente les résultats des analyses statistiques pour l'ensemble des muscles évalués. Les chiffres en caractères gras indiquent la présence d'un effet significatif pour les variables étudiées.

Tableau 4.5. P-valeurs pour les muscles évalués avec correction de Huynh-Feldt.

	Temps	D.D.	D.G.	T.D.	T.G. ¹	E.D.	E.G.	T.A.D.	V.E.D. ²
Inter-Groupes									
Groupe	0,2344	0,0009	0,0418	0,0376	0,0029	0,0313	0,0265	0,0163	0,0230
Intra-Groupes									
Position	0,9836	0,0047	0,0873	0,0075	0,0487	0,7032	0,2466	0,5625	0,4883
Pos*Gr	0,7786	0,0421	0,1228	0,1511	0,2517	0,9479	0,9555	0,7956	0,5734
Hauteur	0,4206	0,0001	0,0611	0,0001	0,0046	0,0749	0,1344	0,5936	0,6484
Haut*Gr	0,3729	0,0044	0,0919	0,0085	0,0426	0,4086	0,4134	0,4883	0,4255
Pos*Haut	0,2358	0,5730	0,5788	0,0382	0,9766	0,4050	0,6097	0,4198	0,0686
Pos*Haut*Gr	0,6173	0,7000	0,3582	0,3291	0,9797	0,4921	0,7760	0,0527	0,2586

¹ - Seulement 9 participants;² - Seulement 8 participants.

Pour chacun des muscles, des p-valeurs significatives sont obtenues entre les deux groupes expérimentaux. L'observation des graphiques de la figure 4.1 montre que l'activité musculaire est plus élevée chez le groupe novice que chez le groupe expérimenté. Cet effet est davantage marqué pour les muscles de la ceinture scapulaire et du dos. Les PUM pour ces muscles se situent entre 2% et 6% pour les caissières expérimentées alors qu'elles montent à plus de 10% chez les caissières novices, en excluant le PUM du D.G. qui n'augmente qu'aux environs de 7%.

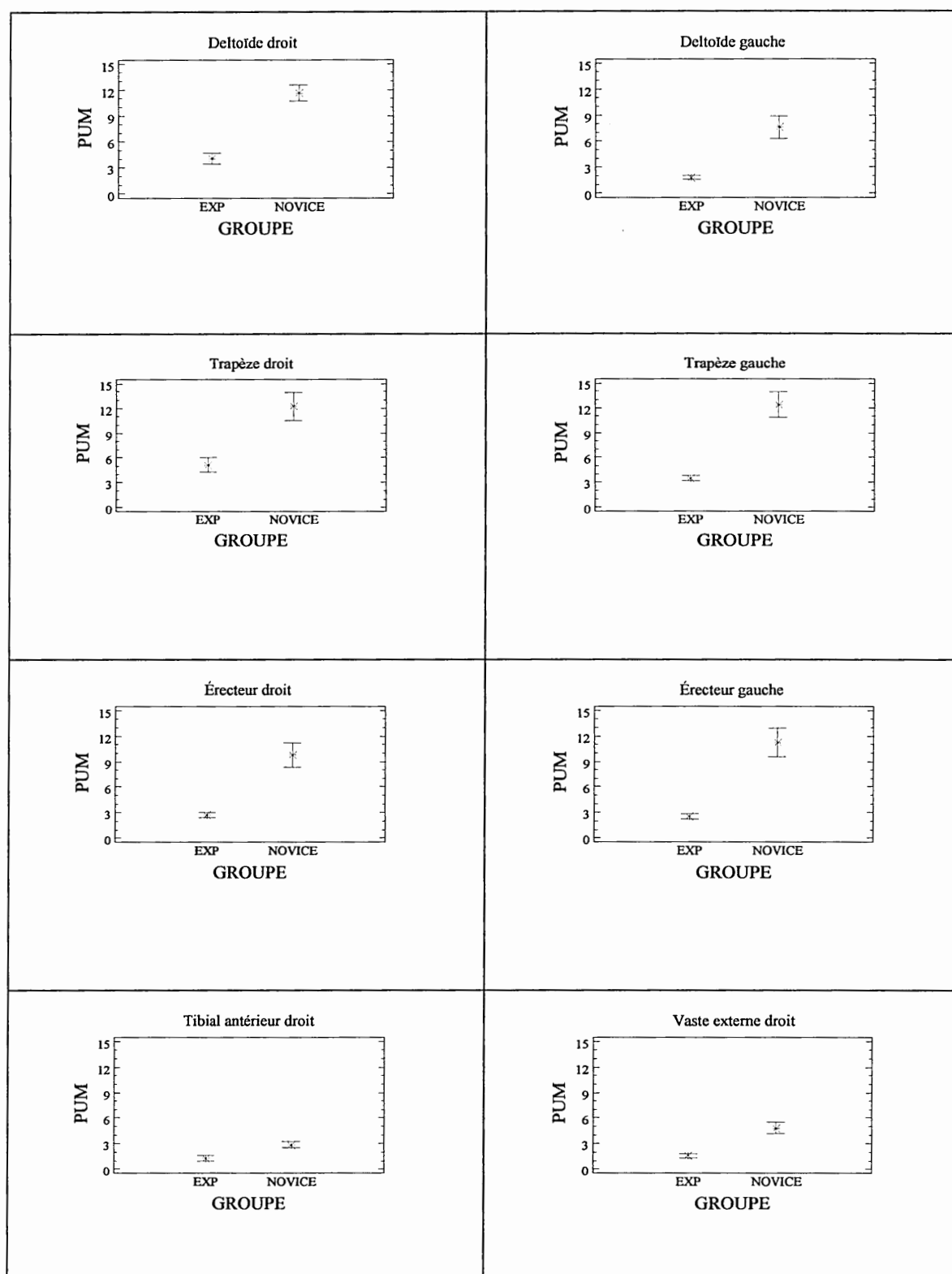


Figure 4.1. Pourcentages d'utilisation musculaire moyens de chacun des muscles évalués entre les groupes expérimentés et novices. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

La figure 4.2 illustre que le D.D., le T.D. et le T.G. sont moins activés lors de la position debout comparativement aux conditions AAB et ASB ($p < 0,05$). La butée n'a pas d'effet significatif sur ces muscles. L'observation de la figure 4.2 montre que l'activité de ces muscles se situe entre 9% et 11% pour les deux conditions assis-debout alors qu'elle est d'environ 7% pour la position debout.

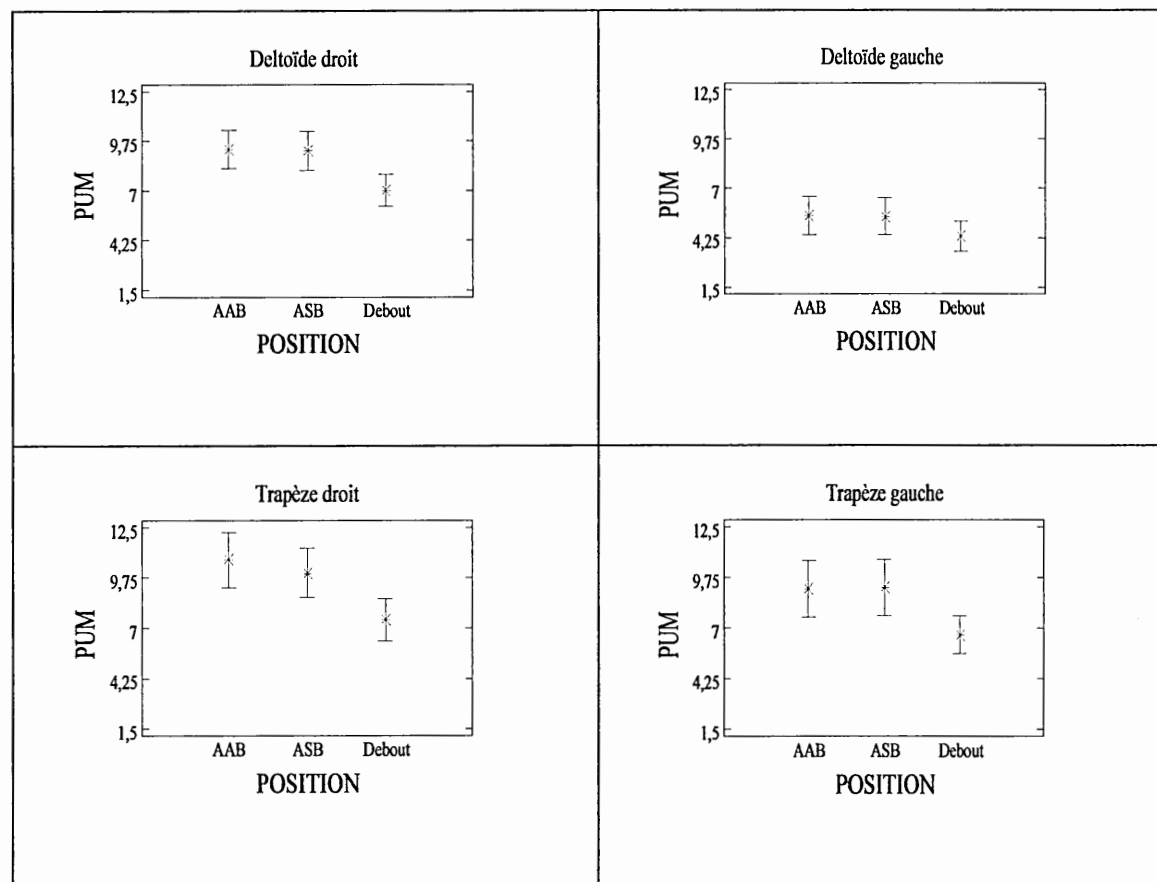


Figure 4.2. Pourcentages d'activité musculaire moyens des muscles de la ceinture scapulaire selon la position de travail. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Le tableau 4.6 présente les tests a posteriori effectués pour les muscles D.D., T.G. et T.D. en fonction de la position de travail. La réalisation de ces tests vient confirmer les observations réalisées à l'aide de la figure 4.2 pour les muscles D.D. et T.D.. Pour le muscle T.G., les tests à posteriori ne se montrent pas significatifs entre aucune des positions.

Tableau 4.6. *P-valeurs obtenues lors des tests à posteriori pour les muscles D.D., T.D. et T.G. pour les positions de travail.*

	Deltoïde droit	Trapèze droit	Trapèze gauche
Position			
AAB vs Debout	0,0013	0,0076	0,0635
ASB vs Debout	0,0201	0,0409	0,0861
AAB vs ASB	0,8494	0,4511	0,9534

La figure 4.3 présente les PUM obtenus en fonction des hauteurs relatives de comptoir. Encore ici, les résultats sont significatifs pour les muscles D.D., T.D. et T.G. Le niveau d'EMG pour ces trois muscles augmente avec la hauteur du comptoir ($p < 0,05$). Le muscle T.D. connaît l'augmentation la plus importante entre les trois hauteurs de comptoir, ayant un PUM d'environ 7% à la hauteur 60% et montant jusqu'à environ 12% pour la hauteur 70%. Ces résultats permettent d'affirmer que la hauteur joue un rôle important au niveau de l'implication musculaire des épaules. Le seul muscle évalué de la ceinture scapulaire ne présentant pas de résultats significatifs est le D.G. et il est le moins sollicité lors de l'enregistrement des prix. L'hypothèse stipulant que l'utilisation d'un comptoir trop haut devrait faire augmenter le niveau d'activité des muscles de la ceinture scapulaire est confirmée.

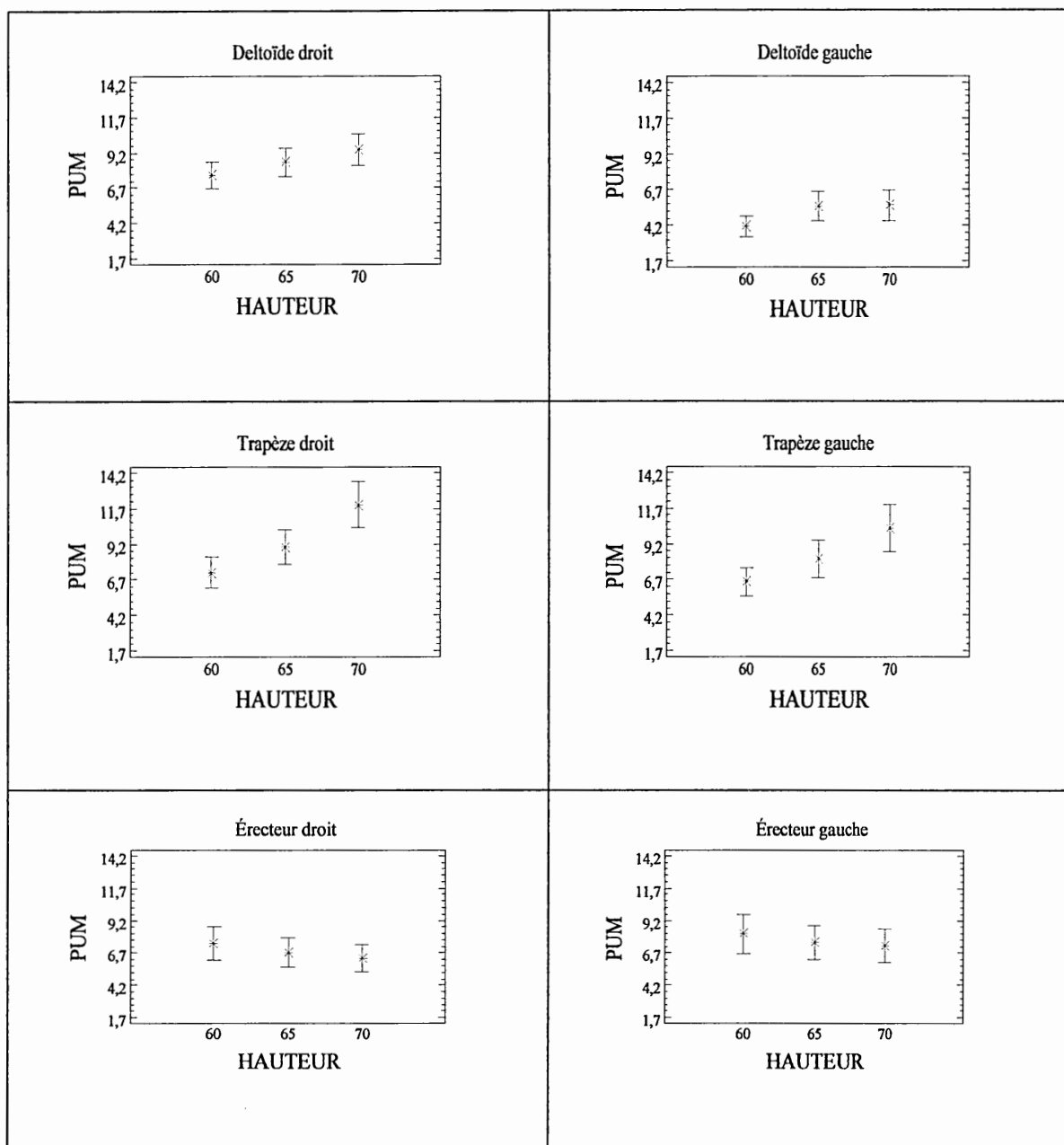


Figure 4.3. PUM moyens des muscles de la ceinture scapulaire selon la hauteur relative de comptoir et PUM moyens des muscles du dos selon la hauteur relative du comptoir. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Les tests a posteriori démontrent que les p-valeurs pour les muscles D.D., T.D. et T.G. sont significatives ($p < 0,05$) entre toutes les hauteurs relatives de comptoir, soit entre 60% et 70%, entre 65% et 70% et entre 60% et 65% (voir tableau 4.7). Cela signifie qu'une augmentation de la hauteur de comptoir, même petite, peut influencer de façon significative l'activation des muscles de la ceinture scapulaire. Les résultats ne sont pas significatifs pour les autres muscles évalués.

Tableau 4.7. P-valeurs obtenues lors des tests à posteriori pour les muscles D.D., T.D. et T.G. pour les hauteurs de travail.

	Deltoïde droit	Trapèze droit	Trapèze gauche
Hauteur			
60 vs 70	0,0001	0,0014	0,0078
65 vs 70	0,0060	0,0001	0,0089
60 vs 65	0,0185	0,0020	0,0085

L'observation des graphiques de la figure 4.3 révèle néanmoins certaines tendances pour plusieurs muscles. En effet, pour le muscle D.G., il semble que plus la hauteur relative de comptoir augmente, plus l'activité musculaire a tendance à augmenter, passant de 4% pour la hauteur relative la plus basse à 6% pour la hauteur relative la plus haute. Pour les muscles du dos, soit les E.D. et les E.G., cette tendance est inverse. Plus la hauteur augmente, moins les muscles du dos semblent sollicités, diminuant d'environ 1,5% entre la hauteur la plus basse et la hauteur la plus haute. Enfin, pour ce qui est des muscles des jambes, le T.A.D. et le V.E.D., aucune tendance ne peut être observée au niveau de l'activité musculaire.

Au niveau de l'analyse statistique de l'effet combiné des variables indépendantes étudiées, on observe qu'il y a seulement le deltoïde antérieur droit qui présente une interaction significative ($p < 0,05$) entre les positions et les groupes (voir la figure 4.4). Le test a posteriori ne fournit qu'une seule p-valeur significative ($p < 0,05$) soit entre les positions AAB et debout. La figure 4.4 démontre que pour les sujets novices, il y a une baisse de l'activité musculaire du D.D. lorsque ceux-ci passent à la condition debout alors qu'il n'y a aucun autre changement pour les conditions AAB et ASB. Aucun delta significatif n'est observé chez les sujets expérimentés.

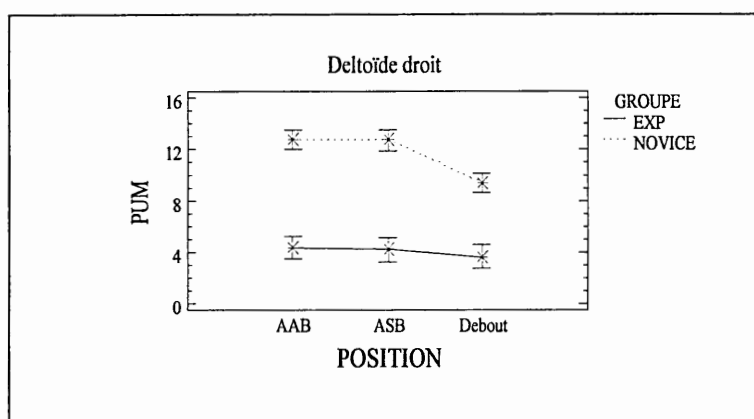


Figure 4.4. Pourcentage d'utilisation musculaire moyen pour le muscle deltoïde droit lors de l'interaction entre les positions de travail et les groupes de sujet. Sur ce graphique, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

La figure 4.5 permet d'observer que l'activité musculaire des sujets novices augmente pour les muscles D.D., T.D. et T.G. avec l'augmentation de la hauteur de comptoir. Bien que l'interaction entre les hauteurs relatives et les groupes soit significative ($p < 0,05$) entre toutes les hauteurs, elle est principalement marquée entre les hauteurs 65% et 70%.

Chez les sujets expérimentés, la hauteur n'influence pas de manière significative l'activité musculaire de ces muscles.

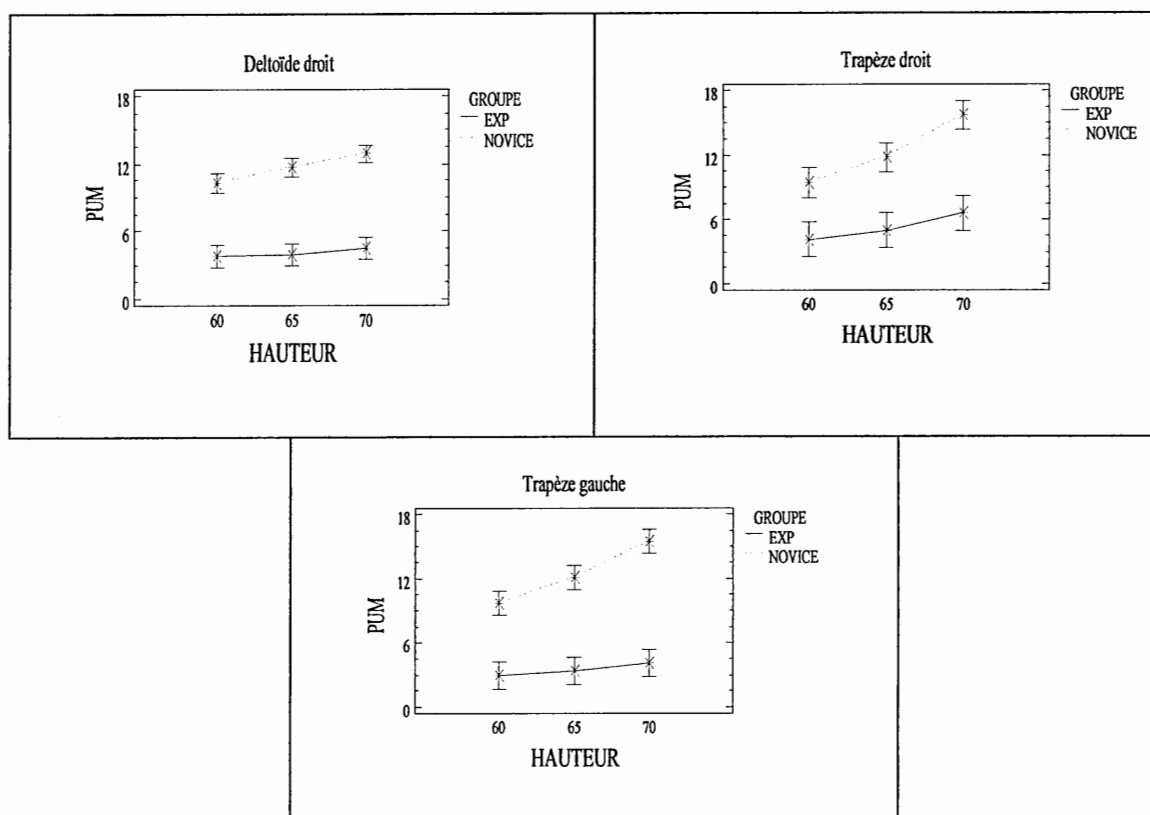


Figure 4.5. Pourcentages d'utilisation musculaire moyens pour les muscles se montrant significatifs lors de l'interaction entre deux conditions expérimentales (position vs groupe et hauteur vs groupe). Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Finalement, en ce qui concerne l'interaction entre les positions et les hauteurs (voir le tableau 4.5), il y a seulement le muscle TD qui présente une p-valeur significative ($p < 0,05$). C'est la condition AAB combinée à la hauteur 70% qui cause une augmentation plus marquée des PUM, comparée aux deux autres hauteurs relatives de comptoir.

4.2.2 Variables psychophysiques

Les résultats provenant de l'analyse des variables psychophysiques sont maintenant observés au tableau 4.8. Ces trois variables ont été obtenues lors de chaque condition expérimentale et elles touchent le confort, la mobilité et la stabilité.

Tableau 4.8. *P-valeurs pour les variables psychophysiques avec correction de Huynh-Feldt.*

	Confort	Mobilité	Stabilité
Inter-groupes			
Groupe	0,2937	0,3810	0,5043
Intra-groupes			
Position	0,1172	0,0639	0,0724
Pos*Groupe	0,9580	0,9747	0,1518
Hauteur	0,0003	0,0011	0,0059
Haut*Groupe	0,2470	0,1291	0,1362
Pos*Haut	0,4383	0,3698	0,2998
Pos*Haut*Groupe	0,4590	0,4651	0,7256

Le tableau 4.8 permet de constater que les sujets expérimentés et novices ne perçoivent pas différemment leur confort, mobilité ou stabilité. Cela vient contredire une des hypothèses de recherche stipulant que les caissières expérimentées devraient percevoir davantage de confort, une meilleure conservation de leur mobilité sur le siège assis-debout ainsi qu'une posture plus stable que les caissières novices.

L'analyse des variables psychophysiques selon la position de travail n'est pas significative pour les trois indices utilisés. Toutefois, les tendances observées à la figure 4.6 sont très similaires; les sujets jugent la position assis-debout avec butée (AAB) comme étant la position permettant le plus de confort, de mobilité et de stabilité, obtenant toujours une valeur supérieure à 64% tandis que les deux autres positions obtiennent des valeurs entre 50% et 55%.

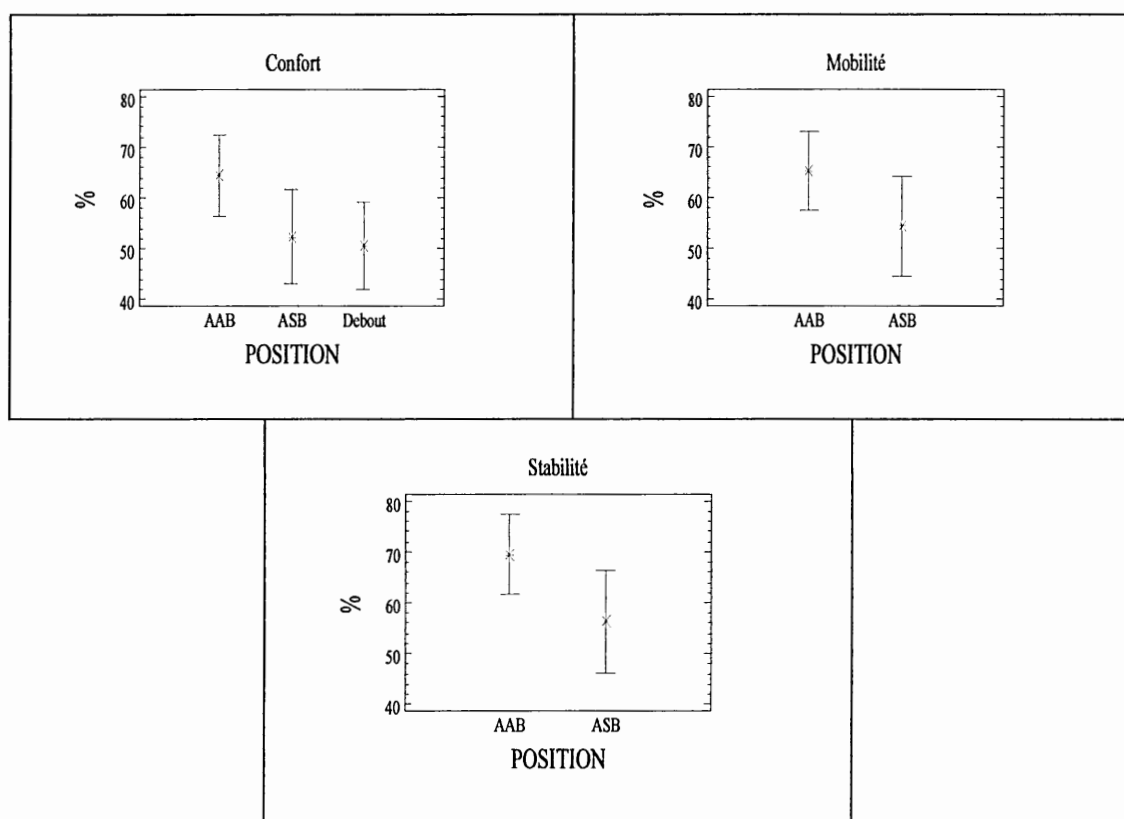


Figure 4.6. Pourcentages obtenus avec les échelles visuelles analogues pour les variables psychophysiques selon la position de travail. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Les relations entre la hauteur et les différentes variables psychophysiques sont, quant à elles, toutes significatives (voir le tableau 4.8). La figure 4.7 permet de constater que les sujets ont une perception assez similaire des hauteurs 60% et 65% auxquelles ils attribuent un pourcentage se situant entre 60% et 70% pour le confort, la mobilité et la stabilité ($p < 0,05$). Ils ont, par contre, une perception moins appréciable de la hauteur 70%, lui donnant une valeur se situant entre 45% et 50% pour les trois variables psychophysiques.

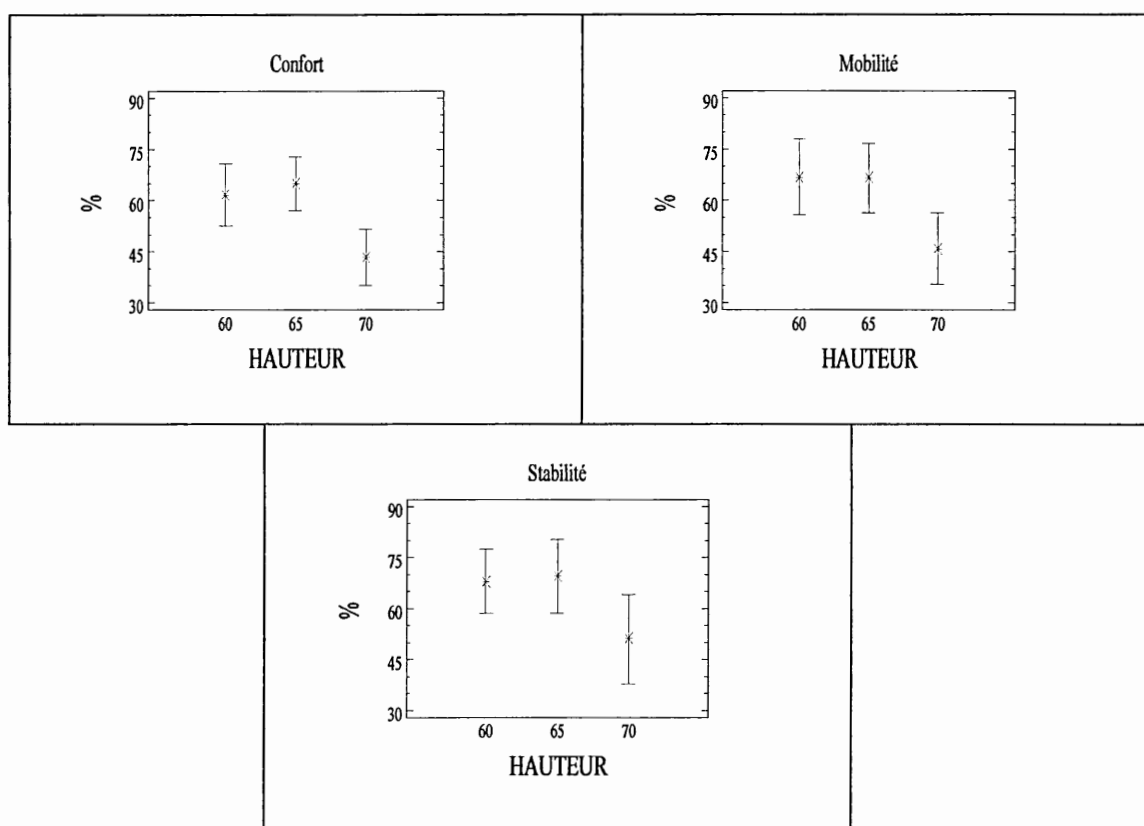


Figure 4.7. Pourcentages obtenus avec les échelles visuelles analogues pour les variables psychophysiques selon la hauteur relative de comptoir. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Le tableau 4.9 présente les tests a posteriori effectués entre les variables psychophysiques et les hauteurs de comptoir. Ils permettent de s'apercevoir que les résultats sont significatifs ($p < 0,05$) pour les trois variables psychophysiques entre les hauteurs 60% et 70% et entre les hauteurs 65% et 70% alors qu'elles ne le sont pas entre les hauteurs 60% et 65%.

Tableau 4.9. *P-valeurs obtenues lors des tests a posteriori effectués pour les variables psychophysiques selon les hauteurs relatives de comptoir.*

	Confort	Mobilité	Stabilité
Hauteur			
60 vs 70	0,0083	0,0072	0,0250
65 vs 70	0,0003	0,0014	0,0046
60 vs 65	0,4001	0,7242	0,7290

Selon les résultats des analyses statistiques présentées au tableau 4.8, l'analyse de l'interaction entre les groupes et la position de travail n'apporte aucune p-valeur significative ($p < 0,05$). L'observation des valeurs obtenues démontre seulement une tendance à une meilleure mobilité et à une meilleure stabilité en position AAB qu'en position ASB, les sujets novices ayant principalement une perception plus favorable de ces deux variables psychophysiques.

L'analyse de l'interaction entre les hauteurs et les groupes n'apporte pas, elle non plus, de p-valeur significative ($p < 0,05$). Les résultats démontrent que les sujets novices ont tendance à apprécier principalement la hauteur relative 60%, suivie de la hauteur 65% et de la hauteur 70%, et ce, pour toutes les variables. Les sujets expérimentés, quant à eux,

ont tendance à apprécier principalement la hauteur relative 65%, suivi de la hauteur 60% et de la hauteur 70%.

Enfin, il n'y a pas non plus d'interaction significative ($p < 0,05$) entre les hauteurs et les positions étudiées. La tendance observée dans les résultats montre seulement une préférence à la position AAB ainsi qu'à la hauteur 65%.

Des corrélations ont été réalisées entre chacune des variables psychophysiques et sont présentées ci-bas au tableau 4.10. Elles sont assez élevées, se situant entre 0,80 et 0,90 pour les différentes combinaisons, ce qui permet de supposer que les sujets avaient de la difficulté à faire la différence entre les variables et à donner leur avis d'une manière indépendante.

Tableau 4.10. *Corrélation entre les variables psychophysiques.*

	Confort	Mobilité	Stabilité
Confort	-	0,90	0,82
Mobilité	-	-	0,80
Stabilité	-	-	-

4.2.3 Mesure des forces au sol

Les résultats provenant de l'analyse de la plate-forme de force sont présentés à l'aide de trois variables dépendantes. Il s'agit de la force verticale (F_z), de la résultante des forces horizontales (médio-latérale (F_x) et antéro-postérieure (F_y)) ainsi que de la résultante totale des trois forces (verticale, médio-latérale et antéro-postérieure). Les résultats

provenant de la variation des forces au sol ont d'abord été regardés selon les valeurs maximales et moyennes obtenues durant l'expérimentation. Les résultats moyens ont ensuite été transformés en pourcentage afin de tenir compte du poids de la caissière. Dans les trois cas, les analyses statistiques ont démontré des effets similaires. Pour alléger la présentation, il n'y a que les résultats des valeurs transformées en pourcentage qui seront présentés dans cette section. Le tableau 4.11 présente les p-valeurs obtenues pour les trois variables retenues pour la plate-forme de force.

Tableau 4.11. *P-valeurs des variables de la plate-forme (%) avec correction de Huynh-Feldt.*

	Fz	Résultante Hor.	Résultante Tot.
Inter-Groupe			
Groupe	0,3917	0,7385	0,3731
Intra-groupes			
Position	0,0001	0,0010	0,0001
Pos*Groupe	0,5295	0,8918	0,6060
Hauteur	0,2106	0,2224	0,1968
Haut*Groupe	0,9511	0,2442	0,9847
Pos*Haut	0,9624	0,1524	0,9120
Pos*Haut*Groupe	0,6728	0,8981	0,6660

En tout premier lieu, aucune des p-valeurs obtenues pour la condition groupe n'est significative. En regardant les graphiques de la figure 4.8, il est possible de constater que le groupe expérimenté a tendance à avoir des valeurs moindres, aussi bien pour la force verticale (Fz) que pour la sommation horizontale et la sommation totale. Cela signifie

donc qu'en travaillant, les caissières expérimentées ont tendance à mettre moins de poids sur le siège assis-debout que les caissières novices.

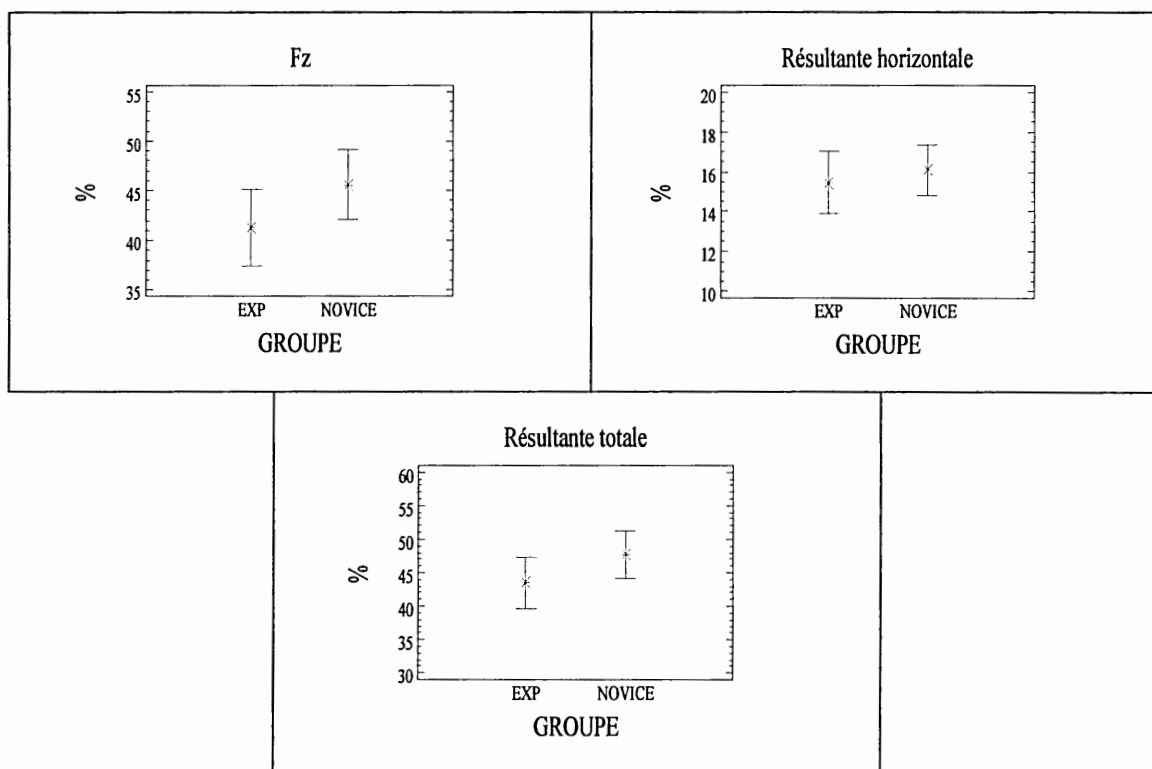


Figure 4.8. Pourcentages des forces appliquées au sol selon le groupe expérimental. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Les p-valeurs obtenues pour la condition position se montrent, au contraire, significatives ($p < 0,05$) pour Fz, pour la sommation horizontale ainsi que pour la sommation totale. La figure 4.9 révèle qu'en position AAB, la force verticale est plus élevée qu'en position ASB (50% en position AAB contre environ 37% en position ASB, $p < 0,05$). Il en est de même pour les résultats concernant la sommation horizontale (18% pour AAB contre 13% pour ASB, $p < 0,05$). La sommation totale en position AAB est plus élevée que celle obtenue en position ASB (53% pour la position AAB et 38% pour la position ASB,

$p < 0,05$). L'ajout d'une butée, lors de l'utilisation d'un siège assis-debout, permet donc de mettre davantage de poids sur l'assise.

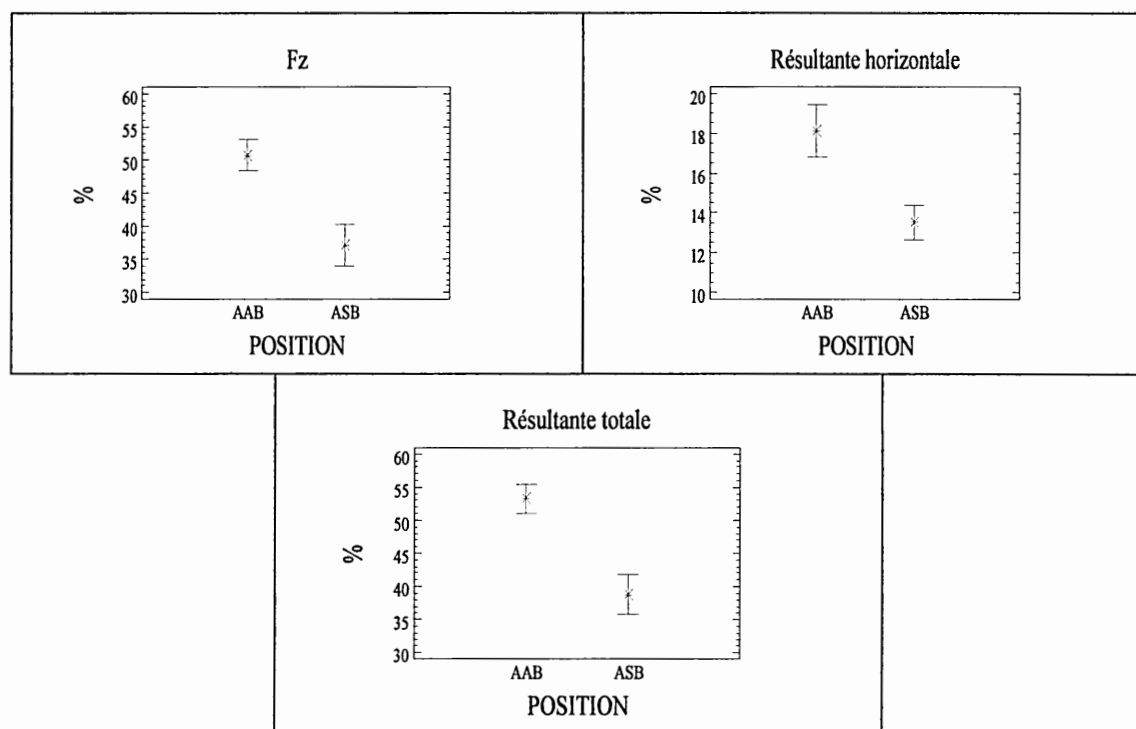


Figure 4.9. Pourcentages des forces appliquées au sol selon la position de travail. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

La hauteur n'a aucun effet sur la force appliquée au sol, que ce soit au niveau vertical, au niveau horizontal ou de la sommation totale. Les graphiques de la figure 4.10 appuient cette affirmation et ne permettent pas d'observer une tendance particulière entre les résultats.

L'interaction entre les conditions expérimentales, que ce soit position*groupe, hauteur*groupe ou position*hauteur n'apporte aucune valeur significative ($p < 0,05$).

L'observation des graphiques ne permet pas d'apercevoir une quelconque tendance entre les différentes conditions.

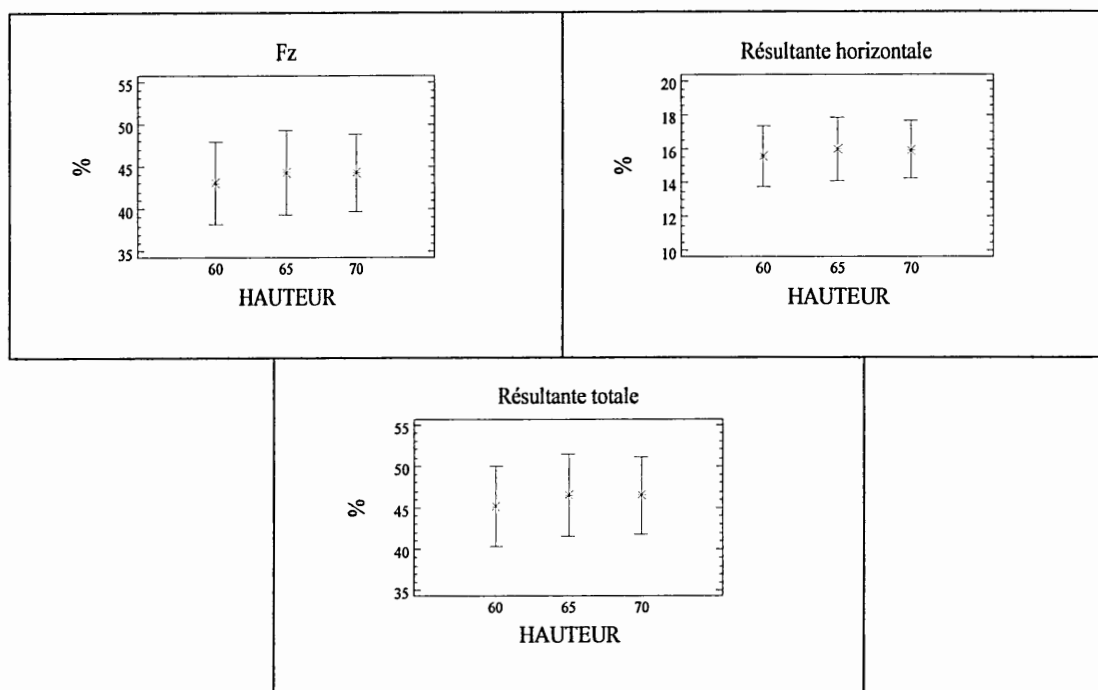


Figure 4.10. Pourcentages des forces appliquées au sol selon la hauteur relative de comptoir. Sur ces graphiques, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Les résultats obtenus concernant les forces appliquées au sol viennent infirmer l'hypothèse stipulant que la résultante des forces horizontales observée sur la plate-forme de force devraient être plus importante pour les caissières expérimentées que pour les caissières novices.

Plusieurs variables ont été mesurées pour chacun des sujets lors de l'expérimentation afin de vérifier si un lien pouvait être établi entre eux. Le tableau 4.12 présente les variables mesurées pour chaque sujet lors de chacune des conditions.

Tableau 4.12. Variables mesurées sur les sujets pour chacune des conditions expérimentales.

Sujet	Hauteur du comptoir (en % de la grandeur du sujet)	Inclinaison de la tige par rapport à l'horizontale (°)		Distance du sujet par rapport au comptoir (cm)	
		ASB	AAB	ASB	AAB
1	60	77,5	78	12,7	10,2
1	65	73	75	12,1	8,9
1	70	76,5	76	11,4	14
2	60	77	75,5	10,8	8,9
2	65	78	71	12,7	9,5
2	70	81	71	15,2	10,2
3	60	65	61,5	2,5	2,5
3	65	65	68	2,5	3,2
3	70	64,5	69	3,8	3,2
4	60	71,5	76,5	3,8	4,4
4	65	70	76	1,9	3,2
4	70	72,5	75	1,9	3,8
5	60	75	68,5	11,4	14
5	65	71,5	68	9,5	15,9
5	70	74,5	68,5	13,3	15,2
6	60	75,5	78,5	10,8	10,2
6	65	76	77	11,4	11,4
6	70	81,5	80	17,8	14
7	60	65	60	3,8	14
7	65	65,5	62	2,5	8,9
7	70	68	62,5	1,3	6,4
8	60	67,5	75	12,7	16,5
8	65	73	80	14	15,2
8	70	63	78	17,8	17,1
9	60	71	71	5,1	5,1
9	65	72,5	71	11,4	8,9
9	70	73,5	72,5	10,2	11,4
10	60	76	63	5,1	2,5
10	65	65,5	62,5	3,8	8,9
10	70	65	60	7,6	11,4

Le coefficient de corrélation a été calculé entre la hauteur de la tige et la grandeur des sujets. Il est de 0,593. Voici, ci-bas à la figure 4.11, la relation existant entre ces deux facteurs. Ainsi, lorsqu'il est tenu compte des ajustements réalisés par les caissières novices et par les caissières expérimentées, tel que présenté aux tableaux 4.1 et 4.2, la relation entre la grandeur du sujet et la hauteur de sa tige n'est pas tellement concluante.

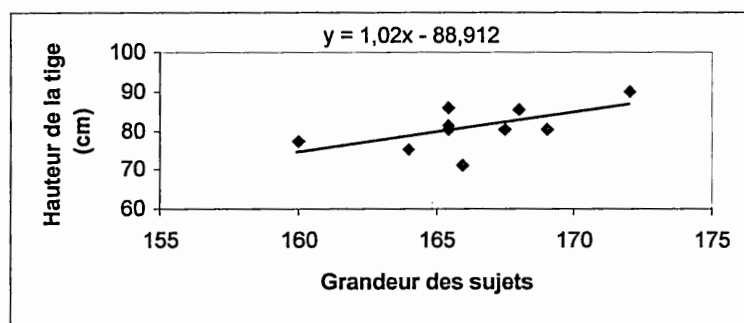


Figure 4.11. Hauteur de la tige en fonction de la grandeur de tous les sujets.

Il a alors été décidé de vérifier s'il pouvait exister une relation entre ces deux facteurs en tenant compte, cette fois, uniquement des caissières expérimentées. La corrélation obtenue, effectivement plus concluante, de 0,817 ($r^2 = 0,67$), permet d'affirmer qu'il existe bien une relation entre la grandeur du sujet et la hauteur de l'assise. La figure 4.12 ci-dessous montre la courbe de tendance obtenue permettant d'estimer la hauteur de l'assise selon la grandeur du sujet.

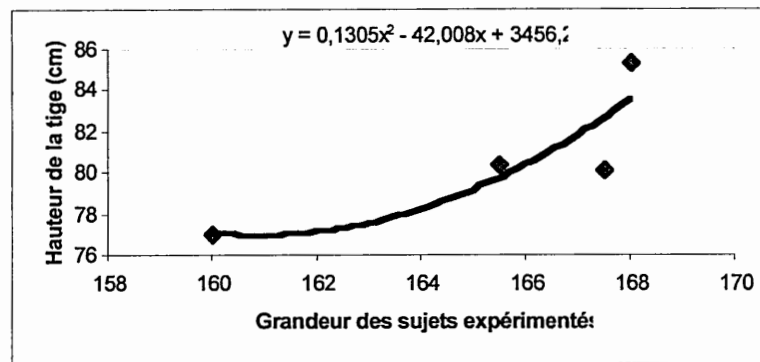


Figure 4.12. Hauteur de la tige en cm en fonction de la grandeur des sujets expérimentés.

Lors de cette étude, il était recherché les différences d'ajustement ou de positionnement entre les caissières expérimentées et les caissières novices. Le figure 4.13 observe les différences d'inclinaison de l'assise entre les deux groupes expérimentaux.

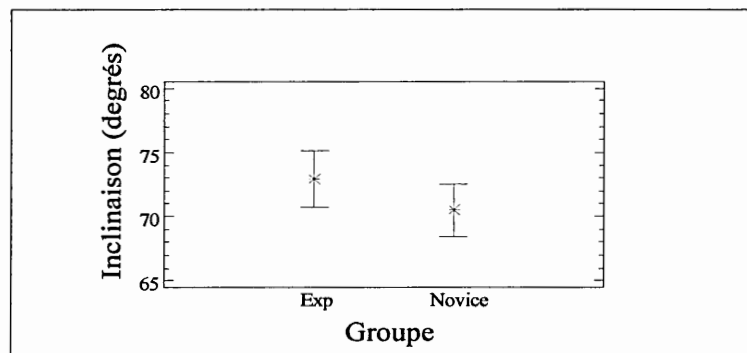


Figure 4.13. Inclinaison de l'assise par rapport à l'horizontale selon le groupe expérimental. Sur ce graphique, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

Un graphique a également été réalisé entre l'inclinaison de l'assise et la hauteur relative du comptoir, et ce, pour chacun des groupes. Les résultats ne se montrent pas

significatifs mais l'observation des figures 4.13 et 4.14 permet tout de même de constater que les sujets expérimentés ont tendance à garder leur assise davantage à la verticale que les sujets novices qui elles, l'inclinent davantage vers l'avant en travaillant. Les sujets novices ont tendance également à conserver une inclinaison similaire de l'assise, peu importe la hauteur relative du comptoir tandis que les caissières expérimentées vont avoir tendance à ramener leur assise à la verticale au fur et à mesure que la hauteur du comptoir augmente. Il se pourrait que ces caissières, en ramenant leur assise à la verticale, cherchent à se placer plus haut puisqu'elles avaient reçues la consigne de ne pas varier la hauteur de leur siège. Puisque ces résultats ne sont pas significatifs, l'hypothèse stipulant que les caissières devraient diminuer l'inclinaison de l'assise au fur et à mesure que la hauteur du comptoir va augmenter n'est statistiquement pas confirmée.

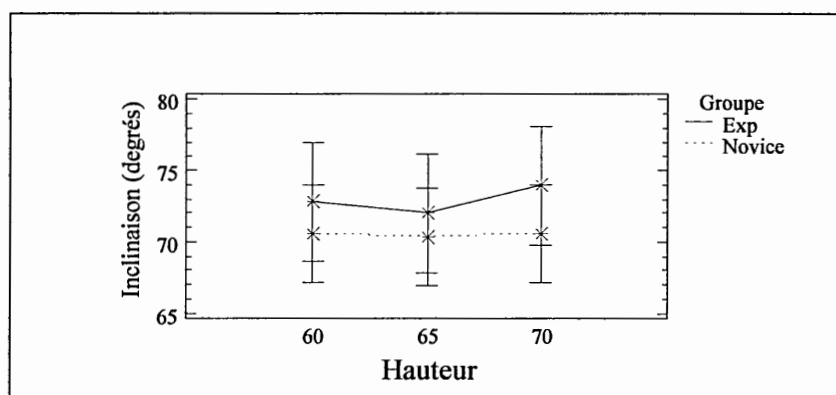


Figure 4.14. Inclinaison de l'assise par rapport à l'horizontale en fonction de la hauteur relative de comptoir et des groupes de sujet. Sur ce graphique, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

La figure 4.15 montre la distance à laquelle les sujets des deux groupes expérimentaux se placent du comptoir. Les résultats ne se montrent pas significatifs ($p < 0,05$) mais la figure montre que les sujets expérimentés ont tendance à se placer plus près de leur comptoir que les sujets expérimentés.

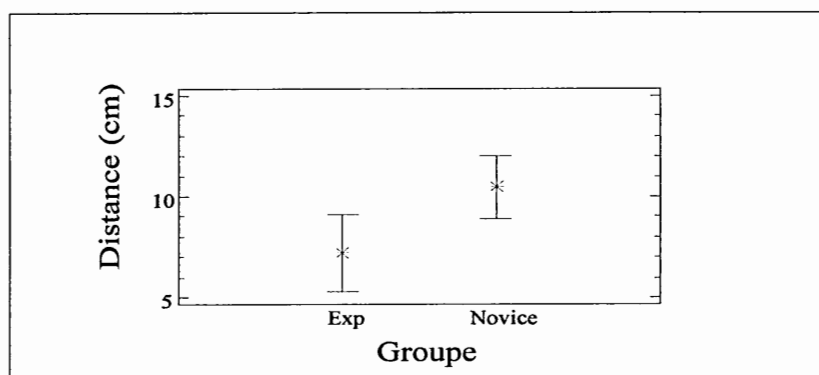


Figure 4.15. Distance par rapport au comptoir des sujets expérimentés et novices. Sur ce graphique, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne

Suite à l'observation réalisée à la figure 4.15, il peut être intéressant de voir si les sujets conservent toujours la même distance par rapport à leur comptoir ou s'ils la modifient selon la hauteur de celui-ci. La figure 4.16 ci-dessous démontre cette relation pour les deux groupes expérimentaux. Les résultats ne se montrent pas significatifs ($p < 0,05$) entre ces deux variables. Il est tout de même possible de constater que la distance des sujets expérimentés par rapport au comptoir reste sensiblement la même, peu importe la hauteur relative de comptoir. Les sujets novices, quant à eux, ont tendance à se placer plus loin du comptoir au fur et à mesure que sa hauteur augmente.

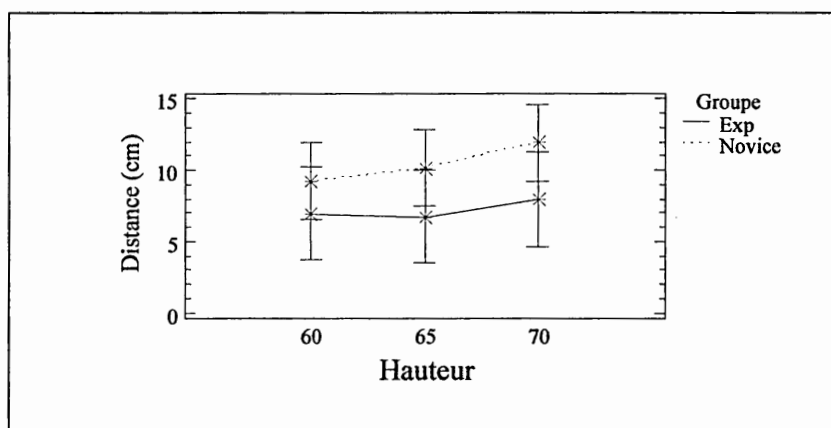


Figure 4.16. Distance en cm des sujets expérimentés et novices selon la hauteur relative du comptoir. Sur ce graphique, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

La figure 4.17 ci-dessous démontre la relation entre la distance du sujet par rapport au comptoir et la position de travail assis-debout (avec ou sans la butée pour les pieds).

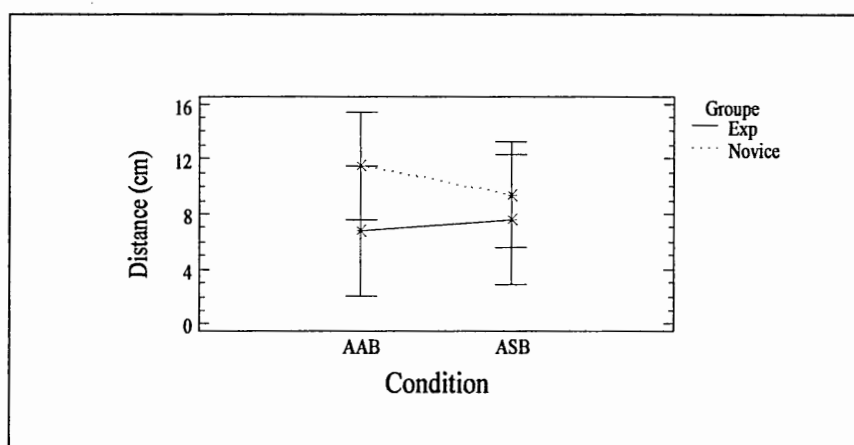


Figure 4.17. Distance en cm des sujets expérimentés et novices selon la position de travail. Sur ce graphique, les traits supérieurs et inférieurs délimitent l'intervalle de confiance alors que l'astérisque représente la moyenne.

La figure 4.17 permet de constater que les résultats ne sont pas significatifs ($p < 0,05$) entre ces deux conditions. Les sujets expérimentés ont tendance à demeurer plus près de leur comptoir, peu importe la position assis-debout adoptée.

Finalement, le coefficient de corrélation a été réalisé entre le coefficient de friction des souliers des sujets et le sol et l'inclinaison de l'assise. Il ne s'avère pas très concluant, étant de 0,61. Le graphique réalisé entre ces deux variables ne permet également pas d'établir une quelconque relation. Suite à cette observation, il a été décidé de calculer la corrélation pouvant exister entre le coefficient de friction des souliers des sujets et la résultante horizontale des forces appliquées au sol pour les conditions assis-debout sans butée. La corrélation obtenue, de 0,39 et le graphique observé ne permettent pas, encore une fois, d'établir une quelconque relation entre ces deux variables.

5. DISCUSSION

La discussion qui suit est orientée sur la compréhension des résultats obtenus au cours de cette recherche. Sur la base d'études précédentes, celle-ci vient renforcer certaines connaissances déjà acquises. Elle apporte également de nouveaux éléments permettant d'améliorer la compréhension d'un environnement adéquat pour une caissière de supermarché. Cette discussion abordera, en tout premier lieu, la méthodologie ainsi que les limites de l'étude. Elle se poursuivra avec la partie expérimentale de cette recherche ayant permis la collecte des données. La troisième sous-section traitera des résultats obtenus, aussi bien pour les variables dépendantes que celles ayant été mesurées pour chaque sujet. Finalement, certaines recommandations seront émises.

5.1 PROBLÈMES MÉTHODOLOGIQUES

Plusieurs études concernant le siège assis-debout ont déjà été réalisées. Elles ont toutes été effectuées directement sur le terrain soit, dans un supermarché d'alimentation (Vézina et coll., 1993; Laberge, 1997). Le problème sur le terrain est qu'il est souvent difficile de mesurer certains paramètres biomécaniques qui permettent d'obtenir une meilleure appréciation des forces exercées sur les caissières et de vérifier quantitativement les changements qui sont apportés. Il était donc important d'effectuer cette recherche directement en laboratoire afin d'exercer un contrôle sur certaines variables.

Le nombre total de sujets ayant participé à l'étude est de dix dont quatre caissières seulement étaient expérimentées avec le siège assis-debout. Au départ, il était prévu qu'il y aurait un nombre équivalent de six caissières dans les deux groupes expérimentaux. Malheureusement, il s'est avéré impossible, au moment de l'expérimentation, de contacter un nombre supplémentaire de caissières habituées à l'utilisation de ce type de siège, certaines n'étant plus disponibles ou demeurant trop loin. Il est certain qu'il est difficile de tirer des conclusions hors de tout doute avec un premier groupe de seulement quatre caissières expérimentées. Certains résultats ne se montrant pas significatifs l'auraient peut-être été avec un groupe un peu plus consistant.

Avant le début de l'expérimentation, un comptoir de supermarché représentant les caractéristiques optimales pour l'insertion d'un siège assis-debout a d'abord été cherché chez les différents fournisseurs. Puisque ceux qui ont été proposés devaient subir des transformations majeures afin que le siège puisse être intégré sans problème, il a alors été décidé de construire un prototype de comptoir directement dans le laboratoire servant à l'expérimentation. Le comptoir a principalement été construit en bois pour assurer un cadre solide au déplacement des denrées alimentaires. Une mince feuille de métal a été installée sur le dessus du comptoir pour favoriser le glissement des objets. À l'emplacement habituel du scan-balance, le comptoir a été recouvert de plexiglas. Sur chacune des denrées alimentaires manipulée, un code barre a été installé. Les sujets devaient simuler un passage adéquat de chaque objet (code numérique du côté du lecteur optique) afin de satisfaire à la demande de précision de la tâche. La figure 5.1 donne un aperçu du positionnement des sujets au comptoir lors de l'expérimentation.



Figure 5.1. Positionnement des sujets au comptoir de supermarché lors de la condition AAB.

5.5 LIMITES DE L'ÉTUDE

Une limite principale de l'étude concerne les analyses statistiques. Elle concerne plus particulièrement l'analyse de variance à mesures répétées lorsque le nombre de sujets ayant participé à l'étude est petit ($n = 10$) et que le nombre de variables est élevé ($2 \times 3 \times 3$). Généralement en statistiques, le degré de confiance augmente avec le nombre d'observations; si des différences significatives entre les conditions expérimentales existent, elles seront détectées plus facilement avec davantage d'observations.

Lorsque le nombre d'observations est faible, il est habituellement nécessaire de faire des hypothèses paramétriques (selon lesquelles les données sont normales) pour tirer des inférences qui sont statistiquement significatives. Ces hypothèses paramétriques sont

malheureusement limitées par la provision que si la véritable distribution des données n'obéit pas aux hypothèses paramétriques, il n'est possible de tirer aucune conclusion des inférences obtenues sous ces hypothèses.

Cependant, dans le cas présent, les connaissances à priori du domaine permettent d'avoir confiance dans le bien-fondé des hypothèses effectuées et *ipsi facto* dans les conclusions tirées.

Dans la présente étude, l'ensemble des résultats doit également être mis en perspective de ce que les instruments de mesure et les connaissances actuelles permettent réellement de conclure. Lorsqu'une étude ne présente pas beaucoup d'observations, il est difficile de tester les hypothèses paramétriques. En d'autres termes, les données disponibles n'offrent pas une puissance suffisante pour rejeter l'hypothèse nulle que la forme paramétrique donnée est en fait admissible.

5.3 COLLECTE DE DONNÉES

Dans l'ensemble, l'expérimentation en laboratoire s'est bien déroulée. Les différents matériaux utilisés lors de la construction du comptoir combiné au frottement des denrées alimentaires sur le comptoir lors de leur manipulation, a contribué à créer de l'électricité statique. Celle-ci s'accumulait principalement au niveau de la plaque de plexiglas. Ce type de surface, comparativement au métal, n'étant pas un matériau conducteur, a facilité

l'accumulation des électrons libres. L'électricité statique revenait sous forme de pic dans les signaux représentant l'activité musculaire lors des différents essais expérimentaux. Elle était conduite par le corps du sujet jusqu'aux électrodes et voyageait ainsi à l'intérieur du système de collecte de données. Ce problème majeur obligeait bien sûr la reprise de l'essai comportant des pics. La fréquence de ce problème augmentait lors de jours consécutifs d'expérimentation parce que les électrons libres présents sur la plaque de plexiglas n'avaient pas alors le temps d'être attirés vers une surface plus neutre. Il sera important, lors d'études futures, de penser à ce type de problème au moment du choix des matériaux lorsque les expérimentations nécessiteront le glissement d'objets.

De nombreux problèmes de filage servant la conduction de l'activité musculaire vers le système d'acquisition des données ont nécessité, en cours d'expérimentation, la perte du muscle vaste externe droit pour deux sujets novices ainsi que la perte du muscle trapèze gauche pour un sujet novice. À chaque occasion, il a été décidé de supprimer un muscle après plusieurs heures de tentative de correction du problème à défaut de quoi le sujet aurait été complètement perdu.

5.4 VARIABLES DÉPENDANTES

Cette portion de la discussion portant sur les résultats obtenus suite à l'expérimentation débutera par ceux concernant l'activité musculaire, sera suivie par les explications ayant trait aux variables psychophysiques et se poursuivra par celles touchant la plate-forme de

force. Elle se terminera par les variables mesurées pour chaque sujet et concernant la hauteur du banc, son inclinaison, la distance des sujets par rapport au comptoir ainsi que leur coefficient de friction. Une comparaison sera également faite entre les caissières expérimentées et les caissières novices.

5.4.1 Activité musculaire

L'analyse des résultats pour l'activité musculaire a permis d'obtenir des résultats significatifs pour chacun des muscles évalués entre les deux groupes de caissières. Cela signifie que les caissières expérimentées ont développé une manière de travailler leur permettant de réduire leur activité musculaire à son minimum et donc, de diminuer leur dépense énergétique. Il se peut également que la capacité fonctionnelle des sujets expérimentés soit plus élevée que celle des sujets novices. Cela leur a permis d'obtenir des valeurs plus élevées aux tests d'effort maximaux permettant, pour chaque mouvement identique, un PUM plus bas que les caissières novices. Ces résultats ont confirmé une des hypothèses de l'étude affirmant que le niveau d'activité musculaire devrait être inférieur chez les caissières expérimentées.

Des résultats se montrent également significatifs entre les positions de travail pour quelques muscles. En regardant quels muscles se montrent significatifs, il est possible de constater que les deux muscles de l'épaule du côté droit (deltoïde antérieur et trapèze supérieur) ainsi que le muscle trapèze supérieur gauche sont plus activés pour les deux

positions assis-debout comparé à la position debout. L'obtention de ce type de résultats est très logique puisque ces muscles de l'épaule sont très impliqués lors de la manipulation des objets. Ceci vient en accord avec Vézina et coll. (1993) qui mentionnent que toutes les études s'intéressant à la santé des caissières font état du développement de troubles musculo-squelettiques dans la région des épaules, du cou et du haut du dos. L'augmentation de la charge musculaire aux muscles de la ceinture scapulaire lors du passage à l'une des positions assis-debout vient du fait que les caissières se retrouvent légèrement plus basse qu'en position debout et doivent nécessairement amplifier légèrement leur flexion à l'épaule. Il est également important de souligner que les denrées alimentaires manipulées par les caissières sont celles pour lesquelles ces dernières passeraient probablement à une position debout pour éviter la surcharge musculaire, principalement lors de la manutention de la caisse de 24 bières (Laberge, 1997). Cette surcharge des membres supérieurs observée en position assis-debout serait supposée n'être jamais observée en milieu de travail où l'alternance des postures doit être encouragée.

Les muscles du côté droit semblent également davantage sollicités que ceux qui sont situés du côté gauche. Cela est normal parce que le côté droit est davantage impliqué lors de la manipulation des denrées alimentaires, participant également à la saisie de l'objet alors que le côté gauche sert principalement à placer les objets sur le convoyeur arrière pour l'emballer. Les positions assis-debout sans butée (ASB) et assis-debout avec butée (AAB) ne sont pas significatives entre elles parce que la position adoptée par la caissière est relativement la même et que la hauteur relative du sujet par rapport au comptoir est

similaire pour ces deux positions. Les positions ASB et AAB sont, par contre, significativement différentes à la position debout parce que l'adoption d'une posture assis-debout diminue la grandeur de la personne de quelques cm, l'obligeant à augmenter la flexion des épaules et/ou l'élévation de la ceinture scapulaire (Chaffin et coll., 1999). Cette situation augmente la charge musculaire statique déjà présente en position debout, augmentant également la fatigue des muscles impliqués et conduisant éventuellement à certaines douleurs et blessures si la récupération n'est pas suffisante (Singleton, 1982). Une étude a démontré, au moyen de l'EMG, que lorsque les caissières sont amenées à faire une flexion du bras au-dessus de la hauteur de l'épaule, elles expérimentent rapidement des signes de fatigue et de douleur (Wiker et coll., 1989).

La même chose se produit au niveau de la hauteur. La hauteur du comptoir joue directement sur l'implication des muscles de la ceinture scapulaire par l'augmentation de la flexion de l'épaule, et ce, à toutes les hauteurs de comptoir (Lajoie, 1995). Seul les résultats du deltoïde antérieur gauche ne se montrent pas significatifs, amenant encore une fois à penser qu'il est probablement moins impliqué lors de la manipulation des objets. En effet, le deltoïde antérieur est responsable de la flexion horizontale de l'épaule et de son adduction. Il est très impliqué dans la première partie du mouvement, entièrement réalisé par le deltoïde antérieur droit, qui implique la saisie de l'objet, la lecture de son code à barre et son déplacement du convoyeur avant vers le convoyeur arrière. Lorsque l'objet est dans la main gauche, donc en direction du convoyeur arrière, le mouvement que le bras gauche effectue est une extension horizontale ainsi qu'une

abduction du bras ainsi qu'une extension du coude. C'est alors principalement les muscles deltoïde postérieur gauche et triceps gauche qui travaillent.

Ainsi, l'augmentation de la hauteur relative du comptoir, que ce soit par la diminution de la hauteur de la personne ou par l'augmentation de la hauteur du comptoir a un effet direct sur l'activation des muscles de l'épaule par l'augmentation de la flexion de l'épaule et probablement, par une élévation au niveau de la ceinture scapulaire. Ces résultats confirment l'hypothèse stipulant que l'utilisation d'un comptoir trop haut devrait faire augmenter le niveau d'activité musculaire au niveau des muscles des épaules. Ils sont en accord avec ceux obtenus par Lajoie (1995) qui mentionne que la posture assis-debout demeure désavantagée par rapport à la position debout parce qu'elle ne permet pas de diminuer la charge de travail aux épaules si des surfaces de travail élevées sont présentes. Cela vient donc renforcer l'adoption d'un comptoir ajustable en hauteur qui pourrait être réglé lors de l'arrivée de chaque nouvelle caissière à un poste de travail. Il est évident qu'il serait difficile de faire varier la hauteur du comptoir lors de chaque changement de position de travail, mais la reprise d'une posture debout doit être encouragée chaque fois que cela s'avère nécessaire.

Les résultats obtenus pour les muscles érecteurs du rachis droit et gauche ne se montrent pas significatifs entre différentes positions de travail et entre les trois hauteurs relatives de comptoir. Au niveau de la position de travail, ces résultats viennent corroborer ceux obtenus par Eklund et Corlett (1986) qui mentionnent que la position assis-debout place la courbe lombaire plus près de celle observée en position debout que les autres types de

sièges et qu'elle peut ainsi être préférée au niveau du bas du dos. La position du segment lombaire de la colonne vertébrale entre les positions assis-debout et la position debout étant sensiblement la même, le travail musculaire se rapproche d'une position à l'autre. Les résultats sont, par contre, surprenants au niveau de la hauteur relative de comptoir. Il était attendu, en effet, qu'une hauteur relative de comptoir basse augmente la flexion du tronc vers l'avant, amenant les parties cervicale et lombaire de la colonne vertébrale en cyphose (Chaffin et coll., 1999). Cette flexion du tronc vers l'avant fait ainsi augmenter l'activité musculaire des érecteurs du rachis, ce qui n'est pas observé dans cette étude. L'hypothèse affirmant que l'utilisation d'un comptoir trop bas ferait augmenter le niveau d'activité musculaire au niveau du dos chez toutes les caissières semble rejetée. Il faut toutefois ajouter que l'affaissement de la lordose contribue à la sollicitation des structures passives portérieures (ligament jaune commun postérieur, capsules des facettes articulaires, etc) de la colonne vertébrale et que celle-ci ne peut être détectée par l'analyse musculaire.

Un autre fait étonnant est que les muscles des jambes ne semblent pas impliqués de façon différente entre les positions de travail. Il aurait été logique de penser qu'en position AAB, l'activité de ces muscles aurait été presque nulle, parce que la butée leur permettait un repos presque total. Lors de la position ASB, la caissière doit plus ou moins lutter pour garder sa position en activant plusieurs muscles de ses jambes, principalement le tibial antérieur pour contrer le moment de force exercé par la force de traction horizontale qui agit sur le pied de la caissière. Le muscle devrait donc augmenter son PUM pour stabiliser la flexion plantaire à la cheville imposée par cette posture. Un autre facteur

venant influencer l'activité musculaire du tibial antérieur est le coefficient de friction entre les souliers de la personne et le sol (comme démontré dans la quatrième pré-expérimentation, en annexe A). Or les résultats obtenus durant l'expérimentation ne diffèrent pas vraiment entre les trois positions de travail, l'activité musculaire restant similaire tant lors de la position debout que lors des deux positions assis-debout. Trois possibilités peuvent expliquer ces résultats. Il ne faut pas perdre de vue que le muscle tibial antérieur se retrouve davantage étiré en position ASB qu'en position AAB. En effet, de par l'inclinaison offerte par la butée, la position AAB ramène le pied en position neutre tandis que la position ASB nécessite que le sujet fasse une flexion plantaire. La tension élastique est alors plus élevée en position ASB et la réponse mécanique est alors plus basse (Wilkie, 1976). Selon Colombini et coll. (1986), la propriété élastique des muscles permet de fournir une certaine quantité d'énergie sans faire de contraction. À tension musculaire équivalente entre ces deux positions, il serait probablement observé davantage d'activité musculaire en position ASB qu'en position AAB. Il se peut également que la mobilité apportée par la butée ait incité les sujets à se déplacer davantage parce que ceux-ci se sentaient plus stables sur leur assise. L'autre possibilité est reliée au nombre de sujets ayant participé à l'expérimentation. Il se peut, en effet, que l'échantillon de cette étude soit trop petit pour faire ressortir une telle différence.

L'activité musculaire du vaste externe droit et du tibial antérieur droit n'est également pas significativement différente entre les positions assis-debout et la position debout. Ces résultats viennent appuyer ceux obtenus par Arborelius et coll. (1992) qui mentionnent que le siège assis-debout soulage moins les jambes lors de son utilisation qu'une assise

conventionnelle mais nécessite moins de charge lorsque le travailleur doit se lever. Le poids sur un siège assis-debout est, en effet, réparti sur une partie plus restreinte des fesses et les cuisses, contrairement à une assise conventionnelle, ne peuvent pas recevoir une partie du poids. Les pieds assument donc une partie plus importante du poids comparé à une posture assise normale (Vézina et coll., 1998).

Lors de l'expérimentation, un choix parmi plusieurs muscles a dû être réalisé. Au niveau des membres inférieurs, les muscles tibial antérieur droit et vaste externe droit ont été choisis parce que lors de la quatrième expérimentation, ce sont eux qui montraient le plus de différence dans les PUM selon le coefficient de friction et selon l'angle de l'assise. Le choix d'un muscle du mollet, notamment le soléaire, très impliqué dans le contrôle postural (Spector et coll., 1980) aurait peut-être permis d'obtenir des valeurs significatives ($p < 0,05$) entre les différentes positions.

5.4.2 Variables psychophysiques

Lors de leur participation à l'étude, les sujets devaient donner leur opinion, pour chacune des conditions expérimentales. Ils la donnaient à l'aide d'une échelle visuelle analogue, pour trois variables psychophysiques qui sont le confort, la mobilité permise par le siège assis-debout ainsi que sa stabilité. Les coefficients de corrélation obtenus entre chacune des trois variables évaluées permettent de constater que les sujets ne font pas vraiment la distinction entre le confort apporté lors de l'utilisation du siège, sa mobilité et sa stabilité.

En effet, l'ensemble des coefficients de corrélation se situe entre 0,80 et 0,90. Les sujets ont probablement répondu aux trois échelles visuelles analogues en gardant en tête une vision globale de confort ressenti lors de chacune des conditions. Il serait donc important, lors d'une prochaine expérimentation, de limiter la prise de données provenant des échelles psychophysiques à une seule échelle visuelle analogue ou de Borg. S'il est absolument nécessaire de mesurer plusieurs variables psychophysiques, il serait alors nécessaire de prendre le temps, avec chaque sujet, de bien expliquer les distinctions entre les différentes variables en prenant des exemples facilement compréhensibles pour eux et se rapprochant le plus possible de leur réalité de travail.

Les résultats provenant de ces variables psychophysiques ont permis de constater que les sujets ont une perception assez similaire des hauteurs 60% (environ 82,7cm ou 32,5 pouces) et 65% (environ 89,6cm ou 35,3 pouces). Ils jugent, par contre, qu'une hauteur de 70% (environ 96,4cm ou 38 pouces) est inconfortable. En effet, d'après les résultats obtenus, 60% est différent de 70%, 65% est différent de 70% mais 60% ne l'est pas de 65%. Les caissières acceptent donc de travailler à une hauteur relative de comptoir idéale pour elles (65%). Elles acceptent également de travailler un peu plus bas (60%) sans que cela ne semble les déranger. Elles préfèrent donc augmenter légèrement la flexion au niveau du tronc que celle au niveau des épaules.

Tel que présenté dans la section résultats de l'étude, les sujets expérimentés ou novices n'ont pas une perception différente de leur confort, leur mobilité ou leur stabilité. Cela vient rejeter l'hypothèse de recherche affirmant que les sujets expérimentés percevraient

davantage de confort, une meilleure conservation de leur mobilité ainsi qu'une posture plus stable sur le siège assis-debout que les sujets novices.

5.1.1 Variation des forces au sol

Il était également mesuré, lors de cette expérimentation, la variation des forces au sol tant au niveau vertical qu'au niveau horizontal. Ces deux résultats permettaient d'obtenir, par la suite, la résultante totale des forces appliquées au sol.

Les résultats concernant la variation des forces au sol n'apportent aucun résultat significatif pour les variables indépendantes groupes et hauteurs. Pour la variable groupe, cela signifie que les sujets, novices ou expérimentés, mettent environ le même poids sur le siège les uns que les autres. Cela vient infirmer l'hypothèse de l'étude qui prédisait que la résultante horizontale observée sur la plate-forme de force serait plus importante pour les caissières expérimentées que pour les caissières novices.

Tel que mentionné un peu plus haut, les résultats ne se montrent pas significatifs au niveau de la hauteur, cela signifie donc que les sujets ne modifient pas leur façon de s'asseoir en fonction de la hauteur. Il aurait été logique de penser qu'avec une hauteur de comptoir basse, les sujets auraient tendance à s'asseoir davantage sur l'assise résultant en une force verticale élevée et une force horizontale assez petite. Une hauteur de comptoir

plus élevée, quant à elle, aurait supposément conduite à une posture davantage assis-debout, diminuant la force verticale et augmentant la force horizontale.

Enfin, les résultats montrent que la position de travail affecte la variation des forces verticale et horizontales au sol ainsi que de la résultante totale. Les graphiques ont permis de constater qu'en position AAB, la force appliquée au sol par le siège était toujours supérieure à celle appliquée en position ASB. C'est probablement dû à l'augmentation de la stabilité des sujets qui, se sentant davantage en sécurité, n'ont pas hésité à apposer plus de poids sur le siège assis-debout et à l'incliner davantage. Ils se sont peut-être davantage servis de la mobilité permise par le siège pour se déplacer, augmentant encore une fois les forces appliquées au sol. Ils avaient aussi probablement moins peur de glisser car le coefficient de friction n'a plus d'importance avec la butée.

5.4.4 Variables mesurées pour chaque sujet

Avant le début de l'expérimentation, différentes mesures ont été prises sur le sujet. Quand celui-ci arrivait, sa grandeur était prise de même que son coefficient de friction et son poids. Après la pose des électrodes, les sujets avaient quelques instants pour déterminer une hauteur d'assise leur convenant pour effectuer les tâches de manipulation des denrées alimentaires. Ils la fixaient pour 65% de la hauteur relative de comptoir et n'avaient ensuite plus la possibilité de la modifier. Ils pouvaient, par contre, changer l'inclinaison de l'assise ainsi que leur distance par rapport au comptoir autant de fois

qu'ils le souhaitent. L'inclinaison de l'assise et la distance des sujets par rapport au comptoir ont été notées pour chaque condition expérimentale. Différentes relations ont par la suite été réalisées. La première concerne la hauteur de la tige de l'assise en fonction de la grandeur des sujets. Puisque les sujets novices ne s'étaient jamais servis de ce type de siège, la relation ne s'est pas avérée concluante parce qu'ils plaçaient probablement leur hauteur d'assise sans vraiment s'assurer qu'elle serait adéquate pour le travail. La relation a été effectuée une deuxième fois, en tenant compte, cette fois-ci uniquement des caissières expérimentées. Les résultats obtenus sont plus intéressants, avec 0,817 de coefficient de corrélation. Cela est en accord avec Chaffin et coll. (1999) qui mentionne que si le plan de travail ne peut être ajusté, la hauteur de l'assise doit l'être de façon à ce que le coude de la personne soit environ 3 ou 4 cm sous le plan de travail (Bendix, 1987). La courbe de tendance obtenue à partir de la figure 28 donne une première estimation d'un ajustement de la hauteur à laquelle les utilisateurs du siège assis-debout vont pouvoir s'installer selon leur grandeur. Pour que l'équation puisse être utilisée comme référence en milieu de travail, une petite expérimentation devra être reprise avec un plus grand nombre de sujets expérimentés avec le siège assis-debout. L'utilisation future de cette nouvelle équation va rapidement permettre aux caissières de supermarché de se positionner dans leur environnement de travail sans constamment changer leur ajustement en hauteur. Elles vont donc pouvoir se concentrer sur l'ajustement de l'inclinaison de l'assise et sur l'ajustement de la distance par rapport au comptoir essayant de retrouver, dans le deuxième cas, un positionnement similaire à celui qu'elles occupent en posture debout. Les résultats obtenus pour l'inclinaison de l'assise et la distance du sujet par rapport à la hauteur relative du comptoir ne se montrent pas

significatifs. L'hypothèse affirmant que les caissières diminueraient l'inclinaison de l'assise au fur et à mesure que la hauteur du comptoir augmenterait est rejetée.

Les sujets expérimentés ont tendance à se situer plus près de leur plan de travail que les sujets novices. Cela vient en partie appuyer les résultats obtenus entre les deux groupes expérimentaux pour l'activité des muscles composant la ceinture scapulaire. Les sujets expérimentés sont plus efficaces que les sujets novices lors de la manipulation des denrées alimentaires, se positionnant de manière à réduire leur effort musculaire au maximum. Les sujets novices ont tendance à incliner davantage leur assise que les sujets expérimentés. Il est possible que les sujets expérimentés aient eu tendance, lors de l'expérimentation, à reprendre exactement leur position de travail sans tenir compte de l'espace ouvert derrière le comptoir, leur permettant d'occuper davantage d'espace. Puisqu'en supermarché, l'espace de travail est restreint, les caissières ne peuvent pas incliner leur assise trop fortement parce que l'espace disponible derrière elles est réservé aux clients de l'autre caisse.

À la lumière des résultats obtenus, il est facile de penser que la posture debout est plus favorable que la position assis-debout. Il était attendu, en effet, que l'utilisation du siège assis-debout diminuerait la sollicitation musculaire des muscles des jambes et du dos. Ces résultats ne se sont pas révélés significatifs, probablement dû à un nombre faible d'observations. Il ne faut pas perdre de vue que l'utilisation du siège assis-debout en supermarché n'a pas pour but de créer une deuxième posture statique mais plutôt d'encourager la variation posturale. Cette variation de la position du travailleur va

permettre de changer l'activation des différents muscles impliqués soit dans le maintien de la posture ou dans la tâche, le soulageant partiellement.

6. CONCLUSION

Cette étude voulait permettre l'optimisation de la posture assis-debout avec le siège allemand en essayant de trouver les conditions favorables à son insertion dans les marchés d'alimentation. Dans l'ensemble, les objectifs poursuivis par cette étude ont été atteints; plusieurs recommandations vont être émises dans la prochaine section et vont permettre aux nouveaux utilisateurs du siège assis-debout de pouvoir mieux se positionner dès le départ, diminuant ainsi son rejet.

L'hypothèse générale de la recherche concernant les paramètres d'ajustements similaires du siège assis-debout faits par les caissières expérimentées s'est avérée partiellement juste. En effet, ces caissières adoptent toutes une position de travail qui, comparée aux caissières novices, leur permet de réduire leur activité musculaire d'une manière significative et ce, pour l'ensemble des muscles évalués. Les caissières expérimentées tendent à incliner moins leur assise et à se placer plus près de leur comptoir. Ces résultats ne sont pas significatifs, mais une forte tendance est observée. Il serait intéressant de refaire ces tests avec un nombre plus important de caissières expérimentées avec le siège assis-debout.

La recherche a également fait ressortir que la hauteur relative du comptoir est très importante dans la sollicitation musculaire des muscles de la ceinture scapulaire. Ainsi, un comptoir trop haut pour la caissière va demander une activation musculaire des muscles des épaules plus importante qu'un comptoir bien ajusté en hauteur. Il était

attendu également des résultats significatifs pour les muscles du dos entre une hauteur de comptoir correcte pour l'utilisateur et une hauteur trop basse. Cette étude n'a malheureusement pas fait ressortir cette variation, peut-être en raison d'un nombre d'observations limité en laboratoire.

L'aspect psychophysique était également noté chez les sujets en cours d'expérimentation. Trois variables avaient été sélectionnées pour faire partie de l'étude et elles concernaient le confort, la mobilité et la stabilité. Les hypothèses formulées concernant les variables psychophysiques ont toutes été réfutées. Les graphiques réalisés montrent, tout de même, que les caissières expérimentées ont tendance à percevoir leur confort, leur mobilité et leur stabilité comme étant moins élevés que les caissières novices.

Les forces au sol appliquées par le siège assis-debout était un aspect jugé important de mesurer lors de cette étude. Il a, préalablement à l'expérimentation en laboratoire, été pensé que les caissières expérimentées inclineraient davantage leur assise que les caissières novices par confiance et également pour augmenter leur mobilité. Cette hypothèse a été réfutée, les résultats ne se montrant pas significatifs entre les deux groupes. Les graphiques montrent néanmoins que les caissières novices ont tendance à avoir une résultante horizontale légèrement supérieure aux caissières expérimentées. Tel que mentionné précédemment, les caissières expérimentées ont probablement cherché à reproduire un positionnement semblable à celui qu'elles prennent en supermarché, limitant ainsi l'inclinaison de l'assise et ainsi, la résultante horizontale.

Les résultats obtenus lors de cette étude permettent d'en savoir un peu plus sur un environnement favorisant l'insertion du siège assis-debout en supermarché. Il serait intéressant qu'une prochaine étude se réalise directement en supermarché, avec un environnement tenant compte des diverses recommandations émises par cette étude. Cette prochaine étude pourrait ainsi voir quels sont les obstacles et les facilitateurs à l'insertion du siège assis-debout dans un environnement approprié pour celui-ci.

Également, lorsque davantage de caissières seront expérimentées, ils pourraient être intéressants de reprendre certaines mesures, prises lors de cette étude mais ne se montrant pas significatives, faute d'un nombre suffisant d'observations. Une deuxième équation faisant la relation entre la grandeur des sujets et la hauteur à laquelle ils devraient placer leur banc pourrait être réalisée, avec possiblement une meilleure corrélation.

7. RECOMMANDATIONS

- a) Il est difficile pour les utilisateurs du siège assis-debout de faire varier sa hauteur comme ils le souhaitent. Ils doivent donc l'ajuster en premier, se basant sur l'équation obtenue à partir de la courbe de tendance réalisée à la figure 4.12. Ils peuvent, par la suite, se positionner par rapport au comptoir et incliner leur assise comme ils le souhaitent pour revenir ensuite faire un deuxième ajustement en hauteur, au besoin.
- b) Il sera important que les caissières, dès leurs premières utilisations du siège assis-debout cherchent à se positionner le plus près possible de leur plan de travail afin de limiter leur activité musculaire au niveau des épaules et ce, peu importe la hauteur du comptoir.
- c) Il est important, lors de l'implantation du siège en supermarché, de s'assurer que l'environnement soit adéquat. L'espace sous le comptoir doit être dégagé afin de permettre à la caissière d'être le plus près possible de son plan de travail. L'espace dégagé doit également être uniforme, sans pointe dangereuse pouvant gêner lors des déplacements. Enfin, si cela est possible, le comptoir utilisé par la caissière doit avoir la forme d'un arc de cercle afin que la caissière puisse se déplacer sans avoir à jouer avec la hauteur ou l'inclinaison de l'assise tout en demeurant près de son comptoir.

- d) Il semble préférable que la hauteur relative du comptoir soit entre 60% et 65% mais plus près de 65% de la hauteur relative de l'utilisateur à son acromion. Cette hauteur a été préférée par les sujets lors de l'expérimentation et permet un compromis acceptable au niveau de l'activité musculaire des épaules et du dos. Le comptoir, s'il est ajustable en hauteur, doit ainsi être légèrement abaissé lors de l'adoption d'une posture assis-debout.

- e) Il est important que les caissières utilisant le siège assis-debout évitent le glissement le plus possible. Entre leurs pieds et le sol principalement, en portant des chaussures ayant un coefficient de friction élevé avec le sol. Si possible, il est préférable de diminuer la force horizontale présente par l'inclinaison de l'assise par l'utilisation d'un appui-pieds, permettant également l'augmentation de la mobilité.

- f) Il est important que les caissières ne perdent pas de vue que c'est l'alternance des postures qui est recherchée et non la création d'une nouvelle posture unique. Elles doivent donc se lever de leur assise chaque fois que les exigences de la tâche le demandent.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- Adams, M.A., et Hutton, W.C. (1983a). The mechanical function of the lumbar apophyseal joints. *Spine*, 8, 327-330.
- Adams, M.A., et Hutton, W.C. (1985). The effects of posture on the lumbar spine. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 67B, 625-629.
- Åkerblom, B. (1948). *Standing and sitting posture*. Stockholm (Thesis).
- Andersson, B.J.G. (1974). *On myoelectric back muscle activity and lumbar disc pressure in sitting postures*. Göteborg, (Thesis).
- Andersson, B.J.G. (1986). *Loads on the spine during sitting*. The ergonomics of working postures. London : Taylor and Francis, chap.27. 309-318.
- Andersson, B.J.G., et Örtengren, R. (1974). Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. *Scandinavian Journal of rehabilitation medicine*, 6, 115-121.
- Andersson, B.J.G., Murphy, R.W., Örtengren, R., et Nachemson, A.L. (1979). The influence of backrest inclination and lumbar support on the lumbar lordosis in sitting. *Spine*, 4, 52-58.
- Arborelius, U.P., Wretenberg, P., et Linberg, F. (1992). The effects of armrests and high seat heights on lower-limb joint load and muscular activity during sitting and rising. *Ergonomics*, 35(11), 1377-1391.
- Biering-Sørensen, F. (1984). A one-year prospective study of low back trouble in a general population. *Danish Med. Bull.*, 31, 362-375.
- Bendix, T. (1984). Seated trunk posture at various seat inclinations, seat heights and table heights. *Human Factors*, 26(6), 695-703.
- Bendix, T. (1986). A seated trunk posture at various seat inclinations, seat heights and table heights. *Human Factors*, 26, 695-703.
- Bendix, T. (1987). *Adjustement of the seated workplace*. Laegeforeningens Forlag, København.
- Bendix, T., et Biering-Sørensen, F.B. (1983). Posture of the trunk when sitting on forward inclining seats. *Scand. J. of Rehab. Med.*, 15, 197-203.

- Bendix, T., Krohn, L., Jessen, F., et Aaras, A. (1985a). Trunk posture and trapezius muscle load while working in standing, supported-standing, and sitting positions. *Spine*, 10(5), 433-439.
- Bendix, T., Winkel, J., et Bojsen-Møller, F. (1986). Effects of soft shoes and clogs on foot swelling in walking in Jonsson, B. (ed) *Biomechanics X*, Umea,. Human Kinetics Publ., Champaign. 927-930.
- Bendix, T., Winkel, J., et Jessen, F. (1985b). Comparison of office chairs with fixed forwards or backwards inclining, or tiltable seats. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 54, 378-385.
- Bennett, D.L., Gillis, D.K., Portney, L.G., Romanovm, M., et Sanchez, A.S. (1989). Comparison intergrated electromyographic activity and lumbar curvature during standing and during sitting in three chairs. *Phys. Ther.*, 69, 902-913.
- Bernard, C.P. (1991). *Ergonomie, hygiène et sécurité*. Marseille : Éditions Ergonomie.
- Boitel, L., Courthiat, M.C., Halter, J., Jabot, F., Leroux, C., Robaux, P., Chau, N., Legras, B., et Martin, J. (1982). Travail et pathologie variqueuse. *Cah. A. Med. I. Profess.*, 85, 15-27.
- Branton, P. (1969). Behavior, body dynamics and discomfort. *Ergonomics*, 12(2), 316-327.
- Bridger, R.S. (1988). Postural adaptations to a sloping chair and work surface. *Humans Factors*, 30(2), 237-247.
- Bridger, R.S., Von Eisenhart-Rothe, C., et Henneberg, M. (1989b). Effects of seat slope and hip flexion on spinal angles in sitting. *Human Factors*, 31(6), 679-688.
- Bridger, R.S., Wilkinson, D., et Van Houweninge, T. (1989a). Hip joint mobility and spinal angles in standing and in different sitting postures. *Human Factors*, 31(2), 229-241.
- Cailliet, R. (1981). *Low Back Pain*. Third edition. Philadelphia, FA Davis.
- Corlett, E.N., et Eklund, J.A.E. (1986). *Change of stature as an indicator of load on the spine*. The ergonomics of working postures. London : Taylor and Francis, chap. 20. 233-242.
- Chaffin, D.B., et Andersson, G.B.J. (1984). *Occupational biomechanics*. John Wiley & Sons, Inc.

- Chaffin, D.B., Andersson, G.B.J., et Martin, B.J. (1999). *Occupational biomechanics*. Third edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Chaffin, D.B., et Park, K.S. (1973). A longitudinal study of low-back pain as associated with occupational weight lifting factors. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 34, 513-525.
- Colombini, D., Occhipinti, E., Frigo, C., Pedotti, A., et Grieco, A. (1986). *Biomechanical, electromyographical and radiological study of seated postures*. The ergonomics of working postures. London : Taylor and Francis, chap. 28. 319-331.
- Confédération des Syndicats Nationaux (1992). *Résultats des questionnaires*. Document publié par la CSN, 10 pages.
- De Gruchy, F. (1997). *La démarche ergonomique et le poste de travail. Le préposé à la caisse et son environnement de travail*. Rapport de projet synthèse en mécanique présenté comme exigence partielle du baccalauréat en génie mécanique : E.T.S. 42 pages.
- Drury, C.G., et Francher, M. (1985). Evaluation of a forward-sloping chair. *Applied Ergonomics*, 12, 316-327.
- Eklund, J.A.E., et Corlett, E.N. (1984). Shrinkage as a measure of the effects of load on the spine. *Spine*, 9, 189-194.
- Eklund, J.A.E., et Corlett, E.N. (1986). *Experimental and biomechanical analysis of seating*. The ergonomics of working postures. London : Taylor and Francis, chap. 28. 319-331.
- Eklund, J., et Liew, M. (1991). Evaluation of seating : the influence of hip and knee angles on spinal posture. *Inter. J. Indus. Ergo.*, 8, 67-73.
- Engdahl, S. (1978). Specification for office furniture. B Jonsson Ed. Sitting work postures. *National board of occupational safety and health*, 12, 97-135.
- Floyd, W.F., et Roberts, M.A. (1958). *Anatomical, physiological and anthropometric principles in the design of office chairs and tables* (British Standards Institution, B.S. 3044). (Available from British Standards House, 2 Park Street, London W1, U.K.).
- Geisser, S., Greenhouse, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24, 95-112.

- Gouvernement du Québec (1987). *Règlement sur la qualité du milieu de travail*. Québec : Éditeur officiel du Québec, 67.
- Grandjean, E. (1980). *Fitting the task to the man, an ergonomic approach*. Third edition, London, Taylor and Francis.
- Grandjean, E. (1984). *Ergonomics and Health in modern offices*. Taylor and Francis, London, 447 pages.
- Grandjean, E., et Hünting, W. (1977). Ergonomics of posture – review of various problems of standing and sitting posture. *Applied Ergonomics*, 8(3), 135-140.
- Gubéran, E., et Rougemont, A. (1974). Travail féminin et orthostatisme. *Médecine sociale et préventive*, 19, 279-283.
- Hanson, J., et Jones, F. (1970). Heart rate and small postural changes in man. *Ergonomics*, 13, 483-487.
- Hoffman, M.S. (1982). *An empirical investigation of ergonomics in the international retail workstations*. Proceeding of the human factors society, 26^{ième} congrès annuel, 520-524.
- Holm, S., et Nachemson, A. (1983). Variation in the nutrition of the canine intervertebral disc induced by motion. *Spine*, 8, 866-874.
- Huynh, H., Feldt, L. (1976). Estimation of the box correction for degrees of freedom from sample data in the randomised block and split-plot designs. *Journal of educational statistics*, 1, 69-82.
- Keegan, J.J. (1953). Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. *J. Bone Joint Surg.*, 35A, 589-603.
- Kelsey, J. (1975). An epidemiological study of the relationship between occupations and acute herniated lumbar intervertebral disc. *Int. J. Epidemiol.*, 4, 197-205
- Kelsey, J.L., et Hardy, R.J. (1975). Driving motor vehicles as a risk factor for acute herniated lumbar intervertebral discs. *Am. J. Epidemiol.*, 102, 63-73.
- Knutsson, B., Lindh, K., et Telhag, H. (1966). Sitting – an electromyographic and mechanical study. *Acta Orthop. Scand.*, 37, 415.
- Kroemer, K.H.E. (1971). Seating in plant and office. *Amer. Industr. Hyg. Ass. J.*, 2(2), 132 pages.

- Kuorinka, I., Forcier, L. (1995). *Les lésions attribuables au travail répétitif*. Québec: Éditions MultiMondes, 474 pages.
- Laberge, M. (1997). *Étude ergonomique du poste de caissière d'un supermarché : L'utilisation d'un banc assis-debout*. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, Montréal, Université du Québec à Montréal, 104 pages.
- Laberge, M., et Vézina, N. (1998). Un banc assis-debout pour les caissières. Une solution pour réduire les contraintes de la position debout. *Travail et santé*, 14(2), 42-48.
- Lajoie, A. (1995). *Banc assis-debout : analyse comparative de la posture à une courroie d'un service alimentaire*. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, Montréal, Université du Québec à Montréal, 113 pages.
- Lander, C., Korbon, G.A., DeGood, D.E., et Rowlingson, J.C. (1987). The Balans chair and its semi-kneeling position : An ergonomic comparison with the conventional sitting position. *Spine*, 12(3), 269-272.
- Lannersten, L., et Harms-Ringahl, K. (1990). Neck and shoulder muscle activity during work with different cash registrar systems. *Ergonomics*, 33(1), 49-65.
- Lavigne, M.L. (1991). *Le lecteur optique, un progrès social? Le travail des caissières de supermarchés*. Québec : Éditions Agence d'arc, 146 pages.
- Lelong, C., Drevet, J.G., Chevalier, R., et Phelip, X. (1988). Biomécanique rachidienne et station assise. *Revue du rhumatisme*, 55(5), 375-380.
- Lortie, M. (1982). *Monographie sur les risques de la travailleuse enceinte pour les occupations de caissières et de vendeuses*. Montréal : Rapport final préparé pour le Ministère des affaires sociales, École polytechnique de Montréal, 90 pages.
- Ludbrook, J. (1966). The musculo-venous pumps of the human lower limb. *Am. Heart J.*, 71(5), 635-641.
- Lundervold, A.J.S. (1951a). Electromyographic investigations during sedentary work, especially typewriting. *Brit. J. Phys. Med.*, 14, 31.
- Lundervold, A.J.S. (1951b). Electromyographic investigations of position and manner of working in typewriting. *Acta Orthop. Scand.*, Suppl. 84.

- Lundervold, A.J.S. (1958). Electromyographic investigation during typewriting. *Ergonomics*, 1, 226.
- Magora, A. (1972). Investigation of the relation between low back pain and occupation, 3. Physical requirements : sitting, standing and weight lifting. *Ind. Med.*, 41, 5-9.
- Mandal, A.C. (1976). Work-chair with tilting seat. *Ergonomics*, 19(2), 157-164.
- Mandal, A.C. (1982). The correct height of school furniture. *Human factors*, 24, 257-269.
- Mandal, A.C. (1991). Investigation of the lumbar flexion of the seated man. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8, 75-87.
- Marchand, D., Normand, M.C., Gosselin, G., Imbeau, D., Beauchamp, Y. (1991). *Evaluation of the percentage of muscular utilisation for the trunk muscles during manual handling with trunk rotation and flexion.* Designing for Everyone. Taylor and Francis, 221-223.
- Nachemson, A. (1965). The effects of forward leaning on lumbar intradiscal pressure. *Acta Orthop. Scandinav.*, 35, 314-328.
- Nachemson, A. (1966). The load on lumbar disk in different positions of the body. *Clinical Orthopaedics*, 45, 107-122.
- Nachemson, A., et Morris, J.M. (1964). In vivo measurements of intradiscal pressure. *J. Bone Joint Surg.*, 46A, 1077.
- Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J., Wasserman, W. (1996). *Applied linear statistical models*. Second edition, McGrawhill. Chap. 27; 29.
- Okada, M. (1972). An electromyographic estimation of the relative muscular load in different human posture. *J. Human Ergol.*, 1, 75-93.
- Panjabi, M., Takata, K., et Goel, V. (1983). Kinematics of lumbar intervertebral foramen. *Spine*, 8, 348-357.
- Pollack, A.A., et Wood, E.H. (1949). Venous pressure in the saphenous vein at the ankle in man during exercise and changes in posture. *Journal of applied Physiology*, 1, 649-662.
- Pottier, M., Dubreuil, A., et Monod, H. (1969). The effect of sitting posture on the volume of the foot. *Ergonomics*, 12(5), 753-758.

- Rodosky, M.W., Andriacchi, T.P., et Andersson, G.B.J. (1989). The influence of chair height on the lower limb mechanics during rising. *Journal of Orthopedic Research*, 7(2), 266-271.
- Rosemeyer, B. (1971). Electromyographische untersuchungen der Rücken- und Schultermuskulatur im stehen und sitzen unter berücksichtigung der haltung des autofahrers. *Arch. Orthop. Unfallchir.*, 71(59).
- Ryan, G.A. (1989). The prevalence of musculo-skeletal symptoms in supermarket workers. *Ergonomics*, 32(4), 359-371.
- Schobert, H. (1962). Sitzhaltung, Sitzschäden, Sitzmöbel, Springer, Berlin.
- Singleton, W.T. (1982). *The body at work, biological ergonomics*. Cambridge : Cambridge University press.
- Sjøggard, G. (1988). Muscle energy metabolism and electrolyte shifts during low-level prolonged static contraction in man. *Acta Physiol. Scand.*, 134, 181-187.
- Spector, S.A., Gardiner, P., Zernicke, R.F., Roy, R.R., et Edgerton, V.R. (1980). Muscle architecture and force-velocity characteristics of cat soleus and medial gastrocnemius: Implications for motor control. *Journal of neurophysiology*, 44(5), 951-960.
- Stoffman, L.D., et Wallersteiner, U. (1986). *Intergrating ergonomics into design of laser/scanner checkout systems*. Final report, Project file #84036, Vancouver : United Food and Commercial Workers, Local 1518, no.51.
- Stones, I. (1990). *Ergonomics for cashiers*. Canadian Center for Occupational Health and safety, no. 90-5824Q.
- Susnik, J., et Gazvoda, T. (1986). *Torque of the dorsal erectors and the compressive load on the L5-S1 disc at inclined postures and when lifting*. *Ergonomics of working posture*, 19. 218-231.
- U.S. HEW. (1979). *Public health service, vital and health statistics- Weight and height of adults*. National center for health statistics, Hyattsville, MD, 11(211).
- Vander Doelen J., et Macdonald, H. (1985). *Cashier workstation ergonomics*. *Occupational health in Ontario*, 6. 26-33.
- Vézina, N., et Courville, J. (1989). *Le travail debout : étude ergonomique du poste de caissière d'un supermarché*. Montréal : Groupe de recherche-

action en biologie du travail (CINBIOSE), Université du Québec à Montréal. 98 pages.

- Vézina, N., Gauthier, M.J., Richard, M.C., Everell, J. (2000). *Formation à l'utilisation du siège assis-debout pour les caissières de supermarché*. Document de formation CSN-CINBIOSE. 15 pages.
- Vézina, N., Geoffrion, L., Chatigny, C., et Messing, K. (1994). A manual materials handling job: symptoms and working conditions among supermarket cashiers. *Chronic diseases in Canada*, 15(1), 17-22.
- Vézina, N., Geoffrion, L., Lajoie, A., Chatigny, C., Messing, K., et Courville, J. (1993). *Les contraintes du poste de caissière de supermarché et l'essai du banc assis-debout*. Montréal: Rapport présenté à l'Institut Robert-Sauvé de recherche en santé et en sécurité au travail. 44 pages.
- Vézina, N., Laberge, M., et De Gruchy, F. (1997). *Intervention ergonomique dans deux supermarchés*. Rapport de commandite CSST.
- Vézina, N., Laberge, M., et Lajoie, A. (1998). *Debout, assis ou assis-debout?* Formation CSST-IRSST. 12 pages.
- Vézina, N., et Lajoie, A. (1996). Le siège assis-debout: Une solution de rechange à la posture debout statique. *Objectif Prévention*, 19(4).
- Vézina, N., Tierney, D., et Messing, K. (1992). When is light work heavy? Components of the physical workload of sewing machine operators which may lead to health problems. *Appl. Ergonomics*, 23, 268-276.
- Wallersteiner, U. (1981). An outline of ergonomic research as applied to the design of supermarket cashier work stations. *Labour Research Bulletin*, 9(12), 19-26.
- Wallersteiner, U. (1984). *Ergonomic impact of technological change in offices and supermarkets*. Thèse de maîtrise.
- Waterfield, R.L. (1931). The effect of posture on the volume of the leg. *Journal of Physiology*, 72, 110-120.
- Webb Associates. (1978). *Anthropometric source book*. National aeronautics and space administration, Washington, DC, 1, NASA 1024.
- Wells, R., Ranney, D., Norman, R., Brawley, L., et Orr, S. (1990). *Ergonomics of the supermarket cashiers environment*. Waterloo: University of Waterloo, Department of Kinesiology.

- Wiker, S.F., Chaffin, D.B., et Langolf, G.D. (1989). Shoulder posture and localised muscle fatigue and discomfort. *Ergonomics*, 32(2), 211-237.
- Wilke, H.-J., Neef, P., Hinz, B., Seidel, H., et Claes, L. (2001). Intradiscal pressure together with anthropometric data – a data set for the validation of models. *Clinical Biomechanics*, 16(Supplement 1), 111-126.
- Wilkie, D.R. (1976). Muscle (2^e edition). In: Studies in Biology (11). Edward Arnold, Londres.
- Winkel, J. (1981). Swelling of the lower leg in sedentary work – a pilot study. *J Human Ergol*, 10, 139-149.
- Winkel, J., et Jørgensen, K. (1986a). Evaluation of foot swelling and lower-limb temperatures in relation to leg activity during long-term seated office work. *Ergonomics*, 29(2), 313-328.
- Winkel, J., et Jørgensen, K., (1986b). Swelling of the foot, its vascular volume and systemic hemoconcentration during long-term constrained sitting. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 55, 162-166.
- Winter, D.A., Patla, A.E., Hughson, R., Perry, S., et Betik, A. (2000). The venous pump during standing. *Archives of physiology and biochemistry: Actes du XXV^e congrès de la Société de Biomécanique et du XI^e congrès de la Société Canadienne de Biomécanique* (Montréal, 23-26 août 2000), 108(1/2), 36.
- Yamaguchi, Y., Umezawa, F., Ishinada, Y. (1972). Sitting posture: An electromyographic study on healthy and notalgic people. *J. Jap. Orthop. Assoc.*, 46, 277.
- Zhang, L., Drury, C.G., et Woolley, S.M. (1991). Constrained standing : Evaluating the foot/floor interface. *Ergonomics*, 34(2), 175-192

ANNEXE A

PRÉ-EXPÉRIMENTATIONS

Avant que ne débute l'expérimentation avec les caissières, quatre expériences ont été effectuées. La première expérience a permis de connaître la hauteur réelle de la tige du siège assis-debout selon le poids appliqué sur l'assise et la hauteur de la tige réglée initialement. La deuxième expérience a permis de connaître le pourcentage du poids de la personne supporté par le siège assis-debout selon l'angle d'assise par rapport au sol. La troisième expérience a permis de connaître la variation des forces exercées au sol selon le coefficient de friction entre les pieds du sujet et le sol. Enfin, la dernière expérience a permis de connaître l'implication musculaire de certains muscles de la jambe en fonction du coefficient de friction pieds du sujet-sol ainsi qu'en fonction de l'inclinaison de l'assise.

Lors de la première expérimentation, six poids différents variant entre 312,14 N et 535,09 N (70 à 120 livres) ont été placés sur l'assise pour chacune des dix hauteurs d'assise. Le tableau A.1 présente les hauteurs réelles de la tige en fonction du poids appliqué sur le siège assis-debout et en fonction des différentes hauteurs prescrites de la tige.

Tableau A.1. Hauteur réelle vs hauteur initiale selon le poids appliqué sur le siège et selon sa hauteur.

Hauteur initiale	Poids appliqué sur le siège assis-debout					
	312,14 N	356,73 N	401,32 N	445,91 N	490,5 N	535,09 N
71 cm	68,8	68,4	68,1	67,5	67,1	66,6
72,8 cm	70,3	69,9	69,5	68,9	68,4	68,1
75,3 cm	73,0	72,6	71,9	71,5	71,1	70,7
77,4 cm	75,0	74,5	74,1	73,4	72,9	72,3
79,3 cm	76,7	76,2	75,6	75,1	74,7	74,1
81,2 cm	79,2	78,7	78,2	77,5	76,9	76,4
83,4 cm	80,7	80,5	80,2	79,6	79,0	78,5
85,4 cm	83,0	82,5	81,9	81,4	80,8	80,1
87,2 cm	85,1	84,7	84,3	83,6	83,2	82,4
89,2 cm	89,1	88,5	88,3	87,9	87,5	86,9

$$\text{Hauteur réelle} = 32,5622 + 0,21162 * \text{hauteur initiale} + 0,00494 * \text{hauteur initiale}^2 - 0,01139 * \text{poids}$$

(Équation 2)

Une analyse de régression multiple a permis d'établir la hauteur réelle de la tige en fonction du poids appliqué sur l'assise et de la hauteur initialement réglée. La formule obtenue (voir équation 2) va donc permettre, lors de l'expérimentation, de prédire la hauteur réelle de la tige pour toutes les caissières selon le poids appliqué sur l'assise et également, selon les différentes hauteurs initialement choisies ($r^2 = 0,998$). Il sera alors possible d'ajuster la hauteur du siège assis-debout lors de l'expérimentation afin d'obtenir la hauteur relative voulue.

Lors de la seconde pré-expérimentation, un sujet mesurant 1,84m et ayant un poids de 732,22N s'est installé sur le siège assis-debout, qui était lui-même sur la plate-forme de force AMTI. Le sujet s'est tenu assis-debout en position statique pour 5 angles variant

entre 65° et 85° ainsi que pour 3 hauteurs variant entre 69cm et 89cm. Il a alors été possible, possédant le poids du sujet, de calculer la proportion du poids de celui-ci sur l'assise pour les différentes angulations de celle-ci ainsi que pour les différentes hauteurs.

Les résultats obtenus (voir la figure A.1) démontrent que plus l'assise est haute et/ou inclinée, moins grande sera la proportion du poids du sujet qui sera supportée par l'assise. Le sujet a davantage adopté une posture assise qu'une posture assis-debout lors des essais avec l'assise la plus basse (65,4cm). Il se peut que les résultats aient été quelque peu différents si cette pré-expérimentation avait été réalisée avec un sujet expérimenté au lieu d'un sujet novice.

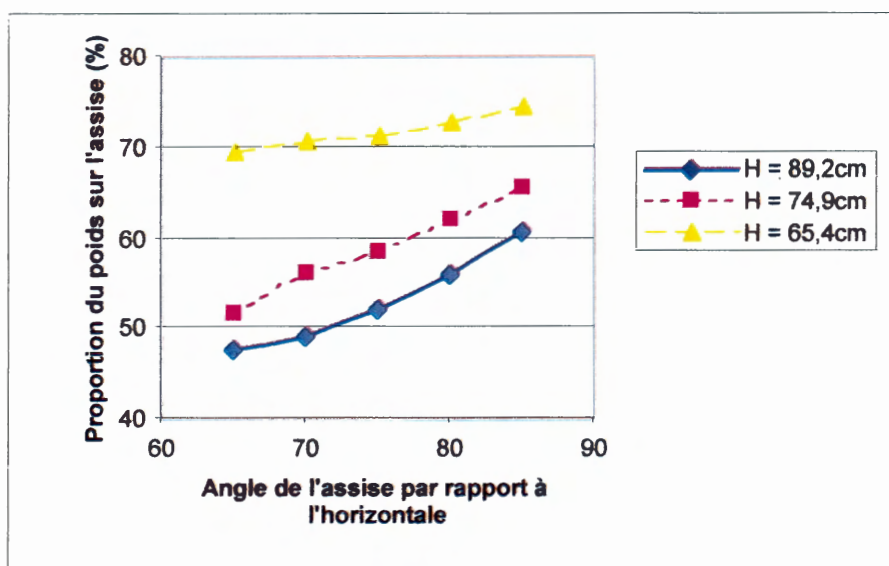


Figure A.1. Proportion du poids sur l'assise selon la hauteur du siège et son angulation.

La troisième pré-expérimentation s'est surtout intéressée aux différents coefficients de friction pouvant exister entre les souliers de la caissière et la surface de contact au sol.

En effet, les caissières peuvent travailler sur différentes surfaces (préart, béton, tapis anti-fatigue, etc.) et elles portent également différents types de souliers. L'interaction de ces deux éléments rend possible une multitude de coefficients de friction entre le sol et les souliers du travailleur. Ainsi, lors de cette pré-expérimentation, la variation des forces au sol a été mesurée pour différents angles d'inclinaison de l'assise et ce, avec 5 types de souliers différents. Le coefficient de friction entre le sol et les souliers a été mesuré préalablement afin de s'assurer qu'il y avait une différence intéressante entre les 5 types de souliers.

La figure A.2 démontre que la résultante des forces au sol est très similaire entre les différents coefficients de friction au sol pour un même angle de l'assise. Il est certain que certains types de souliers ayant un coefficient de friction très bas avec le sol ne permettront pas de s'asseoir avec une forte inclinaison de l'assise. En effet, avec le port du soulier 2, le test n'a pu être exécuté aux angles de 65° et 70° . Si le soulier permet au travailleur de demeurer assis sans glisser, la résultante des forces au sol va toujours se ressembler, peu importe le coefficient de friction.

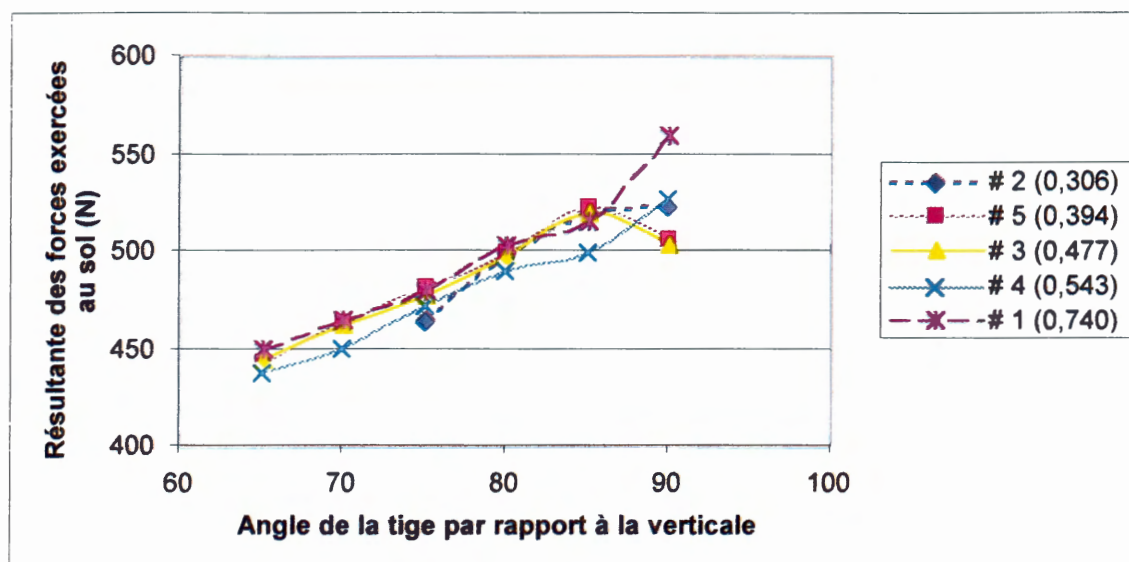


Figure A.2. Résultante des forces exercées au sol selon le coefficient de friction entre les souliers du sujet et le sol et selon l'angle de l'assise.

Suite à la troisième pré-expérimentation, un autre questionnement est apparu. Si la résultante des forces au sol se ressemble, peu importe le coefficient de friction entre les pieds du sujet et le sol, le pourcentage d'utilisation maximal (PUM) de certains muscles de la jambe doit varier. Lors de la quatrième pré-expérimentation, il a été mesuré le PUM du vaste interne droit, du biceps fémoral droit, du gastrocnémien médial droit et du tibial antérieur droit pour cinq inclinaisons de l'assise (65° à 85°) pour trois types de souliers ayant des coefficients de friction variés (0,344 à 0,521).

La figure A.3 montre que le travail musculaire augmente lors de l'inclinaison de l'assise et lors de la diminution du coefficient de friction. Cet effet est cependant beaucoup moins marqué pour les muscles postérieurs évalués lors de l'expérimentation (biceps fémoral droit et gastrocnémien médial droit) que pour les deux muscles antérieurs. L'augmentation des PUM est très importante pour le muscle tibial antérieur droit qui va

même obtenir une valeur de 27% avec l'angle d'assise le plus important et le coefficient de friction le plus bas. Ce travail important du muscle tibial antérieur est lié à la position du sujet qui, devant choisir un point de pression privilégié au niveau des pieds, pour augmenter la force de frottement avec le sol, s'est retrouvé davantage sur les talons.

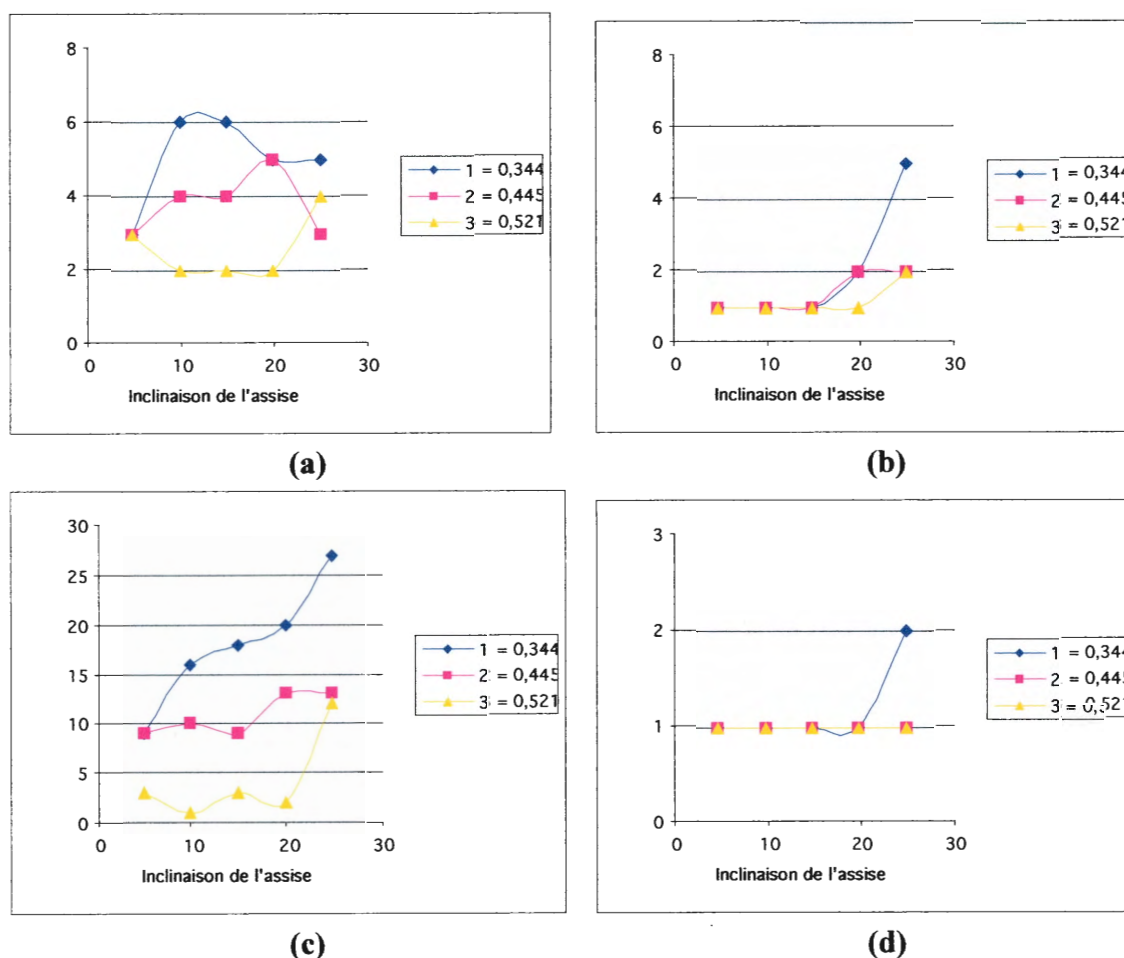


Figure A.3. PUM des muscles (a) vaste interne droit; (b) biceps fémoral droit; (c) tibial antérieur droit; et (d) gastrocnémien médial droit selon l'angle d'inclinaison de l'assise (par rapport à la verticale) et selon le coefficient de friction entre les souliers du sujet et le sol.

ANNEXE B

FORMULAIRE DE DÉONTOLOGIE

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
DEMANDE D'APPROBATION ÉTHIQUE D'UN PROJET DE RECHERCHE
CHEZ L'HUMAIN

1. INFORMATIONS GÉNÉRALES

Responsable de la demande : Denis Marchand

Département, centre de recherche: Kinanthropologie

Titre de la demande : Optimisation de la hauteur relative des plans de travail et de l'utilisation d'un siège assis-debout chez les caissières de supermarché.

Source(s) de financement: Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail

Date de début du projet: Décembre 2001

Durée approximative: 6 mois

1.1 Informations sur l'équipe de recherche

Membres de l'équipe de recherche (chercheurs, personnel de recherche, étudiants, spécialistes externes, etc.):

<u>NOM</u>	<u>STATUT</u>	<u>ÉTABLISSEMENT</u>
1) Denis Marchand	<u>Directeur de recherche</u>	<u>UQAM</u>
2) Annik Chapados	<u>Étudiant (mémoire)</u>	<u>UQAM</u>
3) Nicole Vézina	<u>Co-directrice de recherche</u>	<u>UQAM</u>

Le cas échéant, identifiez les étudiants cités précédemment qui réalisent leurs projets de mémoire ou de thèse dans le cadre du présent projet:

Annik Chapados

Je confirme que les renseignements fournis au présent formulaire sont exacts et, je m'engage à informer le CIER de l'UQAM de tout changement des conditions de participation de sujets humains aux fins de l'étude et à fournir les renseignements supplémentaires s'il en fait la demande au cours de la présente étude. Je m'engage à veiller à ce que cette proposition de recherche soit conduite dans le respect des politiques et des normes de l'UQAM et en conformité avec les principes et recommandations de l'Énoncé de politique des trois Conseils fédéraux sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains.

Signature de la, du responsable: _____

Date: _____

2. **OBJECTIFS DE LA RECHERCHE**

Présentez succinctement les objectifs de la recherche.

L'objectif principal de la recherche est de trouver les conditions relatives qui vont permettre aux caissières de supermarchés de travailler confortablement, sur un siège assis-debout, durant une période de temps prolongée.

Un autre objectif de la recherche est d'observer le travail de plusieurs muscles impliqués lors des tâches des caissières pour différentes hauteurs relatives de comptoir.

3. **INFORMATIONS SUR L'ÉQUIPE DE RECHERCHE**

Identifiez les personnes, autres que les chercheurs, chargées d'intervenir à chacune des principales phases du projet et précisez la nature de leurs responsabilités (*recrutement des sujets/formation des groupes expérimentaux, informations aux sujets/obtention du consentement, administration des tâches/utilisation du matériel, traitement des données et préparation des rapports, etc.*) et le type de compétences (formation et expérience) qu'elles possèdent ou acquerront pour assumer ces responsabilités et, le cas échéant, la nature de l'encadrement prévu.

Pour l'ensemble du projet, Annik Chapados, étudiante à la maîtrise en Kinanthropologie, participera à la réalisation de toutes les phases expérimentales : recrutement des sujets avec l'aide de Mme Vézina, transmission de l'information aux sujets, obtention de leur consentement, administration des tests isométriques, utilisation du matériel, réalisation de l'expérimentation, le traitement des données et la rédaction du mémoire. Les travaux seront sous la supervision de Denis Marchand (professeur au Département de Kinanthropologie à l'UQAM).

4. **MÉTHODES ET PROCÉDURES DE RECHERCHE**

a) Présentez dans un ORDRE SÉQUENTIEL, les tâches qui seront demandées aux participants ou réalisées par l'équipe de recherche pour recueillir les données en précisant les aspects suivants:

- la, les procédure(s) de recherche utilisée(s), le cas échéant, la catégorie de sujets concernés par celles-ci;
- le matériel, les instruments ou les appareils de recherche employés;
- la fréquence, le nombre et la durée des tâches demandées aux sujets;
- les précautions particulières mises en place afin d'assurer le bien-être des participants (incluant les conditions d'arrêt de la participation du sujet en cas de problème et le type de support offert).

Procédure expérimentale

Une période sera réservée pour accueillir les sujets, leur expliquer les objectifs ainsi que le déroulement de l'expérimentation. Afin de contrôler les effets de la fatigue, les sujets se présenteront tous au laboratoire au même moment de la journée, fort probablement au début de la matinée. Ils devront porter leurs chaussures habituelles de travail. Les sujets seront ensuite invités à lire et à signer un formulaire de consentement pour leur participation à ce projet puis à fournir quelques renseignements relatifs à leur taille, leur poids, leur âge ainsi que leurs années d'expérience en tant que caissières de supermarché.

Le coefficient de friction entre les pieds du sujet et le sol sera mesuré. Ils se feront ensuite poser l'instrumentation nécessaire à l'expérimentation et disposeront de quelques minutes pour se familiariser avec l'équipement. L'expérimentation débutera par l'enregistrement des données en position debout. Les sujets devront passer différentes denrées alimentaires à la caisse pour plusieurs hauteurs de comptoir. Les sujets seront ensuite invités à s'asseoir sur le siège assis-debout, lequel sera positionné sur une plate-forme de force, et l'expérimentation se poursuivra avec et sans une butée pour les pieds. Avant l'enregistrement des données pour chaque hauteur de comptoir, il sera pris des mesures de hauteur relative de comptoir, de hauteur et d'inclinaison de l'assise.

Analyse musculaire

L'électromyographie (EMG) va permettre de recueillir le niveau d'activité électrique produit par les muscles lors de leur activation. Pour cette étude, l'activité EMG de douze muscles sera mesurée à l'aide d'électrodes de surface. Les deltoïdes antérieurs droit et gauche (1 et 2) sont principalement impliqués lors de la flexion et de la rotation interne du bras. Les trapèzes supérieurs droit et gauche (3 et 4) sont impliqués lors de l'élévation de la ceinture scapulaire ainsi que dans les mouvements d'inclinaison latérale et d'extension du cou. Les érecteurs du rachis (L3) droit et gauche (5 et 6) participent au mouvement d'extension et d'inclinaison latérale du tronc. Au niveau des membres inférieurs, trois muscles ont également été sélectionnés. Les vastes externes droit et gauche (7 et 8) sont impliqués dans l'extension du genou. Les tibials antérieurs droit et gauche (9 et 10) agissent comme fléchisseurs dorsaux du pied et participent également à son inversion. Finalement, les muscles soléaires droit et gauche (11 et 12) effectuent le mouvement de flexion plantaire. Pour évaluer l'activité électrique de ces muscles, des électrodes seront placées sur la partie charnue du muscle de façon à suivre l'orientation des fibres. Au préalable, un gel abrasif sera appliqué afin d'enlever les particules présentes à la surface de la peau. La peau sera ensuite lavée à l'aide d'un tampon alcoolisé. Pour l'ensemble des électrodes, une électrode supplémentaire sera appliquée sur une surface osseuse pour servir de référence (mise à la terre). Les signaux recueillis par les électrodes de surfaces seront acheminés vers l'amplificateur biologique des signaux électromyographiques (THERAPEUTIC INSTRUMENT). Les signaux

analogiques provenant de l'amplificateur biologique et de la plate-forme de force seront recueillis et transformés en valeurs numériques par un convertisseur analogique/numérique (DATA SHUTTLE EXPRESS) et analysés avec un logiciel d'acquisition (WORK BENCH). La fréquence d'échantillonnage sera fixée à 1000 Hz. L'état brut des différents signaux recueillis sera vérifié avant le début de la séance d'enregistrement dans le but de calibrer l'amplitude des signaux. Par la suite, les signaux enregistrés seront rectifiés et filtrés à une fréquence de 6 Hz.

De plus, les valeurs EMG seront transformées en pourcentage d'utilisation musculaire (PUM) à partir des amplitudes EMG maximales obtenues via des contractions isométriques volontaires maximales produites par les sujets pour chaque muscle évalué. Ces tests seront effectués à la fin de l'expérimentation afin de diminuer les risques de blessure, ne pas fatiguer les sujets et/ou biaiser les résultats des différents tests. Le test d'effort maximal consiste en un effort statique d'environ 5 secondes contre une résistance appliquée sur les différents segments étudiés. La sollicitation devra se faire graduellement pour atteindre la capacité maximale dans un délai de 4 à 5 secondes. Au cours de cet effort, chacun des muscles sera évalué selon sa principale fonction.

Répartition des forces appliquées au sol

Une plate-forme de force sera utilisée lors de la collecte des données pour toutes les conditions expérimentales. La plate-forme de force, de marque AMTI, sera glissée sous le banc lors de la condition assis-debout. Elle permettra de mesurer la variation des forces horizontales (F_x , F_y) et verticales (F_z) exercées au sol. Elle permettra également de connaître la répartition du poids entre les jambes du sujet et l'assise du siège assis-debout ainsi que les forces asymétriques imposées au sujet lors de la manipulation des différents objets.

Cinématique des mouvements

Pour l'enregistrement des données cinématique, trois caméras seront utilisées. Elles couvriront les plans frontal, sagittal et transversal. Ces caméras permettront d'obtenir l'ensemble des mouvements réalisés par les caissières durant les essais expérimentaux. Les caméras seront reliées à un coupleur d'image permettant l'enregistrement et la visualisation simultanée des images provenant des trois caméras. Un marqueur temporel sera utilisé afin de synchroniser les images avec les valeurs EMG.

Enfin, l'utilisation de la cinématique permettra principalement, à l'aide d'une bande de temps, à associer les valeurs EMG recueillies aux activités correspondantes. Toutes les informations vidéo demeureront confidentielles et le visage des sujets sera caché sur les images retenues pour le mémoire final.

Coefficient de friction

Le coefficient de friction des sujets sera mesuré à l'aide d'un inclinomètre. Les sujets s'installeront debout sur l'inclinomètre, dont l'angulation augmentera constamment jusqu'au début du glissement des chaussures. Les sujets devront porter un harnais lors de la prise de cette mesure afin d'assurer leur sécurité. Une barre en métal sera également positionnée à la hauteur de leurs épaules. Ils pourront l'agripper dès le début du glissement des chaussures. Pour être le plus représentatif possible de la surface utilisée lors de l'expérimentation, l'inclinomètre sera recouvert de prélat. Les sujets devront porter pour l'expérimentation leurs chaussures habituelles de travail.

Fréquence, nombre et durée des tâches demandées aux sujets

Les sujets devront se présenter une fois au laboratoire. Les caissières devront manutentionner des denrées alimentaires (cinq denrées alimentaires de plusieurs types) pour deux différentes conditions de travail. Une partie des essais expérimentaux sera réalisée en position debout (posture conventionnelle) et l'autre partie se fera en position assis-debout avec l'utilisation du siège de conception allemande. Lors de la position debout, les essais se feront pour trois hauteurs relatives de comptoir. Lors de la position assis-debout, les essais se feront avec et sans une butée d'appui pour les pieds. Les travailleuses devront donc manutentionner les denrées alimentaires à cinq reprises.

Précautions particulières mises en place afin d'assurer le bien-être des participants

Les sujets sont évidemment libres de se retirer en tout temps de l'étude si elles éprouvent le moindre problème ou malaise.

- b) Votre procédure de recherche nécessite-t-elle de ne divulguer que des renseignements partiels aux sujets sur votre étude ou de les induire temporairement en erreur?

- a. Oui b. Non

Dans l'affirmative, décrivez:

- > la nature de la tromperie;
- > les raisons justifiant le recours à la tromperie;
- > la méthode de désensibilisation (*débriefing*) offerte aux sujets. Précisez comment ils pourront exercer de nouveau leur consentement après avoir été informés de la tromperie.

- c) Les résultats de la recherche seront-ils communiqués aux sujets ou aux organismes partenaires de la demande?
- a. Oui b. Non

Dans l'affirmative, présentez les modalités de transmission des résultats prévues à cet effet.

Tous les résultats seront disponibles et transmis aux sujets et à l'organisme partenaire de la demande (s'il y a lieu) lors du dépôt du mémoire de maîtrise. Les sujets seront identifiés par des codes numériques qui seront connus seulement par l'expérimentateur. De cette manière, les sujets et l'entreprise pourront consulter seulement les résultats globaux de l'étude.

5. RECRUTEMENT

Décrivez le processus de recrutement des sujets, en précisant les aspects suivants:

- a) Les caractéristiques des sujets (*critères de sélection, taille approximative de l'échantillon, affiliation à un groupe, une association ou à un organisme*). Le cas échéant, les caractéristiques des sujets qui seront exclus notamment en raison de leur origine ethnique, de leur culture, de leur sexe ou de leur langue et les motifs qui justifient cette exclusion.

Afin de se montrer représentatif de la population étudiée, les sujets sélectionnés pour cette étude seront tous de sexe féminin. Elles seront toutes de taille, de poids et d'âge dans la moyenne et ne présenteront pas de problème musculo-squelettique. Un total de douze caissières participera à l'étude. Elles seront séparées en deux groupes égaux, le premier étant composé de caissières expérimentées avec le siège assis-debout allemand tandis que le second regroupera des caissières ayant essayé et rejeté le banc suite au trop grand inconfort éprouvé sur ce type d'assise.

- b) Les étapes de recrutement et les méthodes employées pour rejoindre les sujets (*sources d'identification écrites, annonce, lettre d'invitation, téléphone, contact dans le milieu, etc.*). Le cas échéant, le lieu où se fera le recrutement (dans une entreprise, par exemple) et les autorisations obtenues ou qui seront demandées.

Les sujets recrutés pour cette étude le seront par le biais de Mme Nicole Vézina, la co-directrice de ce projet. Puisqu'elle collabore avec ce secteur d'activité depuis plusieurs années, elle possède déjà, dans le milieu, tous les contacts nécessaires à cette étude.

- c) La nature des rapports qui existent entre les sujets et les personnes (*membres de l'équipe ou intervenants du milieu*) chargées de leur recrutement (*ex: étudiants/chercheurs, employés/supérieur, patients/médecin, clients/intervenant*).

Les sujets participant à l'étude vont avoir un lien employés/chercheur avec la co-directrice de ce projet et n'auront aucun lien direct avec la principale réalisatrice de ce projet.

- d) L'offre de rémunération ou d'une compensation, les fins auxquelles elle est consentie et, éventuellement, en quoi elle ne représente pas une offre indue ou excessive lorsqu'elle dépasse celle qui est habituellement offerte dans les études de votre domaine.

Les sujets participent sur une base volontaire et aucune rémunération ne leur sera attribuée.

6. CONSENTEMENT

Règle générale, le consentement doit être confirmé par écrit à partir d'un formulaire adapté aux exigences de chaque étude, rédigé dans la langue du sujet et de façon à ce que son contenu soit compris par ce dernier.

Les renseignements à fournir portent sur les aspects suivants:

La nature des informations sur le projet que vous jugez nécessaires de donner au sujet pour qu'il soit en mesure de prendre une décision éclairée, les moyens utilisés pour l'informer et à quel moment.

- Expérimentation en laboratoire avec le siège assis-debout et avec un comptoir ajustable en hauteur.
- Utilisation de l'électromyographie de surface.
- Nécessité de fournir trois brèves contractions isométrique maximale volontaire pour chacun des muscles sélectionnés.
- Tous les tests isométriques doivent cesser en présence de la douleur.
- Nécessité d'effectuer des enregistrements vidéo pour connaître la cinématique des mouvements.
- Utilisation d'une plate-forme de force.
- Utilisation d'un inclinomètre afin de connaître le coefficient de friction.
- Ces informations vont être fournies verbalement au moment de la sélection des sujets et lors de la journée d'expérimentation, (avant le début des tests) le sujet devra signer un formulaire de consentement.

Sujet majeur: annexe le formulaire de consentement que vous comptez utiliser ou expliquez brièvement pourquoi le consentement écrit est inapproprié ou s'avère impossible à obtenir dans le cadre de votre étude. Dans ce cas, précisez comment le consentement verbal sera obtenu.

Sujet mineur ou adulte légalement inapte à consentir:

➤ Décrivez la procédure prévue pour obtenir l'acquiescement du sujet.

➤ annexe le formulaire de consentement destiné au représentant légal du sujet ou expliquez brièvement pourquoi le consentement écrit est inapproprié ou s'avère impossible à obtenir dans le cadre de votre étude. Dans ces cas, si les circonstances le permettent, indiquez comment le consentement verbal pourra être obtenu.

7 ANALYSES DES RISQUES ET DES AVANTAGES (autres que financiers ou matériels) POUR LES SUJETS

- a) Identifiez les avantages que les sujets peuvent espérer recevoir de leur participation au projet de recherche.

Les résultats de l'étude vont permettre de trouver les conditions relatives favorisant l'adoption du siège assis-debout en milieu de travail. Ceux-ci vont également mettre en évidence la hauteur relative appropriée de comptoir selon la taille de la caissière.

- b) Indiquez si votre recherche implique pour les sujets des risques d'inconvénients, de troubles, de malaises ou de stress, de quelque nature que ce soit (ex: inconfort physique, remise en question de ses croyances personnelles, etc.). **DANS LE CAS CONTRAIRE**, si vous estimez que votre projet est exempt de risques pour les sujets, fournir une justification pertinente.

Un risque de glissement peut être présent durant l'expérimentation lors de la condition avec le siège assis-debout ainsi que lors des tests de friction. Suite à l'expérimentation, une sensation de fatigue pourrait être présente. Cette fatigue pourrait être attribuable aux tests de contraction musculaire maximale volontaire. L'espace nécessaire à la pose d'une électrode sur l'un des muscles pourrait supposer de raser les poils (en cas de pilosité excessive) pour assurer une bonne adhérence de l'électrode sur la peau et une bonne qualité du signal électromyographique.

- c) Décrivez les précautions prévues afin de minimiser les risques connus ou anticipés pour les sujets.

Afin de minimiser la fatigue des sujets, des périodes de repos seront allouées entre chacun des tests isométriques et entre les tests de contraction musculaire maximale volontaire maximale. L'arrêt des contractions musculaires à l'apparition de la douleur limite beaucoup les risques de blessures

8. ANONYMAT ET CONFIDENTIALITÉ DANS LE TRAITEMENT ET LA DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les renseignements à fournir portent sur les aspects suivants:

- a) Les informations conservées, permettant d'identifier le sujet (*ex: nom, NAS, image vidéo, etc.*).

Le nom des sujets sera codé avec des numéros qui seront connus seulement par l'expérimentateur.

- b) Les procédures mises en place pour assurer l'anonymat des sujets et le caractère confidentiel des données ou propos recueillis lors de leur traitement et de leur diffusion (*transcription codée, effacement des bandes, données agrégées, omission de certaines caractéristiques, utilisation d'un pseudonyme, destruction des questionnaires, etc.*), quelle que soit la méthode de collecte de renseignements utilisée (*entrevue, questionnaire, observation, fiche signalétique, etc.*).

Les visages sur les enregistrements vidéos recueillis seront masqués pour la présentation du mémoire et des publications scientifiques.

- c) Les procédures mises en place pour la conservation des données sur les individus en lieu sûr, les normes d'accès aux données et la durée de la conservation des données de recherche avant leur destruction.
- d) Les bandes vidéo et les informations prises sur papier seront remises dans un classeur fermé à clé.
- e) S'il est souhaitable d'identifier nominalement les répondants ou s'il s'avère difficile de préserver entièrement leur anonymat, donnez les raisons et expliquez comment ces derniers en seront informés. Dans ce cas, indiquez la forme que prendra leur consentement (*verbal ou écrit*).

9. **SUIVI**

Il est nécessaire de porter à l'attention du Comité les modifications qui seront apportées à cette demande, en cours de réalisation, et qui ont trait à la participation des sujets (*ex: ajout d'une population distincte, ajout d'une procédure de recherche, nouvelle collecte ou utilisation secondaire des données, modification d'un formulaire de consentement, etc.*).

En raison de l'avancement des connaissances dans votre domaine de recherche, quels seraient, selon votre expérience, les événements susceptibles de modifier la participation des sujets et justifiant le dépôt auprès du Comité d'une demande de modification d'un protocole?

Aucun.

Université du Québec à Montréal

Formulaire de consentement

J'accepte d'apporter volontairement ma collaboration au projet de recherche intitulé « Optimisation de la hauteur relative des plans de travail et de l'utilisation d'un siège assis-debout chez les caissières de supermarché » mené sous la direction de Denis Marchand, professeur à l'Université du Québec à Montréal et réalisé par Annik Chapados. Je suis au courant de la nature de cette recherche dont les buts poursuivis sont l'avancement de la science au sujet de l'optimisation de la hauteur relative des plans de travail ainsi que l'optimisation de la posture assis-debout avec le siège allemand.

Ma participation à titre de sujet impliquera :

- D'avoir lu le formulaire d'information pour le consentement des sujets;
- De manutentionner des denrées alimentaires en position debout et assis-debout pour différentes hauteurs relatives de comptoir.
- D'effectuer les tests isométriques en étant instrumenté (électromyographie de surface);
- D'être en mesure de fournir trois contractions musculaires maximales volontaires pour chacun des muscles sélectionnés;
- D'être filmé pendant l'expérimentation;
- De monter sur un inclinomètre afin que soit connu le coefficient de friction entre mes pieds et le sol.
- D'effectuer une partie de l'expérimentation sur une plate-forme de force.

Conséquemment, toutes les précautions sont prises pour minimiser au maximum les inconvénients et les risques pour ma personne (douleur, blessure, etc.). J'accepte de participer à cette recherche, étant cependant entendu que je pourrai me retirer, en tout temps, sans préjudice et pour des motifs dont je serai le seul juge. L'expérimentateur peut lui aussi, en tout temps, décider d'arrêter l'expérimentation.

Il est convenu que les renseignements contenus en mon dossier pourront être utilisés par les responsables aux seules fins énoncées dans la présente recherche et, à la condition que les éléments qui pourraient être de nature confidentielle ne soient pas divulgués dans le public ou à l'entreprise d'une façon telle que l'on puisse m'identifier.

Signé à Montréal en duplicata, ce _____

 (responsable)
 Denis Marchand
 Université du Québec à Montréal
 Département de Kinanthropologie
 Case postale 8888, succ. Centre-Ville
 Montréal (Québec), H3C 3P8
 (514) 987-3000 poste 0217

 (participant)

ANNEXE C

QUESTIONNAIRE SUR LES SYMPTÔMES DE DOULEUR

Date: ____/____/____
Jour Mois Année

Nom : _____ Âge : _____

Sexe: ☐ Homme ☐ Femme

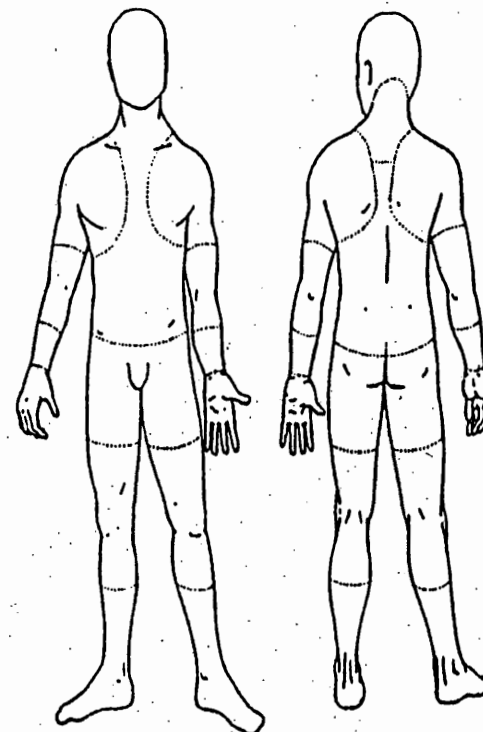
Lieu de travail : _____

Emploi : _____ Quart de travail : _____

Superviseur : _____

- Vous occupez CET emploi depuis :
☐ Moins de 3 mois
☐ 3 mois à 1 an
☐ De 1 à 5 ans
☐ De 5 à 10 ans
☐ Plus de 10 ans
- À quelle fréquence êtes-vous épuisé *mentalement* après le travail?
☐ Jamais ☐ Rarement
☐ Souvent ☐ Toujours
- À quelle fréquence êtes-vous épuisé *physiquement* après le travail?
☐ Jamais ☐ Rarement
☐ Souvent ☐ Toujours
- Au cours de la dernière année, avez-vous souffert de douleur ou d'inconfort attribuable, selon vous, à votre travail?
☐ Non (Si vous répondez NON, arrêtez ici)
☐ Oui

Si vous avez répondu OUI, noircissez sur les illustrations de droite les endroits (il peut y en avoir plus d'un) où vous ressentez LE PLUS d'inconfort. Pour chaque partie noircie, veuillez spécifier le type d'inconfort éprouvé à l'aide des abréviations ci-contre :



Avant

Arrière

- | | |
|--|---------------------|
| D → Douleur | B → Brûlure |
| EP → Engourdissements/Picotements | E → Enflure |
| DEP → Douleur/Engourdissements/
Picotements | R → Raideur |
| M → Malaise | A → Autre |
| F → Faiblesse | Spécifiez (_____) |

S'il-vous-plait, remplir le questionnaire pour chacune des parties du corps qui vous concernent.

	Cou	Épaule	Coude-avant-bras	Main-poignet	Doigts
1. De quel côté êtes-vous incommodé?	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux
2. En quelle année avez-vous remarqué le problème pour la première fois?					
3. En général, quelle est la durée du problème?	☐ A Moins d'une heure ☐ B > 1 h à 24 h ☐ C > 24 h à 1 semaine ☐ D > 1 semaine à 1 mois ☐ E > 1 mois à 6 mois ☐ F > 6 mois	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F
4. À quelle fréquence avez-vous souffert du problème au cours de la dernière année?	☐ A Sans arrêt ☐ B Tous les jours ☐ C Une fois par semaine ☐ D Une fois par mois ☐ E Tous les 2 à 3 mois ☐ F Moins d'une fois par 6 mois	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F
5. Selon vous, quelle est la cause du problème?					
6. Avez-vous souffert de ce problème au cours des 7 derniers jours?	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
7. D'après l'échelle de 0 à 5 ci-contre, comment classeriez-vous le problème en ce moment?	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =
8. Avez-vous reçu des traitements médicaux pour ce problème?	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
9. Depuis 12 mois, combien de journées de travail avez-vous perdues à cause du problème?	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours
10. Depuis 12 mois, combien de journées de travail allégé ou limité à cause du problème avez-vous eues?	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours
11. Avez-vous changé de tâche à cause de ce problème?	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
12. Avez-vous des suggestions sur ce qui pourrait atténuer vos symptômes?					

S'il-vous-plait, remplir le questionnaire pour chacune des parties du corps qui vous concernent.

	Haut du dos	Bas du dos	Cuisse-genou	Mollet	Cheville-pied
1. De quel côté êtes-vous incommodé?	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux	☐ Gauche ☐ Droit ☐ Les deux
2. En quelle année avez-vous remarqué le problème pour la première fois?					
3. En général, quelle est la durée du problème?	☐ A Moins d'une heure ☐ B > 1 h à 24 h ☐ C > 24 h à 1 semaine ☐ D > 1 semaine à 1 mois ☐ E > 1 mois à 6 mois ☐ F > 6 mois	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F
4. À quelle fréquence avez-vous souffert du problème au cours de la dernière année?	☐ A Sans arrêt ☐ B Tous les jours ☐ C Une fois par semaine ☐ D Une fois par mois ☐ E Tous les 2 à 3 mois ☐ F Moins d'une fois par 6 mois	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F
5. Selon vous, quelle est la cause du problème?					
6. Avez-vous souffert de ce problème au cours des 7 derniers jours?	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
7. D'après l'échelle de 0 à 5 ci-contre, comment classeriez-vous le problème en ce moment?	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =	0 = Aucun Inconfort 5 = Inconfort intolérable Cote =
8. Avez-vous reçu des traitements médicaux pour ce problème?	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
9. Depuis 12 mois, combien de journées de travail avez-vous perdues à cause du problème?	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours
10. Depuis 12 mois, combien de journées de travail allégé ou limité à cause du problème avez-vous eues?	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours	_____ jours
11. Avez-vous changé de tâche à cause de ce problème?	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
12. Avez-vous des suggestions sur ce qui pourrait atténuer vos symptômes?					

Figure C.1. Questionnaire sur les symptômes (Kuorinka et Forcier, 1995).