

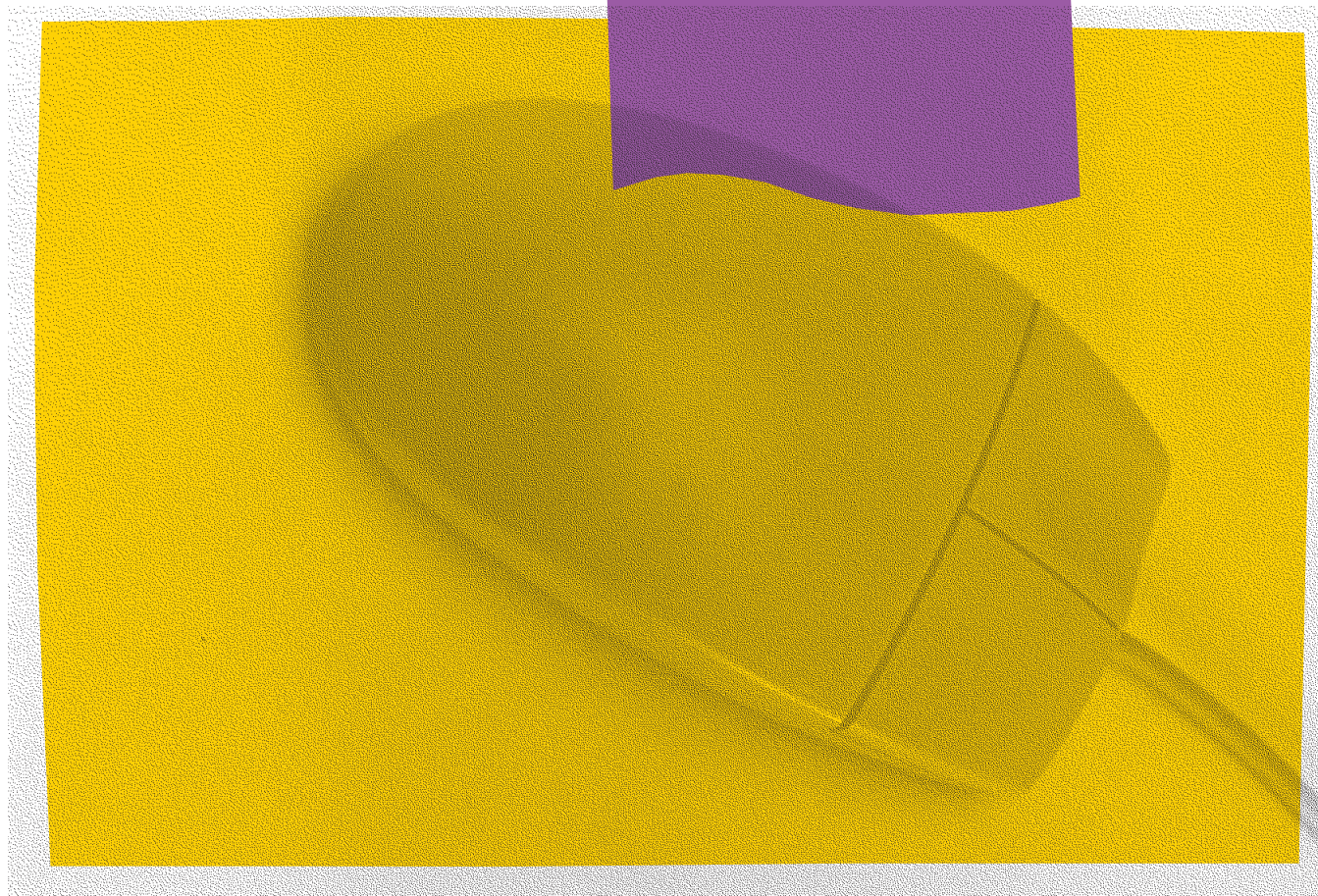
**Revue de littérature
et avis d'experts
sur les troubles
musculo-squelettiques
associés à la souris
d'ordinateur**

Audrey Lalumière
Cécile Collinge

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

R-220

RAPPORT





Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES *travaillent pour vous !*

MISSION

- ▶ Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- ▶ Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- ▶ Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

POUR EN SAVOIR PLUS...

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.

www.irsst.qc.ca

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

Abonnement : 1-877-221-7046

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
Télécopieur : 514 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
juin 1999.

Revue de littérature et avis d'experts sur les troubles musculo-squelettiques associés à la souris d'ordinateur

Audrey Lalumière
Consultante

Cécile Collinge
Sécurité-ergonomie, IRSST

ÉTUDES ET RECHERCHES

RAPPORT

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



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

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

**Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.**

REMERCIEMENTS

Les auteures de ce rapport tiennent à remercier très sincèrement tous les ergonomes-experts qui ont accepté de répondre au questionnaire qui leur a été envoyé. La quantité et la qualité des réponses étaient d'une très grande richesse. Cette contribution des experts québécois, qui a considérablement enrichi la présente étude, a été grandement appréciée.

Les auteures tiennent également à remercier le personnel de l'Informatèque de l'IRSSST pour leurs services qui sont toujours d'excellente qualité. Merci à Jacques Blain, à Lynda Cloutier et à Denise Mallette.

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
1.1 Problématique	1
1.2 Objectifs de l'activité	2
1.3 Modalités	2
1.4 Limites de l'activité	2
2. REVUE DE LA LITTÉRATURE	5
2.1 Etat de la situation (constats généraux)	5
2.2 Utilisation de la souris en relation avec la tâche effectuée	5
2.3 Prévalence de symptômes musculo-squelettiques	7
2.4 Facteurs de risques de lésions musculo-squelettiques	9
2.4.1 Aspects physiologiques des contraintes musculo-squelettiques	9
2.5 Facteurs de risques reliés à l'utilisation de la souris	10
2.5.1 Gestes et postures	11
2.5.1.1 Gestes et postures en relation avec la tâche	11
2.5.1.2 Gestes et postures en relation avec la hauteur de la souris	12
2.5.2 Charge musculaire	12
2.5.3 Forces en jeu lors de l'utilisation de la souris	14
2.5.4 Pressions sur les tissus mous	15
2.6 Recommandations visant à diminuer les contraintes lors de l'utilisation de la souris	16
2.6.1 Aménagement du poste de travail	16
2.6.1.1 Positionnement de la souris	16
2.6.1.2 Support à clavier / souris	17
2.6.1.3 Support du membre supérieur	18
2.6.2 Conception de la souris (principes à respecter)	20
2.6.3 Ajustement de la souris et des logiciels	21
2.6.4 Organisation du travail	22
2.6.4.1 Pauses, relaxation, perception subjective de l'inconfort	22
2.6.4.2 Variété des tâches	23
2.6.5 Facteurs psychosociaux	23
2.7 Divers modèles de souris proposés dans la littérature	25

3.	CONSULTATION DES EXPERTS	27
3.1	Méthodologie	27
3.2	Résultats	27
3.2.1	Taux de réponse	27
3.2.2	Types d'interventions effectuées	27
3.2.3	Identification des problèmes musculo-squelettiques associés à l'utilisation de la souris	28
3.2.4	Déterminants identifiés comme étant à l'origine des problèmes musculo-squelettiques	28
3.2.5	Identification des solutions	31
3.2.5.1	L'aménagement du poste de travail	31
3.2.5.2	Le choix et la conception des interfaces	34
3.2.5.3	L'utilisation des logiciels et des possibilités de programmation de la souris	34
3.2.5.4	L'organisation du travail	35
3.2.5.5	La formation / information des utilisateurs	35
3.2.6	Implantation des recommandations	36
3.2.7	Impacts des recommandations	36
4.	SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS	37
5.	DISCUSSION	45
5.1	Connaissances fragmentaires	45
5.1.1	Facteurs de risques et prévalence	45
5.1.2	Conception de l'interface	45
5.1.3	Diverses interfaces de pointage	46
5.1.4	Aménagement physique	46
5.1.5	Globalité de la situation	46
5.2	Rapidité de modifications technologiques	47
5.2.1	Évolution technologique	47
5.2.2	Habitudes	47
5.3	Besoins de solutions pratiques pour les experts	47
5.3.1	L'aménagement du poste	47
5.3.2	L'aménagement en relation avec la tâche	48
5.3.3	Conception de la souris	48
5.3.4	Organisation du travail et facteurs psychosociaux	48
5.3.5	La formation	49
6.	AVENUES DE RECHERCHE	49
6.1	Facteurs de risques et prévalence	49
6.2	Conception de la souris et des interfaces	49
6.3	Aménagement de poste	50

6.4 Organisation du travail et facteurs psychosociaux	51
7. CONCLUSION	53
8. BIBLIOGRAPHIE	55
Annexe 1 : Questionnaire adressé aux experts	59
Annexe 2 : Liste des répondants	71

Liste des tableaux

TABLEAU 1: QUANTIFICATION DE L'UTILISATION DE LA SOURIS	7
TABLEAU 2: SITES CORPORELS SYMPTOMATIQUES	8
TABLEAU 3 : GESTES ET POSTURES RELIÉS À L'UTILISATION DE LA SOURIS	11
TABLEAU 4: FORCES DE PINCE POUR LES DIFFÉRENTES TÂCHES	14
TABLEAU 5: FORCES POUR ENFONCER LE BOUTON DE LA SOURIS	15
TABLEAU 6: RÉGIONS TOUCHÉES SELON LES RÉPONDANTS.	28
TABLEAU 7 : DÉTERMINANTS À L'ORIGINE DES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES	30
TABLEAU 8: RECOMMANDATION PROPOSÉES PAR LES EXPERTS	32
TABLEAU 9: SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS	39

Revue de la littérature et avis d'experts sur les troubles musculo-squelettiques associés à la souris d'ordinateur

1. Introduction

1.1 Problématique

L'utilisation des terminaux à écrans de visualisation au travail est de plus en plus populaire et continue d'augmenter de façon constante. De plus, on retrouve un nombre croissant d'utilisateurs d'ordinateurs personnels tant pour des tâches de travail, de gestion personnelle que pour les loisirs (dont la navigation sur l'Internet). La plupart des interactions entre l'utilisateur et l'ordinateur sont maintenant basées sur la présentation d'interfaces graphiques (fenêtres et menus déroulants) et les logiciels offrent de nombreuses possibilités de modifier les documents. Toutefois, ces programmes rendent l'utilisateur dépendant d'interfaces autres que le clavier, dont principalement la souris, même s'il est encore souvent possible de n'utiliser que les commandes clavier. La structure des commandes clavier n'est pas toujours consistante et logique, ce qui impose une charge mentale élevée pour les utilisateurs (Sandblast et al., 1991 et Nielsen, 1993 dans Fernström et al., 1997). Il en résulte donc que la souris devient, la plupart du temps, l'outil principal d'utilisation des fonctions avancées des logiciels.

Ainsi, afin de positionner le curseur, plusieurs actions sont nécessaires. Il faut saisir la souris, la déplacer une ou plusieurs fois et actionner le bouton à une ou plusieurs reprises¹. Dans d'autres cas, il faut maintenir le bouton enfoncé tout en déplaçant la souris une ou plusieurs fois² (Armstrong et al., 1994). Même si les forces en jeu sont minimes, plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de troubles musculo-squelettiques reliés à l'utilisation de la souris (déploiement de forces excessives, maintien prolongé statique de contractions musculaires, postures extrêmes, contraintes organisationnelles et psychosociales, etc.).

Bien que la souris d'ordinateur soit utilisée depuis de nombreuses années, ce n'est que depuis le début des années 1990, avec l'avènement de l'environnement Windows, que cette interface a été introduite de façon massive dans les milieux de travail. Or, les utilisateurs lui imputent une part importante de leurs douleurs et lésions aux membres supérieurs. Les réclamations liées à l'utilisation de la souris d'ordinateur augmentent d'ailleurs rapidement (Fogleman et Brogmus, 1995) et des études démontrent clairement l'association entre l'utilisation fréquente de la souris et les troubles aux épaules, au cou, ainsi qu'aux membres supérieurs (Fernström et al., 1997; Hagberg, 1995).

Au cours des dernières années, l'IRSST a reçu de nombreuses demandes concernant la souris d'ordinateur et les liens possibles entre la souris et les malaises ou lésions aux membres supérieurs. En majorité, les demandeurs posaient des questions très concrètes sur les conditions d'utilisation de la souris et tous ont exprimé un besoin d'information pratique sur le sujet. De même, un groupe de

¹ En anglais, on réfère à ces actions par « point and click ».

² En anglais, on réfère à ces actions par « dragging » ou « dragging tasks ».

discussion organisé en février 1997 par l'IRSST et comprenant une trentaine de représentants de divers milieux de travail a, entre autres, réitéré les demandes liées à la souris.

1.2 Objectifs de l'activité

L'objectif principal de l'activité est d'approfondir ce sujet d'actualité en colligeant le savoir des chercheurs à l'échelle internationale et des experts intervenant dans les milieux de travail au Québec. L'information recueillie permettra donc de mieux comprendre les mécanismes pouvant être à l'origine de lésions musculo-squelettiques aux membres supérieurs lors de l'utilisation de la souris, d'identifier les facteurs de risques y étant reliés et d'explorer des avenues de solutions visant à diminuer les contraintes associées à l'utilisation de cette interface. Enfin, des avenues de recherche seront proposées afin d'approfondir le sujet.

1.3 Modalités

Une revue de la littérature scientifique sur le sujet de la souris d'ordinateur et des lésions musculo-squelettiques y étant reliées a été effectuée. De nombreux articles ont été consultés et une trentaine ont été analysés. Une recherche sur Internet a aussi été effectuée et quelques articles ont ainsi été consultés.

De plus, afin de compléter le savoir des chercheurs par un savoir pratique des intervenants oeuvrant dans les milieux de travail québécois, une consultation des experts dans le domaine a donc été effectuée. Pour ce, un questionnaire a été élaboré et expédié à tous les ergonomes du Québec (membres titulaires de l'Association Canadienne d'ergonomie) ainsi qu'à des personnes identifiées ayant effectué de nombreuses interventions à ce niveau (dont principalement dans les associations paritaires de santé et sécurité au travail). Le but de ce questionnaire était de recueillir de l'information qualitative sur l'ampleur du problème au Québec, les types de malaises ou de lésions les plus fréquemment rencontrés, les interventions effectuées et les succès obtenus par les divers types d'interventions.

Suite à la compilation des informations recueillies à l'aide des questionnaires, des échanges téléphoniques avec certains répondants ont permis de préciser quelques informations particulièrement intéressantes.

La mise en commun des connaissances, des expériences et des questionnements des intervenants auprès d'utilisateurs d'écrans de visualisation permet d'enrichir les informations de la revue des écrits scientifiques. Ainsi, l'association des avis d'experts québécois à la littérature internationale a permis de générer des avenues de recherche répondant également aux préoccupations spécifiques des milieux de travail québécois.

1.4 Limites de l'activité

Cette activité visait à approfondir le sujet très précis de la souris d'ordinateur en relation avec les lésions musculo-squelettiques aux membres supérieurs. La revue de la littérature a donc été effectuée en ce sens, quoique quelques articles de nature plus générale ont aussi été consultés. Toutefois, cette problématique fait partie intégrante d'un sujet beaucoup plus vaste qui est celui de la bureautique³ et

³ La bureautique est définie comme l'application de la micro-informatique dans les tâches de bureau.

de l'impact des nouvelles technologies sur la santé des utilisateurs et de l'efficacité au travail. De très nombreux écrits peuvent être retrouvés à ce niveau mais n'ont pas été intégrés à cette activité de recherche car cela outrepassait le mandat de celle-ci. C'est entre autres le cas des articles sur les claviers d'ordinateur. De même, bien que le texte réfère parfois à de la littérature sur les troubles musculo-squelettiques, cela n'est pas l'objet principal de l'étude, l'objet de cette activité de recherche étant la souris d'ordinateur.

Il est difficile et peut même être dangereux de ne regarder qu'une seule facette du problème sans considération de l'ensemble de la problématique. Les informations recueillies dans cette étude se doivent donc d'être utilisées dans une optique plus globale qui considère l'ensemble des contraintes de la situation de travail.

De même, cette activité s'intéressait essentiellement à la souris d'ordinateur. Il existe pourtant de nombreuses autres interfaces de pointage à l'ordinateur pouvant effectuer les mêmes fonctions que la souris. Quelques études comparatives de ces diverses interfaces ont été consultées mais une revue exhaustive de la littérature sur les autres interfaces n'a pas été effectuée. Toutefois, à première vue, la littérature sur le lien entre les autres interfaces et les lésions musculo-squelettiques semble peu abondante. En général, les articles comparant les diverses interfaces sont centrés sur les performances et les facilités d'utilisation plutôt que sur les contraintes imposées à l'utilisateur. De plus, actuellement, ces interfaces sont encore peu utilisées dans les milieux de travail. Il en résulte que peu d'informations autres que celles recueillies dans des expérimentations en laboratoire sont disponibles.

2. Revue de la littérature

2.1 État de la situation (constats généraux)

Le travail avec écrans de visualisation s'est fortement modifié au cours de la dernière décennie avec l'introduction massive de logiciels nécessitant l'utilisation d'interfaces de pointage électromécaniques dont principalement la souris. Or, un nombre croissant de malaises et de lésions musculo-squelettiques sont attribués à l'utilisation de cette interface. Plusieurs facteurs de risques sont pointés du doigt par la communauté scientifique comme étant à l'origine de ces troubles musculo-squelettiques (aménagement du poste de travail, conception de la souris, utilisation intensive de la souris, force, répétition, posture, pression de contact, contraintes organisationnelles et psychosociales, etc.).

Cependant, la littérature sur le sujet est encore très fragmentaire. Les articles sont peu nombreux et souvent, il n'était pas possible de retrouver plus d'un ou deux articles sur un même thème (prévalence, fréquence d'utilisation, etc.). Les résultats obtenus sont alors très incomplets et quelquefois contradictoires et sont, par conséquent, difficilement généralisables. De plus, la plupart des études ne considèrent qu'un élément très spécifique de la situation. Les résultats doivent alors être interprétés avec grande prudence en considérant l'impact de la condition d'expérimentation sur d'autres éléments ou d'autres segments corporels. Cette situation est particulièrement évidente dans les études sur l'impact de diverses conditions d'utilisation de la souris sur les mouvements ou la charge musculaire sur un segment donné (par exemple, l'étude de Damann et Kroemer (1995) sur les postures du poignet en relation avec la hauteur de la souris ne considère pas l'impact sur le coude et l'épaule).

On constate donc le manque de vision globale des connaissances actuelles sur le sujet des lésions musculo-squelettiques reliées à la souris d'ordinateur. On tente de s'appuyer sur les connaissances acquises dans d'autres domaines, dont entre autres, les LATR, la physiologie et les troubles musculo-squelettiques associés à la bureautique, pour expliquer les impacts de l'utilisation de la souris. Ainsi, les facteurs de risques généraux sont assez clairement définis. En revanche, les effets de leurs combinaisons sont peu ou pas connus. Par conséquent, la validité des solutions proposées demeurent méconnues.

2.2 Utilisation de la souris en relation avec la tâche effectuée

Peu d'études ont étudié l'utilisation de la souris en relation avec la tâche effectuée. La quantification de l'utilisation de la souris est difficile à effectuer puisque la souris est utilisée de façon plus ou moins importante selon le type d'activité réalisée, les logiciels utilisés et selon les préférences ou la formation des utilisateurs (par exemple par le choix d'utiliser les entrées clavier au lieu de la souris pour certaines fonctions). Pour leur part, Armstrong et al. (1994) identifient les arts graphiques, la conception assistée par ordinateur, la programmation et les travaux comptables comme étant des tâches associées à une utilisation intensive de la souris. Ces auteurs mentionnent que, même si ces tâches ne nécessitent pas le même nombre de répétitions que l'on peut retrouver lors de la saisie de données, elles sont souvent effectuées par des personnes hautement motivées avec de fortes incitations à travailler aussi vite que possible. Conséquemment, elles peuvent maintenir chaque effort

plus longtemps, avoir moins de temps de récupération entre les efforts successifs et travailler de plus longues heures que les personnes effectuant de la saisie de données.

Johnson, Hewes et al. (1993) ont effectué une étude visant à quantifier l'utilisation de la souris lors de l'exécution de trois types de tâches différentes (traitement de texte, tableur - base de données, dessin assisté par ordinateur). On y constate que, selon l'activité effectuée, la souris est utilisée de 1/3 à 2/3 du temps de travail et que les activités d'entraînement d'images sont communes (1/3 à 1/2 du temps d'utilisation de la souris). Selon les auteurs, ces dernières nécessitent des activités de préhension et peuvent par conséquent, occasionner plus de contraintes sur les tendons et les muscles de la main et de l'avant-bras que les autres opérations effectuées avec la souris. Ce fait est confirmé par l'étude de Rempel et al. (1994).

Les résultats détaillés sont présentés dans le tableau 1.

Ces résultats, cités par de nombreux auteurs, peuvent apparaître particulièrement élevés et doivent être interprétés avec prudence en considérant le faible nombre de sujets et la courte durée de l'expérimentation. En fait, ces résultats sont complémentaires aux catégories établies par certains autres auteurs où la condition d'utilisation intensive de la souris est quantifiée en termes d'heures par semaine. Ainsi, Wells (1996) rapporte que, selon une étude suédoise portant sur 542 sujets, l'utilisation d'une souris mal positionnée ou l'utilisation d'une souris plus de 5,6 heures par semaine serait de forts déterminants des symptômes accrus dans l'épaule, le coude et le poignet.

Tableau 1: Quantification de l'utilisation de la souris

	Traitement de texte	Tableur - Base de données	Dessin assisté par ordinateur
Nombre de sujets	4	3	3
Temps d'utilisation en pourcentage du temps total	31%	42%	65%
Entraînement d'image en pourcentage du temps d'utilisation	50%	43%	35%
Nombre d'activation du bouton	247	544	976

(d'après les résultats présentés dans Johnson, Hewes et al., 1993)

2.3 Prévalence de symptômes musculo-squelettiques

Très peu d'études portant sur l'ampleur du problème ont été retrouvées. Il faut à nouveau comprendre que l'utilisation massive de la souris est récente et que la problématique ne commence qu'à émerger. Cette revue a d'ailleurs permis de constater que beaucoup d'écrits sur les contraintes musculo-squelettiques liées à la souris ont été publiés en 1997, en comparaison avec les années antérieures. Quelques études permettent toutefois de situer brièvement l'ampleur de la problématique.

Tout d'abord, Fogleman et Brogmus (1995) ont étudié les réclamations d'une compagnie d'assurance américaine de 1986 à 1993 afin de vérifier l'évolution et l'ampleur des lésions reliées à la souris d'ordinateur. Malgré de nombreux biais ayant pu mener à une sous-estimation de l'ampleur réelle du problème (dont la sous-déclaration, une mauvaise classification liée à une plus grande sensibilisation aux problèmes liés à l'ordinateur qu'à ceux liés à la souris et une possible période de latence), les données révèlent une augmentation particulièrement rapide des réclamations liées à l'utilisation de la souris et ce, tant en termes de nombre que de coûts relativement à l'ensemble des réclamations pour LATR. Les auteurs rappellent que, puisqu'il est généralement considéré qu'il existe une période de latence significative entre la première exposition à l'utilisation de la souris et la date de la première réclamation, les résultats obtenus dans leur étude sont le reflet des expositions des années antérieures et, qu'avec l'augmentation de l'utilisation de la souris, on peut s'attendre à une augmentation des réclamations dans les années à venir.

De son côté, Hagberg (1995), a tenté de quantifier le risque relatif de ceux qui utilisaient la souris de façon intensive (plus de 10 heures par semaine) par rapport à ceux qui l'utilisent peu (moins de 2 heures par semaine). Son étude évaluait principalement la présence simultanée de symptômes musculo-squelettiques affectant plusieurs régions corporelles chez les utilisateurs de: la souris. Les résultats obtenus s'avèrent particulièrement intéressants principalement lors du regroupement des régions corporelles où le risque relatif est beaucoup plus élevé. Les résultats obtenus sont présentés en termes de risque relatif dans le tableau suivant.

Tableau 2: Sites corporels symptomatiques

Site(s) corporel(s) touché(s)	Risque relatif
Symptômes uniquement à l'épaule - région scapulaire	1,3
Symptômes uniquement au poignet	1,4
Symptômes à la région main - doigts	2,8
Symptômes aux trois régions simultanément	5,6
Symptômes à la région main - doigts et au poignet simultanément	7,4

(d'après les résultats présentés dans Hagberg, 1995)

On peut donc constater que les utilisateurs intensifs de la souris peuvent présenter un risque jusqu'à 7,4 fois plus élevé d'éprouver des symptômes que les utilisateurs occasionnels de la souris. Cette approche illustre bien l'importance d'effectuer des regroupements lors des études de prévalence.

Ces résultats sont appuyés par Karlqvist et Hagberg (1994) qui rapportent que les symptômes affectant le membre supérieur utilisant la souris sont particulièrement communs parmi les sujets utilisant fréquemment un écran de visualisation. Les résultats de leur étude supportent l'hypothèse que le travail de longue durée (> 9 heures par semaine) avec utilisation d'une souris positionnée de façon non-optimale donne des taux de prévalence plus élevés de lésions au membre supérieur. Cependant, ces auteurs mentionnent que des recherches épidémiologiques mieux conçues sont nécessaires pour supporter ces résultats.

Pour ce qui est des types de lésions causées par l'utilisation de la souris d'ordinateur, la littérature rapporte certaines études de cas de personnes ayant développé des lésions musculo-squelettiques suite à l'utilisation de la souris d'ordinateur. Ainsi, Davie et al. (1991) décrivent le cas d'un utilisateur ayant développé une neuropathie distale du nerf cubital à la main droite (confirmée par les évaluations neurologiques) de par l'utilisation de son ordinateur personnel lors de la rédaction de sa thèse de doctorat. Les auteurs associent le développement de la pathologie au maintien prolongé (plusieurs heures par jour) de la main en appui sur la table au niveau de l'éminence hypothénar⁴ avec le poignet en extension; ils mentionnent que, si les supports en caoutchouc mousse pour la souris ne permettent pas de prévenir la pression sur la face palmaire du poignet, on peut se retrouver, tel que dans le cas cité, avec un risque de lésion par compression au nerf cubital au niveau du canal de Guyon.

Franco et Castelli (1992) rapportent une situation semblable de ténosynovite au poignet droit, associée, selon eux, à la friction et à la pression de la surface de travail sur les tendons du poignet lors de l'utilisation de la souris (2-3 heures par jour, 6 jours par semaine).

De même, Norman (1991) décrit une histoire de tendinite des fléchisseurs à la main droite chez les deux conjoints d'un couple utilisant de façon intensive des ordinateurs avec souris au bureau et à la maison. La douleur à la main semblait associée à l'activité répétitive des fléchisseurs de l'index et du

⁴ Eminence formée par la masse musculaire à la partie interne (cubitale) de la paume de la main.

majeur tels que requis pour l'utilisation de la souris. L'auteur assume que le mécanisme de la lésion est le même que pour la plupart des LATR soit: utilisation répétitive résultant en des microtraumatismes et accumulation de déchets métaboliques causant une inflammation locale, une inhibition de la fonction et le tout entraînant de la douleur.

2.4 Facteurs de risques de lésions musculo-squelettiques

La nature multifactorielle des troubles musculo-squelettiques liés au travail est de plus en plus reconnue. Le degré d'attention porté aux facteurs individuels, psychosociaux et physiques qui peuvent contribuer à l'apparition ou à la prévention (effet tampon salulaire) de ces troubles demeure cependant variable (Kuorinka et Forcier, 1995).

Il ne relève pas du mandat de cette activité de discuter des mécanismes physiopathologiques des LATR. Toutefois, rappelons que les modèles permettant d'expliquer l'apparition de troubles musculo-squelettiques ont grandement évolué au cours des dernières années et qu'on reconnaît maintenant l'importance d'aborder la situation de façon globale. Dans ce rapport, certains points apparaissant plus pertinents seront discutés brièvement dont, la physiologie musculaire des contractions de faible intensité, les amplitudes extrêmes, les contraintes répétées subies par les tendons, la pression par contact et l'influence des facteurs psychosociaux.

2.4.1 Aspects physiologiques des contraintes musculo-squelettiques

Selon Wells (1996), le lien entre les lésions musculo-squelettiques et le maintien prolongé de postures statiques associées à une charge importante ou l'adoption de postures inadéquates a été observé depuis plusieurs décades. Mais ce n'est que récemment que l'on a commencé à comprendre que le maintien de postures statiques, apparemment inoffensives (comme lors de l'utilisation de la souris d'ordinateur où les charges musculaires sont faibles et les postures ne sont pas nécessairement inadéquates), peuvent entraîner des désordres musculo-squelettiques. L'exécution de travaux légers et sédentaires peut donc surcharger le système musculo-squelettique et mener à des conditions douloureuses et mêmes incapacitantes. En effet, Armstrong et al. (1994) ainsi que Johnson et al. (1995) mentionnent que des études démontrent que l'application prolongée de forces de faible niveau peut mener à des problèmes de santé.

La bonne compréhension de ce phénomène nécessite l'intégration de plusieurs éléments. Ainsi, les mécanismes de la fatigue musculaire liés à la contraction doivent être abordés. De plus, l'impact de divers éléments de la situation de travail sur la réaction de l'individu doit être considéré puisque ces mêmes éléments peuvent agir de façon synergique avec les éléments purement physiologiques.

Le premier élément de compréhension concerne donc les modes de recrutement lors de l'activité. Les contractions statiques de faible intensité survenant pendant l'exécution du travail peuvent aboutir à un mode de recrutement moteur ou à une réponse motrice stéréotypée n'utilisant que les fibres musculaires du type 1, c'est-à-dire les fibres musculaires des contractions lentes et prolongées (Hagberg, 1988, dans Kuorinka et Forcier, 1995). Cette charge musculaire statique, avec surutilisation des fibres de type 1 occasionnée par une contrainte posturale (principalement en cause dans les lésions de l'épaule - ceinture scapulaire), peut causer de l'ischémie et des dommages métaboliques avec production de métabolites; ces derniers peuvent exciter les récepteurs très sensibles de la douleur et induire une douleur persistante (Hagberg, 1995; Sjogaard, 1986, dans Kuorinka et Forcier, 1995).

Wells (1996) explique que les unités motrices sont de différentes dimensions et que les petites sont toujours les premières à être recrutées et les dernières à être relâchées. Afin de demeurer en santé, il semble qu'un muscle doive se mettre au repos plusieurs fois par minute, même si seulement pour une simple fraction de seconde. Mais les fibres musculaires dans les petites unités motrices peuvent ne jamais se mettre au repos durant toute la période où la personne travaille à son ordinateur. Conséquemment, même si le muscle comme une entité n'est pas mis au défi, ces unités motrices peuvent souffrir de sur-utilisation et de manque de récupération (Hagberg, 1988, dans Kuorinka et Forcier, 1995).

Le second élément de compréhension concerne le lien entre les réactions humaines et l'organisation du travail, soit les facteurs psychosociaux. De la frustration ou une grande concentration peut amener des tensions dans le cou, les épaules et possiblement dans d'autres parties du système musculo-squelettique. Si les muscles sont déjà activés lorsqu'ils sont sollicités pour le travail, il en résulte une charge plus élevée. Le résultat peut être que les muscles ne réussiront pas à se mettre complètement au repos (Wells, 1996). L'impact des facteurs psychosociaux sur la santé des travailleurs sera discuté au point 2.6.5 du présent rapport.

Hagberg (1995) apporte aussi trois hypothèses quant aux mécanismes pathogéniques des processus lésionnels des divers segments. L'hypothèse de la sur-utilisation des fibres de type 1 a déjà été exposée. De plus, cet auteur explique que les postures extrêmes des articulations peuvent rapidement être à l'origine de douleurs musculo-squelettiques et ce, possiblement par stimulation des récepteurs de la douleur dans la capsule articulaire ou les ligaments. Ce mécanisme pourrait être partiellement à l'origine des douleurs ressenties au poignet lors de l'utilisation de la souris. Enfin, les contraintes répétées sur les tendons, (comme par exemple dans l'activité d'entraînement d'images) peuvent causer leur inflammation. Ce dernier mécanisme pourrait être à l'origine des douleurs dans le poignet, la main et les doigts.

Même si la charge de travail relative des utilisateurs de la souris est faible en comparaison avec celle des travailleurs du secteur industriel, il faut donc considérer que les utilisateurs sont soumis à des contraintes de nature multi-factorielle pouvant générer des problèmes de santé chez certains d'entre eux.

2.5 Facteurs de risques reliés à l'utilisation de la souris

Cette section rapporte les résultats des études portant sur l'impact des diverses conditions d'utilisation de la souris sur les risques de lésions musculo-squelettiques. Les facteurs de risques seront classifiés selon les catégories suivantes:

- Gestes et postures;
- Charge musculaire;
- Forces en jeu lors de l'utilisation de la souris;
- Pression sur les tissus mous.

Par la suite, la section suivante élabore sur les facteurs externes à l'utilisateur pouvant être à l'origine des contraintes supplémentaires et influencer son niveau de risque de développer des lésions musculo-squelettiques. Les recommandations émises dans la littérature visant à favoriser un meilleur confort de l'individu seront alors présentées.

2.5.1 Gestes et postures

Le mode opératoire adopté par un individu est grandement influencé par les diverses conditions d'utilisation de la souris. Ainsi, la tâche effectuée, l'aménagement du poste de travail, les équipements utilisés, les caractéristiques individuelles et les contraintes psychosociales sont autant d'éléments qui peuvent modifier les postures adoptées par l'individu et les gestes effectués pour l'exécution du travail. Il n'est donc pas possible de décrire de façon spécifique, les gestes et postures reliés à l'utilisation de la souris. D'ailleurs, dans leur étude, Johnson, Hewes *et al.*, (1993) ont constaté qu'environ 50 % des personnes utilisent le membre supérieur de façon globale pour déplacer la souris alors que l'autre moitié utilise uniquement le poignet et les doigts. Les contraintes reliées à l'utilisation de la souris peuvent alors varier grandement.

2.5.1.1 Gestes et postures en relation avec la tâche

Karlqvist (1994) a étudié l'impact du travail avec la souris sur la posture et les mouvements au membre supérieur. Pour ce, elle a comparé l'exécution d'une tâche de correction de texte avec et sans l'utilisation de la souris. Les résultats obtenus démontrent que les utilisateurs de la souris adoptent des postures plus extrêmes que les non utilisateurs, principalement en déviation cubitale du poignet, ainsi qu'en flexion et en rotation externe de l'épaule.

De plus, en termes de mouvements, les utilisateurs de la souris passaient beaucoup plus de temps en déviation cubitale du poignet, ainsi qu'en rotation externe de l'épaule en comparaison avec les non-utilisateurs. Selon les auteurs, ces postures plus extrêmes sont évidemment dictées par le positionnement de la souris à l'extrême droite du clavier; de plus, ils considèrent que plus les postures sont extrêmes, plus il y a de risque d'inconfort dans l'épaule, le coude et le poignet. Les résultats de leur étude sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Gestes et postures reliés à l'utilisation de la souris

	Utilisateurs de la souris	Non-utilisateurs.
Posture		
Déviation cubitale	17,6°	1,8°
Flexion de l'épaule	6,2°	-7,5°
Rotation externe	12,1°	9,3° de rotation interne
Mouvements (% du temps)		
Déviation cubitale: 15 à 30°	34%	2%
>30°	30%	0%
Rotation externe: 0 - 15°		65%
>30°	81%	
Rotation interne:		34%

(d'après les résultats présentés dans Karlqvist, 1994)

2.5.1.2 Gestes et postures en relation avec la hauteur de la souris

La hauteur de positionnement de la souris aura un impact important sur la posture des divers segments du membre supérieur et sur les gestes devant être effectués pour l'atteindre. Ainsi, plus la souris est élevée, plus on peut s'attendre à ce que la posture de l'épaule et de la ceinture scapulaire soit contraignante. Toutefois, cela n'apparaît pas aussi évident pour les autres articulations. La littérature fournit un certain nombre de recommandations visant à éviter les postures extrêmes, jugées plus à risque, lors de l'utilisation de la souris. Ces recommandations se retrouveront au point 2.6 de ce rapport. Toutefois, une seule étude évaluant l'impact de la hauteur d'ajustement de la souris a été retrouvée.

Cette étude, effectuée par Damann et Kroemer (1995) porte essentiellement sur la posture du poignet lors de l'utilisation de la souris positionnée à quatre hauteurs différentes. Ces quatre hauteurs sont identifiées en relation avec la hauteur du coude (distance en centimètres entre le siège et le coude), soient 80 %, 100 % (hauteur du coude en position assise), 120 % et 140 % de la hauteur entre le siège et le coude. De plus, l'impact de l'utilisation d'un appui pour le poignet a été évalué.

Les résultats obtenus lors de cette étude démontrent que, lors de l'utilisation de la souris, l'extension du poignet est plus fréquente que la flexion et ce, dans toutes les conditions d'exécution. L'utilisation d'un appui-poignet permet de diminuer l'extension et la déviation radiale; on assiste alors à une légère augmentation de la flexion mais celle-ci demeure de faible amplitude.

C'est lorsque la surface de travail est à 140 % qu'on retrouve un minimum d'extension et de déviation radiale mais la flexion et la déviation cubitale sont alors maximales. Conséquemment, cette hauteur est à éviter.

Les résultats de cette étude semblent donc indiquer que la souris devrait être positionnée à 100 ou 120 % (en relation avec le coude) et qu'un appui-poignet devrait être utilisé. Toutefois, cette étude n'examine pas l'impact de ces positionnements sur la région de l'épaule et, un seul type d'appui-poignet a été utilisé. Ces résultats doivent donc être interprétés avec prudence de façon à considérer aussi les autres segments du membre supérieur.

2.5.2 Charge musculaire

La charge musculaire, évaluée par électromyographie, est souvent utilisée pour déterminer le niveau de contrainte musculaire auquel sont soumis les travailleurs dans une situation donnée. Divers facteurs sont alors considérés: le niveau d'excitation du muscle (ou du groupe musculaire) en relation avec la force maximale pouvant être déployée par la personne, la durée de maintien de la contraction ainsi que le nombre et la durée des périodes durant lesquelles le muscle est au repos (contraction inférieure à 1 % de la charge maximale). Il était généralement reconnu que, pour être maintenue à long terme, une contraction statique ne devrait pas dépasser 15 % de la force maximale. Toutefois, certains auteurs croient que la fatigue musculaire peut se manifester lors d'une contraction musculaire soutenue de moins de 10 % de la force maximale (Aarås, Fostervolt et al., 1997). Une étude de Kahn et al. (1997) rapporte toutefois qu'à 10 %, les signes de fatigue musculaire ne sont pas présents et ce, pour une expérimentation d'une durée de 65 minutes. Le problème de charge musculaire et de la fatigue qui y est liée ne peut être abordé en détail dans ce contexte.

Fernström et Ericson (1997) ont comparé la charge dans divers groupes musculaires du membre supérieur lors d'une tâche de modification de texte effectuée dans différentes conditions d'utilisation soient :

- clavier seulement;
- clavier et souris;
- clavier et souris avec l'avant-bras supporté par un support mobile dans les trois axes;
- clavier et « trackpoint » situé au centre du clavier.

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence que l'utilisation d'un « trackpoint » ou l'utilisation de supports pour l'avant-bras diminuent la charge sur l'épaule causée par l'utilisation de la souris. Toutefois, ces deux derniers modes augmentent la charge sur les avant-bras et les mains. Cette augmentation est expliquée par le fait que, dans ces conditions d'exécution, les sujets concentraient l'activité au niveau du poignet et de la main plutôt que d'utiliser le membre supérieur de façon globale pour effectuer les mouvements et ce, bien que le support pour l'avant-bras soit mobile dans les trois axes.

D'un point de vue subjectif, les sujets ont trouvé l'utilisation du « trackpoint » plus contraignante pour les avant-bras. Par ailleurs, l'utilisation du clavier seulement a été perçue comme plus exigeante, en termes de contrainte musculaire, pour les épaules que l'utilisation du « trackpoint » et plus exigeante pour les avant-bras que l'utilisation de la souris.

De même, une étude effectuée par Harvey et Peper (1997) comparant l'état de tension dans divers groupes musculaires a démontré une augmentation significative de la tension musculaire dans l'épaule, le haut du dos et le bras lors de l'utilisation d'une souris localisée à la droite du clavier standard étendu en comparaison avec une boule de commande située au centre et au bas du clavier (ordinateur portable). Selon les auteurs, ces états de tension peuvent mener à de l'inconfort, de la douleur ou des blessures futures dans les muscles reliés à l'utilisation de la souris mais aussi dans les autres muscles impliqués dans l'utilisation de l'ordinateur. Cette étude suggère donc un positionnement plus central de l'interface. Il est important, toutefois, de noter que les études qui préconisent un positionnement de l'interface plus "centré" n'ont pas abordé le problème de la performance, ni le problème de compatibilité entre le déplacement de l'interface et le déplacement du curseur contrôlé par l'interface. Ceci pose un problème non négligeable du point de vue ergonomique. Par ailleurs, les nouveaux claviers dits ergonomiques encouragent un positionnement plus éloigné de la souris et une abduction plus prononcée de l'épaule, ce qui apparaît contraire aux recommandations. Les auteurs prédisent donc qu'avec l'utilisation plus répandue des claviers plus larges, il y aura une augmentation des lésions reliées à l'ordinateur.

Les résultats obtenus pour l'épaule dans les études citées ci-haut, confirment donc la théorie voulant que la distance excessive de la souris dans les plans sagittal et/ou frontal impose une charge sur l'épaule. De même, les résultats démontrent que les situations les moins contraignantes pour les épaules sont aussi celles qui sont les plus éprouvantes pour les avant-bras. Cela confirme l'importance de varier les postures et mouvements au travail.

2.5.3 Forces en jeu lors de l'utilisation de la souris

L'utilisation de la souris nécessite l'application de force avec les doigts et la paume de la main pour appuyer sur le bouton, s'opposer à la gravité (forces statiques) vaincre l'inertie et la friction (forces dynamiques) (Armstrong et al., 1994; Rempel et al., 1994). Toutefois, la force musculaire déployée au niveau de l'avant-bras varie beaucoup d'un utilisateur à l'autre et ce, pour une même tâche. Ainsi, dans une tâche d'utilisation du clavier, Paul et al. (1995) démontrent que certains utilisateurs pouvaient déployer jusqu'à près de 4 fois plus de force que les autres au niveau des extenseurs du poignet (soit de 8,2 % à 30,6 % de la force maximale) alors que dans les fléchisseurs, le ratio était de 1 pour 2,15 (soit de 9,8 % à 21,2 % de la force maximale). Ces résultats se situent soit près de la limite reconnue acceptable d'effort statique, qui est de 10 à 15 % de la force maximale, soit au-dessus de cette limite et pourraient donc être associés à des symptômes de fatigue musculaire si l'activité est effectuée sur des périodes prolongées.

Les résultats obtenus dans cette étude seraient, selon les auteurs, en partie expliqués par les styles utilisés par les individus. Ainsi, certaines méthodes peuvent favoriser un segment mais être plus néfastes pour un autre. De même, les forces déployées par les utilisateurs de la souris sont souvent supérieures à la force nécessaire pour effectuer l'activité (1,5 à 2,8 x pour la souris, 2,5 à 3,9 x pour le clavier) (Armstrong et al., 1994).

Ces études peuvent, en partie, expliquer comment certaines personnes développent des lésions alors que d'autres effectuant la même tâche n'en développeront peut-être jamais.

Afin de quantifier les forces en jeu lors de différentes activités effectuées avec la souris, Rempel et al. (1994) ont mesuré les forces déployées et ce à deux niveaux différents soient, la force de pince entre le pouce et l'auriculaire et la force déployée pour enfoncer le bouton de la souris. Les résultats sont les suivants:

Tableau 4: Forces de pince pour les différentes tâches

Action	Force (en Newtons)	Écart-type
Tenir la souris	0,43 N	0,33
Déplacer et pointer	0,55 N	0,28
Soulever la souris	1,40 N	1,08
Entraînement d'image ⁵	1,46 N	1,09
Soulever la souris en maintenant le bouton enfoncé	3,96 N	2,84

(d'après les résultats présentés dans Rempel et al., 1994)

⁵ Déplacement de la souris en maintenant le bouton enfoncé ou « dragging tasks ».

Les forces pour enfoncer le bouton sont similaires pour les activités de pointer et d'entraînement d'image. Toutefois, le temps de cycle passé à appliquer une force au-dessus du niveau d'activation de la souris (0,67 N) est beaucoup plus élevé dans les tâches d'entraînement d'image.

Les résultats sont les suivants :

Tableau 5: Forces pour enfoncer le bouton de la souris

Action	Force	Temps de cycle au-dessus de force d'activation
Pointer	1,51 N	12,7 %
Entraînement d'image	1,73 N	56,5 %

(d'après les résultats présentés dans Rempel et al., 1994)

On peut donc constater que des forces significativement plus élevées ainsi que des cycles de travail plus longs, imposant une charge musculaire statique, ont été observés durant les tâches d'entraînement d'images. Conséquemment, selon les auteurs, ces tâches peuvent imposer des charges plus élevées sur les tendons et les muscles de la main et de l'avant-bras. Selon leur expérience, les utilisateurs intensifs de l'entraînement d'images sont effectivement plus enclins à développer des problèmes musculo-squelettiques que les autres. Ils mentionnent donc qu'un but souhaitable pour les fabricants de souris et les programmeurs de logiciels serait de réduire les activités d'entraînements par des améliorations des logiciels et des équipements ainsi que par une incorporation d'un bouton de verrouillage « drag – lock » comme on en retrouve actuellement sur la plupart des boules de commandes.

2.5.4 Pressions sur les tissus mous

Les pressions locales créent des contraintes sur les tissus mous (peau, nerfs et tendons) lorsqu'une personne tient un objet ou repose une partie de son corps contre une surface dure. Elles peuvent être à l'origine de lésions à la peau et aux structures sous-jacentes, comme les nerfs, les bourses séreuses et les vaisseaux sanguins. La région du poignet est vulnérable à la pression, du fait qu'elle supporte le poids de la main (Sauter et al., 1987 dans Kuorinka et Forcier, 1995) et aussi à cause de la pression qui peut s'exercer sur la région du canal carpien, surtout lorsque le poignet est en extension. Les tissus du coude et de l'avant-bras peuvent être exposés à des pressions locales; ces régions servent généralement à supporter une partie du poids du corps au-dessus des plans de travail (Kuorinka et Forcier, 1995).

Lors de l'utilisation de la souris, ce type de pression se retrouve principalement lors de l'appui sur les rebords des surfaces de travail. Il faut donc s'assurer d'éviter les surfaces trop dures et les arêtes vives. L'utilisation d'appuis coussinés peut diminuer les pressions locales.

2.6 Recommandations visant à diminuer les contraintes lors de l'utilisation de la souris

Les contraintes reliées à l'utilisation de la souris sont influencées par de nombreux facteurs. Cette section présente les études et les recommandations des auteurs sur les diverses composantes de la situation de travail soient :

- L'aménagement du poste de travail (positionnement de la souris, supports à clavier et souris, support du membre supérieur);
- Les critères de conception de la souris;
- Les ajustements possibles de la souris et l'amélioration des logiciels;
- L'organisation du travail;
- Les facteurs psychosociaux.

2.6.1 Aménagement du poste de travail

L'aménagement du poste de travail et les ameublements utilisés dicteront, du moins en partie, les postures adoptées par les utilisateurs et les mouvements devant être effectués pour utiliser la souris. Un bon consensus se retrouve parmi les auteurs afin de favoriser un positionnement visant à se rapprocher au maximum des postures physiologiques (amplitudes minimales et charge musculaire minimale). L'aménagement du poste de travail devra donc favoriser un bon positionnement de la souris et offrir du support au niveau du membre supérieur permettant ainsi de diminuer la charge musculaire.

2.6.1.1 Positionnement de la souris

Les résultats des études effectuées en relation avec les gestes et postures ainsi que sur les charges musculaires indiquent l'importance d'un bon positionnement de la souris afin de diminuer les contraintes auxquelles sont soumis les utilisateurs. Pour ce, il est recommandé de placer la souris directement à côté et au même niveau que le clavier, dans une zone d'atteinte facile de façon à éviter d'étendre le membre supérieur (Wells, 1996) ou d'être dans l'obligation de se pencher ou de s'étirer pour utiliser la souris (Armstrong et al., 1994). Certains auteurs favorisent plutôt un positionnement plus central de la souris de façon à conserver le coude près du tronc (Harvey et Peper, 1997, Armstrong et al., 1994). Pour ce, la surface de travail devrait inclure de l'espace devant le clavier⁶ de façon à ce que le clavier et la souris puissent être ajustés selon les besoins de chacun des utilisateurs (Armstrong et al., 1994). Ces dernières recommandations apparaissent difficilement applicables sans modifications des interfaces (clavier, interface de pointage) et des ameublements. Cependant, toutes ces recommandations obligent le lecteur à considérer qu'avec l'avènement des nouveaux claviers plus larges (dits ergonomiques), la souris est plus loin de l'utilisateur ce qui augmente les contraintes posturales.

⁶ L'expression utilisée dans le texte d'Armstrong et al. (1994) est « near the near keyboard ».

L'adoption de postures extrêmes au poignet doit aussi être évitée; le poignet doit être maintenu le plus droit possible en évitant l'extension de plus de 20° et les mouvements de déviation cubitale et radiale (Wells, 1996). La souris devrait donc être positionnée approximativement à la hauteur du coude (Armstrong et al., 1994; Damann et Kroemer, 1995).

Dans la pratique, les intervenants recommandent régulièrement aux utilisateurs éprouvant des problèmes musculo-squelettiques à l'épaule, de placer la souris à gauche du clavier et de l'utiliser avec la main non-dominante (cf. section 3 du présent rapport) et ce, dans l'optique de rapprocher la souris de l'utilisateur et de favoriser ainsi des postures plus physiologiques. Une étude de Hoffmann et al. (1997) vérifie l'impact de l'utilisation de la souris avec la main non-dominante. Les résultats indiquent que, chez les gauchers, la rapidité d'exécution n'est pas influencée par la main utilisée (dominante ou non-dominante). Toutefois, chez les droitiers, la vitesse est moindre lors de l'utilisation de la main non-dominante lorsque les tâches exécutées sont complexes. Elle est cependant la même pour les tâches simples. Ces résultats reflètent le résultat de l'apprentissage d'habileté chez les gauchers qui ont à interagir fréquemment avec des ordinateurs dont la souris est positionnée à droite (donc du côté non-dominant). Il faut aussi considérer que les gauchers, dans la vie quotidienne, doivent fréquemment utiliser des produits conçus pour les droitiers. Cette étude apporte toutefois certains arguments pour justifier ou non le positionnement de la souris à gauche du clavier lorsqu'un utilisateur éprouve des problèmes musculo-squelettiques à l'épaule dus à l'éloignement de la souris. Si la tâche effectuée n'est pas trop complexe, le niveau fonctionnel atteint peut quand même être intéressant.

2.6.1.2 Support à clavier / souris

Tel que démontré au point précédent, l'importance du positionnement de la souris le plus près possible du clavier est maintenant généralement reconnue. Toutefois, il existe divers types de supports à clavier / souris ou d'aménagements permettant d'obtenir ce positionnement. Une seule étude comparative a été retrouvée à ce niveau.

L'étude de Paul et Nair (1996) explore l'impact de divers design de supports à clavier et souris sur les trois aspects suivants : 1) l'activité musculaire des avant-bras, 2) la posture du poignet, du coude et de l'épaule et 3) le confort. Quatre concepts différents ont été testés en plus d'une surface de travail standard ajustée à 74 cm du sol (29,5 pouces).

Les résultats obtenus ne permettent pas de mettre en évidence un design qui soit supérieur aux autres sur l'ensemble des trois aspects. Toutefois, le modèle avec une tablette à souris glissant sous la surface à clavier (équivalent à la souris positionnée à droite et à la même hauteur que le clavier) et celui avec une surface pouvant pivoter au-dessus du clavier numérique sont ceux qui satisfont le mieux à l'ensemble des trois aspects étudiés, avec une légère préférence des utilisateurs pour le modèle avec tablette coulissante.

La surface de travail standard (à 74 cm ou 29,5 pouces du sol) ainsi que les deux autres modèles ont offert de faibles résultats sur la plupart des aspects incluant l'évaluation subjective des utilisateurs.

Les résultats de cette étude doivent toutefois être interprétés avec prudence. En effet, la période d'essai des diverses surfaces était courte (30 minutes) et l'évaluation de la charge musculaire se limitait aux avant-bras. De plus, aucun des modèles expérimentés n'offrait de support au niveau des avant-bras ou des coudes ce qui, tel que présenté dans la section suivante, influence les contraintes au

membre supérieur. Il serait donc intéressant d'explorer d'autres modèles offrant diverses alternatives tant en termes de concepts que de supports au membre supérieur.

2.6.1.3 Support du membre supérieur

La charge musculaire statique est considérée par plusieurs comme étant un facteur de risque pour le développement de lésions musculo-squelettiques. Plusieurs études s'intéressent donc à la diminution de l'inconfort et/ou de la charge musculaire sur les divers segments du membre supérieur lors de l'utilisation d'un support et ce, dans divers types de tâches. De façon générale, les résultats des études indiquent une diminution de l'activité musculaire dans les épaules et la ceinture scapulaire lors de l'appui des membres supérieurs mais on retrouve alors fréquemment une augmentation de la charge au niveau des avant-bras.

Cette augmentation de la charge dans les avant-bras lors de l'utilisation des supports est expliquée par le fait que les utilisateurs, plutôt que d'utiliser le membre supérieur de façon globale pour effectuer les mouvements, concentrent alors l'activité au niveau du poignet et de la main (Fernström et al., 1997). Pourtant, Armstrong et al. (1994) recommandent de favoriser l'utilisation de l'avant-bras en entier et ce, afin de minimiser les déviations du poignet.

La diminution de la charge sur les épaules est donc démontrée dans plusieurs études. Citons entre autres, Aarås et al. (1997a) qui obtiennent une diminution significative de la charge musculaire dans les trapèzes lors du travail avec les avant-bras supportés sur la surface de travail que ce soit avec le clavier ou avec la souris. Ce résultat était plus marqué lors du travail avec la souris. De plus, les auteurs notent que le nombre et la durée des périodes où la charge musculaire tombait en deçà de 1 % de la charge musculaire maximale était plus élevés dans ces mêmes conditions.

Ces résultats confirment ceux obtenus par Attwood (1989) qui rapporte que, dans des conditions où l'avant-bras et le coude sont bien supportés à la hauteur de la surface de travail, des utilisateurs de logiciels de conception assistée par ordinateur n'éprouvaient pas d'inconfort alors que ceux qui n'avaient pas ce support ressentaient de l'inconfort au bras et à l'épaule associé à l'élévation du bras pour utiliser la souris.

Les membres supérieurs peuvent toutefois être supportés de diverses façons : appui des poignets ou des avant-bras sur la surface de travail, utilisation d'appui-bras sur la chaise, ainsi que divers types de supports fixes ou mobiles et il n'est pas facile de définir quel type de support est le meilleur. Les résultats des études à ce niveau sont difficiles à interpréter puisqu'on ne compare généralement pas l'ensemble des possibilités. Toutefois, un certain éclairage peut-être obtenu par les résultats de celles-ci.

Tout d'abord, Feng et al. (1997) ont démontré une diminution de l'activité dans la musculature de l'épaule par rapport à la situation où le membre supérieur n'était pas supporté lors de l'expérimentation de trois types de supports (support fixe, support avec tension de ressort et support mobile horizontal). L'utilisation des supports ne diminuait toutefois pas l'activité musculaire dans les extenseurs du poignet. Même si leur étude ne portait pas sur la souris d'ordinateur, elle apporte un certain éclairage sur les effets bénéfiques de ces supports au niveau de l'activité musculaire. Le support mobile offrait les meilleures performances pour les tâches comparables à l'utilisation de la souris.

Des résultats similaires sont obtenus par Fernström et Ericson (1997). L'utilisation d'un support pour le membre supérieur, mobile dans les trois axes, a diminué la charge musculaire sur l'épaule mais augmenté celle sur l'avant-bras lors de l'utilisation de la souris.

Wells et al. (1997) pour leur part, ont comparé l'impact de l'appui à divers niveaux du membre supérieur (poignet, avant-bras, coude) en comparaison avec la condition où le membre supérieur n'est pas supporté et ce, lors de l'utilisation de la souris. À nouveau, les résultats démontrent que l'activité musculaire est maximale au niveau de l'épaule lorsque le membre supérieur n'est pas supporté et que l'activité musculaire dans les muscles de l'avant-bras et de la main est maximale lorsque l'appui s'effectue au niveau du poignet. C'est dans la condition où l'appui se fait au niveau du coude sur l'appui-bras de la chaise que l'activité musculaire était minimale pour l'ensemble du membre supérieur incluant l'épaule. Lorsque les avant-bras sont appuyés sur la surface de travail, l'activité statique au niveau des avant-bras est minimale mais l'activité est modérée au niveau des trapèzes.

Dans cette étude, il est intéressant de constater que, en termes de perception subjective de l'inconfort, les résultats étaient congruents avec l'évaluation de la charge musculaire par l'EMG soient, du plus au moins confortable: support au coude, à l'avant-bras, au poignet et aucun support. Toutefois, les sujets ont mentionné une difficulté à contrôler la souris dans les conditions où le membre supérieur n'était pas supporté et lorsque les avant-bras étaient supportés par la surface de travail.

Il ressort donc de cette dernière étude que l'utilisation d'appui-bras sur la chaise est bénéfique. Toutefois, l'observation générale suggère que les appui-bras, même s'ils sont ajustables en hauteur, peuvent ne pas offrir un bon support aux membres supérieurs, principalement lors du travail avec la souris et ce, dû au déplacement latéral nécessaire pour atteindre cette dernière (Paul, Lueder et al., 1996). Ces auteurs ont donc vérifié l'impact de l'utilisation d'appui-bras sur la fatigue musculaire des membres supérieurs lors de l'utilisation de la souris et du clavier. Les résultats de l'étude suggèrent que, pour des tâches intensives, l'utilisation d'appui-bras peut diminuer la fatigue tant au niveau des avant-bras que des épaules. La comparaison de deux types différents d'appui-bras (appui-bras ajustables de 5 cm, ou 2 pouces, en hauteur et appui-bras ajustables de 12,5 cm, ou 5 pouces, en hauteur et pivotants de 360°) démontre que, pour les tâches nécessitant l'utilisation de la souris, les appui-bras pivotants donnent de meilleurs résultats. Les sujets ont d'ailleurs évalué que ces derniers étaient supérieurs en termes fonctionnels et d'appréciation globale.

Il faut toutefois noter qu'un plus grand ajustement en hauteur était possible avec les appui-bras pivotants, ce qui peut avoir biaisé les résultats principalement pour les petites et les grandes personnes. Il a d'ailleurs été noté que, lors de l'utilisation de la souris, certains utilisateurs ne pouvaient pas utiliser les appui-bras ajustables en hauteur de façon fonctionnelle et choisissaient donc de travailler avec le membre supérieur non-supporté. Le biais relié à la différence d'ajustement de hauteur des appui-bras rend donc difficile l'interprétation des résultats entre les deux types d'appui-bras.

Les résultats de toutes ces études confirment donc que l'utilisation d'un support pour le membre supérieur permet de diminuer la charge sur les épaules et le haut du dos lors du travail avec la souris et démontrent bien la nécessité de supporter les membres supérieurs lors d'activités intensives avec le clavier et la souris. Il faut toutefois noter l'augmentation de l'activité musculaire dans les avant-bras lors de l'utilisation de support, principalement lorsque celui-ci se retrouve au niveau du poignet ou de l'avant-bras sur la surface de travail. De plus, l'appui au niveau du poignet peut imposer une pression

sur celui-ci et limiter l'utilisation globale du membre supérieur. Pour ce, il peut être préférable de favoriser l'appui du coude sur l'accoudoir de la chaise.

Malgré l'obtention de ces résultats au niveau de la charge musculaire, il peut être intéressant de s'interroger à savoir si cette charge est suffisante pour être à l'origine de lésions musculo-squelettiques. Ainsi, Fernström et al. (1997) mentionnent que, de façon générale, les contraintes musculaires sont faibles et qu'il est donc difficile de déterminer si les différences sont d'une importance clinique. De même, Aarås et al. (1997) font remarquer que la charge musculaire demeure faible dans toutes les conditions d'exécution (moyenne inférieure à 6 % de la force musculaire maximale) alors que le niveau de contraction musculaire statique pouvant être maintenu sur de longues périodes de temps varie entre 5 % et 15 % de la force maximale selon les auteurs. On se souvient toutefois que dans leur étude Paul et al. (1995) avaient démontré que certains utilisateurs pouvaient déployer des forces atteignant respectivement 21,2 % et 30,6 % dans les fléchisseurs et les extenseurs du poignet.

Cependant, même le travail à des charges très faibles peut entraîner des troubles musculo-squelettiques si le travail est monotone et répétitif (Winkel et Oxenburgh, 1990 dans Fernström et al., 1997). Selon eux, l'analyse de la fatigue et de la récupération musculaire peut être nécessaire pour comprendre pleinement les conséquences de faibles charges musculaires.

Pour leur part, Wells et al. (1997) croient que la différence d'activation entre les diverses conditions est suffisante pour suggérer que l'activation musculaire statique lors de l'utilisation de la souris sans support peut contribuer à la myalgie et à des problèmes musculo-squelettiques de l'épaule.

2.6.2 Conception de la souris (principes à respecter)

Peu d'articles ont été trouvés sur les principes de conception de la souris. De façon générale, les diverses recherches ainsi que les facteurs de risques inhérents aux LATR permettent de déduire qu'une bonne conception de la souris devrait favoriser une posture physiologique du membre supérieur, diminuer les forces en jeu et être facile à utiliser.

Rutter (1995) présente une série de critères qui devraient être considérés lors de la conception d'interfaces d'accès à l'ordinateur. Trois grandes catégories sont considérées: les contraintes liées à la tâche (répétitivité, activités, etc.), les contraintes environnementales (utilisation d'un ordinateur portable dans un moyen de transport, conditions d'éclairage, vibrations, logiciel utilisé et niveau d'utilisation de l'interface, etc.) et les contraintes liées au fonctionnement du corps humain. On doit donc considérer les caractéristiques de la main (arches, musculature) ainsi que les aspects physiologiques de la fonction neuro-musculaire. Le défi de la conception d'une interface est donc de développer une solution qui permette à l'utilisateur de positionner sa main dans une posture neutre de façon à ce que les fléchisseurs et les extenseurs soient en état d'équilibre.

Pour leur part, de façon à diminuer la pronation nécessaire pour positionner la main sur la souris, Armstrong et al. (1994) favorisent un design asymétrique de souris. Selon eux, ce type de design nécessiterait toutefois des souris pour les gauchers et les droitiers. De plus, afin de minimiser la force pour tenir et utiliser la souris, ces auteurs recommandent de respecter les critères suivants:

- minimiser le poids de la souris;
- minimiser la force pour actionner le bouton;

- maximiser la friction entre le doigt et la souris (« mouse-finger friction ») par l'utilisation de texture et d'empreintes sur les bords de la souris;
- avoir une surface de travail assurant une faible friction avec la souris mais une bonne friction avec la boule de la souris;
- orienter le bouton pour diminuer la composante de force verticale;
- maintenir la souris de façon à ce qu'elle suive adéquatement sa trajectoire;
- fournir une information rétroactive aux utilisateurs;
- entraîner les utilisateurs à minimiser les forces appliquées et à relaxer les muscles entre les applications de force.

Afin de minimiser les pressions locales, ils recommandent de:

- diminuer les forces en général (voir ci-dessus);
- arrondir les arêtes de la souris;
- arrondir les bords des surfaces de travail;
- positionner la souris de façon à éviter un contact entre le poignet et la surface de travail.

2.6.3 Ajustement de la souris et des logiciels

Les déviations cubitales et radiales correspondent aux mouvements latéraux imposés à la souris; les amplitudes de ces mouvements dépendent du mode opératoire de l'utilisateur, de la sensibilité du curseur au mouvement de la souris et de la distance à parcourir sur l'écran. Un bon ajustement de la sensibilité de la souris s'avère donc essentiel. Un compromis est nécessaire de façon à obtenir la sensibilité requise pour optimiser la précision par rapport à celle qui est nécessaire pour minimiser la distance du déplacement. Les opérateurs devraient être formés à ajuster la sensibilité telle que nécessaire (Armstrong et al., 1994; Wells, 1996).

Ainsi, Wells (1996) recommande de choisir l'option d'accélération pour la souris (logiciel) si elle est disponible. Sinon, il faut éviter d'ajuster la souris pour une vitesse rapide car il devient trop difficile de contrôler le curseur lors de l'exécution de tâches fines. De même, l'ajustement trop lent est à éviter pour le travail général puisqu'il nécessite de soulever la souris trop souvent.

De plus, les auteurs s'entendent sur l'importance de réduire au maximum les activités d'entraînement d'images et les doubles pressions. Pour ce, on recommande de bien choisir le logiciel pour la souris (Armstrong et al., 1994; Rempel et al., 1994; Wells, 1996) de façon à ce que la souris puisse être verrouillée sur l'objet lors de ces activités et que la programmation permette de limiter les mouvements de la souris. Au niveau des logiciels, les menus déroulants pourraient être remplacés par un système où le menu est activé et demeure déroulé par un simple click de la souris (Rempel et al., 1994). À ce niveau, il est aussi intéressant de considérer l'option où le curseur se positionne automatiquement sur la fonction « par défaut » lorsque s'affiche une boîte de dialogue.

2.6.4 Organisation du travail

2.6.4.1 Pauses, relaxation, perception subjective de l'inconfort

Les études démontrent que l'application prolongée de forces de faible niveau peut conduire à des problèmes de santé (Armstrong et al., 1994) et que des états de tension musculaire considérablement élevés peuvent se produire de manière inconsciente de la part de l'individu (Harvey et Peper, 1997). Ainsi, selon Peper et Tibbets (1994), les facteurs les plus communs qui affectent l'inconfort musculo-squelettique sont l'absence de périodes de repos et les facteurs ergonomiques⁷. Ces auteurs mentionnent que le repos et l'amélioration des facteurs ergonomiques, utilisées pour prévenir, améliorer ou guérir les LATR, ne peuvent toutefois prévenir que partiellement les LATR parce que les travailleurs doivent être capables de relaxer physiologiquement et/ou de percevoir la tension. Dans la majorité des cas, les utilisateurs ne possèdent pas ces capacités. L'étude de la perception musculaire dépasse le mandat de cette étude. Toutefois, il faut noter que plusieurs employeurs et employés supposent logiquement que des périodes de repos périodiques conduisent automatiquement à la relaxation physiologique du muscle mais, ces prémisses sont inexactes. Un entraînement visant le développement d'une conscience de l'état de tension musculaire par biofeedback peut être une méthode permettant de contribuer à la diminution des risques de LATR (Harvey et Peper, 1997 ; Peper et Tibbets, 1994).

Les pauses fréquentes sont souvent proposées comme un moyen de réduire l'inconfort musculaire, les charges statiques sur le système musculo-squelettique ainsi que les LATR (Armstrong et al., 1994; Wells, 1996; Henning et al., 1997). Elles sont aussi recommandées pour diminuer les perturbations de l'humeur associées aux longues périodes de travail continu à l'écran (Henning et al., 1997). Selon ces derniers auteurs, ces courtes pauses permettent aux utilisateurs de profiter de la récupération rapide qui se produit durant la portion initiale d'une période de repos et ne compromettent pas l'adaptation au travail de l'individu. On remarque toutefois que, malgré les recommandations, les utilisateurs prennent peu ces pauses. Un des facteurs contributifs est le fait que les utilisateurs attendent généralement de ressentir de l'inconfort avant de prendre les pauses alors que de courtes pauses pourraient prévenir l'apparition de ces problèmes. En effet, Karlqvist (1994) rapporte que plusieurs utilisateurs de la souris mentionnent ne commencer à éprouver de l'inconfort qu'après deux heures de travail.

Une étude effectuée par Henning et al. (1997), visait donc à évaluer l'impact de pauses fréquentes sur l'inconfort musculo-squelettique et sur la performance pour des utilisateurs d'écrans de visualisation. L'étude a été effectuée dans deux milieux de travail et différentes conditions d'expérimentation permettaient de comparer l'impact de l'ajout de pauses autres que les pauses traditionnelles ainsi que l'ajout d'exercices d'étirements durant ces pauses supplémentaires. Les résultats obtenus étaient très différents dans les deux milieux de travail (aucun effet significatif dans le plus gros milieu, effets significatifs à certains niveaux dans le plus petit milieu).

L'explication de la différence des résultats entre les deux sites n'est pas claire. Toutefois, un certain nombre de facteurs peuvent avoir influencé la capacité et/ou la volonté des utilisateurs de se conformer aux pauses recommandées. Parmi ceux-ci, notons principalement :

⁷ Ce terme est celui utilisé par l'auteur et n'était pas défini dans le texte.

- Une plus ou moins grande variété dans la tâche;
- Un manque d'intégration des pauses à la tâche (interférence avec l'exécution de la tâche ou avec les prises de décision).

Selon les auteurs, il faut donc envisager un système différent d'intégration des pauses où celles-ci, plutôt que d'être imposées à intervalles fixes par l'ordinateur, pourraient n'être imposées que lorsque l'utilisateur ne respecte pas les périodes maximales de travail sans pauses, permettant ainsi à l'opérateur d'arrêter au moment le plus approprié. La performance à ce niveau serait grandement améliorée dans des expérimentations où l'opérateur reçoit une rétroaction continue de sa performance à respecter les pauses recommandées. Dans ces conditions expérimentales, la productivité n'était pas affectée, le taux d'erreurs avait diminué et les opérateurs rapportaient peu de perturbation de la tâche ainsi qu'un haut degré d'acceptation du système (Henning et al., 1995, dans Henning et al., 1997)

Il est intéressant de constater que, dans l'étude de Henning et al. (1997), quels que soient les résultats obtenus au niveau de l'humeur et du confort, non seulement la productivité n'avait pas diminué mais elle avait même augmenté dans certaines conditions. Il peut donc être intéressant d'instaurer un tel système en espérant en retirer des effets bénéfiques tout en sachant que le risque d'effets négatifs est faible.

2.6.4.2 Variété des tâches

La diminution de la variété des tâches consécutive à l'amélioration de la technologie (ordinateurs en réseau, imprimantes à chaque poste de travail, courrier électronique, etc.) entraîne pour l'opérateur une augmentation du temps de travail à l'ordinateur. De cette augmentation du temps passé à l'ordinateur, découle un maintien prolongé d'une posture relativement statique et offrant peu de variété de mouvements pour certaines parties du système musculo-squelettique: le dos, la région cou-épaule et la région du bras et de l'avant-bras (Wells, 1996). Ainsi, Kuorinka et Forcier (1995) abordent le concept d'invariabilité de la tâche, impliquant la monotonie à la fois physiologique et psychologique. Elle se produit lorsqu'une tâche est fortement répétitive, variant très peu et qu'une charge est subie continuellement par les mêmes tissus.

Selon Veiersted et al., 1990 (dans Kuorinka et Forcier, 1995), il est démontré que le modèle de l'activité musculaire dans un travail répétitif présentant peu de variété joue un rôle important dans l'apparition de la douleur musculaire.

Ainsi, de ces concepts, on peut comprendre l'importance d'augmenter la diversité dans les tâches. Les tâches doivent donc être organisées de façon à éviter l'utilisation continue de la souris (Armstrong et al., 1994) et à diminuer le travail monotone (Wells, 1996). De plus, la variété des tâches peut permettre d'augmenter la charge de travail physique et solliciter par le fait même les fibres musculaires de type 2 au lieu d'une utilisation unique des fibres de type 1 (Hagberg, 1995).

2.6.5 Facteurs psychosociaux

La nature multifactorielle des troubles musculo-squelettiques liés au travail est de plus en plus reconnue (Kuorinka et Forcier, 1995). Ainsi, la contribution des facteurs psychosociaux dans la physiopathologie des troubles musculo-squelettiques a été étudiée par de nombreux auteurs. Il ne relève pas de cette activité de recherche de faire une revue exhaustive sur le sujet. Toutefois, la

prévention des lésions musculo-squelettiques associées à l'utilisation de la souris d'ordinateur ne peut être abordée en passant complètement sous silence cette facette de la problématique.

Dans le cadre de cette activité, un seul article portant sur le sujet a été retenu. Il présente un modèle illustrant les effets du stress sur la santé physique et mentale des utilisateurs d'écrans de visualisation (Smith, 1997).

Selon cet auteur, les aspects psychosociaux de l'utilisation de TEV⁸ ont été reconnus comme facteurs contribuant à l'état de santé physique et mentale des utilisateurs depuis plus de 15 ans et ils émergent maintenant comme l'une des plus importantes problématiques des utilisateurs de TEV à la fin des années 1990.

Les facteurs psychosociaux réfèrent aux perceptions subjectives que les employés ont de l'environnement de travail objectif. Il est proposé que les perceptions négatives peuvent mener au stress, lequel peut produire une augmentation de la production d'hormones, de la tension musculaire et de l'activité cardiovasculaire. Dans cette présentation de Smith (1997), les effets sur la santé physique se rapportent aux plaintes somatiques d'inconfort ou de douleurs et aux problèmes d'ordre médical. Les effets sur la santé mentale ont trait aux perturbations de l'humeur, à l'insatisfaction au travail et aux troubles émotionnels. Le modèle présenté par l'auteur illustre les effets du stress au travail sur la santé des individus.

L'organisation du travail est citée parmi les facteurs qui influencent le stress psychologique et l'humeur; elle a aussi une influence directe sur les inconforts et les douleurs musculo-squelettiques aux membres supérieurs. En effet, elle définit la nature des activités de travail, l'importance des charges de travail et l'exposition à celles-ci, le nombre et la durée des actions, les considérations ergonomiques telles que la conception du poste de travail, des outils et des équipements et les facteurs environnementaux. Selon Smith (1997), les auteurs des études sur ce sujet proposent que ces facteurs interagissent comme un système pour produire une charge totale sur la personne et que cette charge peut mener à une augmentation des problèmes musculo-squelettiques aux membres supérieurs. De plus, l'organisation du travail définit la nature des activités de travail (méthodes), la formation des employés, la disponibilité d'assistance, les relations de supervision et la conception du poste de travail. Tous ces facteurs ont été reconnus comme ayant un impact sur le risque de symptômes musculo-squelettiques. L'auteur suggère que ces facteurs agissent par l'intermédiaire des réactions émotionnelles sur les réactions musculo-squelettiques (tensions, douleurs).

Les solutions doivent être abordées avec une approche systémique où l'on tentera d'améliorer le maximum de facteurs possibles dont, entre autres, le support de l'organisation, le contenu de la tâche, le contrôle sur la tâche et les possibilités de prises de décision. Il faut éviter de mettre l'emphase sur une seule catégorie, cette dernière alternative n'ayant, fort probablement, que peu de succès sur le contrôle des problèmes de stress au travail. Une stratégie globale s'avère donc essentielle. Bien que ces résultats soient intéressants, comme ils ne relèvent que d'une seule étude, ils doivent être considérés avec circonspection.

⁸ Terminal à écran de visualisation

2.7 Divers modèles de souris proposés dans la littérature

Quelques équipes de recherche ont tenté, à partir des principales recommandations formulées dans la littérature, de concevoir une souris répondant davantage aux critères ergonomiques. D'autres ont comparé plusieurs types de souris, entre elles ou avec d'autres interfaces, pour en déterminer la ou les meilleures.

Bien que plusieurs de ces articles soient teintés d'une saveur commerciale, ils demeurent intéressants dans l'optique où ils tentent de proposer de nouveaux concepts et de les comparer avec ce qui existe actuellement. C'est pourquoi quelques-uns de ces articles sont tout de même présentés ci-dessous.

Pekelney et Chu (1995) présentent une souris, appelée « Kensington Thinking Mouse TM ». Elle a été conçue par une équipe multidisciplinaire américaine qui a tenté, à partir des critères généralement reconnus dans la littérature, de respecter les critères ergonomiques de conception dans le but de diminuer les risques de lésions musculo-squelettiques liés à l'utilisation de la souris.

Voici, d'après les auteurs, quelques-unes des caractéristiques de cette souris :

- La forme et le matériau de la souris visent à faciliter la préhension (reproduit l'architecture naturelle de la main); les formes sont douces et symétriques permettant plusieurs types de préhension dans l'optique d'encourager les utilisateurs à changer périodiquement la posture de la main diminuant ainsi la charge statique sur les structures;
- La souris est fournie avec un logiciel possédant une caractéristique de « verrouillage » lors de l'action d'entraînement d'image. Pour le MacintoshTM, une option a été ajoutée pour un verrouillage automatique lors de l'utilisation de la barre de menu de façon à diminuer encore plus les activités de déplacement dans la barre de menu. De plus, le positionnement automatique du curseur sur le bouton « par défaut » s'effectue lors de l'ouverture d'une boîte de dialogue;
- Un ajout de boutons permet d'éviter le double-clic; la souris a 4 boutons programmables (2 rangées de 2) pour favoriser une posture plus naturelle de la main;
- Ce design combiné à un logiciel souple permet l'utilisation des deux mains;
- La sensibilité de la souris est ajustable; l'utilisateur peut ajuster non seulement la vitesse mais aussi la courbe d'accélération.

Les auteurs précisent que, malgré une bonne volonté pour intégrer les principes d'ergonomie et pour les valider, peu de recherches permettent de conclure sur chacun des critères retenus. Ils mentionnent la nécessité de recherches supplémentaires à ce niveau.

Wang (1996) présente pour sa part la « Rodney Dangerfield of the desktop », une nouvelle souris, et cite à l'appui deux études dont les résultats indiqueraient que l'utilisation de cette souris génère des charges musculaires moindres principalement au niveau de la main et du poignet. Malheureusement, la souris n'est pas illustrée dans l'article et sa description permet difficilement de l'imaginer. Sa principale caractéristique serait que la forme de la souris permet de positionner les trois doigts «droits et parallèles au bureau», le reste de la main étant supporté dans une posture ouverte plutôt qu'enroulée autour de la souris.

Selon l'auteur, les résultats des études sur cette souris ne sont que préliminaires mais suggèrent une amélioration du design par rapport aux autres souris et une diminution des risques de LATR. Des études complémentaires sont toutefois nécessaires.

Une autre étude, effectuée par Aarås et Ro (1997b) portant sur un nouveau modèle de souris, a été retrouvée sur le réseau Internet. Cette nouvelle souris, appelée Anir™ Mouse ressemble à une commande d'avion («pilot stick» dans l'article) et s'utilise avec l'avant-bras en position neutre. Le bouton est actionné avec le pouce.

La comparaison de la charge musculaire (évaluée par électromyographie) associée à l'utilisation de cette souris par rapport à la souris traditionnelle démontre une diminution significative de la charge musculaire au niveau du long extenseur du pouce. Une tendance positive (mais résultats statistiquement non-significatifs) était aussi observée pour l'extenseur commun des doigts. Le nombre de périodes où la charge musculaire était en deçà de 1 % de la force musculaire maximale était aussi significativement plus élevé pour le long extenseur du pouce et pour le trapèze (dans ce dernier muscle, le résultat était significatif seulement lorsque l'avant-bras était supporté sur la table).

Enfin, Rutter (1995) présente une étude effectuée par une équipe de design où 5 souris, 4 boules de commandes et 2 autres interfaces intégrées ont été évaluées et comparées sur la base de divers critères devant, selon eux, être considérés lors du design d'une interface. Les trois grandes classes de critères fondamentaux considérés étaient: les contraintes de la tâche, les contraintes environnementales et les contraintes liées au fonctionnement du corps humain (amplitudes articulaires, contrôle neuro-musculaire, grandeur, forme, dextérité, etc.). Dans cet article, à saveur commerciale, peu d'informations étaient données sur la méthodologie de l'étude. Il est donc difficile de bien évaluer les résultats obtenus. Toutefois, cet article donne des pistes pour comparer les différentes interfaces dont la boule de commande.

En effet, de nombreuses interfaces de pointage sont maintenant disponibles sur le marché et les fournisseurs vantent tous la supériorité de leur modèle. Fernström et al., 1997 mentionnent toutefois que chacune de ces interfaces (boule de commande, «touchpad», crayon pointeur, etc.) a probablement, selon l'aspect étudié, des avantages et des inconvénients par rapport à la souris. Présentement, les connaissances sont insuffisantes pour définir avec certitude ce qu'est une bonne interface, en termes de charge physique, d'efficacité et de confort. Plus de recherche est nécessaire afin de comparer les interfaces les unes aux autres. Ces auteurs rapportent qu'il existe une tendance pour les personnes éprouvant des problèmes au membre supérieur dus à l'utilisation de la souris à n'utiliser que le clavier. Toutefois, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour connaître les contraintes musculo-squelettiques de ce choix. De même, il est important de considérer que, bien que l'utilisation de la souris puisse imposer des postures plus contraignantes que l'utilisation du clavier seulement, certaines études rapportent une performance accrue lors de l'utilisation de la souris et un plus faible taux d'erreurs (Karlqvist, 1994). De plus, dans une tâche d'édition de texte, les sujets ont préféré l'utilisation du clavier et de la souris à celle du clavier seulement (Fernström et al., 1997). Il est donc peu probable que cette interface disparaisse dans un proche avenir.

3. Consultation des experts

3.1 Méthodologie

Un questionnaire a été développé et envoyé à environ 65 personnes dont tous les membres titulaires de l'Association Canadienne d'Ergonomie et quelques intervenants dans les associations paritaires et les milieux universitaires. Après la date limite de réception des questionnaires, un rappel téléphonique a été effectué auprès des personnes n'ayant pas retourné leur questionnaire afin de les inciter à participer à l'activité.

Lorsque les informations contenues dans les questionnaires apparaissaient particulièrement intéressantes ou que des informations supplémentaires étaient jugées nécessaires, une communication téléphonique a été établie avec le répondant afin de préciser certains éléments. De plus, deux personnes, au lieu de compléter le questionnaire, ont préféré avoir une conversation téléphonique avec la chargée de l'activité. (Le questionnaire se retrouve en annexe.)

3.2 Résultats

3.2.1 Taux de réponse

Quarante-huit (48) personnes ont répondu au questionnaire (environ 74 %⁹) dont 33 disent avoir effectué des interventions en bureautique où la souris d'ordinateur était utilisée (69 %). Les personnes qui ne sont jamais intervenues à ce niveau sont principalement des chercheurs ou des membres du corps professoral universitaire. Les statistiques présentées dans la suite de ce rapport seront donc en relation avec le nombre de personnes ayant répondu avoir fait des interventions (soit 33 personnes).

De plus, 21 des 33 personnes estiment avoir émis des recommandations en relation avec la souris pour plus de 20 postes de travail et certaines, pour des centaines de postes de travail. Ces réponses démontrent que les ergonomes en consultation sont fréquemment appelés à intervenir dans des situations de travail où l'ordinateur et la souris sont utilisés.

3.2.2 Types d'interventions effectuées

La plupart des consultants sont appelés à intervenir dans des situations de réaménagement de postes déjà existants (88 %)¹⁰ et la demande consiste généralement à procéder à une analyse complète de la situation de travail (64 %) et/ou à dispenser de la formation/information aux utilisateurs (79 %). Fréquemment, l'intervention s'effectue en relation avec des utilisateurs présentant déjà des problèmes (76 %).

Les experts interviennent aussi, mais de façon moindre, lors de l'aménagement de nouveaux postes de travail (57 %). Les ergonomes sont consultés pour le choix de nouveaux équipements (70 %). Plus rarement, la demande touche les aspects organisationnels de la situation de travail (21 %). Une seule

⁹ Tous les résultats présentés dans cette section ont été arrondis à l'unité près.

¹⁰ Les pourcentages rapportés ici ne sont donnés qu'à titre indicatif et n'ont pas fait l'objet d'analyses statistiques.

personne mentionne avoir été consultée pour la conception de nouveaux dispositifs de pointage et de communication.

3.2.3 Identification des problèmes musculo-squelettiques associés à l'utilisation de la souris

Les ergonomes rapportent avoir associé (du moins en partie) l'utilisation de la souris d'ordinateur aux symptômes de troubles musculo-squelettiques rapportés par les utilisateurs dans 94 % des cas. Cependant, il est mentionné qu'il est souvent difficile d'identifier exactement les causes et que plusieurs autres éléments du poste de travail étaient aussi en cause. Dans certains autres cas, la situation leur apparaissait toutefois très claire.

Toutes les régions du membre supérieur sont touchées à des degrés plus ou moins importants (incluant la ceinture scapulaire et les atteintes au niveau dorsal).

Les sites les plus fréquemment touchés, selon les répondants, sont rapportés au tableau 6.

Tableau 6: Régions touchées selon les répondants.

Régions	% des répondants
Épaule / ceinture scapulaire (avec irradiations possibles au membre supérieur)	88%
Poignet	70%
Coude	51%
Main / doigts	45%
Cervicale	42%
Avant-bras	33%
Bras	27%
Dorsale	21%
Lombaire	9%

Il est évident que ces données ne permettent pas d'établir de prévalence puisque les ergonomes sont généralement appelés lorsque des problèmes sont présents. Toutefois, ces résultats supportent le peu de données disponibles dans la littérature, c'est-à-dire que les problèmes liés à l'utilisation de la souris affectent principalement les membres supérieurs. Les régions les plus touchées sont les suivantes : l'épaule avec la ceinture scapulaire, le poignet, le coude et finalement la main incluant les doigts.

3.2.4 Déterminants identifiés comme étant à l'origine des problèmes musculo-squelettiques

La synthèse des résultats obtenus à ce niveau permet de constater que la plupart des répondants relèvent principalement la conception et l'aménagement du poste de travail comme étant à l'origine des troubles musculo-squelettiques rapportés par les utilisateurs (94 %). En effet, le positionnement de la souris qui est trop haute ou trop éloignée de l'utilisateur est la principale cause rapportée.

Toutefois, la posture et le mode opératoire de l'utilisateur (67 %) ainsi que le manque de variété dans les tâches (58 %) sont aussi souvent pointés du doigt. Quelques ergonomes (36 %) rapportent que la conception de la souris peut être à l'origine de problèmes musculo-squelettiques quoique certains mentionnent que ce n'est généralement pas le problème le plus urgent. La sensibilité de la souris est aussi quelquefois mise en cause (24 %). Près du tiers des répondants (30 %) attribuent une part des problèmes aux logiciels utilisés. Les facteurs psychosociaux sont identifiés comme facteur causal par 21 % des répondants.

Le tableau suivant présente, par grandes catégories, les principaux déterminants rapportés comme étant à l'origine des problèmes musculo-squelettiques ainsi que les conséquences négatives de ces déterminants.

Tableau 7 : Déterminants à l'origine des troubles musculo-squelettiques

Catégorie	Déterminants	Conséquences négatives
Éléments de conception et d'aménagement du poste de travail	a) Surface de travail	<ul style="list-style-type: none"> • Souris positionnée sur la surface de travail, plus haute que le clavier (souris trop haute et loin), entraînant une flexion de l'épaule, ou, • Souris placée sur la surface latérale, imposant une abduction de l'épaule.
		<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de claviers allongés ou de nouveaux claviers dits «ergonomiques».
		<ul style="list-style-type: none"> • Souris davantage éloignée vers la droite.
b) Appui du membre supérieur		<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la fréquence de soulèvement de la souris pour parcourir la distance nécessaire.
		<ul style="list-style-type: none"> • Absence d'appui-bras ou appui-bras non ajustables.
		<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité de supporter le poids du bras et de l'avant-bras.
c) Autres		<ul style="list-style-type: none"> • Appui au niveau du poignet ou de l'avant-bras.
		<ul style="list-style-type: none"> • Mobilité du membre supérieur limitée à l'articulation du poignet.
		<ul style="list-style-type: none"> • Pressions locales au poignet ou à l'éminence hypothénar.
	<ul style="list-style-type: none"> • Présence d'arêtes vives ou de surfaces dures. 	<ul style="list-style-type: none"> • Postures inadéquates.
	<ul style="list-style-type: none"> • Aménagement général du poste. • Méconnaissance des ajustements possibles et des principes d'hygiène posturale. 	
Conception de la souris	<ul style="list-style-type: none"> • Souris trop grosses, trop bombées ou de formes particulières. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posture inadéquate de la main ou du poignet (appui sur l'éminence hypothénar, postures en déviation ou en extension du poignet, etc.)
Conception des logiciels	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise conception ou affichage trop petit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exigence visuelle importante, dextérité trop fine requise.

Tableau 7 : Déterminants à l'origine des troubles musculo-squelettiques (suite)

Catégorie	Déterminants	Conséquences négatives
Organisation du travail	<ul style="list-style-type: none"> Manque de variété, surtout dans la CAO, le DAO, la correction et la mise en pages. Formation déficiente sur : l'ajustement de la chaise, l'aménagement du poste de travail les principes d'hygiène posturale, les possibilités du système informatique... 	<ul style="list-style-type: none"> Stress. Maintien de postures statiques ou inadéquates.
	<ul style="list-style-type: none"> Horaire : charge de travail. 	<ul style="list-style-type: none"> Stress, inefficacité.
Facteur psycho-sociaux	<ul style="list-style-type: none"> Introduction fréquente de changements technologiques et de nouveaux logiciels; formation minimale et peu de temps alloué pour l'adaptation. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacité d'adaptation et d'apprentissage sollicitée souvent et longtemps.

3.2.5 Identification des solutions

À ce niveau, les répondants ont souvent présenté les principales solutions recommandées sous forme de principes généraux. Ils ont peu fourni de réponses à des exemples pratiques (comment, dans une situation donnée, a-t-on résolu le problème). Des grandes tendances ressortent tout de même des solutions proposées par les experts.

Ainsi, considérant les déterminants identifiés par les répondants dans la section précédente, il n'est pas surprenant de constater que les recommandations se situent d'abord au niveau de l'aménagement physique du poste de travail. Le second type de recommandations a trait à la formation des utilisateurs, principalement sur les principes d'hygiène posturale, mais aussi sur les modes opératoires, sur les ajustements possibles de la souris et sur les possibilités des logiciels. On retrouve toutefois aussi des recommandations en relation avec l'organisation du travail (principalement en termes de répartition et de variété des tâches), ainsi qu'avec les équipements utilisés (claviers, interfaces de pointage, accessoires).

Les diverses alternatives de solutions apportées par les répondants sont regroupées sous 5 grands thèmes: l'aménagement du poste de travail (incluant les ameublements), le choix et la conception des interfaces, l'utilisation des logiciels, l'organisation du travail et la formation des utilisateurs.

3.2.5.1 L'aménagement du poste de travail

A ce niveau, les recommandations visent principalement à rapprocher la souris de l'utilisateur de façon à lui permettre de travailler dans une posture plus physiologique. Naturellement, il est recommandé que la hauteur de travail soit ajustée en fonction des caractéristiques anthropométriques de l'utilisateur et ce, par un ajustement en hauteur soit de la surface de travail, soit de la chaise. La principale recommandation vise donc à positionner la souris à la même hauteur et le plus près possible du clavier. Pour ce, diverses approches sont utilisées.

Le tableau suivant présente les recommandations proposées par les experts ainsi que, lorsque spécifiquement mentionnés par ces mêmes experts, les avantages et les inconvénients associés à ces recommandations. Les cases blanches indiquent qu'aucun expert n'a spécifié d'avantage ou d'inconvénient lié à sa recommandation.

Tableau 8 : Recommandations proposées par les experts

Recommandations	Avantages	Inconvénients
Support à souris.		
1) Support à clavier large, permettant de placer la souris à côté du clavier.		<ul style="list-style-type: none"> • Certains supports instables ne permettent pas un appui ferme. • Certains modèles ajustables ont un mécanisme encombrant interférant avec l'espace de dégagement des membres inférieurs.
2) Support avec tablette à souris rétractable (qui se glisse sous la surface pour le clavier).	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être utilisé lorsque l'espace de dégagement sous la surface de travail est insuffisant pour permettre l'installation d'un large support à clavier. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisateur doit enlever la souris et rétracter la tablette chaque fois qu'il pousse son clavier sous le bureau. • Peut amener l'utilisateur à préférer les méthodes de travail antérieures avec la souris sur le bureau.
3) Tablette pour la souris indépendante de celle du clavier (ex. : remplacer le tiroir du haut du bureau par un support pour la souris).	<ul style="list-style-type: none"> • Tablette, soit à la même hauteur ou légèrement plus haute que le clavier, afin de bien supporter le membre supérieur lorsque l'épaule est en légère abduction. 	<ul style="list-style-type: none"> • Souris éloignée de l'utilisateur.
4) Surface de travail unique, basse et profonde, comprenant alors un support, pour rehausser l'écran, et un porte-documents.	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de travail polyvalente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu appropriée pour les tâches avec beaucoup d'alternance entre le travail au clavier et le travail de bureau.
5) Support qui se glisse au-dessus du pavé numérique du clavier.	<ul style="list-style-type: none"> • Ramène la souris plus près de l'utilisateur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Souris plus haute que le clavier. • Support instable. • Impossibilité d'utiliser le clavier numérique.
6) Remplacer le clavier allongé par un petit clavier («Mini-touch») pour les utilisateurs de IBM et petit clavier Me Intosh pour les utilisateurs de APPLE).	<ul style="list-style-type: none"> • Ramène la souris plus près de l'utilisateur. • Apprécié lorsqu'il répond bien aux logiciels utilisés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clavier «Mini-touch» pas compatible avec tous les logiciels. • Clavier plus bruyant et nécessitant une période d'adaptation - touches de fonctions et pavé numérique intégrés au clavier alphanumérique.

Tableau 8 ; Recommandations proposées par les experts (suite)

Recommandations	Avantages	Inconvénients
7) Placer la souris à gauche du clavier.	<ul style="list-style-type: none"> • Ramène la souris plus près de l'utilisateur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exige une période d'adaptation. • Ne convient pas aux tâches complexes.
Support du membre supérieur.		
1) Appui-poignets.	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de prendre facilement des micropauses dans des postures adéquates. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut causer des pressions locales au poignet si la surface est rigide. • Peut augmenter le mouvement effectué au niveau du poignet et de la main.
2) Appui des avant-bras sur la surface de travail en repoussant le clavier et la souris.		
3) Tablette indépendante pour la souris.	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être plus longue (et plus avancée) que celle utilisée pour le clavier, de façon à fournir un bon support au membre supérieur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Éloigne légèrement la souris de l'utilisateur.
4) Surface de travail perpendiculaire (en L) ou table découpée pour englober légèrement la personne.	<ul style="list-style-type: none"> • Support complet de l'avant-bras lors de l'utilisation de la souris. 	<ul style="list-style-type: none"> • Éloigne légèrement la souris de l'utilisateur.
5) Support fixe pour le bras (fixé sur le devant de la surface de travail).	<ul style="list-style-type: none"> • Utile pour ceux qui utilisent beaucoup la souris et peu le clavier. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encombrant et instable.
6) Support mobile articulé se fixant sur le devant de la surface de travail.	<ul style="list-style-type: none"> • Permet d'alterner entre le clavier et la souris. • Offre un bon support pour le membre supérieur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas compatible avec les accoudoirs de la chaise. • Requiert une période d'adaptation. • Ajustement difficile. • Pas utile pour les personnes qui alternent beaucoup avec d'autres tâches de bureau.
7) Accoudoirs à la chaise.	<ul style="list-style-type: none"> • Les accoudoirs ajustables en hauteur et, si possible, en largeur sont préférés. 	
8) «Mouse-Arm» se fixant à l'accoudoir de la chaise.		
Pour le CAO, placer la tablette graphique devant l'utilisateur et le clavier sur la tablette graphique.	<ul style="list-style-type: none"> • Le clavier peut être rapproché quand on doit entrer beaucoup de données alphanumériques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite une modification de l'ameublement standard, car la tablette graphique est plus large et plus profonde qu'un clavier régulier.

Les répondants mentionnent que plusieurs essais peuvent être nécessaires afin de trouver une posture confortable pour l'utilisateur. Ils spécifient également que l'aménagement du poste doit permettre d'accommoder la personne en considération de ses caractéristiques anthropométriques et des caractéristiques de sa tâche tout en lui assurant une bonne flexibilité posturale.

3.2.5.2 *Le choix et la conception des interfaces*

À ce chapitre, les recommandations émises par les répondants sont multiples, variées et quelquefois contradictoires. Certains répondants mentionnent que, lors des interventions, les problèmes sont souvent reliés à des déficiences importantes de l'aménagement physique plutôt qu'à des contraintes reliées à l'équipement informatique. On mentionne aussi la difficulté d'agir à ce niveau. L'information recueillie par questionnaire apporte peu d'éclairage sur les interfaces à privilégier. Ainsi, les modèles d'interfaces utilisés ou recommandés sont rarement spécifiés.

Les réponses obtenues varient grandement; on recommande l'achat d'une nouvelle souris en spécifiant certaines caractéristiques (par exemple : plus confortable, plus plate, épousant la forme de la main, sans arêtes, nécessitant l'utilisation de plusieurs doigts, à trois boutons pour diminuer les double-clics, avec un bouton sous le pouce, sans fil, souris extrêmement sensible, etc.). On mentionne que certaines souris « ergonomiques » épousent mal la forme de la main principalement pour les personnes de petite taille.

Les recommandations visent aussi le remplacement de la souris par un autre type d'interface de pointage. Dans certains cas, les experts recommandent de remplacer la souris mobile par une boule de commande alors que d'autres fois, ils recommandent le contraire. Le remplacement de la souris par un « touchpad » est aussi recommandé par quelques personnes et l'association d'un écran tactile à l'utilisation de la souris a aussi été mentionné. La reconnaissance vocale permet de minimiser l'utilisation de la souris pour les personnes ressentant beaucoup de douleurs.

On mentionne aussi que l'utilisation d'un tapis à souris de marque 3M offre une meilleure précision lors du déplacement de la souris et en facilite l'utilisation.

3.2.5.3 *L'utilisation des logiciels et des possibilités de programmation de la souris*

En ce qui a trait à l'utilisation des logiciels et les possibilités de programmation, la principale recommandation vise l'ajustement de la sensibilité (ou de la vitesse) de la souris avec, pour un répondant, l'utilisation des clefs d'accélération et de la fonction « zoom » disponible dans certains logiciels. La programmation des boutons de la souris retient aussi l'attention de quelques personnes. Ainsi, on recommande soit de modifier les fonctions relatives à chaque touche de la souris, soit d'inverser les boutons lors de l'utilisation avec la main gauche.

Une autre constatation à ce sujet est que l'inversion des boutons de la souris peut permettre d'améliorer la posture au poignet. En effet, l'utilisation d'une souris à deux boutons peut entraîner une déviation radiale au poignet afin d'actionner le bouton principal (celui de gauche) avec l'index. Les souris à un seul bouton (comme les souris Macintosh) permettent à l'utilisateur de positionner sa main selon son confort et il en résulte que la souris peut être positionnée en diagonale dans la main. L'inversion des boutons sur les souris à deux boutons permet d'obtenir le même résultat et diminue ainsi la déviation radiale chez certaines personnes.

On recommande aussi aux utilisateurs d'utiliser les commandes claviers et les commandes macros afin de diminuer l'utilisation de la souris. L'utilisation des barres d'outils avec une configuration personnalisée peut aussi permettre de diminuer le nombre d'actions nécessaires avec la souris par rapport avec l'utilisation des menus déroulants.

Pour les personnes utilisant une souris avec tablette graphique, il y a possibilité de se procurer un logiciel permettant de faire apparaître les barres d'outils à l'écran par le simple positionnement de la souris sur la barre d'outils de la tablette graphique. Ce logiciel diminue grandement les déplacements à effectuer avec la souris et les mouvements de flexion-extension au niveau cervical nécessaires pour changer la direction du regard entre l'écran et la tablette graphique.

En termes de logiciels utilisés, les répondants mentionnent l'importance d'une bonne connaissance et compréhension du produit afin d'éviter la sur-utilisation de la souris. À l'occasion, des recommandations sont émises pour la modification de logiciels mal conçus.

3.2.5.4 L'organisation du travail

Les recommandations touchant l'organisation du travail visent principalement à assurer une plus grande variété dans les tâches et les postures, soit par une modification dans l'organisation des tâches, par la répartition des tâches plus exigeantes sur plusieurs périodes plutôt que sur une période concentrée, par la réduction du temps de travail à l'ordinateur ou par une diminution de la charge de travail.

L'utilisation de pauses et de micro-pauses sont aussi recommandées régulièrement avec, si possible, l'ajout d'un aide-mémoire dans l'ordinateur rappelant à l'utilisateur de prendre des pauses. Certaines personnes émettent des limites de temps d'utilisation continue mais il y a peu de consensus à ce niveau (entre 30 minutes et 2 heures).

Enfin, au niveau de l'organisation du travail, on recommande de prévoir une période de formation et d'adaptation suffisante suite à l'introduction de nouvelles technologies.

De façon assez générale, les répondants mentionnent la difficulté et même l'impossibilité d'agir au niveau de l'organisation du travail.

3.2.5.5 La formation / information des utilisateurs

De nombreux répondants misent sur la formation/information des utilisateurs, principalement en termes de principes de posture et d'ajustements des différentes composantes du poste de travail, et ce, en association avec les recommandations émises aux autres niveaux.

La formation est dispensée individuellement ou en groupe. Certains répondants recommandent des exercices de réchauffement, de détente et d'étirements, alors que d'autres insistent sur la façon d'utiliser la souris (préhension, mouvements globaux du membre supérieur, force appliquée, etc.).

Enfin, on mentionne à nouveau l'importance d'une bonne formation des utilisateurs lors de l'implantation de nouvelles technologies ou de nouveaux logiciels.

3.2.6 Implantation des recommandations

Les répondants, dans une proportion de 45 % disent avoir fréquemment ou toujours la possibilité d'effectuer un suivi formel ou informel alors que 40 % disent pouvoir le faire seulement de façon occasionnelle. Certains, n'ont jamais ou rarement la possibilité d'effectuer des suivis.

Lorsqu'un suivi était possible, on constatait que les recommandations visant l'aménagement du poste de travail étaient généralement respectées, selon les budgets, à court ou à moyen terme.

Les recommandations concernant le choix et la conception des interfaces étaient aussi souvent respectées sauf lorsque les coûts impliqués étaient importants. Quant aux recommandations concernant l'utilisation des logiciels, elles ne sont respectées que dans une certaine mesure seulement. Ainsi, l'inversion des boutons de la souris, facile d'application, est généralement respectée. Toutefois, l'apprentissage des entrées clavier l'est plus ou moins. Les logiciels invitant à prendre des pauses ne sont utilisés qu'occasionnellement.

En termes d'organisation du travail, les répondants mentionnent le peu de contrôle possible à ce niveau, la difficulté à changer les habitudes des utilisateurs et aussi le peu de possibilités qu'ont les utilisateurs de varier leurs tâches. Toutefois, quelques répondants rapportent que ces recommandations sont respectées dans une certaine mesure.

Dans la grande majorité des situations les experts dispensent une formation sur l'aménagement du poste de travail et les principes d'une bonne posture de travail. L'application des principes enseignés est généralement partielle : il peut être difficile pour l'utilisateur d'intégrer l'ensemble des principes enseignés et de changer ses habitudes. Malgré la formation reçue, les utilisateurs demandent souvent un suivi afin d'être rassurés quant à l'aménagement de leur poste, leur posture, l'éclairage, etc. De même, lors de changements (tâche, environnement, équipements) les utilisateurs demandent aussi une nouvelle intervention.

La formation concernant l'utilisation optimale des logiciels est beaucoup moins respectée. On donne une formation minimale aux utilisateurs et ceux-ci doivent ensuite continuer leur apprentissage de façon autodidacte. Toutefois, dans un contexte de charge de travail élevée, ceci demeure difficile.

3.2.7 Impacts des recommandations

L'impact des recommandations est difficile à mesurer pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il est rare que l'on intervienne uniquement au niveau de la souris. De plus, tel que mentionné plus haut, les experts ont eu la possibilité de réaliser un suivi dans environ la moitié des cas, ce qui limite d'autant le nombre d'évaluations possibles. Finalement, il est naturel que les experts, qui ont eu l'amabilité de répondre au questionnaire qui leur a été envoyé, s'attardent davantage à leurs interventions réussies.

Néanmoins, selon les répondants, le succès d'une intervention est influencé par de nombreux facteurs. Le type de tâche effectuée, les caractéristiques de l'environnement de travail, l'attitude de l'utilisateur et de ses supérieurs, les priorités budgétaires sont autant de facteurs qui influencent l'impact des modifications effectuées. On mentionne aussi qu'habituellement, lorsque l'individu est sensibilisé à bien s'organiser dans sa tâche et que l'aménagement est amélioré, de bons résultats sont obtenus. Par contre, les individus sont souvent démunis face aux recommandations même très simples et il est alors nécessaire d'effectuer les changements pour eux. Finalement, il est aussi important de considérer l'effet Hawthorne lors de l'évaluation des résultats obtenus. Dans ces conditions, la mesure d'impact, très exigeante en termes de méthodologie et de ressources, n'apparaît pas réaliste.

4. Synthèse des recommandations

Cette section comprend une synthèse, présentée sous forme de tableau, des recommandations provenant de la littérature ainsi que de la consultation des experts. Le tableau rapporte également le niveau de certitude relative acquis face à chacune des recommandations ainsi que les clientèles à qui elles s'adressent. En effet, récemment, l'IRSST a réalisé une étude sur les besoins des différentes personnes concernées par la bureautique au Québec et sur la documentation vulgarisée disponible sur le sujet. Une des conclusions de cette étude est le besoin de rejoindre des clientèles élargies (Collinge et Landry, 1997). Pourtant, dans la situation actuelle, il est difficile de trouver de l'information vulgarisée et des recommandations qui s'adressent typiquement à des clientèles spécifiques. Toujours selon cette étude, les clientèles suivantes mériteraient une attention particulière en termes d'information :

- utilisateurs de micro-informatique;
- gestionnaires et préventionnistes;
- acheteurs, aménagistes et designers;
- concepteurs de logiciels et d'équipements informatiques.

C'est pourquoi le tableau suivant tente d'associer chaque recommandation à une clientèle particulière.

Tableau 9 ; Synthèse des recommandations

No	Recommandations	Provenance de la recommandation		Connaissances sur la recommandation ¹¹		À qui s'adressent la recommandation				
		Littérature	Experts québécois	À valider	Certitude relative	Utilisateurs	Gestionnaires	Aménagistes et acheteur	Concepteurs ¹² et autres	
Aménagement du poste : positionnement de la souris.										
1.	Placer la souris à côté et au même niveau que le clavier.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
2.	Placer la souris entre le clavier et le tronç de l'utilisateur (dans certaines applications spécifiques).	✓		✓		✓	✓	✓	✓	
3.	Positionner la souris à la hauteur du coude.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
4.	Éviter les claviers plus larges (souvent le cas des claviers dits «ergonomiques»).	✓	✓		✓		✓	✓	✓	
5.	Utiliser si possible des claviers plus étroits (sans pavé numérique, avec pavé numérique détachable ou intégré).		✓	✓			✓	✓	✓	
6.	Utiliser un support à souris au-dessus du pavé numérique.	✓	✓	✓			✓	✓	✓	
7.	Placer la souris à gauche du clavier.		✓	✓		✓	✓	✓	✓	
8.	Repenser l'aménagement pour les tâches spécifiques.		✓	✓			✓	✓	✓	
Aménagement du poste : surface de travail, support à clavier / souris.										
9.	Utiliser un support à clavier de largeur suffisante pour placer la souris à côté du clavier.	✓	✓		✓		✓	✓	✓	

¹¹ Les recommandations à valider ne reposent pas sur des connaissances étudiées scientifiquement ni validées. Elles sont issues, soit de solutions qui semblent fonctionner dans la réalité du travail mais n'ont pas été validées, soit de raisonnements logiques qui n'ont pas été démontrés, soit d'une seule étude. Les recommandations pour lesquelles on détient une certitude relative reposent sur des connaissances scientifiques. Celles-ci sont toutefois sujettes à remises en question, comme la majorité des connaissances scientifiques.

¹² Fait référence aux personnes qui conçoivent les équipements informatiques, les logiciels et les ameublements de bureau.

Tableau 9 ; Synthèse des recommandations (suite)

No	Recommandations	Littérature	Experts québécois	À valider	Certitude relative	Utilisateurs	Gestionnaires	Aménageurs et acheteurs	Concepteurs et autres
10.	Éviter d'utiliser les surfaces à hauteur standard de 74 cm ou 29 pouces.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
11.	Éviter les surfaces dures et les arêtes vives; si on utilise un appui-poignet, en choisir un qui soit souple.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
12.	Éviter les mécanismes encombrants qui interfèrent avec l'espace de dégagement des membres inférieurs.		✓		✓		✓	✓	✓
Aménagement de poste : support du membre supérieur.									
13.	Pour supporter le membre supérieur, l'appui au niveau du coude ou de l'avant-bras proximal, à la hauteur de la surface de travail, apparaît le plus approprié.	✓		✓		✓	✓	✓	✓
14.	Les accoudoirs doivent être ajustables en hauteur et, si possible, ajustables en largeur et pivotants.	✓	✓	✓			✓	✓	✓
15.	À défaut d'accoudoirs ajustables, l'appui des avant-bras sur la surface de travail peut-être souhaitable.		✓	✓		✓	✓	✓	✓
16.	Éviter l'appui au niveau du poignet, qui impose que la mobilité soit complètement ramenée au niveau du poignet et de la main.	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Mode opératoire.									
17.	Maintenir le poignet droit, en évitant l'extension de plus de 20 ° et les mouvements de déviations cubitale et radiale.	✓	✓		✓	✓		✓	✓
18.	Utiliser le membre supérieur globalement pour déplacer la souris plutôt que de concentrer l'activité au niveau du poignet.	✓	✓		✓	✓		✓	✓
19.	Reposer les doigts sur la souris, ne pas les tenir «dans les airs».	✓		✓		✓			

Tableau 9 : Synthèse des recommandations (suite)

No	Recommandations	Littérature	Experts québécois	À valider	Certitude relative	Utilisateurs	Gestionnaires	Aménagistes et acheteur	Concepteurs et autres
20.	Ne pas serrer la souris dans la main, la tenir légèrement.	✓			✓	✓			
21.	Éviter d'appliquer des forces supérieures à ce qui est nécessaire.	✓			✓	✓			
Conception de la souris.									
22.	Une bonne conception de la souris devrait favoriser une posture physiologique et diminuer les forces en jeu.	✓			✓			✓	✓
23.	On recommande que le design soit symétrique ou, au contraire, asymétrique.	✓	✓	✓				✓	✓
24.	Minimiser les forces en jeu, c'est-à-dire : <ul style="list-style-type: none"> • minimiser le poids de la souris; • minimiser la force pour actionner le bouton; • maximiser la friction entre le doigt et la souris (mouse-finger friction) par l'utilisation de texture et d'empreintes sur les bords de la souris; • avoir une surface de travail assurant une bonne friction avec la souris; • orienter le bouton pour diminuer la composante de force verticale. 	✓		✓				✓	✓
25.	Favoriser plusieurs types de préhension pour encourager les utilisateurs à changer périodiquement la posture de la main.	✓		✓				✓	✓
Ajustement de la souris et possibilités des logiciels.									
26.	Ajuster la sensibilité à vitesse moyenne, éviter les vitesses rapides qui rendent le contrôle du curseur difficile et les vitesses lentes nécessitant de soulever la souris fréquemment.	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓

Tableau 9 ; Synthèse des recommandations (suite)

No	Recommandations	Littérature	Experts québécois	À valider	Certitude relative	Utilisateurs	Gestionnaires	Aménageurs et acheteurs	Concepteurs et autres
27.	Utiliser l'option d'accélération, lorsque disponible.	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
28.	Réduire au maximum les activités d'entraînement d'image et les «double-clics» ; pour ce faire, les trois options suivantes sont possibles.	✓		✓			✓	✓	✓
29.	Incorporer un bouton de verrouillage sur l'objet, comme on en retrouve sur la plupart des boules de commandes.	✓		✓				✓	✓
30.	Remplacer les menus déroulants par un système où le menu est activé et demeure déroulé par un simple clic sur la souris.	✓		✓			✓	✓	✓
31.	Utiliser le positionnement automatique du curseur sur la fonction «par défaut» lors de l'ouverture de dialogue.	✓		✓			✓	✓	✓
32.	Utiliser les touches raccourcis et les macros pour éviter la sur-utilisation de la souris.	✓	✓	✓		✓	✓		
33.	Utiliser une programmation personnalisée des barres d'outils.		✓	✓		✓	✓	✓	✓
34.	Programmer les boutons de la souris afin de faciliter l'utilisation des fonctions les plus fréquentes.	✓		✓		✓	✓	✓	✓
35.	Inverser les boutons de la souris afin de favoriser un posture plus physiologique.		✓	✓		✓	✓		
36.	Choisir un logiciel de souris souple, qui permette l'utilisation des deux mains.	✓		✓			✓	✓	✓

Tableau 9 : Synthèse des recommandations (suite)

No	Recommandations	Littérature	Experts québécois	À valider	Certitude relative	Utilisateurs	Gestionnaires	Aménageurs et acheteur	Concepteurs et autres
Organisation du travail et facteurs psychosociaux.									
37.	Prendre des pauses courtes et fréquentes.	✓	✓		✓	✓	✓		
38.	Favoriser une bonne intégration des pauses à la tâche.	✓		✓		✓	✓		
39.	Intégrer au logiciel un aide-mémoire de pauses.	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
40.	Favoriser une bonne variété dans les tâches.	✓	✓		✓	✓	✓		
41.	Diminuer le travail monotone.	✓			✓		✓		
Formation et information.									
42.	Assurer une période de formation et d'adaptation suffisante lors de changements technologiques.	✓	✓	✓			✓		
43.	Former les utilisateurs aux ajustements de différentes composantes du poste.	✓	✓		✓	✓	✓		
44.	Fournir des informations sur les modes opératoires à favoriser (préhension de la souris, utilisation de mouvements globaux du membre supérieur...).	✓	✓	✓		✓	✓		
45.	Former les utilisateurs aux ajustements de fonction de la souris.	✓	✓	✓		✓	✓		
46.	Sensibiliser les utilisateurs et les gestionnaires à l'importance des pauses fréquentes.	✓	✓		✓	✓	✓		
47.	Faire des exercices de réchauffement, étirement, détente.	✓	✓	✓		✓	✓		
48.	Former les utilisateurs sur les impacts de différents styles d'utilisation de la souris et des logiciels.	✓		✓		✓	✓		
49.	Entraîner les utilisateurs à minimiser les forces et à relaxer.	✓		✓		✓	✓		

5. Discussion

5.1 Connaissances fragmentaires

La revue de la littérature sur les troubles musculo-squelettiques associés à la souris d'ordinateur a démontré que les connaissances sur le sujet sont la plupart du temps très fragmentaires. Pour les aspects traités plus fréquemment, un certain consensus existe entre les auteurs. Néanmoins, à ce jour, relativement peu d'études complètes ont été retrouvées sur le sujet.

5.1.1 Facteurs de risques et prévalence

La prévalence de lésions musculo-squelettiques chez les utilisateurs de la souris est peu documentée. Des quelques études réalisées sur ce sujet, il ressort que l'utilisation de la souris peut entraîner des contraintes tant en termes de postures qu'en termes de charge musculaire statique. C'est dans ce dernier domaine que l'on retrouve le maximum d'écrits. En effet, la charge musculaire est fréquemment utilisée pour comparer les conditions d'utilisation de la souris et vérifier celles qui imposent le moins de contraintes pour l'utilisateur. Il est toutefois difficile de bien cerner quelles sont les meilleures conditions d'utilisation puisque les études ne comparent que quelques options à la fois et les recoupements entre les différentes études sont difficiles à faire, des conditions comparables étant rarement retrouvées.

La consultation des experts, pour sa part, a permis de constater que, toutes proportions gardées, les demandes sont nombreuses au Québec pour des interventions reliées à l'utilisation des TEV incluant la souris. Comme les experts sont souvent appelés lorsqu'un problème apparaît, les répondants ont évidemment rapportés des troubles musculo-squelettiques. Toutefois, la relation entre ces troubles musculo-squelettiques et l'utilisation de la souris n'est pas facile à déterminer, surtout que de nombreux autres facteurs sont présents et peuvent aussi occasionner des contraintes sur les mêmes segments corporels.

L'ampleur du problème est difficile à documenter et ce, pour plusieurs raisons. Au Québec, peu de données facilement utilisables pourraient permettre de dresser un portrait de la situation. L'accès aux banques de données de la CSST ne donnerait qu'une image très partielle de la situation parce qu'elles ne sont pas construites de façon à permettre d'établir le lien entre, par exemple, l'utilisation de la souris et une lésion musculo-squelettique. Les utilisateurs éprouvant des problèmes peuvent aussi bénéficier de traitements tout en demeurant à l'emploi ou encore s'absenter en profitant de la couverture de leur assurance-groupe. De même, tel que mentionné précédemment, le lien entre la lésion et l'utilisation de la souris n'est pas facile à déterminer, la souris s'inscrivant dans un ensemble de nouvelles technologies.

5.1.2 Conception de l'interface

La conception des interfaces est probablement un facteur important à considérer dans la prévention de troubles musculo-squelettiques. Le peu de connaissances disponibles se retrouve principalement dans le domaine de l'impact physique relié à l'utilisation des interfaces. On retrouve certaines recommandations chez les auteurs quant à l'importance de bien utiliser les fonctions relatives à la souris. En termes de charge de l'activité, les actions d'entraînement d'image et les double-clics apparaissent comme étant celles qui génèrent les contraintes les plus importantes. On recommande donc de diminuer ces actions par une amélioration du logiciel et

par l'ajustement des fonctions de la souris, dont la vitesse et la courbe d'accélération. Néanmoins, cette activité de recherche ne permet de supporter aucune recommandation car elle n'a pas permis de retrouver un nombre suffisant d'études solides sur cet aspect de la question.

5.1.3 Diverses interfaces de pointage

Les études de comparaison des divers types d'interfaces portent généralement sur la performance des utilisateurs plutôt que sur l'impact musculo-squelettique lié à l'utilisation de ceux-ci. Quelques études comparent des souris entre elles ou avec d'autres interfaces, mais les résultats sont difficilement généralisables car, à nouveau, les résultats sont trop parcellaires et les conditions d'expérimentation trop limitées. Fernström et al. (1997) rappellent d'ailleurs que les connaissances sont actuellement insuffisantes pour savoir ce qu'est une bonne interface tant en termes de charge physique que d'efficacité et de confort et que, par conséquent, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour les comparer les unes aux autres.

5.1.4 Aménagement physique

C'est dans ce domaine que l'on retrouve le plus grand nombre d'études et de recommandations découlant d'expérimentations sur les gestes et postures et sur la charge musculaire de l'activité dans diverses conditions d'exécution. Ces études et recommandations font souvent appel aux principes généraux des contraintes physiques, principes connus et bien documentés depuis longtemps en ergonomie.

Ainsi, par exemple, un facteur qui semble faire un bon consensus parmi les auteurs est la nécessité de supporter le membre supérieur lors de l'activité. Dans la littérature scientifique, on favorise davantage un appui proximal comme par exemple, l'appui du coude sur l'accoudoir de la chaise. Les experts recommandent aussi de supporter le membre supérieur lors de l'utilisation de la souris. Cependant, le type de support qu'ils recommandent varie grandement avec toutes les options possibles tant au niveau de l'appui (poignet, avant-bras ou coude) qu'au niveau du type de support recommandé (table, supports se fixant sur la surface de travail, appui-bras de la chaise et supports se fixant à l'appui-bras de la chaise).

Cependant, en ce qui a trait à l'aménagement, de nombreuses questions demeurent. Devrait-on aménager le poste avec un tiroir à clavier standard suffisamment large pour accommoder la souris? Avec deux surfaces séparées à la même hauteur mais pas nécessairement de la même longueur (afin de permettre un meilleur appui du membre supérieur)? Avec une surface unique de travail? Avec un support se glissant au-dessus du pavé numérique? Ou avec toute autre option qui permettrait de positionner la souris le plus près possible de l'utilisateur? Les réponses à ces questions ne sont pas disponibles actuellement. Une seule étude a été trouvée sur ces sujets (Paul et Nair, 1996), mais les conditions d'expérimentation et le nombre de sujets étaient limités.

5.1.5 Globalité de la situation

Une littérature assez abondante porte sur les facteurs de risques généraux pour les troubles musculo-squelettiques. L'état des connaissances actuelles sur le sujet a été fait, de façon très spécifique, par Kuorinka et Forcier (1995). Les modèles explicatifs de la genèse des troubles musculo-squelettiques ont évolué grandement durant les dernières années et on reconnaît maintenant que l'origine des lésions musculo-squelettiques est multi-factorielle. Lors de l'analyse

d'une situation de travail, il est essentiel de considérer aussi bien l'organisation du travail et les facteurs psychosociaux que des composantes telles que le travail musculaire statique.

5.2 Rapidité de modifications technologiques

En bureautique en général, et plus particulièrement en ce qui concerne les interfaces de pointage comme la souris, la technologie évolue extrêmement rapidement. Les modifications ne vont cependant par toujours dans le sens d'une amélioration d'un point de vue ergonomique.

5.2.1 Évolution technologique

Les études sur les postures et la charge physique de l'activité confirment que le positionnement de la souris est un facteur important dans la prévention des troubles musculo-squelettiques pour les utilisateurs. Ainsi, il est recommandé de placer la souris le plus près possible et à la même hauteur que le clavier. Ce positionnement de la souris est donc un principe généralement accepté. Toutefois, ce positionnement est dicté par la configuration des claviers et la conception des ameublements actuellement disponibles. Or, l'utilisation des nouveaux claviers dits « ergonomiques », qui sont encore plus larges que les claviers actuels, éloignent davantage la souris de l'utilisateur. Ainsi, certaines solutions d'avenir en bureautique ne tendent pas à diminuer les contraintes liées à l'utilisation de la souris, mais au contraire à les augmenter.

5.2.2 Habitudes

Il est aussi intéressant de constater que la littérature semble favoriser l'appui du coude sur les accoudoirs de la chaise. Or, dans la réalité des milieux de travail, on constate fréquemment une résistance à l'utilisation de chaises avec des accoudoirs (pas dans la culture, changement d'habitudes, aménagement de poste de travail qui entrave l'utilisation fonctionnelle des appui-bras, etc.). Encore aujourd'hui, les acheteurs hésitent à se procurer ce type de chaises et les utilisateurs doivent être convaincus du bien fondé de celles-ci. La littérature devrait donc ici aider les experts à justifier leurs recommandations.

5.3 Besoins de solutions pratiques pour les experts

De façon générale, la littérature apporte un éclairage sur de grands principes (comme par exemple l'importance de l'appui du membre supérieur) mais peu ou pas de recommandations concrètes en relation avec les solutions à envisager dans des situations données ou en relation avec des tâches spécifiques. De plus, toujours dans la littérature, l'impact de l'application de ces grands principes sur les autres composantes de la situation de travail est rarement discuté. Par contre, de par leur mandat, les experts doivent proposer des solutions concrètes et précises pour améliorer la situation de travail. Comment la littérature scientifique répond-elle à leurs besoins de solutions pratiques ?

5.3.1 L'aménagement du poste

Même si les recommandations émises par les experts touchent les différentes composantes de la situation de travail, les aménagements physiques des lieux de travail constituent encore des interventions privilégiées par les intervenants. C'est d'ailleurs à ce sujet que les consensus sont les meilleurs. Cette constatation n'est d'ailleurs pas surprenante. Les experts s'appuient généralement sur la littérature scientifique pour identifier les pistes de solutions et c'est dans le

domaine des contraintes physiques liées à l'aménagement du poste de travail que la littérature est la plus abondante. Ils peuvent aussi utiliser les connaissances générales, dans la littérature reliée aux principes des gestes et postures au travail.

5.3.2 L'aménagement en relation avec la tâche

Les experts sont dans l'obligation de considérer les tâches lors de leurs interventions et de composer avec l'information fragmentaire et les ameublements souvent peu adaptés aux besoins particuliers de certains types de tâches. Or, dans la littérature, aucune étude portant sur l'aménagement du poste en relation avec la tâche effectuée n'a été trouvée. Pourtant, on sait que certains types d'emplois ou de tâches nécessitent une utilisation plus intensive de la souris comme, par exemple, lors de la conception assistée par ordinateur. On ne trouve toutefois pas d'étude traitant des aménagements en considération avec les logiciels, les équipements utilisés (par exemple la tablette graphique) et la tâche effectuée. Ceci confirme les résultats d'une étude précédente de l'IRSST sur la bureautique, qui spécifiaient que peu de documentation vulgarisée traitait de l'analyse des tâches réalisées avec la micro-informatique (Collinge et Landry, 1997).

5.3.3 Conception de la souris

Les experts s'aventurent beaucoup moins dans des recommandations touchant la conception et le choix des interfaces et des logiciels. D'une part, ils n'ont pas nécessairement le mandat ou même la possibilité d'émettre des recommandations en ce sens et ils reconnaissent d'ailleurs une difficulté à agir à ce niveau. D'autre part, ils ne disposent d'aucune base solide sur laquelle s'appuyer lors de leurs recommandations, la littérature étant à peu près muette sur ce sujet.

5.3.4 Organisation du travail et facteurs psychosociaux

L'organisation du travail et les facteurs psychosociaux sont des thèmes qui sont abordés dans une littérature plus large soit celle du travail avec TEV. Les principaux constats qui émergent de cette littérature sont, en termes d'organisation du travail, l'importance d'améliorer la variété dans la tâche et de prendre des pauses fréquentes. Ces facteurs ne sont toutefois pas définis ni spécifiquement par rapport à la souris, ni, quantitativement ou qualitativement, en termes de ce qui est acceptable ou non. Pour ce qui est des facteurs psychosociaux, des études très intéressantes peuvent être trouvées dans cette littérature plus générale. Des modèles expliquant l'influence des facteurs psychosociaux sur la genèse des troubles musculo-squelettiques sont présentés et des avenues de solutions sont abordées.

Les experts, tout en reconnaissant l'importance de ces facteurs, se sentent passablement impuissants pour intervenir au niveau de l'organisation du travail et des facteurs psychosociaux. En effet, fréquemment, l'organisation du travail et les facteurs psychosociaux ne relèvent pas du mandat de l'intervenant ou celui-ci ne dispose pas des moyens nécessaires pour explorer ces composantes. De plus, même lorsque des recommandations sont émises, on reconnaît avoir de la difficulté à les implanter.

5.3.5 La formation

La formation des utilisateurs, principalement lors des changements technologiques, est abordée par les experts. Ce qui ressort, c'est surtout l'insuffisance et l'inadéquation de la formation pour permettre une utilisation efficace du nouveau système informatique. On constate de plus que les utilisateurs connaissent souvent très mal leurs logiciels, ce qui entraîne une sur-utilisation de la souris ainsi qu'une augmentation de la charge de travail et par conséquent du stress. La pauvreté de la littérature n'apporte que peu de soutien aux experts dans ce domaine.

Pour conclure la discussion, on constate donc, en consultant la littérature disponible sur le sujet, qu'il existe encore des domaines importants qui sont peu ou pas explorés. Considérant la place importante que prend la souris dans les milieux de travail, des recherches complémentaires s'avèrent essentielles afin de définir plus clairement les critères de conception et d'utilisation de la souris tout en conservant une vision globale de la situation de travail et ce, dans l'optique d'une meilleure prévention des troubles musculo-squelettiques.

6. Avenues de recherche

Cette activité de recherche a permis de mettre en lumière que les connaissances sur les troubles musculo-squelettiques reliés à la souris d'ordinateur sont encore peu abondantes et très parcellaires. Les avenues de recherche présentées ci-dessous relèvent de la synthèse de l'information recueillie tant dans la communauté scientifique qu'auprès des experts consultés.

6.1 Facteurs de risques et prévalence

L'ampleur du problème, au Québec ou ailleurs dans le monde, n'est pas documentée. Il serait intéressant qu'une étude permette de mieux documenter la situation. Les paramètres de cette étude pourraient être les suivants :

- Quelques grandes entreprises avec utilisation massive des TEV (ex: universités, ministères);
- Différents types de tâches : traitement de texte, saisie de données, conception assistée par ordinateur;
- Utilisation d'un questionnaire d'inconfort afin d'identifier les personnes présentant des symptômes;
- Possibilité d'un examen physique et d'une analyse de tâche afin d'identifier les facteurs de risque pouvant être à l'origine des symptômes.

La méthodologie utilisée dans un vaste projet réalisé dans le milieu universitaire québécois (Montreuil et al., 1997) pourrait servir de base à l'étude proposée ici.

6.2 Conception de la souris et des interfaces

Il apparaît important de faire des études comparatives à divers niveaux et ce, malgré l'évolution rapide dans le domaine des interfaces. Il serait, entre autres, pertinent de déterminer si les nouveaux designs, souvent de plus en plus complexes, constituent des améliorations réelles de la situation ou s'il ne serait pas préférable d'en demeurer aux designs les plus simples. En effet, les résultats des recherches antérieures sur la conception des interfaces sont encore très parcellaires. Or, les recommandations qui découlent de ces recherches sont particulièrement importantes pour

le développement de critères de conception des interfaces. La plupart des auteurs consultés souligne d'ailleurs la nécessité de recherches complémentaires pour valider les résultats obtenus. Les paramètres de ces études pourraient être les suivants :

- Comparaison de divers modèles de souris entre elles;
- Comparaison de souris avec d'autres types d'interfaces de pointage (boule de commande, pavé tactile, « iso-point », écran tactile, souris ressemblant à un crayon, à une commande d'avion, etc.);
- Impacts de l'utilisation des diverses fonctions programmables de la souris. Les variables qui pourraient être considérées dans ces études sont les suivantes :
- La charge musculaire de travail, les gestes et les postures;
- Le confort de l'utilisateur, au niveau musculo-squelettique, et les préférences individuelles;
- La performance de l'interface et son utilisabilité.

6.3 Aménagement de poste

Les recommandations concernant l'aménagement du poste de travail sont peu documentées. De grands principes sont énoncés mais peu d'outils permettant d'évaluer les solutions concrètes sont disponibles. Aucune étude ne fait le lien entre le type de support à clavier / souris et l'appui du membre supérieur. Il serait donc intéressant d'effectuer des études comparant divers types d'aménagement et différents supports pour le membre supérieur. Quelques-uns des paramètres de ces études pourraient être les suivants :

- Comparaison de divers types de supports à clavier et souris, incluant une surface de travail unique à hauteur adéquate pour le travail à l'écran;
- Impacts de divers scénarios visant à rapprocher la souris du corps, dont : l'utilisation du support à souris se glissant au dessus du pavé numérique, l'utilisation de petits claviers et l'utilisation de la souris à gauche;
- Comparaison de divers types d'aménagement offrant un support au membre supérieur, dont : une surface de travail en « L », un support à souris plus long que celui à clavier, un accoudoir mobile, divers types de support se fixant sur le devant de la surface de travail.

Les variables qui pourraient être considérées dans ces études sont les suivantes :

- La charge musculaire relative ainsi que la posture du membre supérieur, du tronc et de la tête;
- Le confort de l'utilisateur et les préférences individuelles;
- L'efficacité de l'aménagement ainsi que la facilité d'ajustement des composantes et/ou l'adaptation au poste de travail.

6.4 Organisation du travail et facteurs psychosociaux

On reconnaît de plus en plus la contribution des facteurs reliés à l'organisation du travail et aux facteurs psychosociaux comme ayant une influence sur les troubles musculo-squelettiques associés à l'ensemble de la bureautique. En relation spécifiquement avec la souris, les connaissances actuelles orientent les choix de recherche vers les avenues suivantes :

- Détermination de liens entre l'exposition à certains facteurs de risques (comme la fréquence et la durée d'exécution acceptables, le nombre et la durée des pauses) et les effets de cette exposition. Les variables étudiées pourraient être : la charge musculaire, le confort, la fatigue (objectivée par EMG), les erreurs, etc.;
- Étude sur l'effet de diverses formations et de différentes périodes d'adaptation lors de changements technologiques; ce projet pourrait étudier entre autres, le niveau de stress, la capacité de l'individu à utiliser de façon optimale les fonctions de ses logiciels (la souris en rapport aux touches de fonctions) et les symptômes musculo-squelettiques pouvant apparaître dans les mois qui suivent le changement technologique.

7. Conclusion

Cette activité de recherche a permis de dresser l'état des connaissances actuelles de la communauté scientifique sur le sujet des troubles musculo-squelettiques reliés à la souris d'ordinateur et de tisser un lien entre ces connaissances et la pratique des intervenants québécois.

La littérature suggère que l'utilisation de la souris peut générer des contraintes variant selon les conditions d'utilisation. Toutefois, les résultats des recherches sont souvent incomplets, fragmentaires, quelquefois contradictoires, et il est encore difficile de faire le lien entre les diverses études. Les composantes physiques de l'utilisation de la souris sont les sujets les mieux documentés. Ainsi, les gestes et les postures de même que les charges musculaires dans différentes conditions d'expérimentation, pour diverses activités et avec différents types de souris ou d'interfaces, ont fait l'objet de plusieurs études.

Pour sa part, l'aménagement des postes de travail est abordé principalement dans une optique d'évaluation du positionnement de la souris de façon à générer le minimum de contraintes au niveau du membre supérieur de l'utilisateur. Quelques études évaluent aussi les divers types de supports. Les contraintes organisationnelles, comme la variété des tâches, les pauses, et la formation ont également fait l'objet d'études.

Depuis quelques années on commence d'ailleurs à considérer les impacts de l'organisation du travail et des facteurs psychosociaux sur la genèse des troubles musculo-squelettiques. Ainsi, les auteurs rappellent que la réflexion et les actions dans ce domaine doivent s'orienter différemment pour le futur. En effet, même s'il demeure important de s'assurer que les travailleurs ont des souris, des chaises et autres équipements bien conçus et qu'ils savent comment les utiliser, il faut également s'assurer que l'organisation du travail permette à l'individu de travailler dans des conditions lui permettant de préserver tous les aspects de sa santé.

De plus, dans un contexte où les changements technologiques sont fréquents et importants, il est recommandé de s'assurer qu'on n'outrepasse pas la capacité d'adaptation de l'individu lors de l'intégration de ces nouvelles technologies. De plus en plus d'auteurs insistent donc sur l'importance de meilleures conditions organisationnelles et psychosociales et non uniquement sur une meilleure conception des composantes physiques de la situation de travail, incluant la souris.

Les avenues de recherche suggérées par cette revue des connaissances scientifiques et pratiques ont trait à la détermination des facteurs de risque, à la conception de la souris et des autres interfaces de même fonction, à l'aménagement du poste et aux facteurs organisationnels, incluant en particulier la formation.

La diffusion des connaissances parmi les experts, mais aussi de façon générale parmi la population des utilisateurs, des gestionnaires, des concepteurs et des aménagistes, est également essentielle afin de favoriser de meilleures conditions d'implantation et d'utilisation de la souris d'ordinateur.

8. Bibliographie

- Aarås, A., FOSTERVOLD, K.I., THORENSEN, M., LARSEN, S. 1995, Postural Load at VDU Work: A comparison between different workplace design. In *The paths to Productive Aging*, Edité par: M. Kumashiro. Taylor and Francis, London, 151-156.
- Aarås, A., FOSTERVOLD, K.I., Ro, O., THORENSEN, M., LARSEN, S. 1997, Postural load during VDU Work : a comparison between various work postures, *Ergonomics*, **40(11)**, 1255 -1268.
- Aarås, A., Ro, O., 1997a, Supporting the forearms on the table top when doing VDU work : a laboratory and field study, *Proceedings of the 13th Triennial congress of the International Ergonomics Association*, 5, 29 - 31.
- Aarås, A., Ro, O., 1997b, Work load when using Anir™ Mouse as input device, *Internet <http://www.animax.no/reportamouse.html>*.
- AKAMATSU, M. 1996, Movement characteristics using a mouse with tactile and force feedback. *International Journal of Human-Computer Studies*. 45, 483-493
- AKAMATSU, M., MACKENZIE, I.S., HASBROUCQ, T. 1995, A comparison of tactile, auditory, and visual feedback in a pointing task using a mouse-type device, *Ergonomics*, **38(4)**, 816 -827.
- ARMSTRONG, T.G., MARTIN, B.J., ARBOR, A. (sic), [FRANZBLAU, A.¹³], REMPEL, D.M. AND JOHNSON, P.W. 1994, Mouse input devices and work-related upper limb disorders, *Book of short Papers, Fourth International Scientific Conference : Work with display Units '94*, Milan, Italy, 2-5 October 1994.
- ARMSTRONG, T.G., MARTIN, B.J., FRANZBLAU, A., REMPEL, D.M. AND JOHNSON, P.W. 1995, Mouse input devices and work-related upper limb disorders, *Work with display Units '94*, Edité par A. Grieco, G. Molteni, B. Piccoli and E. Occhipinti, Elsevier Science B.V.
- ATTWOOD, D. 1989, Comparison of discomfort experienced at CADD, word processing and traditional drafting workstations, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 4, 39-50.
- BERNS, T. 1994, International standardization work on requirements for non-keyboard computer input devices, *Proceedings of the Fourth International Scientific Conference: Work with display Units*, Milan, Italy, 2-5 October 1994.
- COLLINGE, C, LANDRY, R., 1997, *Prévention des troubles musculosquelettiques associés à la bureautique : Analyse des besoins et portrait de la formation et de l'information*, IRSSST, R-169.
- DAMANN, E.A., KROEMER, K.H.E., 1995, Wrist posture during computer mouse usage. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 39th Annual Meeting*. 625-629.
- DAVIE, C. et al, 1991, Mouse - trap or personal computer palsy, *Lancet*, **338**, 832

¹³ Erreur d'édition : cet auteur semble avoir été confondu avec Ann Arbor, une ville, lors de l'édition de ce papier.

- FAUCET, J. and REMPEL, D. 1994, VDT - Related Musculoskeletal Symptoms : Interactions Between Work Posture and Psychosocial Work Factors, *American Journal of Industrial Medicine*, 26, 597 - 612.
- FENG, Y., GROOTEN, W., WRETENBERG, P., & ARBORELIUS, U.P., 1997, Effects of arm support on shoulder and arm muscle activity during sedentary work, *Ergonomics*, 40 (8), 834 - 848
- FERNSTROM, E. & ERICSON, M.O., 1997, Computer mouse or Trackpoint - effects on muscular load and operator experience, *Applied Ergonomics*, 28 (5/6), 347 - 354.
- FOGLEMAN, M. BROGMUS, G 1995, Computer mouse use and cumulative trauma disorders of the upper extremities, *Ergonomics*, 38, 2465 - 2475.
- FRANCO, G, CASTELLI, C. GATTI, C, 1992, Postural tenosynovitis caused by misuse of a computer input device (mouse), *Medicina Del Lavoro*, 83(4), 352-255.
- FRANZBLAU A., et al, 1993, Medical screening of office workers for upper extremity cumulative trauma disorders, *Arch of Environ Health*, 48(3), 164-170.
- FIAGBERG, M. 1994, The « mouse-arm syndrome » - Concurrence of musculoskeletal symptoms and possible pathogenesis among VDU operators, *Book of short Papers, Fourth International Scientific Conference : Work with display Units '94*, Milan, Italy, 2-5 October 1994.
- HAGBERG, M. 1995, The « mouse-arm syndrome » - Concurrence of musculoskeletal symptoms and possible pathogenesis among VDU operators, *Work with display Units 94*, Édité par A. Grieco, G. Molteni, B. Piccoli and E. Occhipinti, Elsevier Science B. V.
- HARVEY, R. PEPPER, E., 1997, Surface electromyography and mouse use position, *Ergonomics*, 40(8), 781 -789.
- HENNING, R.A., JACQUES, P., KISSEL, G.V., SULLIVAN, A.B., ALTERAS-WEBB, S.M., 1997, Frequent short rest breaks from computer work: effects on productivity and well-being at two field sites. *Ergonomics*, 40(1), 78-91.
- HOCHANADEL, CD., 1995, Computer workstation adjustment : a novel process and large sample study, *Applied Ergonomics*, 26(5), 315 - 326.
- HOFFMANN, E.R., CHANG, W.P. YIM, K.Y., 1997, Computer mouse operation : is the left-handed user disadvantaged? *Applied Ergonomics*, 28(4), 245 - 248.
- HONAN, M., SERINA, E., TAL, R., REMPEL, D. 1996, Wrist postures while typing on a standard and split keyboard. *Proceedings of the Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition, ErgoCon '96*.
- JOHNSON, P., HEWES J., DROPKIN, J. REMPELD., 1993, Office ergonomics : motion analysis of computer mouse usage. In *Proceedings of the American Industrial Hygiene Conference and Exposition.*, Fairfax, VA : American Industrial Hygiene Association.
- JOHNSON, P., SMUTZ, P., TAL, R. REMPEL, D.M., 1993, Pinch Forces During Computer Mouse Operations, *Poster presentation at the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting, Seattle, Washington*.
- KAHN, J-F., FAVRIOU, F., JOUANIN, J-C, MONOD, H., 1997, Influence of posture and training on the endurance time of a low-level isometric contraction, *Ergonomics*, 40(11), 1231 - 1239.

- KARLQVIST, L. 1994, Variation in upper limb posture and movement during word processing with and without mouse use, *Ergonomics*, **37(7)**, 1261-1267.
- KARLQVIST, L. HAGBERG, M. 1994, Ergonomie risk factor for musculoskeletal symptoms among civil engineers using computer mouse. *Proceedings of the Fourth International Scientific Conference : Work with display Units*, Milan, Italy, 2-5 October 1994.
- KARLQVIST, L. 1995, Evaluation of physical work load at video display unit workstations - Licentiate thesis. Department of Occupational Health, Karolinska Hospital, Stockholm, Sweden
- KUORINKA, I. et FORCIER, L. (Éditeurs), 1995, *Les lésions attribuables au travail répétitif*, Éditions MultiMondes, Ste-Foy, QC, Canada.
- MARKIN, R.W., SIMONEAU, G. G. 1996, Upper extremity posture of typists using alternative keyboards. *Proceedings of the Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition, ErgoCon'96*
- MARSH, M. 1995, A case study of ergonomics in product design - a hand held games controller. *Proceedings of the Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition, ErgoCon'95*.
- MONTREUIL, S., BRISSON, C, ARIAL, M., TRUDEL, L., 1997, *Évaluation des effets d'un programme de déformation chez les utilisateurs de terminaux à écran de visualisation*, IRSSST, R-167.
- NORMAN, L.A., 1991, Mouse joint - another manifestation of an occupational epidemic?, *Western Journal of Medicine*, 155, 413 -415.
- ORTIZ, D.J., MARCUS, M., GERR, F., JONES, W., COHEN, S. 1997, Measurement variability in upper extremity posture among VDT users. *Applied Ergonomics*, **28(2)**, 139-143.
- PAUL, R.D., MENON K., NAIR, C. 1995, Individual differences in the activity of dominant forearm muscles during VDT Work. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 39th Annual Meeting*, 926-930.
- PAUL, R., LUEDER, R. SELNER, A., LIMAYE, J. 1996, Impact of new input technology on design of chair armrests : investigation on keyboard and mouse. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 40th Annual Meeting*, 380-384.
- PAUL, R. , NAIR, C. 1996 Ergonomie evaluation of keyboard and mouse tray designs. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 40th Annual Meeting*, 632-636.
- PEKELNEY, R., CHU, R. 1995, Design criteria of an ergonomie mouse computer input device. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 39th Annual Meeting*, 369-373.
- PEPER, E. TIBBETS, V. 1994, Illness at the computer keyboard : Part 1 : Workstation / ergonomie assessment and modification, *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback (AAPB, Wheat Ridge, CO)*, 93-96.
- REMPEL, D., SERINA, E., KLINENBERG, E., 1997, The effect of keyboard keyswitch make force on applied force and finger flexor muscle activity, *Ergonomics* **40(8)**, 800 - 808.

- REMPEL, D., JOHNSON, P., SMUTZ, P., TAL, R. 1994, Finger forces measured during computer mouse use, *Book of short Papers, Vol.1, Fourth International Scientific Conference : Work with display Units '94*, Milan, Italy, 2-5 October 1994.
- RUTTER, B.G. 1995, Performance analysis of integrated and peripheral input devices. *Proceedings of the Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition, ErgoCon '95*.
- SCHWARTZ, J.T. JR. 1995, Ergonomie modification or computer workstations in the treatment of repetitive motion injuries. *Proceedings of the Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition, ErgoCon '95*.
- SMITH, M.J. 1997, Psychosocial aspects of working with video display terminals (VDTs) and employee physical and mental health. *Ergonomics*, **40(10)**, 1002 - 1015.
- THOMAS, B., MCCLELLAND, I. 1996, The development of a touch screen based communications terminal, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18, 1-13.
- ULLMAN, J. 1994. The Ullman keyboard : A new concept in ergonomie keyboard design, *Proceeding of IEA 1994, vol. 4.*, Toronto, August 1994.
- WANG, S. 1996, Defining the ergonomie mouse, *Proceedings of the Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition, ErgoCon'96*.
- WELLS, R. 1996, Computers : Advice on mice, *OH&S Canada*, July / August, 50,52.
- WELLS, R., LEE, I.H., BAO, S. 1997, Investigations of upper limb support conditions for mouse use, *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Human Factors Association of Canada*, Winnipeg, 1-6.
- WRIGHT, K. S. 1996, Alternative keyboard characteristics: A survey study. *Proceedings of the Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition, ErgoCon'96*.

Annexe 1

Questionnaire adressé aux experts

Montréal, le 1^{er} octobre 1997

Objet: La souris d'ordinateur et les troubles musculo-squelettiques

Madame, Monsieur,

Les terminaux à écran de visualisation sont maintenant largement utilisés dans les milieux de travail. De nombreux problèmes musculo-squelettiques semblent émerger chez les travailleurs utilisant ce type d'équipement de façon plus ou moins intense. La technologie évolue rapidement et nous avons assisté, il y a quelques années, à l'introduction massive des souris comme interface d'accès à l'ordinateur. Or, on attribue fréquemment à cet interface l'apparition de troubles musculo-squelettiques chez les utilisateurs.

Face à de nombreuses demandes concernant cette problématique, l'IRSSST a décidé de subventionner une activité afin d'approfondir ce sujet d'actualité. L'activité comporte deux volets: une revue de la littérature scientifique et une consultation des experts québécois sur le sujet.

Vous êtes donc sollicités, à titre d'expert, pour nous faire part de votre expérience en la matière. Pour ce, nous vous demandons de nous consacrer quelques minutes de votre précieux temps afin de compléter ce questionnaire. L'objectif de cette démarche est de colliger le savoir des experts intervenant dans les milieux de travail et, si possible, d'en dégager des avenues de solutions. Suite à la réception et à l'analyse des questionnaires, nous communiquerons avec certains d'entre vous afin d'approfondir quelques aspects des solutions préconisées. La synthèse de ces connaissances permettra d'élaborer des hypothèses de recherche dans le but de parfaire les connaissances et de valider des processus d'intervention visant l'amélioration de la santé au travail des utilisateurs de TEV.

Nous vous serions reconnaissantes de nous retourner le questionnaire complété avant le 24 octobre 1997 dans l'enveloppe pré-affranchie ci-jointe ou, si vous préférez, par télécopieur à (514) 288-0998, à l'attention de Mme Cécile Collinge. Si vous préférez recevoir ce questionnaire sous forme électronique, veuillez nous en faire part à l'adresse électronique suivante: *lalu@globetrotter.qc.ca*

Nous vous remercions de votre collaboration et de votre intérêt à partager vos connaissances avec nous. Suite à cette activité de recherche, un rapport scientifique ainsi qu'un document de vulgarisation seront publiés par l'IRSSST. Une copie de ces rapports vous sera transmise dès leur publication (prévue au début de 1998).

Pour toute information supplémentaire, n'hésitez pas à contacter Audrey Lalumière au numéro de téléphone ci-dessous ou par courrier électronique. Veuillez accepter, Madame, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Audrey Lalumière
Ergothérapeute et Ergonome
Services Conseils en Ergonomie et en Réadaptation
Tél.: (418)871-7487
c-é. : *lalu@globetrotter.qc.ca*

Cécile Collinge,
Ingénieure et Ergonome
Programme Sécurité - Ergonomie
IRSSST

Quelques informations pour compléter le questionnaire

- Pour les questions où des choix de réponses sont offerts, vous pouvez cocher plusieurs cases.
- N'hésitez pas à ajouter des commentaires afin de préciser l'information.
- Si l'espace pour les commentaires est insuffisant, vous pouvez continuer au verso ou sur toute autre feuille annexée.
- Toute information supplémentaire sera la bienvenue (dessins, photographies, rapports d'intervention, etc.)
- Soyez assurés que toute l'information sera traitée de façon confidentielle.

Informations générales

Q-1: Combien de personnes interviennent en ergonomie dans votre entreprise?

Q-2: Avez-vous déjà effectué une ou des interventions en Bureautique où la souris d'ordinateur était utilisée? oui NON -----> SVP aller à la question Q-19

Q-3: De quel(s) type(s) était (étaient) les demandes d'interventions?

- ANALYSE COMPLETE DE LA SITUATION DE TRAVAIL
- AMENAGEMENT DE NOUVEAUX POSTES
- RE-AMENAGEMENT DE POSTES DEJA EXISTANTS
- READAPTATION (UTILISATEURS PRESENTANT DES PROBLEMES)
- CHOIX D'EQUIPEMENTS / AMEUBLEMENTS
- FORMATION / INFORMATION AUX UTILISATEURS
- ASPECTS ORGANISATIONNELS
- AUTRES (SPECIFIEZ)

Q-4: Pouvez-vous estimer le nombre de postes de travail pour lesquels vous avez émis des recommandations en relation avec la souris?

- 1-10
- 11-20
- PLUS DE 20

Identification des problèmes

Q-5: Les utilisateurs rapportaient-ils des symptômes de troubles musculo-squelettiques que **vous** avez associés à **l'utilisation de la souris** (du moins en partie)?

- Oui
 NON -----> PASSEZ À LA QUESTION Q-7.

Q-6: Si oui, selon vous, quels étaient le(s) site(s) le(s) plus fréquemment touché(s)?

COMMENTAIRES:

- Dos (LOMBAIRE) _____
 Dos (DORSAL) _____
 CERVICAL _____
 REGION DE L'ÉPAULE / CEINTURE SCAPULAIRE _____
 BRAS _____
 COUDE _____
 AVANT-BRAS _____
 POIGNET _____
 REGION MAIN-DOIGTS _____

Q-7: **Lors de votre diagnostic**, dans les diverses situations où vous êtes intervenu(es), quels déterminants **aviez-vous identifiés** comme étant à l'origine des problèmes musculo-squelettiques rapportés par les utilisateurs?

COMMENTAIRES:

- SURFACE DE TRAVAIL (TABLE ET TABLETTE) _____
 CHAISE DE TRAVAIL _____
 EMBLACEMENT DE LA SOURIS _____
 POSTURE ADOPTÉE PAR L'UTILISATEUR _____
 CONCEPTION DE LA SOURIS _____
 SENSIBILITÉ DE LA SOURIS _____
 LOGICIEL UTILISÉ _____
 MANQUE DE VARIÉTÉ DANS LES TÂCHES _____
 HORAIRES DE TRAVAIL _____
 FORCES EN JEU (poids de la souris, bouton, déplacement) _____
 FACTEURS PSYCHOSOCIAUX _____
 AUTRES _____

Identification des solutions

La section suivante vise à identifier les solutions mises en oeuvre pour diminuer les problèmes musculo-squelettiques reliés à l'utilisation de la souris; une description sommaire des diverses recommandations que vous avez émises serait appréciée.

Q-8: Recommandations touchant l'aménagement du poste de travail (ameublement, disposition relative, etc.)

Q-9: Recommandations touchant la conception des équipements (conception de la souris, choix de l'interface, etc.)

Q-10: Recommandations touchant l'utilisation des logiciels (conception, modifications possibles des caractéristiques de la souris, etc.)

Q-II: Recommandations touchant l'organisation du travail (horaires, tâches, etc.)

Résultats obtenus

Q-14: Avez-vous eu la possibilité d'effectuer un suivi, formel ou informel, suite à l'implantation des recommandations émises?

- JAMAIS ----- > PASSEZ À LA QUESTION 18.
- RAREMENT
- OCCASIONNELLEMENT
- SOUVENT
- TOUJOURS

Q-15: En général, **pour l'ensemble de vos interventions où un suivi fut possible**, les recommandations émises (telles que citées plus haut), ont-elles été mises en application? SVP précisez lesquelles et la fréquence (jamais, occasionnellement, souvent, toujours).

Recommandations touchant:

L'AMÉNAGEMENT DU POSTE: OUI NON JE NE SAIS PAS NE S'APPLIQUE PAS

LA CONCEPTION DES
ÉQUIPEMENTS: OUI NON JE NE SAIS PAS NE S'APPLIQUE PAS

L'UTILISATION DES LOGICIELS: OUI NON JE NE SAIS PAS NE S'APPLIQUE PAS

L'ORGANISATION DU TRAVAIL: OUI NON JE NE SAIS PAS NE S'APPLIQUE PAS

L'INDIVIDU: OUI NON JE NE SAIS PAS NE S'APPLIQUE PAS

AUTRES: oui NON JE NE SAIS PAS NE S'APPLIQUE PAS

Q-18: Si nécessaire, accepteriez-vous que nous vous contactions par téléphone pour préciser certaines informations? oui NON

Signature: _____

Numéro de téléphone où vous joindre: _____

Meilleur moment pour vous rejoindre: _____

Q-19: Connaissez-vous quelqu'un qui n'est pas membre titulaire de l'Association canadienne d'ergonomie - division régionale du Québec, mais que vous pensez que nous devrions contacter dans le cadre de cette étude? oui NON

Si oui, veuillez nous indiquer son nom: _____

Lieu de travail: _____ Tel: _____

Fax: _____ C.É.: _____

SVP, nous retourner le questionnaire même si vous avez répondu NON aux questions 2 et 19. Merci.

Identification (vous pouvez agrapper votre carte d'affaires)

Votre nom: _____

Employeur ou raison sociale: _____

Adresse au travail: _____

Numéro de téléphone: _____

Fax: _____

Courrier électronique: _____

Nous vous remercions de votre collaboration et croyons sincèrement que la mise en commun du savoir des divers experts dans le milieu permettra de faire avancer les connaissances et d'élaborer des hypothèses de recherche visant à valider les résultats obtenus.

Audrey Lalumière
Ergothérapeute et Ergonome
SCER

Cécile Collinge
Ingénieure et Ergonome
IRSST

Annexe 2

Liste des répondants

Liste des répondants

Nous tenons à remercier les personnes suivantes qui ont gracieusement accepté de nous faire part de leur expérience en tant qu'intervenants avec ou sans expérience dans le domaine de la souris d'ordinateur.

Robert Alie, RRSSS
Marie Authier, UQAM
Geneviève Baril-Gingras, ASSTSAS
Claire Bélanger, Université Laval
Raymond Bélanger, IRSST
Marie Bellemare, IRSST
Guy Bertrand, ASSTSAS
Pierre Buzzel, Udm
Denise Chicoine IRSST
René Comtois UQAM
Marie-Jeanne Costa, Ergonomie et Santé Sécurité au travail
Julie Courville, CSST
Gilles Croteau, CLSC, Ste-Marie de Beauce
Serge Demers, Université Laval
Luc Desnoyers UQAM
Colette Dion-Hubert, Udm
Alexandre Dumas OPHQ
Josée Duquette: Ergo support
Jean-Yves Fiset, CRIM
Christian Fortin, Althin Biopharm Inc.
Serge Gauthier, Alcan
Lucie Geoffiion, UQAM
Denis Giguère, IRSST
Denise Gilbert, APSSAM
Louis Gilbert, CSP
Lise Gosselin, DSPE, Sherbrooke
Serge Guertin, Ergo Norme.
Daniel Imbeau, IRSST
Johanne Lagarde, ASP Imprimerie
Alain Lajoie, CSST
Fernande Lamonde, UL
Romald Landry, consultant et architecte en ergonomie.
Armand-René Lauzon, CAE Electronics
Dominique Lebeau CSST
Dominique Leborgne, ERGEV
Élise Ledoux ASSTSAS
Monique Lortie, UQAM
Nathalie Maertens, Ergoconseil et Ass.

Odile Martial, consultante
Yves Montpetit, Bell
Sylvie Montreuil, UL.
Françoise Poirier, SERES
Guylaine Poulin, Guylaine Poulin enr.
Sylvie Poulin, APSSAM
Suzanne Rochford, Nortel.
Jacques Saindon, SASECO inc.
Serge Simoneau, ASPME
Marie St-Vincent, IRSST
Pierre-Yves Therriault; Les ergonomes Associés du Québec.
Ghyslaine Tougas DSP.

et un répondant anonyme.