

# Influence des facteurs psycho-organisationnels sur les troubles musculosquelettiques

*Convention de recherche*

*INRS – UCL.HYTR*

Jacques Malchaire, Y. Roquelaure

Nathalie Cock, Alain Piette, Sylvie Vergracht

Hélène Chiron, Yves-Henri Martin, Marie-Anne Leboulanger

# ***CHAPITRE I : INTRODUCTION***

## **A. POSITION DU PROBLEME**

Les études épidémiologiques concernant les troubles musculosquelettiques des membres supérieurs (TMSMS) ont montré, comme on le verra au chapitre III du présent rapport, le lien entre ces pathologies et certaines caractéristiques des conditions de travail, notamment la force, les angulations, les vitesses de mouvement et la répétitivité.

D'autres facteurs, liés aux activités extraprofessionnelles (sports, hobbies...), au style de vie (tabagie,...) ou aux caractéristiques individuelles (état de santé, personnalité, état psychologique, ...) ont été mis en évidence.

La plupart de ces études sont de type transversal et, dès lors, ne peuvent établir, au mieux, que la concomitance entre les TMSMS et ces facteurs. L'étude menée par Malchaire et coll.<sup>15</sup> est la seule, à notre connaissance, de type prospectif: elle montre que certains de ces facteurs existaient de manière prépondérante chez les sujets qui, par la suite, ont développé des TMSMS.

Les relations de cause à effet sont donc loin d'être établies, même pour ces facteurs couramment cités comme associés, voire responsables des TMSMS.

La méconnaissance des facteurs responsables des TMSMS est plus flagrante encore lorsque l'on constate que les associations mentionnées ci-dessus ne parviennent à expliquer qu'une faible partie de la variance totale.

Il est à signaler cependant que ces études, dans l'ensemble, ont pris en compte les conditions de travail par des valeurs moyennes et non des valeurs individuelles et que donc l'influence des différences interindividuelles dans la façon de travailler n'a pas été, jusqu'à présent, systématiquement étudiée.

Il apparaît ainsi nécessaire, du point de vue prévention, d'étudier spécifiquement ces différences, de déterminer si elles permettent de mieux expliquer la survenue de TMSMS et, si oui, de rechercher quels facteurs, anthropométriques, psychophysiques et/ou comportementaux en sont responsables.

## **B. ASPECTS ETHIQUES**

Certains facteurs personnels seront éventuellement identifiés au cours de l'étude comme associés à un risque accru de TMSMS.

Quel usage pourra être fait de cette information ?

Les facteurs personnels susceptibles d'être mis en évidence seront plutôt, a priori, en rapport avec l'expérience, l'habileté et la décontraction du sujet. Il est peu probable qu'aucun de ces facteurs permettent de discriminer avec de grandes sensibilité et spécificité entre ceux qui développeront et ne développeront pas des TMSMS, et aucun ne pourra dès lors servir de critère catégorique de sélection.

Par contre, chacun de ces facteurs pourrait être susceptible d'être modifié, par la formation professionnelle et/ou par la formation personnelle (style de vie, ...).

Il appartient à la société, c.à.d., dans les entreprises, à la concertation sociale, de décider l'attitude à prendre dans le but ultime de prévention des TMSMS et d'amélioration de la vie au travail. Il est du rôle des scientifiques de leur fournir toute l'information leur permettant de remplir cette mission. Tel est l'esprit dans lequel l'étude présente a été entreprise.

### **C. OBJECTIFS ET PLAN DE L'ETUDE**

La présente étude a pour but de préparer une étude plus large des facteurs individuels et d'en étudier la faisabilité.

L'étude comprend 6 sections:

1. une réanalyse de données antérieures en ce qui concerne la concomitance des TMS aux différentes régions du membre supérieur ;
2. une revue de la littérature sur les facteurs professionnels et extraprofessionnels associés aux TMSMS et l'établissement d'un questionnaire reprenant ces facteurs et suffisamment réaliste que pour être utilisé dans l'industrie ;
3. l'analyse des différences interindividuelles dans les données biomécaniques enregistrées au cours du travail ;
4. la mise au point d'une méthodologie d'observation biomécanique des postes de travail ;
5. l'étude préliminaire de facteurs comportementaux susceptibles d'être observés aux postes de travail: choix de facteurs et résultats de l'étude pilote ;
6. les conclusions.

## **CHAPITRE II : CONCOMITANCE DES TMSMS**

### **A. OBJECTIF**

L'objectif de cette section est de revoir les données disponibles provenant d'études antérieures, de manière à déterminer si les TMS ont tendance à apparaître de manière indépendante aux différentes régions des membres supérieurs ou, au contraire, à survenir dans plusieurs zones à la fois. Un sujet se plaignant de TMS dans une région a-t-il une probabilité plus élevée de se plaindre de TMS dans une autre région?

### **B. MATERIEL ET METHODE**

Au cours d'études antérieures, 1800 opérateurs ont été interrogés individuellement sur les plaintes musculosquelettiques au niveau de la nuque (N), des épaules (E), des coudes (C) et des poignets (P) au cours des 12 derniers mois.

A partir des prévalences observées pour chacune de ces 4 régions corporelles, les nombres attendus de cas présentant des plaintes à plus d'une région ont été calculés et comparés aux nombres observés.

### **C. RESULTATS**

Les probabilités des TMS dans les 4 régions sont égales à

- pour la nuque: 0, 299
- pour les épaules: 0, 165
- pour les coudes: 0, 109
- pour les poignets/mains: 0, 190

Le tableau suivant donne pour chaque combinaison les nombres de cas observés, attendus et les Chi-2 correspondants:

Régions	Nombres observés	Nombres attendus	Chi-2 partiel
Non atteints	872	759.5	16.65
P	138	178.1	9.05
C	69	93.3	6.35
CP	13	21.9	3.61
E	109	150.0	11.24
EP	35	35.2	0.00
EC	17	18.4	0.11
ECP	8	4.3	3.12
N	274	324.6	7.90
NP	83	76.1	0.61
NC	41	39.9	0.03
NCP	13	9.4	1.42
NE	62	64.1	0.07
NEP	30	15.0	14.87
NEC	14	7.9	4.74
NECP	22	1.8	219.5

Le test Chi-2 global est égal à 299,3 et, on-ne-peut plus significatif.

L'analyse du tableau montre que le nombre de cas avec des TMS dans les 4 régions (22) est très nettement supérieur à ce que l'on attendrait si les survenues de TMS dans ces régions étaient indépendantes.

Il en est de même pour le nombre de cas sans aucune plainte: 872 vs 760

Par contre, le nombre de cas avec une seule plainte (590) est très significativement inférieur au nombre attendu (746 cas).

Les concomitances ont été étudiées séparément entre couples de régions

- |   |               |
|---|---------------|
| - pour la nuque et les épaules:                               | Chi-2 = 29,37 |
| - pour les coudes et les poignets/mains:                      | Chi-2 = 12,82 |
| - pour la nuque et les poignets/mains:                        | Chi-2 = 38,69 |
| - pour la nuque ou les épaules vs les coudes ou les poignets: | Chi-2 = 63,36 |

#### **D. CONCLUSIONS**

Les sujets ont tendance à présenter des plaintes de TMS simultanément à plusieurs régions des membres supérieurs.

Deux hypothèses peuvent être formulées:

- soit les contraintes de travail sont responsables de problèmes simultanément en différentes régions;
- soit la particularité de développer des TMS est intrinsèque à la personne et les TMS apparaissent simultanément dans les différentes régions ou les sujets ont tendance à se plaindre de TMS simultanément en différentes régions.

Cette étude supporte donc l'intérêt de pousser plus en avant l'analyse des facteurs individuels susceptibles d'influencer le comportement général au travail et le développement des TMS.

## ***CHAPITRE III : QUESTIONNAIRES***

### ***A. METHODE***

Une revue de la littérature a été réalisée pour cibler toutes les études ayant abordé les facteurs de risque associés aux TMSMS.

L'originalité de cette revue, la plus exhaustive possible, a été de relever à la fois, les facteurs étudiés et ceux qui se sont réellement avérés associés aux TMSMS.

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux permettant de rapidement faire le bilan du nombre d'études étudiant un certain facteur de risque et du nombre de fois que ce facteur a été trouvé associé aux TMSMS.

Pour une présentation plus aisée des résultats, nous avons choisi de regrouper, comme l'ont déjà fait plusieurs auteurs, d'une part, toutes les pathologies relatives aux régions de la nuque et des épaules et, d'autre part, celles concernant les poignets et les mains. Les pathologies des coudes n'ont pas été considérées car il s'agit de la région la moins touchée au niveau des membres supérieurs.

La majorité des études sont de type transversal et, à quelques exceptions près, de type prospectif.

Quelle que soit la région concernée il est évident, aujourd'hui, que l'origine des TMS est multifactorielle. Différents auteurs ont essayé de développer des modèles d'interaction entre les facteurs de risque et les TMS<sup>49, 50, 51</sup>. Même si les modèles diffèrent, les facteurs considérés sont identiques et de type professionnel (biomécanique et organisationnel), individuel et psychosociologique (variables plus psychologiques et sociologiques, comprenant ou non le stress).

Le but ici n'est pas de développer un tel modèle mais de répertorier l'ensemble des facteurs pouvant être associés au développement des TMSMS.

Les facteurs de risque ont été regroupés en plusieurs catégories.

Les facteurs de risque personnels, subdivisés en:

- Tableau III.1: facteurs individuels: âge, poids, taille, sexe,...
- Tableau III.2: caractéristiques et habitudes personnelles: hobby, tabac, sport,...
- Tableau III.3: anamnèse: antécédents médicaux: visites chez le médecin, maladies chroniques, accidents, absentéisme,...

Les facteurs psychosociaux, subdivisés en:

- Tableau III.4: facteurs psychologiques: stress, fatigue, personnalité,...
- Tableau III.5: facteurs psychosociaux liés au travail: contenu du travail, responsabilité, autonomie,...
- Tableau III.6: les facteurs psychosociaux liés au support humain: climat social, contacts avec la hiérarchie, conflits,...

Les facteurs professionnels (Tableau III.7) couvrent les efforts, la répétitivité et les postures inadaptées, ainsi que toutes les variables en relation avec le travail (heures supplémentaires, ancienneté, précision des gestes,...).

Les tableaux III.1 à 7 reprennent pour chacun des facteurs les références des études ayant considéré ce facteur et celles des études ayant trouvé une association avec les TMSMS. Seuls les facteurs ayant

été abordés dans au moins deux études ont été repris. Les méthodologies et la terminologie étant différentes d'une étude à l'autre, les facteurs ont été regroupés du mieux que possible. Les derniers tableaux (8 à 14) reprennent le nombre d'études ayant considéré le facteur et le nombre d'entre elles ayant trouvé une association aux TMSMS.

**Tableau III. 1: FACTEURS INDIVIDUELS**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	étudié	associé	étudié	associé
AGE	1-9-11-12-14-23-25-27-28-30-31-33-34-37-40-43-45-46-47	1-23-28-31-33	10-15-17-20-21-22-23-25-26-27-33-36-37-38-39-40-41-42-43-45-47	10-20-22-36-39-41
POIDS	9-14-27-30-33	27	15-21-24-27-33-36-38	24-27-36
TAILLE	9-14-27-30-33-34-47	14-27-34	15-24-27-33-36-38-47	24-27-36
SEXE	9-11-14-25-27-33-35-43-45-46-47	9-11-27-33-35-45-46-47	10-15-17-20-21-22-25-26-27-33-36-38-41-43-45-47	10-15-20-25-27-36-45-47
MAIN DOMINANTE	23		23-24-36-43	43
NATIONALITE	11-46	11-46	20-21-39-43	20-39

**Tableau III. 2: CARACTERISTIQUES OU HABITUDES PERSONNELLES**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	étudié	associé	étudié	associé
HOBBIES	1-2-14-27-29-33-34-37		15-17-18-27-32-33-36-37-38-42	33
ACTIVITE PHYSIQUE	1-2-5-11-27-28-29-34-46-48	11-29	24-27-38-48	24
DISTANCE ROULAGE	9-28	9	36	
SPORT	9-14-33		10-15-32-33-36-38	15
SPORT BRAS	27		15	15
TABAGIE	1-9-11-14-27-33-37-46	9-11	15-27-32-33-37	
ALCOOL	14		15-32-39	
ETAT CIVIL	3-11-14-46		32	32
NOMBRE D'ENFANTS	3-14-37-46		32-37	
NIVEAU D'EDUCATION	3-4-14-28-46	4-28	10	

**Tableau III. 3: ANAMNESE**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	étudié	associé	étudié	associé
ETAT DE SANTE	4-14-28-33	14-33	10-15-33	15
CONSULTATIONS MEDICALES	4-33		10-15-22-33	
ANTECEDENTS MEDICAUX	2-3-4		17-18-22-39-42	
PRISE DE MEDICAMENTS	4-14		10-22-32-41	22
MALADIES CHRONIQUES	14-33-37		15-17-18-21-26-32-33-37	15
FACTEURS HORMONAUX			17-18-21-22-25-26-32-39-41	21-25
ACCIDENTS DU MS	3-14-33		15-17-18-22-33-36-39-41	15
ABSENTEISME	2-5-29-30	2-29-30	10-21-24	
FORCE MAXIMALE	2-23-29-30-34	23-29-30	2-23	
FREQUENCE CARDIAQUE	2-29-34			

**TABLEAU III. 4: FACTEURS PSYCHOLOGIQUES**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	étudié	associé	étudié	associé
STRESS PERCU	1-2-4-14-27-29-34-35-45-48	1-2-4-14-27	27-32-45-48	27-32
SYMPTOMES STRESS (anxieux, nerveux préoccupé, tendu)	1-4-5-14-23-35	1-4-14-23-35	23-32	
FATIGUE	1-4-5-12-14-33-34-45	1-14-34	15-33-45	
TROUBLES SOMMEIL	12-14-34	14-34	15	
MAUX DE TETE	1-4-12-31-33-34	34	15-33	
TROUBLES MEMOIRE	1-14-33	1-14	15-33	
TROUBLES DIGESTIFS	4-5-12-14			
DEPRESSION	1-4-5-14	1	32	
VERTIGES NAUSEES	1-34	1-34		
IRRITABILITE	1-12-14-33	1	15-33	
TYPE A	4-12-14	4-12	24	24
NEUROTICISM	4-14			
EXTRAVERTIE	4-14	14		

**Tableau III. 5: FACTEURS PSYCHOSOCIAUX LIES AU TRAVAIL**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	étudié	associé	étudié	associé
EXIGENCES (high demands)	4-5-6-8-9-14-23-33-45-46-47	4-8-9-23-33-47	7-8-23-31-32-33-45-47	31-33
RESPONSABILITES, PRISE DE DECISIONS	4-8-14-47	47	7-8-47	
AUTONOMIE CONTROLE	4-5-6-9-14-23-31-45-47	5-6-23-31	7-23-32-45-47	23
CLARIFICATION SUR SON ROLE	4-9-11-14-31-46	11-46	32	
CONTENU PAUVRE DU TRAVAIL	4-6-11-23-31-45-46	4-11-46	23-32-45	
MONOTONIE	4-5-9-11-14-31-33-45	4-5-9-33	7-10-33-45	7-10-33
RYTHME DE TRAVAIL	4-5-11-14-40-46-47	4-11-40-46-47	10-19-32-40-47-48	10-47
CORRESPONDANCE CAPACITES-TRAVAIL	5-14-31-45		10-32-45	10
HORAIRES	9-46	9		
SECURITE EMPLOI	9-11-14-46-47	9	7-47	
NOMBRE DE PAUSES	2-29-34-45-47		45-47	
PRESSION DU TEMPS	4-47	4-47	47	47
CONCENTRATION	4-11	11		

**Tableau III. 6: FACTEURS PSYCHOSOCIAUX LIES AU SUPPORT HUMAIN**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULE		POIGNETS ET MAINS	
	étudié	associé	étudié	associé
SUPPORT SOCIAL	6-8-14-23-31-47	8	7-8-23-47	7-8-47
CONTACT COLLEGUES	4-6-9-14-29-31-45-47	4-6-31	7-24-32-45-47	
CONTACT SUPERIEURS	4-9-23-31-45	4-23	7-23-32-45	23
CONFLITS	5-9-14-47		47	
CLIMAT SOCIAL	11-46		32	
SATISFACTION AU TRAVAIL	3-4-12-14-28-29-33-34	4-28-29	7-24-33	
DEVELOPPEMENT PERSONNEL			10-32	
RECONNAISSANCE	31		32	
BIEN-ETRE	23	23	23	

**Tableau III. 7: FACTEURS PROFESSIONNELS**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	étudié	associé	étudié	associé
ANCIENNETE	3-14-23-27-28-29-31-34-37-40-45-47	14-23-27-31-37-40-47	15-17-18-21-23-24-27-32-37-39-40-41-42-45-47	21-23-40-41-42
NBRE HEURES	9-23-27-29-31-34-45	45	23-24-41-42-45	41-42-45
HIGH WORK LOAD	4-5-6-9-11-14-25-33-34-45-46	4-5-6-25-33	7-10-15-17-18-19-24-25-32-33-36-38-45	10-17-19-24-25-32-33-38
POSTURES INADAPTEES	5-11-28-45-46	5-11-28	17-19-24-32-36-38-42-45	24-36-42
REPETITIVITE	11-23-25-33-46	11-23-25-46	15-17-18-19-20-21-23-24-25-26-32-33-36-38	17-20-23-24-33-36
EFFORT STATIQUE	2-23-29-30-34-46	2-23-29-34		
VIBRATIONS	33-27	27	17-19-20-21-27-33	20-21-27
TYPES DE PRISES			17-19-24-36-42	36
PRECISION			24-32	24
PRODUCTIVITE	2-23-29-34	2-29	23	
TRAVAIL FATIGANT			15-32	15
HEURES SUPPLEM.	29-34			
ROTATION	23-29-34	23	23	23
N CYCLES/HRE	2-29-30-34	29		
FREQUENCE DE CHANGEMENT DE POSTURE	2-23-29-30-34	2-23		
POSTE ANTERIEUR LOURD	2-29	2-29		

**Tableau III. 8: FACTEURS INDIVIDUELS  
BILAN DU NOMBRE D'ETUDES OU LE FACTEUR A ETE ETUDIE  
ET TROUVE ASSOCIE**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	Critères étudiés	Critères associés	Critères étudiés	Critères associés
AGE	19	5	21	6
POIDS	5	1	7	3
TAILLE	7	3	7	3
SEXE	11	8	16	8
MAIN DOMINANTE	1		4	1
NATIONALITE	2	2	4	2

**Tableau III. 9: CARACTERISTIQUES OU HABITUDES PERSONNELLES  
BILAN DU NOMBRE D'ETUDES OU LE FACTEUR A ETE ETUDIE  
ET TROUVE ASSOCIE**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	Critères étudiés	Critères associés	Critères étudiés	Critères associés
HOBBIES	8		10	1
ACTIVITE PHYSIQUE	10	2	4	1
DISTANCE ROULAGE	2	1	1	
SPORT	3		6	1
SPORT BRAS	1		1	1
TABAGIE	8	2	5	
ALCOOL	1		3	
ETAT CIVIL	4		1	1
NOMBRE D'ENFANTS	4		2	
NIVEAU D'EDUCATION	5	2	1	

**Tableau III. 10: ANAMNESE  
BILAN DU NOMBRE D'ETUDES OU LE FACTEUR A ETE ETUDIE  
ET TROUVE ASSOCIE**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	Critères étudiés	Critères associés	Critères étudiés	Critères associés
ETAT DE SANTE	4	2	3	1
CONSULTATIONS MEDICALES	2		4	
ANTECEDENTS MEDICAUX	3		5	
PRISE DE MEDICAMENTS	2		4	1
MALADIES CHRONIQUES	3		8	1
FACTEURS HORMONAUX			9	2
ACCIDENTS DU MS	3		8	1
ABSENTEISME	4	3	3	
FORCE MAXIMALE	5	3	2	
FREQUENCE CARDIAQUE	3			

**Tableau III. 11: FACTEURS PSYCHOLOGIQUES  
BILAN DU NOMBRE D'ETUDES OU LE FACTEUR A ETE ETUDIE  
ET TROUVE ASSOCIE**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	Critères étudiés	Critères associés	Critères étudiés	Critères associés
STRESS PERCU	10	5	4	2
SYMPTOMES STRESS (anxieux, nerveux préoccupé, tendu)	6	5	2	
FATIGUE	8	3	3	
TROUBLES SOMMEIL	3	2	1	
MAUX DE TETE	6	1	2	
TROUBLES MEMOIRE	3	2	2	
TROUBLES DIGESTIFS	4			
DEPRESSION	4	1	1	
VERTIGES NAUSEES	2	2		
IRRITABILITE	4	1	2	
TYPE A	3	2	1	1
NEUROTICISM	2			
EXTRAVERTIE	2	1		

**Tableau III. 12: FACTEURS PSYCHOSOCIAUX LIES AU TRAVAIL  
BILAN DU NOMBRE D'ETUDES OU LE FACTEUR A ETE ETUDIE  
ET TROUVE ASSOCIE**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	Critères étudiés	Critères associés	Critères étudiés	Critères associés
EXIGENCES	11	6	8	2
RESPONSABILITES, PRISE DE DECISIONS	4	1	3	
AUTONOMIE CONTROLE	9	4	5	1
CLARIFICATION SUR SON ROLE	6	2	1	
CONTENU PAUVRE DU TRAVAIL	7	3	3	
VARIABILITE	8	4	4	3
RYTHME DE TRAVAIL	7	5	6	2
CORRESPONDANCE CAPACITES-TRAVAIL	4		3	1
HORAIRES	2	1		
SECURITE EMPLOI	5	1	2	
NOMBRE DE PAUSES	5		2	
PRESSION DU TEMPS	2	2	1	1
CONCENTRATION	2	1		

**Tableau III. 13: FACTEURS PSYCHOSOCIAUX LIES AU SUPPORT HUMAIN  
BILAN DU NOMBRE D'ETUDES OU LE FACTEUR A ETE ETUDIE  
ET TROUVE ASSOCIE**

FACTEURS	NUQUES ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	Critères étudiés	Critères associés	Critères étudiés	Critères associés
SUPPORT SOCIAL	6	1	4	3
CONTACT COLLEGUES	8	3	5	
CONTACT SUPERIEURS	5	2	4	1
CONFLITS	4		1	
CLIMAT SOCIAL	2		1	
SATISFACTION AU TRAVAIL	8	3	3	
DEVELOPPEMENT PERSONNEL			2	
RECONNAISSANCE	1		1	
BIEN-ETRE	1	1	1	

**Tableau III. 14: FACTEURS PROFESSIONNELS  
BILAN DU NOMBRE D'ETUDES OU LE FACTEUR A ETE ETUDIE  
ET TROUVE ASSOCIE**

FACTEURS	NUQUE ET EPAULES		POIGNETS ET MAINS	
	Critères étudiés	Critères associés	Critères étudiés	Critères associés
ANCIENNETE	12	7	15	5
NBRE HEURES	7	1	5	3
HIGH WORK LOAD	11	5	13	8
POSTURES INADAPTEES	5	3	8	3
REPETITIVITE	5	4	14	6
EFFORT STATIQUE	6	4		
VIBRATIONS	2	1	6	3
TYPES DE PRISES			5	1
PRECISION			2	1
PRODUCTIVITE	4	2	1	
TRAVAIL FATIGANT			2	1
HEURES SUPPLEM.	2			
ROTATION	3	1	1	1
N CYCLES/HRE	4	1		
FREQUENCE DE CHANGEMENT DE POSTURE	5	2		
POSTE ANTERIEUR LOURD	2	2		

**B. ELABORATION DU QUESTIONNAIRE**

Cette revue de la littérature a permis de classer les facteurs qui sont à reprendre ou, au contraire, qui peuvent être exclus du questionnaire.

- Certains facteurs sont à exclure:
  - pour des raisons d'éthique, comme la question de « nationalité »
  - parce qu'il ressort des tableaux qu'ils sont peu associés aux TMS. C'est le cas pour :
    - la consommation d'alcool
    - l'état civil
    - le nombre d'enfants
    - la distance de roulage
    - le sport en général.
- Certains facteurs sont à retenir car ils permettent d'éviter les extrêmes et leur influence particulière sur les TMS. Il s'agit:
  - de la taille
  - du poids
  - des hobbies
  - de l'état de santé
  - des maladies chroniques
  - de la prise de médicaments
  - des accidents du membre supérieur
  - des sports sollicitant le membre supérieur.
- Certains facteurs sont retenus car ils sont souvent étudiés et associés aux TMS:
  - l'âge
  - le sexe
  - les facteurs professionnels.
- Certains facteurs sont retenus car ils ciblent la personnalité des opérateurs qui peut influencer la façon de travailler de ces derniers:
  - le niveau d'éducation
  - la personnalité de type A
  - l'extraversion.
- Certains facteurs peuvent être considérés comme une conséquence éventuelle des TMS et sont dès lors à retenir. Il s'agit:
  - de l'absentéisme
  - des troubles psychologiques (céphalées, dépression, troubles de la mémoire et du sommeil, fatigue nerveuse,...)
  - des symptômes de stress
  - de la perception du stress.
- Les facteurs psychosociaux sont de plus en plus étudiés. Ils sont le reflet du vécu du travail et donc du point de vue subjectif de l'opérateur. Certains facteurs sont associés statistiquement avec la présence de TMSMS, selon des mécanismes obscurs le plus souvent.. Les paramètres retenus sont ceux qui semblent être les plus pertinents d'après les tableaux. Il s'agit:
  - des exigences du travail

- de l'autonomie face au travail
- du contenu assez pauvre du travail
- de la monotonie
- du rythme élevé
- de la pression par le temps
- du support social
- du contact avec les collègues et la hiérarchie
- de la satisfaction au travail.

## **CHAPITRE IV**

### **DIFFERENCES INTERINDIVIDUELLES DANS LES DONNEES BIOMECHANIQUES ENREGISTREES AU COURS DU TRAVAIL**

#### **A. OBJECTIF**

Les données biomécaniques au niveau des mouvements, de l'activité musculaire, de la répétitivité et des vitesses angulaires enregistrées précédemment à deux postes de travail ont été réanalysées dans le but de dégager les paramètres statistiques mettant le mieux en évidence les différences interindividuelles.

#### **B. DESCRIPTION DES POSTES DE TRAVAIL:**

- **Chargement et déchargement de lignes dans l'industrie du verre:**

Le chargement consiste à prendre les vitres déposées verticalement sur un chariot et à les déposer horizontalement sur un tapis roulant (le poids d'une vitre est de 3 kg). La cadence est de quelque 6 vitres par minute. Le déchargement consiste à saisir la vitre sur le tapis roulant à la sortie du four, à la soulever au dessus des épaules pour effectuer un contrôle visuel et ensuite à la déposer horizontalement sur un chariot de stockage. Les sujets (de sexe masculin) alternent toutes les 2 heures entre les postes de chargement et de déchargement des vitres.

Le travail, effectué en position debout, requiert au niveau des poignets des mouvements répétitifs de grandes amplitudes et symétriques des deux bras. Les enregistrements biomécaniques ont été effectués pendant 15 minutes au chargement et 15 minutes au déchargement pour 6 opérateurs (5 droitiers et 1 gaucher) et l'analyse a été globale sur les 30 minutes.

- **Couture de housses et coussins de sièges de voiture:**

Le travail, effectué en position assise et par des femmes, consiste à coudre les différentes pièces de tissus et à y introduire les profils métalliques ou en PVC afin de former la housse. La main gauche est très sollicitée lors de la manipulation des tissus et une force importante au niveau des doigts doit être exercée pour fixer le profil. Cette tâche exige des prises digitales fréquentes et l'emploi de temps en temps de ciseaux. Le cycle de confection d'une housse est de 15 à 20 minutes. Les enregistrements biomécaniques ont porté sur deux cycles de travail, soit 30 à 40 minutes. Ils ont été réalisés pour 6 opératrices dont une gauchère.

#### **C. METHODOLOGIE**

Après étalonnage des différents appareils, le sujet est équipé sur chaque bras de goniomètres Penny et Giles mesurant au niveau du poignet les angles en déviation radio-cubitale et en flexion-extension. Par ailleurs, des électrodes de surface ont été placées sur les muscles fléchisseurs des deux avant-bras pour l'enregistrement de l'activité musculaire. Les capteurs sont reliés à un data logger POLYLOG qui, d'une part, les alimente et, d'autre part, recueille les signaux, les filtre et, dans le cas de l'EMG, calcule la valeur efficace en  $\mu V$ . Le POLYLOG digitalise et mémorise les données à raison de 10 points par seconde.

Avant enregistrement au poste de travail, les angles maximaux en déviations radiale et cubitale, en flexion et en extension sont mesurés. Le signal EMG de l'activité musculaire est étalonné en

demandant au sujet d'exercer, au moyen d'un dynamomètre JAMAR, une force de préhension maximale durant 5 secondes; l'EMG max est donné par la moyenne du signal EMG calculée sur 3 secondes.

Un traitement informatique des données calcule les paramètres suivants:

- mD et sD(°):  
moyenne et écart type en valeur absolue de l'angle en déviation radiale ou cubitale
- mF et sF(°):  
moyenne et écart type en valeur absolue de l'angle en flexion ou extension
- mDr, sDr, mFr et sFr (%):  
les mêmes paramètres, en valeurs relatives, par rapport aux angulations maximales du sujet
- mEMGr et sEMGr(%):  
moyenne et écart type de la valeur relative de l'EMG par rapport à l'EMG max.
- RD (#/min):  
répétitivité en déviation radio-cubitale, égale au nombre de transitions par minute de la position neutre vers une position extrême ou vice versa, la limite entre la zone neutre et les deux zones extrêmes étant fixée à 50% de la déviation maximale radiale ou cubitale.
- RF (#/min):  
répétitivité en flexion-extension, égale au nombre de transitions par minute de la position neutre vers une position extrême ou vice versa, la limite entre la zone neutre et les deux zones extrêmes étant fixée à 60% de la flexion ou de l'extension maximale.
- REMG (#/min):  
répétitivité en force, égale au nombre de transitions par minute entre basse et haute activité musculaire ou vice versa, la limite entre les deux zones étant fixée à 15% de l'EMG max.
- mVD et sVD (°/s):  
moyenne et écart type de la valeur absolue de la vitesse angulaire en déviation radiale ou cubitale.
- mVF et sVF (°/s):  
moyenne et écart type de la valeur absolue de la vitesse angulaire en flexion ou extension.

#### **D. RESULTATS**

Puisque la moyenne et l'écart type des angulations sont calculés sur les valeurs redressées et étant donné que cette valeur redressée passe par zéro lorsque le poignet passe par exemple de flexion en extension, ces deux valeurs statistiques sont logiquement liées (coefficient de corrélation entre 0,8 et 0,9).

De ce fait, le coefficient de variation (cv), rapport entre l'écart type et la moyenne, est plus riche en information que l'écart type seul. Les coefficients de variation ont ainsi été calculés pour chaque analyse de poste et les différents paramètres et désignés par cvD, cvF, cvDr, cvFr, cvEMG, cvVD et cvVF.

Le tableau IV.1 reprend séparément pour le poste de verrerie et celui de couture, les moyennes et écarts types des caractéristiques des 6 sujets et des 17 paramètres de l'analyse de poste, calculés à partir des 12 poignets (6 sujets et 2 côtés à chaque poste).

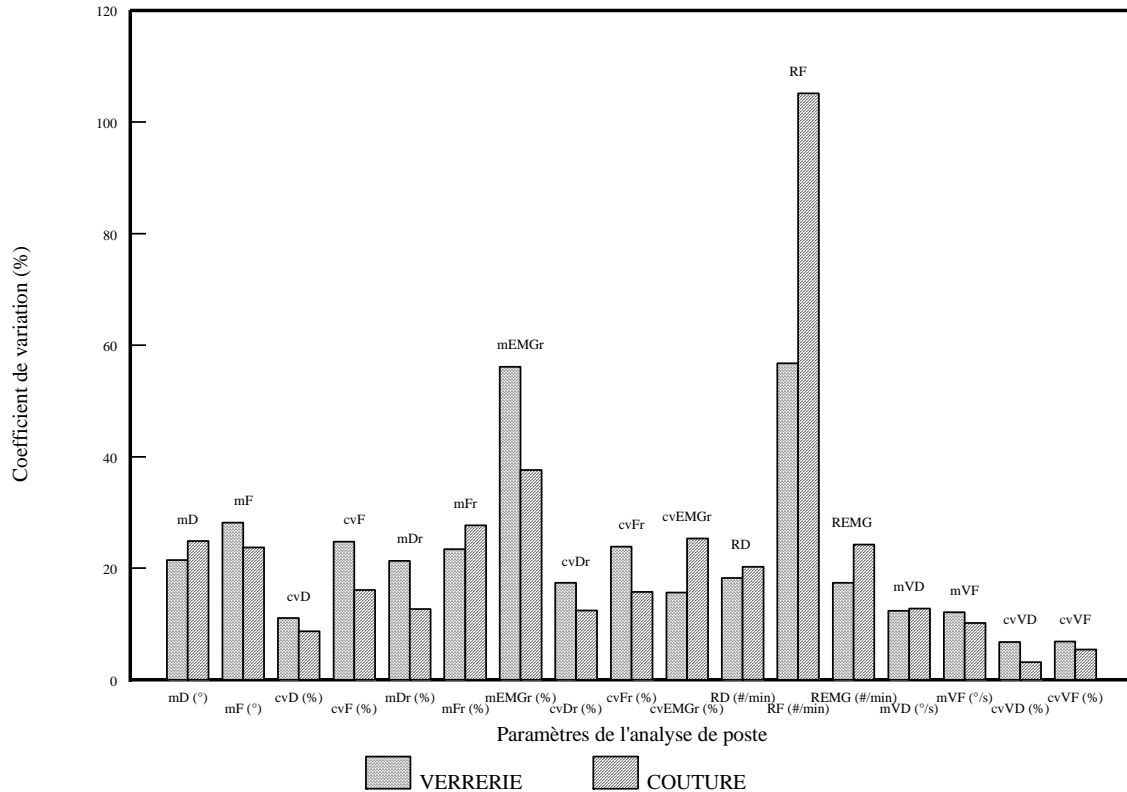
Pour chacun de ces paramètres de l'analyse de poste, le coefficient de variation, rapport en % entre l'écart type et la moyenne, a été calculé de manière à comparer la variation des paramètres,

indépendamment de leur unité (figure IV.1): plus grand est ce coefficient de variation, plus grandes sont les différences interindividuelles.

**Tableau IV. 1:**  
**CARACTERISTIQUES DES SUJETS ET PARAMETRES DE L'ANALYSE DE POSTE**  
**DES DEUX POSTES DE TRAVAIL**

Paramètres	Verrerie (hommes)		Couture (femmes)	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Age (ans)	38,0	6,9	30,3	5,6
Poids (kg)	77,3	5,3	62,8	7,5
Taille (cm)	168,2	8,8	164,5	5,8
Ancienneté (ans)	14,2	2,6	7,3	3,9
Anc. au poste (ans)	5,2	1,6	6,7	4,6
mD (°)	8,9	1,9	12,3	3,1
mF (°)	23,4	6,6	22,6	5,4
cvD (%)	74,9	8,3	67,2	5,8
cvF (%)	60,9	15,1	59,1	9,5
mDr (%)	38,6	8,2	40,2	5,1
mFr (%)	34,0	8,0	30,5	8,5
mEMGr (%)	22,1	12,4	33,3	12,5
cvDr (%)	82,1	14,2	68,1	8,5
cvFr (%)	59,9	14,3	59,1	9,3
cvEMGr (%)	84,6	13,2	67,5	17,1
RD (#/min)	16,6	3,0	15,4	3,1
RF (#/min)	6,5	3,7	3,8	4,0
REMG (#/min)	14,5	2,5	14,1	3,4
mVD (°/S)	28,3	3,5	37,8	4,8
mVF (°/S)	38,8	4,7	52,8	5,4
cvVD (%)	97,9	6,7	105,3	3,4
cvVF (%)	114,3	7,8	120,3	6,5

**Figure IV. 1**  
**COEFFICIENTS DE VARIATION DES PARAMETRES DE L'ANALYSE**  
**DE POSTE DES DEUX POSTES DE TRAVAIL**



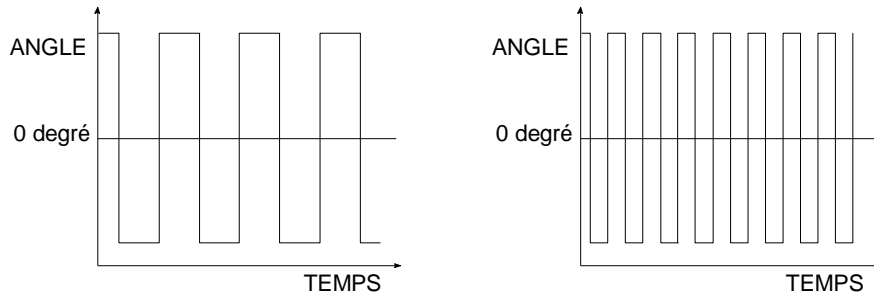
Cette figure montre clairement qu'aux deux postes de travail, les paramètres pour lesquels les variations interindividuelles sont les plus grandes sont la force (mEMGr) et la répétitivité des mouvements en flexion ou extension (RF). Tous les autres paramètres donnent des coefficients de variation du même ordre de grandeur, de 10 à 20%.

***E. DISCUSSION ET CONCLUSIONS***

A l'exception de mEMGr et RF, les paramètres biomécaniques ne présentent pas de différences interindividuelles importantes. Cela est d'autant plus inattendu pour les coefficients de variations individuels: cvD, cvF, cvDr, cvFr, cvVD, cvVF et même pour cvEMGr. On aurait pu s'attendre en effet que les angulations par exemple soient imposées par le travail et que, donc, elles soient les mêmes en moyenne pour tous les sujets, mais que certains varient plus ces angulations que d'autres. Ce n'est pas le cas.

Il est à noter cependant que l'écart type des angulations adoptées au cours du travail est du même ordre de grandeur que les variations soient plus ou moins fréquentes entre des mêmes valeurs extrêmes, comme illustré dans les deux cas de la figure IV.2.

**Figure IV.2**  
**VARIATIONS ANGULAIRES DIFFERENTES POUR UN MEME ECART TYPE**



Seul un paramètre de répétitivité tel que défini (nombre de transitions par unité de temps) peut distinguer entre ces deux situations: c'est bien le cas du paramètre RF aux deux postes de travail et, en particulier, au poste de couture.

Cette réanalyse des données biomécaniques précédemment enregistrées suggère donc de rechercher les différences interindividuelles:

- non pas tant en ce qui concerne les amplitudes de mouvements
- mais plutôt en ce qui concerne la répétition des mouvements

Dans le cadre d'une recherche de typologie individuelle, il paraît peu envisageable de devoir se baser sur des enregistrements goniométriques. Tout au plus pourra-t-on se baser sur l'observation du travail en continu avec repérage des angulations.

La méthode NOVA qui sera exposée ci-dessous a été conçue pour systématiser ces observations. L'interprétation des résultats est prévue en termes de pourcentage du temps passé en angulations extrêmes (déviation et flexion-extension) ainsi qu'en termes de répétitivité. Reste à vérifier que ces paramètres de répétitivité traduiront bien la variabilité interindividuelle que l'étude biomécanique conduite ci-dessus a mise en évidence pour RF.

Le second paramètre présentant cette variabilité interindividuelle est l'activité musculaire relative moyenne relevée sur les muscles fléchisseurs des doigts (mEMGr). Sauf dans le cas d'artefacts, cela signifierait que certains sujets font des efforts en moyenne beaucoup plus importants que d'autres.

Si cela est bien susceptible d'être le cas, il est néanmoins surprenant que le cvEMGr et la répétitivité en termes de force (REMG) soient peu variables entre individus. La situation serait en fait inverse de celle envisagée ci-dessus pour les angulations: même variabilité au cours du temps autour de valeurs absolues plus différentes d'un sujet à l'autre.

Ce point mériterait à nouveau d'être approfondi. Ce ne sera guère possible au moyen des résultats des observations réalisées par la méthode NOVA. Dans la philosophie de cette méthode, en effet, il n'est pas envisageable de mesurer les forces développées au cours du temps et seuls les niveaux de force moyens et approximatifs par phase de travail seront estimés.

## ***CHAPITRE V : METHODE NOVA***

### **A. DESCRIPTION DE LA METHODE**

La méthode NOVA est une méthodologie d'observation des postes de travail pour l'identification des facteurs de contrainte biomécanique susceptibles d'avoir une influence sur le développement de troubles musculosquelettiques des membres supérieurs.

La méthode est une adaptation de la méthode OWAS<sup>52</sup> qui consiste à réaliser 100 observations instantanées des postures à intervalles réguliers durant une période de travail représentative. L'observation est ciblée vers l'une des 7 régions: la nuque, l'une ou l'autre des épaules, un coude, un poignet/main. La posture observée est comparée à un ensemble de situations de référence:

#### ***Nuque***<sup>53</sup>:

1. flexion, position neutre ou extension frontale
2. flexion latérale gauche ou droite ou position neutre
3. rotation gauche ou droite ou position neutre

#### ***Epaules***<sup>54</sup>:

1. extension extrême (>20°), position neutre (-20 à +20), ou flexion légère (<45°), moyenne (<90°) ou extrême (>90°)
2. adduction (>20°), position neutre (-20 à +20°), ou abduction légère (<45°), moyenne (<90°) ou extrême (>90°)
  - dans le plan vertical
  - dans le plan horizontal.
3. rotation interne, position neutre, ou rotation externe

#### ***Coudes***<sup>55</sup>:

1. flexion nulle (<20°), légère (<60°), moyenne (<100°) ou extrême (>100°)
2. pronation extrême, position neutre, ou supination extrême

#### ***Poignets***<sup>56, 57</sup>:

1. extension extrême (>45°), position neutre, ou flexion extrême (>45°)
2. déviation radiale extrême, position neutre, ou déviation cubitale extrême
3. type de prises utilisées

La force est évaluée sur base de l'opinion moyenne des sujets, exprimée suivant l'échelle de Borg<sup>58</sup> pour chaque activité élémentaire.

La répétitivité est exprimée en termes de nombre de variations de postures d'un état « neutre » à un état « extrême », dans chaque plan de mouvement.

La description détaillée de la méthodologie est donnée dans l'ouvrage de Malchaire et Indestege<sup>59</sup>.

### **B. VALIDATION DE LA METHODE**

La validation de la méthode NOVA comprend 3 aspects:

1. la pertinence des limites utilisées pour définir les positions « extrêmes »: les limites ont été empruntées à la littérature et doivent être considérées comme pertinentes

2. la validité de la méthode de Borg utilisée pour l'évaluation de la force. Bien qu'il ne soit pas sûr, à notre avis, que cette méthode ait jamais été validée, son fréquent usage amène à la considérer comme la moins mauvaise méthode pour l'estimation de la charge de travail et, dans le cas présent, de la force
3. la reproductibilité des observateurs. La reproductibilité de la méthode OWAS est généralement considérée comme bonne.

## ***CHAPITRE VI : METHODOLOGIE D'OBSERVATION DE L'ACTIVITE GESTUELLE***

### ***A. INTRODUCTION***

Le concept d'activité de travail découle de la constatation d'une différence qui existe toujours entre le travail prescrit par le concepteur (la tâche) et ce que fait réellement l'opérateur (l'activité). L'activité est toujours une "oeuvre (ergon) personnelle", signe de l'habileté, de la personnalité, de la singularité, de celui qui l'a produite<sup>60</sup>. C'est pourquoi, il existe toujours des différences entre les opérateurs dans la façon de réaliser une même tâche prescrite. La variabilité dans la façon de réaliser une tâche a amené certains auteurs anglo-saxons, dans la tradition de la psychologie différentielle, à proposer plusieurs typologies des opérateurs tels que le style professionnel (working style) - qui est défini comme l'ensemble des réactions individuelles cognitives, comportementales et physiologiques qui surviennent conjointement lors de la réalisation de la tâche<sup>61</sup> - ou le style gestuel<sup>2</sup>.

L'hypothèse de travail que nous adoptons est que certaines stratégies motrices sont plus contraignantes que d'autres pour les tissus mous périarticulaires. C'est le cas, par exemple, des gestes nécessitant une hyperextension du poignet, le maintien de l'épaule en abduction prolongée. Tester cette hypothèse nécessite la mise au point de critères d'évaluation de l'activité gestuelle prenant en compte le risque de TMS. Il est cependant nécessaire d'intégrer l'activité gestuelle du point de vue biologique au sein de programmes moteurs posturo-cinétiques complexes<sup>62</sup>. S'agissant d'une technique du corps, l'activité gestuelle s'intègre également dans la personnalité et l'identité du sujet<sup>63</sup>. D'autre part, l'activité gestuelle doit être intégrée simultanément comme un élément de l'activité de travail, c'est-à-dire dans la globalité du travail avec ses composantes perceptives, cognitives, psychologiques, sociales et économiques<sup>60</sup>.

### ***B. METHODOLOGIE GENERALE DE SELECTION DES CRITERES D'EVALUATION DE L'ACTIVITE GESTUELLE***

Le choix des critères d'évaluation repose sur les techniques d'analyse ergonomique du travail et d'analyse des postures de travail. Pour des raisons pratiques et de généralisation possible des résultats, les critères requis pour caractériser les stratégies motrices à risque dans la réalisation d'une tâche sont des paramètres observables de l'activité perceptivo-motrice. Lors des travaux préliminaires, il est rapidement apparu que les critères doivent pouvoir être observables dans un grand nombre de secteurs professionnels. Bien que la dichotomie soit parfois artificielle, il est également nécessaire de choisir des "observables" de la manière dont l'opérateur réalise son activité et non pas des "témoins" de la variabilité des situations de travail.

Les techniques utilisées doivent également être quantifiables de manière simple afin d'éviter le recours à des techniques biomécaniques complexes. C'est pourquoi, nous avons retenu une méthode semi-quantitative basée sur le jugement d'expert pouvant être utilisée soit au cours d'analyse directe des situations de travail soit au cours d'analyse d'enregistrement vidéo. Pour des raisons de commodité, nous avons retenu une évaluation des facteurs selon une échelle à 4 niveaux : "facteurs pas du tout présents (0)", "facteurs quelquefois présents (1)", "facteurs souvent présents (2)" et "facteurs toujours présents (3)" au cours de la période d'observation.

Différents paramètres observables de l'activité ont été envisagés et discutés après analyse d'un échantillon de situations de travail dans une entreprise de fabrication de chaussure et chez un manufacturier automobile. Il s'agissait de postes de piqûre de chaussures (postes a1-a4 et a9-a14), de montage de chaussures sur machines automatiques (postes a5-a8) et d'assemblages d'essuie-glaces (postes b1-b8).

## **C. CHOIX ET DISCUSSION DES CRITERES**

### **1. La prise d'appuis posturaux**

- **1a: La prise d'appui pour stabiliser la posture générale** : La prise d'appui pour stabiliser la posture générale est un déterminant important de la posture. L'existence d'un appui fessier sur le plan de la chaise ou d'un appui lombaire et/ou dorsal sur le dossier de la chaise influence les contraintes rachidiennes. Il permet d'une part la stabilisation de la tête en améliorant la précision de la prise d'informations visuelles et d'autre part la stabilisation de la musculature proximale des membres supérieurs permettant d'accroître la précision des gestes réalisés par la musculature distale des membres, notamment ceux de la main sous le contrôle de la vue. Ce paramètre "prise d'appui" est fortement dépendant de la tâche, notamment du contenu de la tâche (charge d'attention) et des contraintes visuelles. C'est pourquoi, il est difficile de faire la différence entre ce qui est dû à la tâche et ce qui est lié aux stratégies motrices des opérateurs. C'est pourquoi, nous n'avons pas retenu ce paramètre.
- **1b: La prise d'appui pour stabiliser la posture segmentaire des membres supérieurs** : La précision des gestes de la main nécessite une stabilisation de la partie proximale du membre supérieur, l'épaule ou le coude. C'est pourquoi toute activité précise se traduit par une charge musculosquelettique importante sur les muscles du cou et de la ceinture scapulaire. On remarque souvent qu'au cours du travail, certains opérateurs prennent appui sur une zone du membre supérieur - le plus souvent le coude, le tiers inférieur de la face antérieure de l'avant-bras voire le talon de la main - alors que d'autres non. Nous n'avons pas retenu ce paramètre car il est fortement dépendant du contenu de la tâche et de l'organisation et l'aménagement du poste de travail. Il se prête mal à une évaluation semi-quantitative puisqu'il n'est pas toujours possible de prendre des appuis à certains postes de travail. Ce paramètre est de plus délicat à interpréter en terme de risque de TMS. En effet, si la stabilisation de la main par un appui du coude sur un élément du plan de travail limite les contraintes mécaniques sur l'épaule et améliore la précision du geste, il peut engendrer une compression locale autour du coude qui peut être à l'origine soit d'un hygroma du coude soit d'un syndrome du tunnel cubital.

### **2. Fréquence des mouvements**

Le calcul du nombre de mouvement par unité de temps est un témoin simple de la répétitivité des gestes nécessaires pour réaliser une tâche. Nous avons observé des différences d'un opérateur à l'autre dans l'industrie métallurgique, et ce d'autant plus que le temps de cycle est plus long, c'est-à-dire que la contrainte temporelle est plus faible. Il s'agit d'un critère trop fortement dépendant du contenu de la tâche et de la durée de cycle pour pouvoir être généralisable à l'ensemble des postes de travail. C'est pourquoi nous ne l'avons pas retenu, lui préférant des critères plus globaux d'évaluation de l'activité perceptivo-motrice des opérateurs.

### **3. Tensions musculo-tendineuses du poignet et de la main**

Certains opérateurs adoptent une posture crispée du poignet et de la main, en limite d'amplitude articulaire, alors que d'autres non. Ces attitudes "à risque" sont contraignantes en terme de charge musculosquelettique. Cependant ce critère, facile à observer, est fortement dépendant du contenu de la tâche comme on a pu le voir dans un atelier de sellerie ou dans un atelier de piqûre de chaussures en cuir où il est nécessaire de pincer la matière. C'est pourquoi, nous n'avons pas retenu ce critère.

#### **4. Tension musculaire générale**

Le tonus musculaire est un déterminant de la charge musculosquelettique. Il se traduit par des contractions isométriques de faible intensité qui peuvent être influencées par le niveau d'éveil de l'opérateur (arousal) et son niveau de stress. Il se surajoute à la charge statique liée au maintien de la posture et aux ajustements posturaux accompagnant l'activité gestuelle. C'est un facteur de risque de TMS, notamment de tendinopathie de l'épaule et de troubles musculaires du cou. Plutôt que de cibler l'observation sur une zone du corps donnée comme le visage, les mâchoires, le cou ou les doigts, il est apparu plus opérant d'évaluer globalement le niveau de tension musculaire générale en posant la question "l'opérateur a-t-il une attitude générale tendue pour au moins deux des trois zones suivantes : visage, cou, doigts ?" .

Le critère de "tension musculaire générale" est évalué de la manière suivante :

0. attitude générale détendue
1. attitude générale attentive
2. attitude crispée épisodique
3. attitude crispée, grimaçante permanente ou presque

#### **5. Harmonie des postures et des mouvements**

L'étude de la frappe dactylographique montre que certains opérateurs adoptent plus souvent que d'autres des postures de moindres contraintes et travaillent plus souvent dans des zones optimales d'atteinte manuelle et visuelle. Il s'agit cependant d'un critère fortement dépendant du contenu de la tâche et l'organisation spatiale du poste de travail. Nous avons adopté la définition opérationnelle suivante : l'activité posturocinétique est harmonieuse lorsque le rachis cervical et les articulations des épaules, des coudes et des poignets droits et gauches sont placés le plus souvent dans les zones de confort.

Le critère "**harmonie posturocinétique**" est évalué selon la fréquence de l'observation au cours du cycle de travail :

0. permanente
1. fréquente
2. rare
3. constamment absente

#### **6. Activité gestuelle globale ou segmentaire**

Les stratégies motrices mises en jeu pour réaliser une tâche répétitive donnée sont de plusieurs types selon l'organisation de la saisie manuelle. Ainsi, on observe deux grandes catégories d'organisation posturocinétique :

- soit les opérateurs privilégient des mouvements de l'ensemble du corps - si le sujet travaille debout - ou du tronc - s'il travaille assis - qui accompagnent les mouvements de préhension et de manipulation des objets et des outils. Cette stratégie motrice que l'on appellera "globale" permet de

minimiser les mouvements du poignet par un ajustement constant du positionnement des mains dans la zone utile de travail.

- soit les opérateurs privilégient des mouvements des poignets et des mains sans ajustements posturaux du tronc et/ou sans déplacements mais avec parfois appui des coudes sur le plan de travail. Cette stratégie que l'on appellera "segmentaire" permet des gestes précis mais se traduit par des mouvements des poignets incessants et de forte amplitude pour adapter le placement des doigts sur la pièce ou l'objet travaillé. Cette stratégie se traduit par une fixité posturale et une hypersollicitation des poignets.

Le critère de "globalité de l'activité motrice" est évalué de la manière suivante :

0. saisie manuelle et manipulation des objets "globale" mettant en jeu l'ensemble du membre supérieur et associant des mouvements du tronc et/ou des déplacements de l'opérateur.
1. saisie manuelle et manipulation des objets plus souvent "globale" que "segmentaire"
2. saisie manuelle et manipulation des objets " plus segmentaire" que "globale"
3. saisie manuelle et manipulation des objets "segmentaire" mettant en jeu uniquement des mouvements des poignets et des doigts, sans mouvements des épaules et du tronc ni déplacements.

### **7. Activité motrice saccadée**

La vitesse des mouvements est un facteur de risque reconnu de TMS. Il est fort probable que certains opérateurs réalisent leurs gestes avec une vitesse excessive par rapport aux contraintes de la tâche, notamment lors d'états de stress intense. Cependant, le critère "vélocité" des mouvements est très fortement dépendant de la tâche et du type de gestes, précis ou non. Il est donc difficilement applicable à l'ensemble des postes de travail. Nous ne l'avons pas retenu, lui préférant l'évolution du caractère saccadé ou, à l'inverse, coulé des mouvements.

Le critère "activité motrice saccadée" est évalué par l'existence ou non d'accélération brutales du rythme des gestes et des changements posturaux au cours du cycle de travail. Le score d'évaluation est le suivant:

0. absence totale d'accélération du rythme des gestes
1. accélérations du rythme des gestes rares au cours du cycle de travail
2. accélérations du rythme des gestes fréquentes au cours du cycle de travail
3. accélérations et décélérations permanentes ou presque au cours du cycle de travail

### **8. Aléas gestuels**

Lorsque la capacité maximale de travail est atteinte, on observe fréquemment des stratégies de débordement de l'opérateur qui peuvent se traduire par une désorganisation de l'activité motrice, la chute d'une pièce ou l'obligation de refaire une opération plusieurs fois. Le nombre de gestes imprécis, de gestes redondants peut ainsi être un témoin indirect de la charge de travail

Le critère "aléas gestuels " est évalué en fonction de leur fréquence de survenue au cours d'une période d'observation donnée (15 minutes environ):

0. aucun aléa par cycle de travail
1. un aléa gestuel un cycle de travail sur trois ou moins
2. au moins un aléa gestuel un cycle de travail sur deux
3. au moins un aléa gestuel par cycle de travail

### **9. Marges de manoeuvre perceptive et gestuelle**

Certains opérateurs réalisent des activités connexes, non directement liées au contenu de la tâche, qui semblent traduire une certaine "marge de manoeuvre", leur permettant de regarder ailleurs, de communiquer avec leurs collègues sur des thèmes non liés à la tâche, c'est-à-dire d'introduire des ruptures dans l'activité dont l'effet est bénéfique sur la charge musculosquelettique. La marge de manoeuvre est fortement dépendante de la charge de travail, notamment des contraintes temporelles et d'attention. Ce critère "marge de manoeuvre" peut être évalué par la fréquence des regards en dehors des zones d'informations utiles à la tâches et/ou le nombre de communications avec l'entourage. Il peut également être évalué en fonction de l'existence de mouvements collatéraux, non directement liés à la réalisation de la tâche, comme se passer la main dans les cheveux ou sur le visage, de saluer ou de faire un signe à un collègue qui traduit une marge de manoeuvre suffisante par rapport à la tâche. Nous avons choisi de retenir ces deux sous-critères en bâtissant les deux scores suivants :

Le critère "**marge de manoeuvre perceptive**" est évalué en fonction de la fréquence des prises d'informations et des communications non directement liées à la tâche :

0. au moins un regard collatéral et/ou une communication collatérale par cycle de travail
1. au moins un regard collatéral et/ou une communication collatérale, un cycle de travail sur deux
2. un regard collatéral et/ou une communication collatérale, un cycle de travail sur trois ou moins
3. absence complète de regard collatéral et/ou de communication collatérale

Le critère "**marge de manoeuvre gestuelle**" est évalué en fonction de la fréquence des mouvements collatéraux, non directement liés à la tâche :

0. au moins un mouvement par cycle de travail
1. au moins un mouvement collatéral un cycle de travail sur deux
2. un mouvement collatéral un cycle de travail sur trois ou moins
3. absence complète de mouvements collatéraux

### **10. Rupture d'activité**

La possibilité ou non de réguler la charge de travail en fonction de son état de fatigue est un déterminant important de la charge de travail<sup>64</sup> de l'opérateur qui peut adopter différentes stratégies pour la régulation temporelle de son activité. Sur le plan des contraintes tissulaires, la stratégie consistant à ménager de courtes phases de repos relatif (ou "micropauses") au cours de l'activité gestuelle qui permettent de courtes phases (>0.2 seconde) de récupération tissulaire<sup>50</sup> est probablement une stratégie efficace pour prévenir les TMS. Il est parfois difficile de faire la part de ce qui relève de la tâche de ce qui relève de la stratégie adoptée par l'opérateur lorsque les tâches sont extrêmement répétitives et ne permettent pas de réelles possibilités de régulation temporelle intra-cycle. C'est pourquoi, nous avons dissocié ce critère en "rupture d'activité intra-cycle de travail" et "rupture d'activité inter-cycle de travail".

Le critère "**rupture d'activité intra-cycle de travail**" est évalué par la fréquence des "micropauses" se traduisant par l'absence d'activité pendant au moins une seconde d'affilée. Tous les cycles de travail observés pendant une durée d'observation standardisée (15 minutes environ) sont pris en compte de façon à compenser une faible durée de cycle par un nombre d'observations plus important et inversement. Le score est bâti de la manière suivante :

0. une micropause ou plus à chaque cycle de travail

1. une micropause ou plus, un cycle de travail sur deux
2. une micropause, un cycle de travail sur trois ou moins
3. absence totale de micropause au cours des cycles de travail observés

Le critère "**rupture d'activité inter-cycle de travail**" est évalué par la fréquence des "micropauses" d'au moins une seconde d'affilée survenant entre les cycles de travail, au cours de 10 cycles consécutifs. Le score est bâti de la manière suivante :

0. une micropause ou plus à chaque inter-cycle de travail
  1. une micropause ou plus, un inter-cycle de travail sur deux
  2. une micropause, un inter-cycle de travail sur trois ou moins
  3. absence totale de micropause au cours des inter-cycles de travail observés

### **11. Maîtrise de la tâche**

L'acquisition des habilités perceptivo-motrices nécessaires à l'entière maîtrise de la tâche nécessite un long apprentissage compte tenu des contraintes perceptivo-motrices des tâches répétitives. La formation et l'expérience influencent considérablement les stratégies des opérateurs et leur degré de maîtrise de la tâche. Il est probable que plus la maîtrise de la tâche est importante, plus la marge de manoeuvre des opérateurs est importante et donc plus leur possibilité de régulation de l'activité motrice en fonction de leur état interne est importante.

Le critère "**maîtrise de la tâche**" est évalué par la fréquence des débordements au cours du cycle de travail. Les stratégies de débordements sont définies opérationnellement par l'existence de changements d'attitude du visage, par des ruptures importantes dans le déroulement spatial ou temporel des gestes, par des hésitations voire l'absence de réalisation de certaines opérations accessoires lorsque le sujet "coule". L'évaluation est réalisée selon l'échelle suivante :

0. aucun débordement au cours des cycles de travail
  1. débordements occasionnels au cours du cycle de travail
  2. débordements fréquents au cours du cycle de travail
  3. débordements permanents au cours du cycle de travail

### **D. SYNTHÈSE DES CRITÈRES ET PROCÉDURE D'ÉVALUATION**

L'évaluation semi-quantitative est réalisée par jugement d'expert (2 ou 3) en aveugle de l'état de santé de l'opérateur étudié. Des enregistrements vidéo de 3 à 5 cycles de travail enregistrés pendant une durée minimale de 15 minutes sont réalisés selon 3 plans fixes différents (dos, profil général, plan semi-rapproché de 3/4 avant). Les films sont analysés à vitesse normale puis éventuellement au ralenti. Les scores compris entre 0 et 3 pour chaque paramètre sont retenus par consensus entre les experts. Pour chaque paramètre, un score est établi selon les principes de cotation définis dans le tableau VI.1. Des sous-scores correspondant plus spécifiquement aux composantes posturales et gestuelles ainsi qu'à la stratégie adoptée par l'opérateur pour maîtriser sa tâche sont calculés par additions simples des valeurs des items.

### **E. RESULTATS PRELIMINAIRES**

#### **1. Postes de travail étudiés**

La sélection des postes de travail a été réalisée essentiellement sur base de deux critères.

- postes avec au minimum 10 personnes réalisant la même activité professionnelle
- travaux répétitifs dont le temps de cycle est nettement inférieur à la minute.

Les enregistrements vidéo ont été réalisés dans deux entreprises:

- la première, française, de fabrication de chaussures ;
- l'autre, belge, de fabrication d'accessoires pour voitures.

**Tableau VI. 1:**

**EVALUATION SEMI-QUANTITATIVE DES PARAMETRES DE L'ACTIVITE MOTRICE  
DES OPERATEURS**

(voir commentaires dans le texte)

PARAMETRES DE L'ACTIVITE PERCEPTIVO-MOTRICE	0	1	2	3
<b>1. SOUS-SCORE POSTURAL</b>				
1.1. Tension musculaire générale	attitude générale détendue	attitude générale attentive	attitude crispée épisodique	attitude crispée en permanence
1.2. Harmonie posturo-cinétique	permanente	fréquente	rare	absente
<b>2. SOUS-SCORE GESTUEL</b>				
2.1. Globalité de l'activité musculaire	globale permanente	globale > segmentaire	segmentaire > globale	segmentaire permanente
2.2. Activité motrice saccadée	absence totale	accélération rares	accélération fréquentes	accélération/décélération permanentes
2.3. Aléas gestuels	0	≥ 1 / 3 cycles ou +	≥ 1 / 2 cycles	≥ 1 / cycle
2.3. Marge de manoeuvre motrice	≥ 1 / cycle	≥ 1 / 2 cycles	≥ 1 / 3 cycles ou +	0
<b>3. SOUS-SCORE REGULATION</b>				
3.1. Rupture d'activité intra-cycle de travail	≥ 1 / cycle	≥ 1 / 2 cycles	≥ 1 / 3 cycles ou +	0
3.2. Rupture d'activité inter-cycle de travail	≥ 1 / cycle	≥ 1 / 2 cycles	≥ 1 / 3 cycles ou +	0
3.3. Marge de manoeuvre perceptive	≥ 1 / cycle	≥ 1 / 2 cycles	≥ 1 / 3 cycles ou +	0
3.4. Maîtrise de la tâche	aucun débordement	débordements occasionnels	débordements fréquents	débordements permanents
<b>SCORE TOTAL</b>				

Au total, 10 ouvrières de piquage, 2 du montage de souliers et 8 d'assemblage d'essuie-glaces ont été filmées. L'effectif est essentiellement féminin. La moitié souffre d'un TMS au niveau des poignets.

Les personnes ont été filmées avec leur accord pendant une quinzaine de minutes représentatives de leur travail habituel.

La méthode d'enregistrement a été systématique:

1. enregistrement de face puis de dos et enfin des deux profils de l'ensemble de la personne afin de pouvoir observer les attitudes et comportements face au travail ;
2. enregistrement ensuite focalisé vers le poignet droit (ou gauche si la personne est gauchère) afin de permettre une analyse plus détaillée de la région poignet/main.

Un entretien préalable a permis d'entrer en contact avec la personne, de prendre note de ses caractéristiques personnelles et de ses antécédents musculosquelettiques, de la mettre en confiance en lui exprimant l'objectif des enregistrements et surtout d'insister sur le fait qu'elle doit travailler comme d'habitude, en essayant de faire abstraction de la caméra. Aucun enregistrement n'a été réalisé sans l'accord préalable de la personne.



1.2. Harmonie posturo-cinétique	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0,8	0,8
2.SOUS-SCORE GESTUEL	5	6	7	7	3	4	6	5	6	3	5	5	5,7	4,7
2.1. Globalité de l'activité musculaire	1	2	3	3	0	1	3	1	2	2	2	1	3,0	1,5
2.2. Activité Motrice saccadée	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1,0	0,8
2.3. Aléas gestuels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3. Marge de manoeuvre motrice	3	3	3	3	2	2	2	3	3	1	2	3	2,7	2,3
3.SOUS-SCORE REGULATION	5	6	4	4	5	3	4	4	3	4	3	4		
3.1. Rupture d'activité intracycle de travail	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2. Rupture d'activité intercycle de travail	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8
3.3.Marge de manoeuvre perceptive	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2,8	2,5
3.4. Maîtrise de la tâche	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,3	0,3
SCORE TOTAL	12	15	12	13	10	9	12	13	11	9	10	10	11,3	10,8
METHODE NOVA (poignet)														
Extension > 45°(%)	53	69	57	63	41	80	89	17	53	76	45	30	59,8	52,3
Flexion > 45° (%)	18	13	2	3	47	0	0	15	6	2	36	32	6,3	22,7
Déviaton radiale (%)	14	17	2	17	22	20	33	0	4	4	16	9	14,3	12,0
Déviaton cubitale (%)	61	66	55	19	50	0	4	44	33	40	54	67	30,5	51,2

#### 4. Conclusion

L'observation des paramètres retenus pour caractériser l'activité posturale et gestuelle des opérateurs est réalisable pour l'ensemble des situations de travail étudiées. Il est nécessaire de standardiser le plus possible les plans de vue et les techniques d'analyse d'images pour améliorer la reproductibilité des données. La méthode d'évaluation de l'activité gestuelle apparaît être opérationnelle.

L'évaluation des paramètres de l'activité varie d'une situation de travail à l'autre. Les scores semblent plus élevés chez les sujets atteints d'un syndrome du canal carpien ou d'une tendinite des fléchisseurs des doigts que chez les sujets indemnes. L'assemblage d'essuie-glaces, à la différence de la fabrication de chaussure, est une tâche parfaitement reproductible. La très forte standardisation des tâches semble être un facteur favorable pour l'étude de la variabilité inter- et intra-individuelle des gestes professionnels. Ces résultats mériteraient d'être confirmés sur un échantillon plus important de situations de travail dans différents secteurs d'activité.

**Tableau VI. 3**  
**EVALUATION SEMI-QUANTITATIVE DES PARAMETRES DE L'ACTIVITE MOTRICE**  
**DES OPERATEURS (POSTES D'ASSEMBLAGE D'ESSUIE-GLACES)**

POSTES D'ASSEMBLAGE D'ESSUIE-GLACES	1	2	3	4	5	6	7	8	+	-
Affections périarticulaires du poignet	+	-	-	+	-	+	-	+	(4)	(4)
1. SOUS-SCORE POSTURAL	1	0	1	2	2	2	0	1	1,5	0,5
1.1. Tension musculaire générale	1	0	1	2	2	2	0	1	1,5	0,5
1.2. Harmonie posturo-cinétique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. SOUS-SCORE GESTUEL	7	3	2	6	6	6	5	5	6,0	4,0
2.1. Globalité de l'activité musculaire	2	2	1	1	1	2	2	2	1,8	1,5
2.2. Activité motrice saccadée	3	0	1	2	3	1	2	1	1,8	1,5
2.3. Aléas gestuels	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1,5
2.3. Marge de manoeuvre motrice	3	2	3	3	2	2	3	3	2,8	2,5
3. SOUS-SCORE REGULATION	3	1	0	4	4	4	2	4	3,8	1,8
3.1. Rupture d'activité intra-cycle de travail	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2. Rupture d'activité inter-cycle de travail	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3. Marge de manoeuvre perceptive	2	1	0	3	2	3	1	2	2,5	1,0
3.4. Maîtrise de la tâche	1	0	0	1	2	1	1	2	1,3	0,8
SCORE TOTAL	11	4	3	12	12	12	7	10	11,3	6,5
METHODE NOVA (poignet)										
Extension > 45° (%)	28	23	37	19	17	29	33	36	28,0	27,5
Flexion > 45° (%)	5	2	0	8	5	0	2	0	3,3	2,3
Déviations radiales (%)	16	0	4	15	10	23	16	36	22,5	7,5
Déviations cubitales (%)	3	24	26	23	17	26	10	8	15,0	19,8

## ***CHAPITRE VII : CONCLUSIONS***

1. Une revue de la littérature portant sur les principales études épidémiologiques a permis de déterminer les facteurs et cofacteurs de risque les plus pertinents et probables. Sur cette base, un questionnaire pourra être élaboré, en cherchant le meilleur compromis possible, compte tenu du temps disponible dans les entreprises pour la passation d'un tel questionnaire.
2. Une réétude de données antérieures relatives aux prévalences de TMSMS montrent que les ouvriers présentent des plaintes de façon concomitante dans plusieurs régions des membres supérieurs. L'hypothèse d'une cause intrinsèque au sujet doit être formulée et une étude sur les stratégies perceptivo-motrices à risque est justifiée.
3. Une réétude de données biomécaniques précédemment enregistrées à deux postes de travail au niveau des poignets ne révèle guère de différences interindividuelles d'angulations. Par contre des différences apparaissent en ce qui concerne les efforts et la répétitivité des gestes dans le plan flexion-extension. Ces facteurs devraient donc être particulièrement surveillés.
4. Les angulations, forces, répétitivité restent les facteurs de risque principaux. Une méthode (NOVA) permet d'évaluer ces facteurs de risque à partir d'enregistrements vidéo focalisant sur la zone du membre supérieur la plus exposée.
5. Une liste de 10 paramètres de l'activité motrice des opérateurs a été mise au point et des échelles d'appréciation ont été développées. L'étude préliminaire suggère que des différences de scores existent entre opérateurs avec et sans plaintes de TMS. Elle n'a porté cependant que sur 20 opérateurs.

### **En conclusion:**

Une étude de plus grande envergure paraît faisable. Les outils sont opérationnels et les données actuelles permettent d'envisager des résultats intéressants et utilisables.

## ***BIBLIOGRAPHIE***

1. Takala E.P. et coll., Predictions for the natural cause of neck-shoulder symptoms and headache in light sedentary work. *In*: Quéinnec Y., Daniellou F. (eds) *Designing for everyone. Proceedings of the 11th congress of the International Ergonomics Association.* Vol. 1, Taylor & Francis, London, 1991, 129-131.
2. Kilböm K., Persson J., Work technique and its consequences for musculoskeletal disorders. *Ergonomics*, 1987, 30, 2, 273-279.
3. Viikari-Juntura E., Vuori J., Silverstein A. et coll., A life-long prospective study on the role of psychological factors in neck-shoulder and low-back pain. *Spine*, 1991, 16, 9, 1056-1061.
4. Bongers P.M., de Winter C.R., Kompier M.A.J. et coll., Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1993, 19, 297-312.
5. Theorell T., Harms-Ringdahl K., Ahlberg-Hult, N.G. et al., Psychosocial job factors and symptoms from the locomotor system. A multicausal analysis. *Scand. J. Rehab. Med.*, 1991, 23, 165-173.
6. Linton S.J., Kamwendo K., Risk factors in the psychosocial work environment for neck and shoulder pain in secretaries. *Journal of Occupational Medicine*, 1989, 31, 7, 609-613.
7. Bernard B., Sauteur S. L., Fine L. J. et coll., Psychosocial and work organisation risk factors for cumulative trauma disorders in the hands and wrists of newspaper employees.. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1992, 18, suppl. 2, 119-120.
8. Toomingas A., Theorell T., Michelsen H. et coll., Associations between self-rated psychosocial work conditions and musculoskeletal symptoms and signs.. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1997, 23, 130-139.
9. Skov T., Borg V., Orhede E., Psychosocial and physical risk factors for musculoskeletal disorders of the neck, shoulders, and lower back in salespeople. *Occupational and Environmental Medicine*, 1996, 53, 351-356.
10. Houtman I.L.D., Bongers P.M., Smulders P. et coll., Psychosocial stressors at work and musculoskeletal problems. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1994, 20, 139-145.
11. Ekberg K., Bjorkqvist B., Malm P. et coll., Case-control study of risk factors for disease in the neck and shoulder area. *Occupational and Environmental Medicine*, 1994, 51, 262-266.
12. Flodmark T., Aase G., Musculoskeletal symptoms and type. A behaviour in blue collar workers. *Brit. J. Industr. Med.*, 1992, 49, 683-687.
13. Matteson M., Ivancevich D., Type A and B behavior patterns and self-reported health symptoms and stress: examining individual and organisational fit. *Journal of Occupational Medicine*, 1982, 24, 8, 585-589.
14. Brusco F. Pathologies de la nuque et conditions de travail . Mémoire présenté en vue de l'obtention de la Licence en Ergonomie, Université catholique de Louvain, Bruxelles, 1994, pp. 59.
15. Malchaire J.B., Cock N.A., Piette A. et coll., Relationship between work constraints and the development of musculoskeletal disorders of the wrist: A prospective study. *Int. J. Indust. Erg.*, 1997, 19, 471-482.
16. Malchaire J. B., Cock N. A., Robert A. R., Prevalence of musculoskeletal disorders at the wrist as a function of angles, forces, repetitiveness and movement velocities. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1996, 22, 176-181.

17. Silverstein B.A., Fine L.J., Armstrong T.J., Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *Am. J. Ind. Med.*, 1987, 11, 343-358.
18. Silverstein B.A., Fine L.J., Armstrong T.J., Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. *Brit. J. Industr. Med.*, 1986, 43, 779-784.
19. Moore J.S., Gerge A., A job analysis method for predicting risk of upper extremity disorders at work: preliminary results. *In: Nielsen R., Jorgensen K. (Eds) Advances in industrial ergonomics and safety V. Taylor and Francis, London, 1993, 163-168.*
20. Tanaka S., Wild D.K., Seligman P.J. et coll., Prevalence and work-relatedness of self-reported carpal tunnel syndrome among U.S. workers: Analysis of the occupational health supplement data of 1988 national health interview survey. *Am. J. Ind. Med.*, 1995, 27, 451-470.
21. Cannon L.J., Bernacki E.J., Walter S.D., Personal and occupational factors associated with carpal tunnel syndrome. *Journal of Occupational Medicine*, 1981, 23, 4, 255-258.
22. Morgenstern H., Kelsh M., Kraus J. et coll., A cross-sectional study of hand/wrist symptoms in female grocery checkers. *Am. J. Ind. Med.*, 1991, 20, 209-218.
23. Ohlsson K., Attewell R.G., Palsson B. et coll., Repetitive industrial work and neck and upper limb disorders in females. *Am. J. Ind. Med.*, 1995, 27, 731-747.
24. Fransson-Hall C., Byström S., Kilböm A., Self-reported physical exposure and musculoskeletal symptoms of the forearm-hand among automobile assembly-line workers. *Occupational And Environmental Medicine*, 1995, 37, 9, 1136-1144.
25. Chiang H.C., Ko Y.C., Chen S.S. and coll., Prevalence of shoulder and upper-limb disorders among workers in the fish-processing industry. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1993, 19, 126-131.
26. Barnhart S., Demers P.A., Miller M. et coll., Carpal tunnel syndrome among ski manufacturing workers. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1991, 17, 46-52.
27. Dimberg L., Olafsson A., Stefansson E. and coll., The correlation between work environment and the occurrence of cervicobrachial symptoms. *Journal of Occupational Medicine*, 1989, 31, pp. 447-453.
28. Tola S., Riihimäki H., Videman T. et coll., Neck and shoulder symptoms among men in machine operating, dynamic physical work and sedentary work. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1988, 14, 299-305.
29. Jonsson B.G., Persson J., Kilböm A., Disorders of the cervicobrachial region among female workers in the electronics industry. *Int. J. Indust. Erg.*, 1988, 3, 1-12.
30. Bjelle A., Hagberg M., Michaelson G., Work-related shoulder-neck complaints in industry: a pilot study. *British Journal Of Rheumatology*, 1987, 26, 365-369.
31. Kamwendo K., Linton S.J., Moritz U., Neck and shoulder disorders in medical secretaries Part I: Pain prevalence and risk factors. *Scand. J. Rehab. Med.*, 1991, 23, 127-133.
32. Roquelaure Y., Mise en place d'une méthode de surveillance épidémiologique des troubles musculosquelettiques et de leurs facteurs de risque dans une entreprise de chaussure, Résultats concernant les piqueuses. 1997.
33. Brusco F., Malchaire J., Problèmes musculosquelettiques des membres supérieurs. Facteurs professionnels et extraprofessionnels. *Cahiers de Médecine du Travail*, 1993, XXX, 4, 181-185.
34. Kilböm A., Persson J., Jonsson B.G., Disorders of the cervicobrachial region among female workers in the electronics industry. *Int. J. Indust. Erg.*, 1986, 1, 37-47.

35. Ursin H., Endresen M., Ursin G., Psychological factors and self-reports of muscle pain.. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 1988, 57, 282-290.
36. English C.J., Maclaren W.M., Court-Brown C. et coll., Relations between upper limb soft tissue disorders and repetitive movements at work. *Am. J. Ind. Med.*, 1995, 27, 75-90.
37. Andersen J.H., Gaardboe O., Musculoskeletal disorders of the neck and upper limb among sewing machine operators: A clinical investigation. *Am. J. Ind. Med.*, 1993, 24, 689-700.
38. Stetson D.A., Silverstein B.A., Keyserling W.M. et coll., Median sensory distal amplitude and latency: comparisons between nonexposed managerial/professional employees and industrial workers. *Am. J. Ind. Med.*, 1993, 24, 175-189.
39. Punnett L., Robins J.M., Wegman D.H. et coll., Soft tissue disorders in the upper limbs of female garment workers. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1985, 11, 417-425.
40. Ohlsson K., Attewell R., Skerfving S., Self-reported symptoms in the neck and upper limbs of female assembly workers. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1989, 15, 75-80.
41. Margolis W., Kraus J.F., The prevalence of carpal tunnel syndrome symptoms in female supermarket checkers. *Journal of Occupational Medicine.*, 1987, 29, 12, 953-956.
42. Harber P., Bloswick D., Beck J. et coll., Supermarket checker motions and cumulative trauma risk. *Journal of Occupational Medicine.*, 1993, 35, 8, 805-811.
43. Kucera J.D., Robins T.G., Relationship of cumulative trauma disorders of the upper extremity to degree of hand preference. *Journal of Occupational Medicine.*, 1989, 31, 1, 17-22.
44. Feuerstein M., Fitzgerald T.E., Biomechanical factors affecting upper extremity cumulative trauma disorders in sign language interpreters. *Journal of Occupational Medicine*, 1992, 34, 3, 257-264.
45. Ingelgard A., Karlsson H., Nonas K. et coll., Psychosocial and physical work environment factors at three workplaces dealing with materials handling.. *Int. J. Indust. Erg.*, 1996, 17, 209-220.
46. Ekberg K., Karlsson M., Axelson O., Cross-sectional study of risk factors for symptoms in the neck and shoulder area. *Ergonomics*, 1995, 38, 5, 971-980.
47. Bernard B., Sauter S., Fine L. et coll., Job task and psychosocial risk factors for work-related musculoskeletal disorders among newspaper employees. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1994, 20; 417-426.
48. Pascarelli E.F., Kella J.J., Soft-tissues injuries related to use of computer keyboards. A clinical study of 53 severely injured persons. *Journal of Occupational Medicine*, 1993, 35, 5, 522-532.
49. Armstrong T.J., Buckle P., Fine L.J. and al., A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1993, 19, 73-84.
50. Hagberg M., Silverstein B., Wells R. et al., Work related musculoskeletal disorders (WMSDs) A reference book for prevention. Taylor and Francis, London, 1995, pp. 421.
51. Sauter S.L., Swanson N.G., An Ecological model of musculoskeletal disorders in office work In Moon S.D., Sauter S.L.(eds) *Psychosocial aspects of musculoskeletal disorders in office work*, 1996, pp. 3-21.
52. Karhu O., Kansu P. , Kuorinka I., Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Applied Ergonomics.*, 1997, pp. 199-201.
53. Kilböm A., Persson J., Jonsson B., Risk factors for work-related disorders of the neck and shoulder with special emphasis on working postures and movements In Corlett N., Wilson J., Menenica

- I.(eds) The ergonomics of working postures models, methods and cases. Taylor and Francis, London, 1986, pp. 44-57.
54. Mc Atamney L., Corlett E.N., RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 1993, 24, 2, 91-99.
  55. Grandjean E., *Fitting the task to the man. A textbook of occupational ergonomics* Taylor and Francis, London, 4th ed., 1988, pp. 663.
  56. Armstrong T.J., Foulke J.A., Joseph B.S. et coll., Investigation of cumulative trauma disorders in a poultry processing plant. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1982, 43, 2, 103-116.
  57. Punnett L., Keyserling W.M., Exposure to ergonomic stressors in the garment industry: application and critique of job-site work analysis methods. *Ergonomics*, 1987, 30, 7, 1099-1116.
  58. Borg G., Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J. Work Environ Health* 1990, 16, 55-58.
  59. Malchaire J., Indesteege B., *Troubles musculosquelettiques, analyse du risque.* Institut National de Recherche sur les Conditions de Travail., 1997, pp. 122.
  60. Guérin F, Laville A, Daniellou F, Durrafourg J, Kerguelen A., *Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie.* Anact édition, Montrouge, 1991.
  61. Feuerstein M., Workstyle definition, empirical support, and implications for prevention, evaluation, and rehabilitation of occupational upper-extremity disorders In Moon SD, Sauter SL (eds). *Psychosocial aspects of musculoskeletal disorders in office work.* Taylor and Francis, London, 1996, 177-206.
  62. Bouisset S, Maton B., *Muscles, posture et mouvement.* Hermann, Paris, 1995, pp. 735.
  63. Dejours C, Dessors D, Molnier P., *Comprendre la résistance aux changements. Documents pour le médecin du travail*, 1994, 58, 112-117.
  64. Faverge JM., *L'analyse du travail en terme de régulation.* Leplat J., *L'analyse du travail en psychologie ergonomique.* Recueil de texte. Tome 1 Octares, Toulouse, 1992.