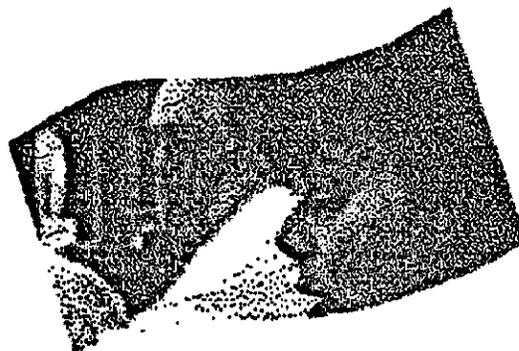


**Atteintes musculosquelettiques  
reliées au travail répétitif  
dans le secteur électrique**



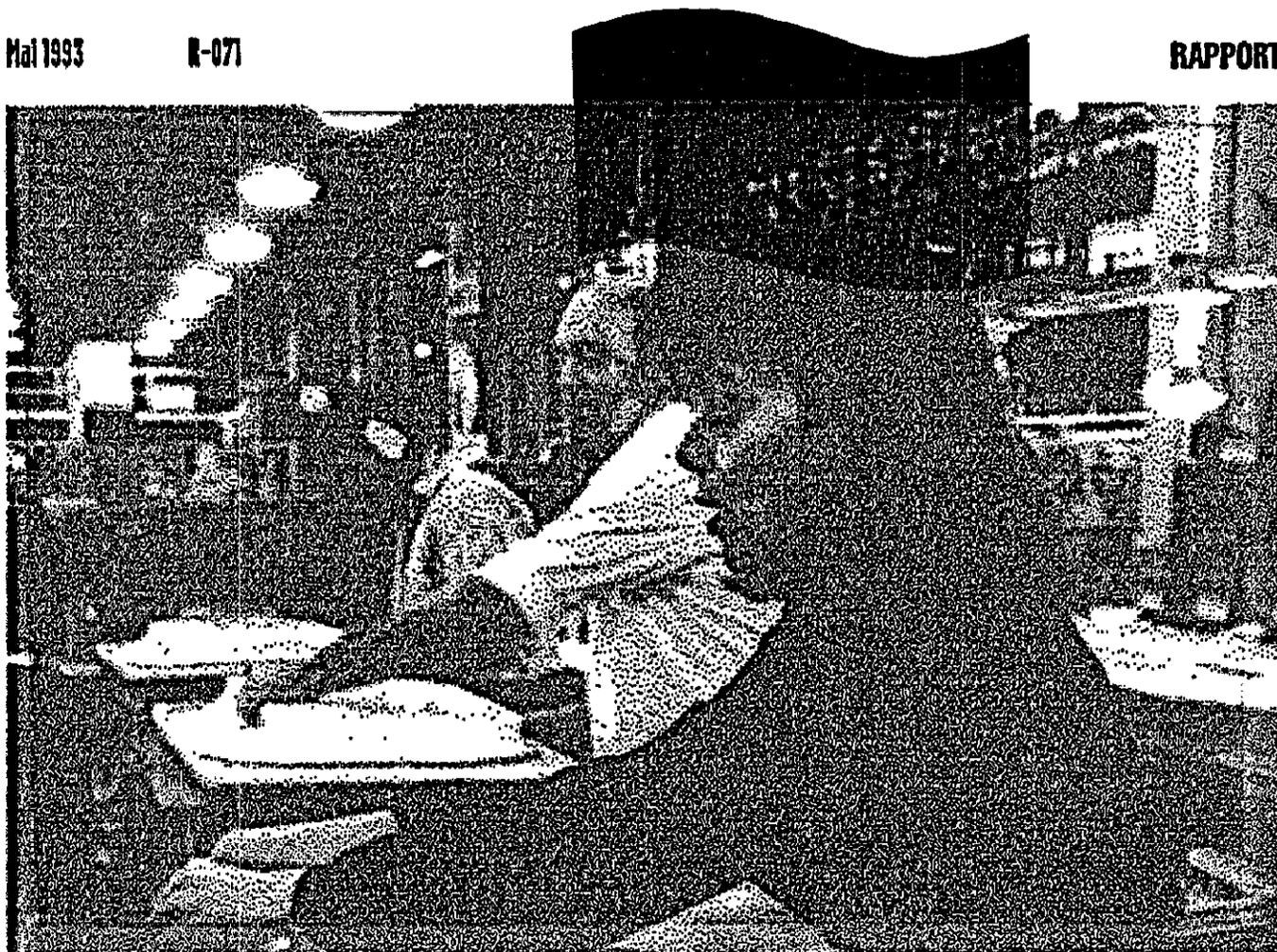
**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

**Marie St-Vincent  
Denise Chicoine  
Sylvie Beaugrand**

**Mai 1993**

**R-071**

**RAPPORT**



**IRSST**  
Institut de recherche  
en santé et en sécurité  
du travail du Québec

## La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

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

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

### ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications  
505, boul. de Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : (514) 288-1 551  
Télécopieur: (514) 288-7636  
Site internet : [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche en santé  
et en sécurité du travail du Québec,

# **Atteintes musculosquelettiques reliées au travail répétitif dans le secteur électrique**

**Marie St-Vincent, Denise Chicoine  
et Sylvie Beaugrand  
Programme sécurité-ergonomie, IRSST**

**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

**RAPPORT**

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

© Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, mai 1993.  
2<sup>e</sup> trimestre 1993.

## **REMERCIEMENTS**

**Une étude de terrain comme celle-ci n'aurait pu être menée à terme sans les efforts concertés de plusieurs personnes. Les auteures tiennent à remercier les personnes suivantes.**

**Le personnel de l'Association paritaire pour la santé et la sécurité - Secteur fabrication de produits en métal et produits électriques et, plus spécialement, Madame Réjeanne Gauthier, pour nous avoir aidées dans le choix des industries participantes.**

**Patrice Duguay et, en particulier, Paul Massicotte, professionnels scientifiques à l'IRSST, qui ont contribué à l'analyse des questionnaires de douleurs.**

**Les directions des deux industries participantes pour nous avoir accueillies et avoir facilité notre recherche.**

**Tous les travailleurs et les travailleuses qui ont contribué à cette recherche, soit en acceptant d'être interrogés ou d'être observés durant leur travail.**

**Georges Toulouse et Jean-Guy Richard, nos collègues du programme Sécurité-ergonomie, qui ont accepté de collaborer à la conception de l'outil d'analyse de postes.**

**Lise Brière qui a assumé la mise en page et la relecture du rapport.**

**Finalement, les chercheuses sont particulièrement reconnaissantes envers les participants des groupes de travail avec qui l'outil d'analyse a été validé. Nous espérons qu'ils ont autant appris de nous que nous en avons appris d'eux.**

## TABLE DES MATIÈRES

### REMERCIEMENTS

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b> .....	1
 <b>PARTIE 1 - SYMPTÔMES MUSCULO-SQUELETTIQUES DANS DEUX USINES DU SECTEUR ÉLECTRIQUE</b>	
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	7
<b>2. MÉTHODOLOGIE</b> .....	9
2.1 Le questionnaire .....	9
2.2 L'indice de gravité .....	9
2.3 Les deux usines à l'étude .....	10
2.4 La population étudiée .....	10
2.5 Les analyses effectuées .....	11
<b>3. RÉSULTATS</b> .....	12
3.1 Les douleurs, les régions atteintes et les variables de gravité .....	12
3.2 Les variables de population, les douleurs et l'indice de gravité .....	16
3.3 Les variables de travail, les douleurs et l'indice de gravité .....	22
<b>4. DISCUSSION</b> .....	27
4.1 Les douleurs déclarées et les régions atteintes .....	27
4.2 Les variables et l'indice de gravité .....	27
4.3 Les facteurs de confusion .....	28
4.4 Le sexe .....	28
4.5 L'expérience au poste .....	28
4.6 L'âge .....	28
4.7 Les variables de travail .....	29
<b>5. CONCLUSIONS</b> .....	29

**PARTIE 2 - ANALYSE DE DEUX POSTES : BOBINAGE ET PICKING**  
**CHAPITRE 1 - LE POSTE DE BOBINAGE - USINE-1**

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>33</b>
<b>2. DESCRIPTION DU POSTE DE BOBINAGE</b>	<b>34</b>
2.1 Le poste de bobinage	34
2.2 Les principales étapes de la production d'un bâton de bobines	34
2.3 Les variations au niveau de la production	37
<b>3. MÉTHODOLOGIE</b>	<b>37</b>
3.1 Les entretiens et l'analyse des données de production	37
Les entretiens	37
L'analyse des données de production	38
3.2 Le plan d'échantillonnage	39
3.3 Les variations de temps de cycle durant le quart	40
Les mesures de temps de cycle	40
Les cycles avec incidents et les cycles sans incident	41
3.4 L'analyse des incidents	41
3.5 Le découpage du cycle en opérations	41
3.6 L'analyse des facteurs de risque	42
Le protocole d'analyse	42
Les facteurs de risque considérés	42
<b>4. RÉSULTATS</b>	<b>46</b>
4.1 Les variations de temps de cycle	46
4.2 L'analyse des incidents	50
La durée totale d'incidents	50
Les différents types d'incidents	50
4.3 L'analyse des facteurs de risque	54
Les opérations de coupe d'ancres	54
Les opérations de "commandes machine"	55
Les opérations de manipulation de bâtons	58
Les opérations de pose de l'enveloppe	61
Les opérations "coupe fils"	61
Les opérations de pose d'ancres et de "tapes"	61
<b>5. DISCUSSION</b>	<b>64</b>
5.1 Le plan d'échantillonnage	64
5.2 Les variations dans les temps de cycle	64
5.3 L'analyse des incidents	65
5.4 L'analyse des facteurs de risque	66
<b>6. CONCLUSIONS</b>	<b>67</b>

**PARTIE 2 - ANALYSE DE DEUX POSTES : BOBINAGE ET PICKING**  
**CHAPITRE 2 - LE POSTE DE PICKING - USINE 1**

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>71</b>
<b>2. DESCRIPTION DU POSTE</b>	<b>71</b>
<b>3. MÉTHODOLOGIE</b>	<b>74</b>
3.1 Les entretiens	74
3.2 Le plan d'échantillonnage	74
3.3 Les variations de temps de cycle durant le quart	74
3.4 Le découpage du cycle en opérations	75
3.5 La description des incidents	76
3.6 L'analyse des facteurs de risque	76
3.6.1 Les contraintes posturales	76
3.6.2 Les facteurs de risque autres que les contraintes posturales	78
<b>4. RÉSULTATS</b>	<b>78</b>
4.1 Les entretiens	78
4.2 Les variations de temps de cycle	78
4.3 Les incidents	81
4.4 L'analyse des facteurs de risque	81
4.4.1 Les postures contraignantes : le travail régulier	81
4.4.2 Les postures contraignantes : les transferts de bacs	86
4.4.3 Les contraintes dues à des postures statiques	86
4.4.4 La force	86
4.4.5 La répétitivité	86
4.4.6 Les pressions mécaniques	89
<b>5. DISCUSSION</b>	<b>89</b>
5.1 Les variations des temps de cycle	89
5.2 Les incidents	90
5.3 Les facteurs de risque et les avenues de solutions possibles	90
5.3.1 La répétitivité	90
5.3.2 La force	91
5.3.3 Les postures contraignantes	91
5.3.4 Le statisme	95
<b>6. CONCLUSIONS</b>	<b>95</b>

## **PARTIE 3 - DÉVELOPPEMENT ET VALIDATION D'UN OUTIL D'ANALYSE DE POSTES SPÉCIFIQUE AU TRAVAIL RÉPÉTITIF**

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	99
1.1 Les critères choisis pour le développement de l'outil d'analyse de postes . . .	99
1.2 La revue des démarches et outils déjà existants .....	100
<b>2. MÉTHODOLOGIE</b> .....	103
2.1 Les groupes de travail et les postes à l'étude .....	103
2.2 La méthode d'analyse de postes .....	103
2.3 La validation de l'outil d'analyse .....	105
<b>3. RÉSULTATS</b> .....	106
3.1 La démarche suivie pour l'analyse des quatre postes étudiés .....	106
3.1.1 Le poste du moteur .....	106
3.1.2 Le poste d'insertion des ailettes .....	117
3.1.3 Le poste de la pose du couvercle .....	124
3.1.4 Le poste de finition de la transmission .....	130
3.2 Les résultats obtenus pour l'ensemble des postes étudiés .....	137
3.3 La durée requise pour les différentes étapes de la démarche d'analyse . . . .	139
3.4 Comparaison entre les résultats d'experts et ceux des groupes de travail . . .	140
3.5 L'appréciation de la démarche et de l'outil d'analyse par les groupes de travail .....	144
3.5.1 Le module-3 : la grille d'identification des facteurs de risque . . .	144
3.5.2 Le module-2 : le recueil des informations préliminaires .....	144
3.5.3 Les modules 4 et 5 : la recherche des déterminants et des solutions .....	144
3.5.4 Le module-2 : le plan d'échantillonnage .....	145
3.5.5 L'appréciation générale de la démarche et de l'outil d'analyse . . .	145
<b>4. DISCUSSION</b> .....	146
4.1 L'outil d'analyse et les postes étudiés .....	146
4.2 La validation de l'outil d'analyse .....	147
<b>5. CONCLUSIONS</b> .....	150
 <b>CONCLUSION FINALE</b> .....	 153
 <b>RÉFÉRENCES</b> .....	 157

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	La population étudiée	11
Tableau 1.2	Les douleurs déclarées dans les 12 derniers mois	12
Tableau 1.3	Les régions du corps affectées	13
Tableau 1.4	Les variables de gravité	14
Tableau 1.5	La distribution de l'indice de gravité	15
Tableau 1.6	Régions douloureuses en fonction du sexe	16
Tableau 1.7	Le sexe et l'indice de gravité	17
Tableau 1.8	Régions douloureuses en fonction de l'expérience au poste	20
Tableau 1.9	L'indice de gravité en fonction de l'expérience au poste	21
Tableau 1.10	Les régions douloureuses et les secteurs de travail	22
Tableau 1.11	L'indice de gravité et le secteur de travail	23
Tableau 2.1	Temps de cycle avec et sans incidents	51
Tableau 2.2	Durée occupée par les incidents pour les trois modèles	52
Tableau 2.3	Fréquence relative des 6 types d'incidents	53
Tableau 2.4	Durée relative des 6 types d'incidents	53
Tableau 2.5	Durée relative et répétition des opérations de coupe d'ancres	54
Tableau 2.6	Durée relative et répétition des opérations de "commandes machine"	55
Tableau 2.7	Durée relative des opérations de manipulation de bâtons	59
Tableau 2.8	Postures du poignet par opération, tous modèles confondus	82
Tableau 2.9	Postures de l'épaule par opération, tous modèles confondus	85
Tableau 2.10	Transfert des bacs, occurrence des postures contraignantes chez 7 travailleuses	87
Tableau 3.1	Poste d'assemblage des composantes du moteur - Synthèse des problèmes et solutions proposées	111
Tableau 3.2	Poste d'insertion des ailettes - Synthèse des problèmes et solutions proposées	119
Tableau 3.3	Poste des couvercles - Synthèse des problèmes et solutions proposées	126
Tableau 3.4	Poste de finition des transmissions - Synthèse des problèmes et solutions proposées	134
Tableau 3.5	Les facteurs de risque associés aux opérations de priorité 1 à 4	137
Tableau 3.6	Déterminants primaires associés aux facteurs de risque pour les opérations de priorité-1 et 2	138
Tableau 3.7	Durée requise pour chaque étape de la démarche d'analyse	139
Tableau 3.8	Comparaison entre les résultats obtenus par les experts et les groupes de travail pour l'ensemble des quatre postes étudiés	141
Tableau 3.9	Comparaison des résultats obtenus par les experts et les groupes de travail pour chacun des postes étudiés	143

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Répartition des douleurs (12 derniers mois) selon le sexe . . . . .	19
Figure 1.2 : Usine 1 : Répartition des douleurs (12 derniers mois) selon le secteur . . . . .	24
Figure 1.3 : Usine 2 : Répartition des douleurs (12 derniers mois) selon le secteur . . . . .	26
Figure 2.1 : Insérer le carton sur le mandrin . . . . .	35
Figure 2.2 : Transférer les bâtons . . . . .	35
Figure 2.3 : Couper les fils . . . . .	35
Figure 2.4 : Procéder à des enroulements de fil . . . . .	35
Figure 2.5 : Coller un ruban sur le bâton . . . . .	36
Figure 2.6 : Couper le ruban . . . . .	36
Figure 2.7 : Insérer les glassines . . . . .	36
Figure 2.8 : Coller une enveloppe . . . . .	36
Figure 2.9 : Illustration de la procédure d'évaluation de la posture : l'abduction et la flexion . . . . .	44
Figure 2.10: Illustration de la procédure d'évaluation de la posture : l'amplitude . . . . .	45
Figure 2.11a: Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-1, travailleuse-1 . . . . .	47
Figure 2.11b: Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-2, travailleuse-4 . . . . .	48
Figure 2.11c: Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-3, travailleuse-4 . . . . .	49
Figure 2.12 : Couper les ancres. À noter : Maintien prolongé des avant-bras . . . . .	56
Figure 2.13 : Couper les ancres. À noter : Torsion du dos . . . . .	56
Figure 2.14 : Couper les ancres. À noter : Extension du poignet gauche . . . . .	56
Figure 2.15 : Actionner les commandes de la machine. À noter : abduction marquée de l'épaule droite et déviation cubitale du poignet droit . . . . .	57
Figure 2.16 : Actionner les commandes de la machine. À noter : abduction et flexion marquées de l'épaule gauche et flexion du poignet gauche . . . . .	57
Figure 2.17 : Manipuler les bâtons. À noter : Flexion latérale du dos . . . . .	59
Figure 2.18 : Transférer les bâtons. À noter : Extension du poignet gauche . . . . .	60
Figure 2.19 : Insérer le carton sur le mandrin. À noter : Abduction marquée de l'épaule droite et déviation cubitale du poignet gauche . . . . .	60
Figure 2.20 : Poser l'enveloppe. À noter : Extension des poignets . . . . .	62
Figure 2.21 : Couper les fils. À noter : Flexion et abduction marquées de l'épaule droite et flexion du poignet droit . . . . .	62
Figure 2.22 : Couper les fils. À noter : Extension du poignet gauche . . . . .	62
Figure 2.23 : Poser les ancres et les "tapes". À noter : Supination des avant-bras et maintien des avant-bras . . . . .	63
Figure 2.24 : Poser les ancres et les "tapes". À noter : Extension des poignets et maintien des avant-bras . . . . .	63
Figure 2.25 : Vue d'ensemble du poste . . . . .	72
Figure 2.26 : Piquer un fil . . . . .	73
Figure 2.27 : Tirer un fil . . . . .	73

## LISTE DES FIGURES (suite)

Figure 2.28 : Couper les fils . . . . .	73
Figure 2.29 : Variation des temps de cycle durant le quart . . . . .	80
Figure 2.30 : Piquer un fil. À noter : Déviation cubitale du poignet droit . . . . .	83
Figure 2.31 : Tirer un fil. À noter : Extension du poignet droit . . . . .	84
Figure 2.32 : Déchirer l'enveloppe. À noter : Extension du poignet droit . . . . .	84
Figure 2.33 : Soulever le bac. À noter : Abduction des épaules . . . . .	88
Figure 2.34 : Pivoter le bac. À noter : Abduction marquée des épaules et flexion marquée des poignets . . . . .	88
Figure 2.35 : Déposer le bac. À noter : Flexion du dos . . . . .	88
Figure 2.36 : Tirer le nouveau bac. À noter : Flexion marquée du dos . . . . .	88
Figure 2.37 : Le pic . . . . .	92
Figure 2.38 : L'appui-bras du côté tenant la bobine . . . . .	92
Figure 2.39 : Aménagement physique du poste de travail, proposition 1 . . . . .	93
Figure 2.40 : Aménagement physique du poste de travail, proposition 2 . . . . .	94
Figure 3.1 : Poste du moteur, vue d'ensemble . . . . .	108
Figure 3.2 : Poste du moteur, perçage du boîtier de ventilation à l'aide d'une presse .	108
Figure 3.3 : Poste du moteur, installation d'un collet et d'une poulie à l'aide d'une presse . . . . .	109
Figure 3.4 : Poste du moteur, assemblage du boîtier de ventilation au moteur . . . . .	109
Figure 3.5 : Poste du moteur, connexion des fils au moteur. À noter : flexion marquée de l'épaule lors de la prise des nylons . . . . .	109
Figure 3.6 : Poste du moteur, prélèvement d'un moteur de la palette. À noter : exigences de force et contraintes posturales marquées au niveau de l'épaule . . . . .	113
Figure 3.7 : Poste du moteur, manipulation du moteur. À noter : exigences de force accentuées par une prise non optimale . . . . .	113
Figure 3.8 : Poste du moteur, connexion des fils. À noter : exigences de force accentuées par une prise en pincement . . . . .	113
Figure 3.9 : Poste d'insertion des ailettes, vue d'ensemble . . . . .	121
Figure 3.10 : Poste d'insertion des ailettes, insertion des ailettes. À noter : exigences de force, pressions mécaniques . . . . .	121
Figure 3.11 : Poste d'insertion des ailettes, prise des ailettes lorsque le convoyeur est plein. À noter : postures contraignantes des épaules . . . . .	122
Figure 3.12 : Poste d'insertion des ailettes, prise des ailettes lorsque le convoyeur est presque vide. À noter : posture contraignante du dos . . . . .	122
Figure 3.13 : Poste de fabrication des ailettes, empilage des ailettes. À noter : flexion marquée du dos . . . . .	123
Figure 3.14 : Poste de la pose du couvercle, vue d'ensemble . . . . .	127
Figure 3.15 : Poste de la pose du couvercle, positionnement du couvercle. À noter : postures contraignantes des épaules et des poignets . . . . .	127

### LISTE DES FIGURES (suite)

Figure 3.16 : Poste de la pose du couvercle, insertion du couvercle. À noter : pressions mécaniques, exigences de force, postures contraignantes de l'épaule et du poignet . . . . .	128
Figure 3.17 : Poste de la pose du couvercle, prise du couvercle dans le module à moitié vide. À noter : posture contraignante du dos . . . . .	128
Figure 3.18 : Poste de finition de la transmission, vue d'ensemble . . . . .	131
Figure 3.19 : Poste de finition de la transmission, soulèvement et retournement de la transmission. À noter : exigences de force . . . . .	131
Figure 3.20 : Poste de finition de la transmission, dépôt de la transmission dans un autre convoyeur. À noter : exigences de force . . . . .	132
Figure 3.21 : Poste de finition de la transmission, dépôt du support de montage sur le convoyeur de retour. À noter : posture contraignante du dos et exigences de force lorsque le support est poussé . . . . .	132
Figure 3.22 : Ligne de montage de la laveuse, soulèvement de la transmission. À noter : exigences de force et posture contraignante de l'épaule . . . . .	136
Figure 3.23 : Ligne de montage de la laveuse, dépôt de la transmission. À noter : exigences de force et posture contraignante de l'épaule . . . . .	136

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le projet origine d'une demande adressée à l'IRSST par l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail - Secteur fabrication de produits en métal et produits électriques. La demande faisait suite à une enquête de perception effectuée par l'ASP auprès du secteur électrique. Cette enquête a montré que dans le secteur électrique, l'une des préoccupations majeures en santé-sécurité était les atteintes musculo-squelettiques reliées au travail répétitif.

Le secteur électrique regroupe quelque 24 460 travailleurs répartis dans environ 400 usines. Le secteur se caractérise par une grande hétérogénéité quant aux types de production des différentes usines. Avant d'entreprendre le projet, environ une dizaine d'usines ont été visitées. Bien que la production soit hétérogène, certaines caractéristiques sont communes à plusieurs industries : le travail est généralement répétitif, qu'il s'agisse de lignes de montage ou de postes individuels; de plus, il s'agit souvent de tâches d'assemblage. Pour les besoins de l'étude, deux industries ont été sélectionnées. L'une d'elles est une usine de fabrication d'appareils électroménagers qui regroupait, au début du projet, près de 800 travailleurs. Il y a, dans le secteur électrique, trois grandes usines de fabrication d'appareils électroménagers; à lui seul, ce type de production représente la plus forte concentration des travailleurs du secteur (soit 2 500 travailleurs). L'autre usine choisie est une usine de fabrication de transformateurs ("ballast") qui comprend environ 200 travailleurs; c'est la seule industrie du secteur ayant ce type de production. Les procédures de production, cependant, sont similaires à celles rencontrées dans d'autres usines (ligne d'assemblage de taille moyenne, travail répétitif, etc.). Il était intéressant de choisir une grande et une moyenne industrie, car la dynamique pour l'intervention diffère selon la taille de l'usine.

Le projet développé visait quatre objectifs :

- évaluer, à l'aide d'un questionnaire de douleurs, la proportion de travailleurs potentiellement atteints de problèmes musculo-squelettiques;
- identifier et mieux comprendre les conditions d'exécution du travail étant à la source des atteintes musculo-squelettiques;
- élaborer des propositions concrètes d'interventions adaptées aux industries participantes et validées par les intervenants;
- développer et valider des outils d'analyse du travail simples et adaptés au secteur, qui pourront, par la suite, être utilisés par les intervenants pour identifier et solutionner eux-mêmes leurs problèmes.

L'étude a été réalisée en deux étapes. Dans la première étape, un questionnaire de douleurs a été passé à plus de 600 travailleurs dans les deux industries. Les objectifs de cette première étape étaient d'établir un portrait de la situation dans les deux usines quant à la fréquence et à la gravité des atteintes musculo-squelettiques, de caractériser la population de travailleurs et de cerner, dans chaque usine, les postes ou groupes de postes les plus à risque. La deuxième étape, dans chacune des deux industries participantes, a été orientée en fonction des résultats obtenus avec le questionnaire de douleurs.

Dans l'usine-1, l'usine de transformateurs, le questionnaire de douleurs a permis d'identifier deux postes comme étant plus problématiques à l'égard des atteintes musculo-squelettiques. Ces deux postes regroupaient au-delà de 40 travailleurs et concernaient donc plus de 20% de la population des travailleurs de l'usine. La deuxième étape a consisté à effectuer une analyse ergonomique détaillée des deux postes. Les objectifs de l'analyse étaient centrés principalement sur la description des problèmes, la recherche de leurs déterminants et la formulation d'avenues de solutions concrètes pour l'usine. L'entente conclue au départ avec l'usine ne portait pas sur la mise en forme et l'implantation des solutions. Bien qu'il s'agissait à la base de deux postes où l'activité était répétitive, beaucoup d'efforts ont porté sur la prise en compte des sources de variations. Ainsi, des entretiens auprès de travailleuses de même que l'analyse des données de production fournies par l'usine ont aidé à établir un plan d'échantillonnage devant guider les observations de terrain. Le plan d'échantillonnage a permis de prendre en compte les principales sources de variations au niveau des conditions de production. De plus, un travail considérable a été apporté à la description des incidents perturbant les deux tâches analysées. Dans les deux cas, la régulation temporelle des activités a été abordée. Au terme de l'analyse, les principaux facteurs de risque aux deux postes ont été identifiés et des propositions de solutions ont été soumises à l'usine pour chacun des postes.

Une approche différente a été adoptée pour la deuxième étape de l'étude dans l'usine de fabrication d'appareils électroménagers (usine-2). Suite aux résultats obtenus avec le questionnaire de douleurs, il a été conclu que les problèmes n'étaient pas concentrés à des groupes de postes en particulier, mais étaient répartis dans toute l'usine sur des postes différents occupés chacun par deux ou trois travailleurs. Dans cette usine, l'approche choisie a été de développer et de valider un outil d'analyse de postes destiné à la prévention des problèmes musculo-squelettiques associés au travail répétitif. L'outil est conçu pour des groupes de travail paritaires de type comité santé-sécurité dont les participants ont peu de formation en ergonomie. Cette approche a été choisie en fonction des retombées possibles pour l'usine mais aussi pour l'ensemble du secteur. En effet, l'outil développé se voulait à la base transférable à d'autres industries du secteur électrique, de même qu'à d'autres secteurs où les tâches sont répétitives.

L'outil développé comporte cinq modules articulés sur la base d'une démarche d'analyse ergonomique. Le premier module porte sur le recueil des informations préliminaires nécessaires pour mieux comprendre le travail et orienter les observations terrain : principales sources de

variations au niveau des conditions de production, douleurs ressenties et accidents passés, étapes perçues comme étant les plus difficiles, etc. Le deuxième module guide les usagers dans la conception d'un plan d'échantillonnage pour orienter les observations; il donne les grands principes à respecter pour choisir quels travailleurs observer (filmer) et dans quelles conditions de production faire les observations. Le troisième module est centré sur l'identification des facteurs de risque, travail qui s'effectue à partir de vidéos des postes étudiés. L'analyse des facteurs de risque se fait à partir d'une grille d'observation intégrée au module. Les modules 4 et 5 guident les usagers dans l'identification des déterminants des facteurs de risque et dans la recherche de solutions. L'objet de la validation était de vérifier si des gens de l'industrie ayant reçu une formation minimale pouvaient cheminer sans difficultés majeures avec l'outil; s'ils pouvaient également, grâce à l'outil, arriver à des propositions de solutions concrètes et compatibles avec l'activité; enfin, s'ils pouvaient identifier de façon fiable les facteurs de risque présents aux postes. L'outil a été validé auprès de deux groupes de travail avec lesquels quatre postes ont été analysés.

Ce rapport résume l'ensemble de l'étude. Il est divisé en trois parties. La première partie décrit les résultats obtenus lors de la première étape dans les deux usines avec le questionnaire de douleurs. La deuxième partie explique l'analyse des deux postes choisis dans l'usine de transformateurs; un chapitre est consacré à chacun des postes étudiés. La troisième partie résume l'outil d'analyse de postes développé et décrit les résultats obtenus lors de sa validation. La présentation de l'outil d'analyse comme tel fait l'objet d'une annexe au rapport de recherche.

Comme la première expérience de validation s'est avérée positive, il a été décidé de poursuivre la validation dans deux autres industries du secteur électrique. Il est donc possible que l'outil soit modifié en fonction des résultats de cette deuxième étude de validation.

**PARTIE 1 - SYMPTÔMES MUSCULO-SQUELETTIQUES  
DANS DEUX USINES DU SECTEUR ÉLECTRIQUE**

## 1. INTRODUCTION

Les problèmes musculo-squelettiques aux membres supérieurs sont devenus un problème majeur de santé-sécurité. On a estimé que vers l'an 2 000, ces problèmes représenteraient environ la moitié de toutes les indemnités compensables (Mallory et Bradford, 1989). Bien que ces problèmes soient d'origine multifactorielle, la plupart des auteurs reconnaissent le rôle des conditions de travail. Les principaux facteurs de risque reliés au travail sont la répétitivité, les exigences de force, les postures contraignantes, en particulier pour les épaules et les poignets, de même que les pressions mécaniques et l'exposition à des vibrations ou à des températures froides (Armstrong et Lifshitz, 1987; Vern Putz et Andersson, 1988). Différents secteurs ont été reconnus comme étant à risque pour les problèmes musculo-squelettiques, dont les secteurs de l'alimentation, de la couture et de la fabrication de produits électriques.

Cette partie du rapport présente la première étape de l'étude ergonomique réalisée dans les deux usines de fabrication de produits électriques dans le but de prévenir les problèmes musculo-squelettiques reliés au travail répétitif. Cette première étape, comme c'est fréquent dans plusieurs études, consistait à définir l'ampleur du problème et à tenter de cibler les postes et les fractions de la population les plus affectés.

Pour documenter les problèmes musculo-squelettiques, nous nous sommes basés sur un questionnaire décrivant les douleurs et symptômes musculo-squelettiques rapportés par les travailleurs. Bien sûr, ce type de données surestime les cas de nature strictement médicale, cependant elles donnent accès à de plus larges échantillons, ce qui permet plus facilement de cerner les postes et les populations les plus à risque. Par ailleurs, les symptômes rapportés par les travailleurs permettent d'agir en termes de prévention, avant que des problèmes d'ordre médical ne se posent vraiment. Bien que ce soit encore controversé et que les preuves scientifiques manquent, plusieurs auteurs reconnaissent que les douleurs musculo-squelettiques peuvent être précurseurs de problèmes plus sérieux. Chatterjee (1987) a identifié trois stades de développement des traumatismes répétés : dans le premier stade, les douleurs se manifestent uniquement durant le travail, alors que dans les stades ultérieurs, les douleurs entravent les loisirs et persistent le soir ou la fin de semaine. Outre le fait ou non de ressentir des douleurs, il peut donc être utile de documenter la sévérité ou les conséquences de ces problèmes.

Nous avons préféré un questionnaire de douleurs aux données d'accidents, car dans les deux usines participantes, les données d'accidents étaient incomplètes : l'identification du poste occupé était souvent manquante. Par ailleurs, même avec de bonnes données, les accidents sous-estiment en général la prévalence des problèmes (Fine et al., 1987). En effet, une part seulement des atteintes musculo-squelettiques est de nature accidentelle. De l'avis de plusieurs, une part importante des atteintes musculo-squelettiques résulte du cumul de micro-traumatismes subis au cours des ans (Ayoub and Wittels, 1989).

Différents questionnaires existent pour documenter les symptômes musculo-squelettiques. Deux sont particulièrement connus : celui développé par des chercheurs américains (Silverstein et Fine, 1984) et celui développé par un groupe de chercheurs nordiques (Andersson et al., 1984). Dans la présente étude, nous avons utilisé la forme générale du questionnaire Nordique et nous en avons adapté les formes spéciales. Ce questionnaire a été choisi car il est facile d'utilisation et a été validé sur de vastes populations (Kuorinka et al., 1987).

Plus spécifiquement, dans cette première étape de l'étude ergonomique, un questionnaire documentant les symptômes musculo-squelettiques a été passé à plus de 600 travailleurs répartis dans les deux usines participantes. Quatre objectifs étaient visés :

- . décrire les caractéristiques de la population étudiée;
- . documenter la prévalence et la sévérité des problèmes musculo-squelettiques dans les deux usines;
- . identifier les postes ou groupes de postes où les problèmes sont le plus marqués;
- . identifier la fraction de la population la plus touchée.

## 2. MÉTHODOLOGIE

### 2.1 Le questionnaire

Le questionnaire utilisé documente quatre types de variables. En premier lieu, il documente les variables de population : âge, sexe, ancienneté au poste et à l'usine. En deuxième lieu, le questionnaire décrit certaines variables de travail : poste occupé, département dans l'usine où se situe le poste, étape du travail associée aux douleurs, nombre de postes occupés dans les douze derniers mois; si plusieurs postes ont été occupés, les 3 postes les plus récents. Le questionnaire décrit également les régions du corps affectées par des douleurs dans les 12 derniers mois et dans les 7 derniers jours. Pour documenter cet aspect, la forme générale du questionnaire Nordique a été utilisée (Andersson et al., 1984). Comme il y avait souvent plusieurs régions affectées, nous avons aussi demandé aux travailleurs quelle était la pire région.

Enfin, le questionnaire décrit aussi les conséquences ou la sévérité des douleurs. À cet effet, nous avons adapté les questions des formes spéciales du questionnaire Nordique (Andersson et al., 1984). Dix variables documentent la gravité en relation avec la région la plus douloureuse. Ces dix variables sont : avoir changé de poste en raison de douleurs, avoir réduit ses activités de travail, avoir réduit ses activités de loisir, avoir été indisposé pendant plus de 30 jours durant l'année, avoir ressenti les douleurs le soir ou la nuit, avoir des douleurs persistant les fins de semaine, s'être absenté du travail en raison des douleurs, avoir consulté un professionnel de la santé, avoir pris des médicaments, avoir ressenti des douleurs à 3 régions ou plus.

### 2.2 L'indice de gravité

À partir de ces dix variables, nous avons créé un indice de gravité variant de 0 à 10, dépendant du nombre de réponses positives données aux dix variables. Un index de 0 signifie que le travailleur n'a éprouvé aucune douleur ou qu'il en a éprouvé et a répondu non aux neuf autres variables de gravité. Un indice de 10 signifie qu'il y a eu des réponses positives aux 10 variables de gravité.

Nous avons défini trois classes de gravité : gravité faible, lorsque l'indice de gravité varie de 0 à 1; gravité moyenne, lorsque l'indice varie de 2 à 5 et gravité élevée quand l'indice est égal ou supérieur à cinq. Ces trois classes ont été définies sur la base de la distribution des indices de gravité dans l'usine-1. L'indice faible regroupe approximativement les premiers 40 percentiles de la distribution, alors que l'indice élevé regroupe approximativement le dernier quartile. L'indice moyen correspond au reste de la distribution. Pour les fins d'analyses statistiques, pour l'étude des relations entre les variables de population et de travail, seules les deux classes extrêmes (faible et élevée) ont été considérées.

### 2.3 Les deux usines à l'étude

L'usine-1, comme nous l'avons vu, est une usine d'assemblage de transformateurs (ballast) d'environ 200 travailleurs. Pour les fins de l'étude, l'usine a été divisée en 8 secteurs ou départements. Les secteurs 1 et 2 sont des postes hors ligne; le secteur-1 correspond au poste de bobinage où l'on fabrique des bobines à l'aide de machines, alors que le secteur-2 correspond au poste de "picking", poste où les travailleuses doivent faire ressortir les fils des bobines à l'aide d'un pic. Les secteurs 3, 4, 5 et 6 correspondent à quatre lignes d'assemblage où l'on trouve différents postes d'assemblage. Le secteur 7 regroupe les postes d'assemblage où la ligne n'a pas été spécifiée. Le secteur 8 regroupe les postes n'appartenant pas aux secteurs précédents : machinistes, ravitailleurs, entretien, etc.

Dans cette usine, la majorité des postes d'assemblage impliquent la manipulation de petites pièces, il s'agit en général d'un travail requérant de la précision.

L'usine-2, rappelons-le, est une grande usine qui regroupait, au début de l'étude, environ 800 travailleurs. Dès le départ, certains secteurs de l'usine ont été exclus de l'étude; il s'agit de secteurs hors ligne pour lesquels on savait qu'il y avait peu de problèmes et pour lesquels les partenaires de l'étude (syndicat, patronat) avaient demandé l'exclusion. Les secteurs touchés par l'étude regroupaient un peu plus de 500 travailleurs. Pour les fins de l'étude, cette grande usine de fabrication d'appareils électroménagers a été divisée en 3 grands secteurs : les secteurs du lave-vaisselle, de la sècheuse et de la laveuse. Chacun de ces secteurs comprend une ou deux lignes d'assemblage majeures de même que des unités de fabrication parallèles : assemblage du moteur, de la transmission, de la suspension, etc. Chacun des trois grands secteurs a été divisé en sous-secteurs. Au contraire de l'usine-1, une grande partie des postes d'assemblage impliquent la manipulation de pièces de bonnes dimensions, il s'agit donc plus souvent d'un travail musculaire moins localisé que dans l'usine-1.

### 2.4 La population étudiée

Dans l'usine de transformateurs, l'usine-1, 190 travailleurs ont répondu au questionnaire; le taux de réponse a été de 98%, la majorité des répondants étant des femmes (voir tableau 1.1). Dans l'usine de fabrication d'appareils électroménagers (usine-2), le questionnaire a été passé à un échantillon de 510 travailleurs, 425 ont répondu au questionnaire, le taux de réponse étant de 83,3%. La grande majorité des répondants étaient des hommes. Dans les deux usines, l'âge moyen des travailleurs était voisin de 40 ans et l'expérience moyenne au poste, d'environ cinq ans. Dans l'usine-1, l'ancienneté moyenne à l'usine était près de 10 ans, alors que dans l'usine-2, elle était de 17 ans.

Pour s'assurer d'un bon taux de réponse, le questionnaire a été passé à de petits groupes de travailleurs durant les heures de travail. Les chercheurs étaient présents pour donner des explications, répondre aux questions et aider les travailleurs ayant de la difficulté à lire. Aucune information n'a pu être recueillie concernant les travailleurs n'ayant pas répondu au

questionnaire. Il s'agit de travailleurs ne s'étant pas présentés à la période prévue pour remplir le questionnaire; soit ils n'ont pu quitter leur travail, soit ils ont été libérés mais ne se sont pas présentés au local convenu pour des raisons que nous ignorons.

**Tableau 1.1 La population étudiée**

	USINE-1 Transformateurs	USINE-2 Électroménagers
N	190	425
TAUX DE RÉPONSE	98%	83,3%
HOMMES (%)	27,9%	89,4%
FEMMES (%)	72,1%	10,6%
ÂGE MOYEN (écart type)	37,5 ± 0,6	40,8 ± 0,4
EXPÉRIENCE MOYENNE AU POSTE (écart type)	5,1 ± 0,35	5,6 ± 0,36
ANCIENNETÉ MOYENNE À L'USINE (écart type)	9,6 ± 0,39	16,7 ± 0,38

## 2.5 Les analyses effectuées

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel BMDP, la majorité des tests statistiques étant des tests de Chi-carré. Plusieurs relations ont été étudiées. Cette partie du rapport présentera d'abord les résultats obtenus dans les deux usines quant aux douleurs déclarées, aux régions atteintes et aux variables de gravité. Par la suite, les relations entre les principales variables de population, les douleurs et les variables de gravité seront abordées. Finalement, les relations entre les variables de travail, les douleurs et les variables de gravité seront présentées.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1 Les douleurs, les régions atteintes et les variables de gravité

Le tableau 1.2 indique, pour les deux usines, la proportion de douleurs déclarées dans les douze derniers mois. Dans les deux usines, la majorité des travailleurs ont eu au moins une région douloureuse dans les douze derniers mois : 69,5% dans l'usine-1 et 83,3% dans l'usine-2. Dans les deux cas, une proportion moindre de travailleurs ont éprouvé des douleurs à trois régions ou plus : 33,7% dans l'usine-1 et 49,9% dans l'usine-2.

Tableau 1.2 : Les douleurs déclarées dans les 12 derniers mois

	USINE-1 Transformateurs		USINE-2 Électroménagers	
	N	%	N	%
AU MOINS UNE RÉGION DOULOUREUSE	132	69,5	354	83,3
3 OU PLUS RÉGIONS DOULOUREUSES	64	33,7	212	49,9%

Le tableau 1.3 présente, pour les deux usines, la proportion de douleurs déclarées aux différentes régions dans les 12 derniers mois et dans les 7 derniers jours. À l'usine-1, les régions les plus souvent affectées dans les 12 derniers mois et dans les 7 derniers jours sont l'épaule et la région des poignets/mains, la proportion de douleurs déclarées étant moindre dans les 7 derniers jours. À l'usine-2, les régions les plus fréquemment douloureuses sont l'épaule et le bas du dos (aussi bien dans les 12 derniers mois que dans les 7 derniers jours).

**Tableau 1.3 : Les régions du corps affectées**

RÉGION DU CORPS	USINE-1 Transformateurs		USINE-2 Électroménagers	
	12 derniers mois (%)	7 derniers jours (%)	12 derniers mois (%)	7 derniers jours (%)
ÉPAULE	38,4	33,6	47,6	33,3
MAINS\POIGNETS	38,4	32,1	31,2	16,5
COU	30,5	23,7	35,8	24,1
HAUT DU DOS	27,9	23,0	29,2	20,2
BAS DU DOS	25,3	18,3	43,8	28,7
COUDE	12,1	6,9	23,1	16,2
GENOU	9,5	5,3	21,4	11,9
HANCHE\CUISSE	7,4	7,4	13,6	10,2
CHEVILLE\PIED	8,4	8,4	16	11,6

Le tableau 1.4 présente, pour les deux usines, les résultats obtenus avec les variables de gravité. Dans l'ensemble, la proportion de réponses positives aux variables de gravité est plus élevée pour l'usine-2. Dans cette usine, 47,3% des travailleurs ont réduit leurs activités de loisir en raison de douleurs, 62,3% ont été indisposés pendant plus de 30 jours dans l'année, 45% ont éprouvé des douleurs le soir ou la nuit, 61% ont éprouvé des douleurs persistant les fins de semaine, 48,4% des travailleurs ont dû consulter un professionnel de la santé, alors que 27,4% ont dû prendre des médicaments en raison de douleurs; une proportion moindre de travailleurs se sont absentés en raison de douleurs (25,9%).

**Tableau 1.4 : Les variables de gravité**

	USINE-1 Transformateurs		USINE-2 Électroménagers	
	N	%	N	%
AVOIR CHANGÉ DE TRAVAIL	26	19,7	109	30,7
AVOIR RÉDUIT SES ACTIVITÉS DE TRAVAIL	24	18,2	116	32,7
AVOIR RÉDUIT SES ACTIVITÉS DE LOISIR	33	25,0	168	47,3
AVOIR ÉTÉ INDISPOSÉ PLUS DE 30 JOURS (durant l'année)	67	51,0	221	62,3
AVOIR EU DES DOULEURS LE SOIR OU LA NUIT	54	40,8	160	45,0
S'ÊTRE ABSENTÉ DU TRAVAIL	22	16,7	92	25,9
AVOIR EU DES DOULEURS LA FIN DE SEMAINE	60	45,4	215	61,0
AVOIR CONSULTÉ UN PROFESSIONNEL DE LA SANTÉ	35	26,5	172	48,4
AVOIR PRIS DES MÉDICAMENTS	36	27,3	97	27,4
AVOIR EU DES DOULEURS À 3 RÉGIONS OU PLUS	64	33,7	212	49,9

Le tableau 1.5 indique la distribution de l'indice de gravité dans les deux usines. Dans l'usine-1, 44,5% des travailleurs ont un indice de gravité faible, alors que 25,8% ont un indice élevé. Dans l'usine-2, 23% des travailleurs ont un indice de gravité faible, alors que 46,3% ont un indice élevé. Dans les deux cas, l'échantillon considéré pour la distribution de l'indice de gravité est moindre que l'échantillon total car les cas où il y avait des valeurs manquantes ont été exclus.

**Tableau 1.5 : La distribution de l'indice de gravité**

INDICE DE GRAVITÉ	USINE-1 Transformateurs		USINE-2 Électroménagers	
	N	%	N	%
INDICE FAIBLE (0-1)	69	44,5	90	23,0
INDICE MOYEN (2-4)	46	29,7	120	30,7
INDICE ÉLEVÉ (≥ 5)	40	25,8	181	46,3
TOTAL	155	100,0	391	100,0

### 3.2 Les variables de population, les douleurs et l'indice de gravité

#### Le sexe

Dans les deux usines, à type de production très différent, les femmes ont déclaré plus souvent des douleurs que les hommes (tableau 1.6). Dans les deux cas, la proportion de femmes n'ayant déclaré aucune douleur est inférieure à celle des hommes et, inversement, la proportion de femmes ayant déclaré trois, ou plus de trois, régions douloureuses est supérieure à celle des hommes.

Tableau 1.6 : Régions douloureuses en fonction du sexe

#### USINE-1 Transformateurs

	AUCUNE DOULEUR		1-2 RÉGIONS		3 RÉGIONS OU PLUS		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
HOMMES	24	45,3	17	32,1	12	22,6	53	100,0
FEMMES	34	24,8	51	37,2	52	37,9	137	100,0
TOTAL	58		68		64		190	

p= .0167

#### USINE-2 Électroménagers

	AUCUNE DOULEUR		1-2 RÉGIONS		3 RÉGIONS OU PLUS		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
HOMMES	68	17,9	129	34,0	183	48,2	380	100,0
FEMMES	3	6,7	13	28,9	29	64,4	45	100,0
TOTAL	71		142		212		425	

p= .0644

Le tableau 1.7 présente les relations entre l'indice de gravité et le sexe. Dans les deux usines, la proportion de femmes ayant un indice de gravité élevé est supérieure à celle des hommes.

**Tableau 1.7 : Le sexe et l'indice de gravité**

**USINE-1 Transformateurs**

	INDICE FAIBLE (0-1)		INDICE ÉLEVÉ (≥ 5)		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
HOMMES	25	80,6	6	19,4	31	100
FEMMES	44	56,4	34	43,6	78	100
TOTAL	69		40		109	

p = .0317

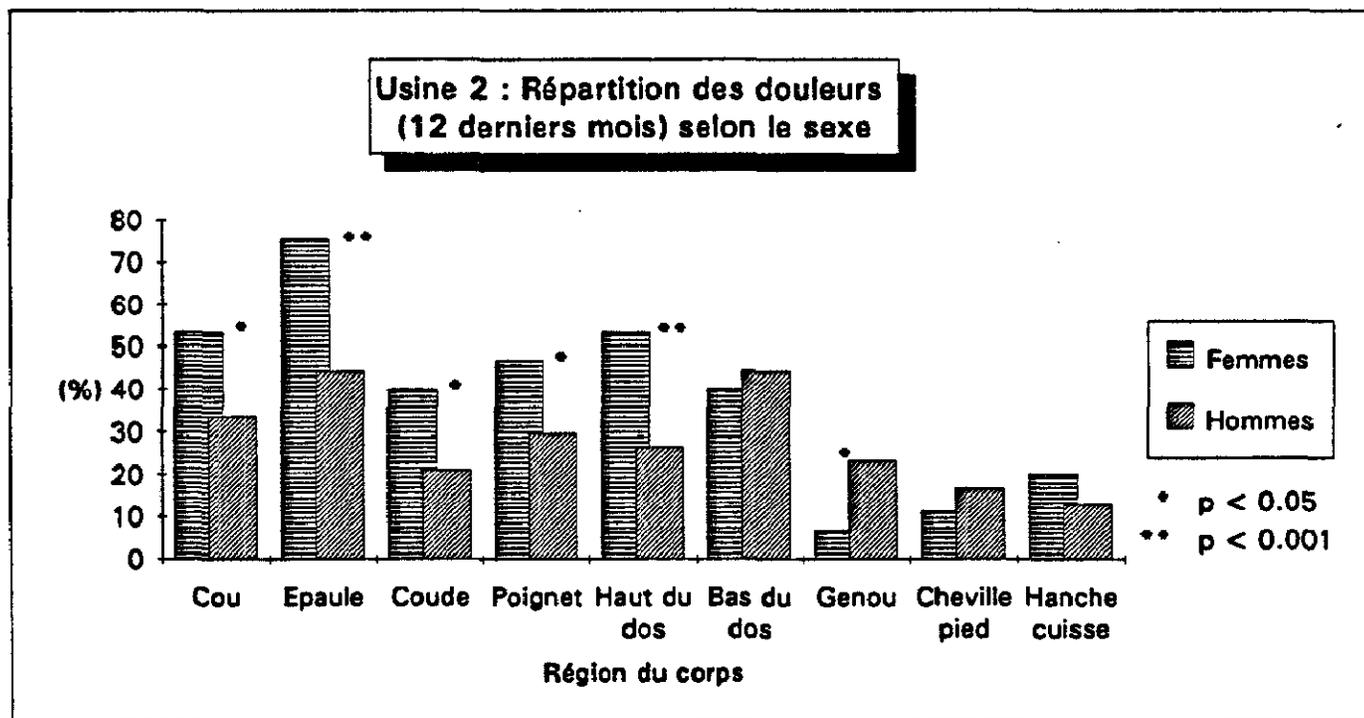
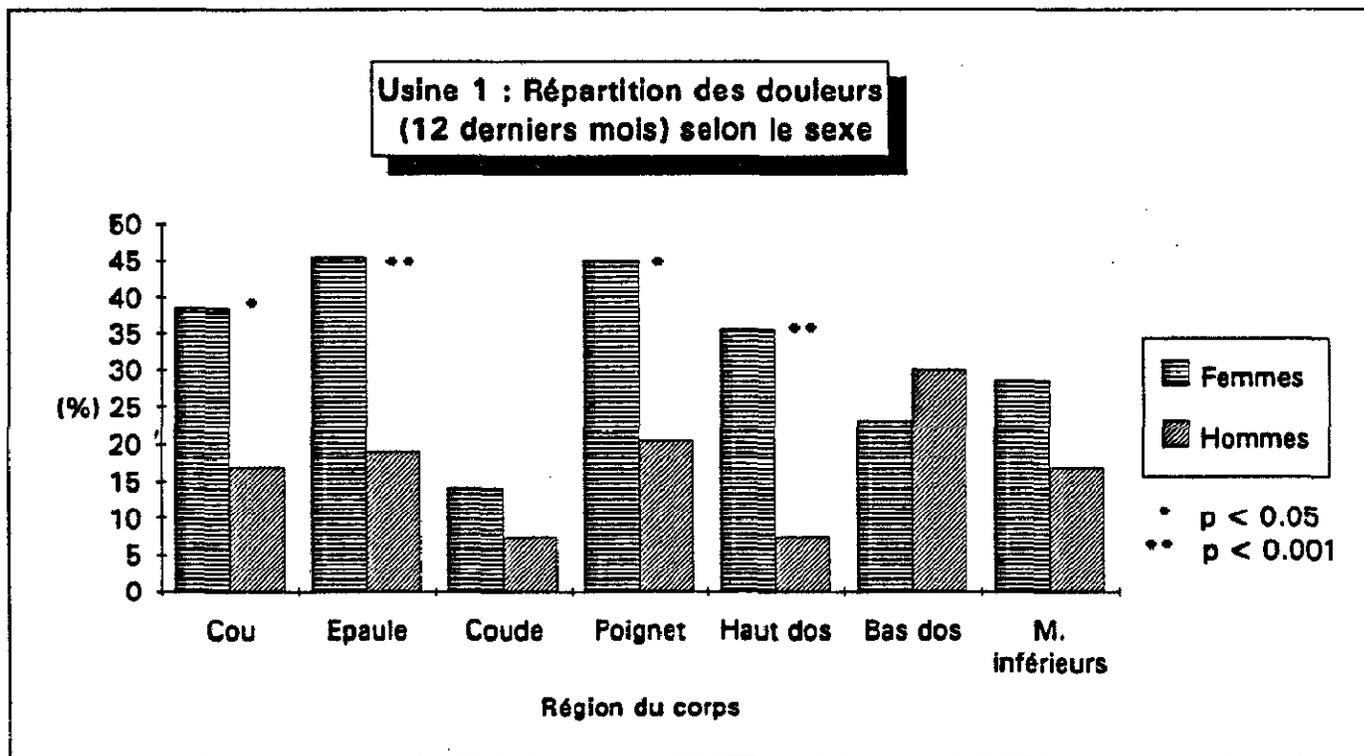
**USINE-2 Électroménagers**

	INDICE FAIBLE (0-1)		INDICE ÉLEVÉ (≥ 5)		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
HOMMES	85	35,1	157	64,9	242	100
FEMMES	5	17,2	24	82,8	29	100
TOTAL	90		181		271	

p = .0848

Les régions du corps affectées varient également en fonction du sexe (voir figure 1.1). Pour cet aspect aussi, des résultats très similaires sont obtenus au niveau des deux usines. Dans les deux cas, les douleurs aux membres supérieurs sont beaucoup plus fréquentes chez les femmes; c'est vrai dans les deux usines pour l'épaule et la région des poignets/mains, alors que pour le coude la différence n'est significative que pour l'usine-2. Dans les deux cas, les douleurs au cou et au haut du dos sont aussi plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes. Au contraire, pour le bas du dos, les douleurs sont plus fréquentes chez les hommes, bien que les différences observées ne soient pas statistiquement significatives.

Figure 1.1



### L'expérience au poste

Dans les deux usines, des résultats similaires ont également été obtenus en fonction de l'expérience au poste. Le tableau 1.8 montre, pour les deux usines, le nombre de régions douloureuses en fonction de l'expérience au poste. Dans les deux usines, les travailleurs les moins expérimentés (0-2 ans d'expérience et 2-5 ans d'expérience) ont moins fréquemment déclaré n'avoir aucune douleur, alors qu'inversement, ils ont plus fréquemment déclaré avoir trois, ou plus de trois, régions douloureuses.

**Tableau 1.8 :** Régions douloureuses en fonction de l'expérience au poste

#### USINE-1 Transformateurs

EXPÉRIENCE AU POSTE	AUCUNE DOULEUR		1-2 RÉGIONS		3 RÉGIONS OU PLUS		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0-2 ANS	19	26,8	21	29,6	31	43,7	71	100,0
2-5 ANS	7	16,7	19	45,2	16	38,1	42	100,0
5-10 ANS	18	40,0	17	37,8	10	22,2	45	100,0
10-25 ANS	13	44,8	9	31,0	7	24,1	29	100,0
TOTAL	57		66		64		187	

p= .0415

#### USINE-2 Électroménagers

EXPÉRIENCE AU POSTE	AUCUNE DOULEUR		1-2 RÉGIONS		3 RÉGIONS OU PLUS		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0-2 ANS	25	11,6	64	29,6	127	58,8	216	100,0
2-5 ANS	12	16,0	31	41,3	32	42,7	75	100,0
5-10 ANS	15	30,0	16	32,0	19	38	50	100,0
10-25 ANS	19	23,2	30	36,6	33	40,2	82	100,0
TOTAL	71		141		211		423	

p= .0023

L'indice de gravité varie également en fonction de l'expérience au poste (voir tableau 1.9). Dans les deux usines, c'est chez les travailleurs les moins expérimentés (0-2 ans) qu'on retrouve la proportion la plus forte d'indice de gravité élevé.

Tableau 1.9 : L'indice de gravité en fonction de l'expérience au poste

USINE-1 Transformateurs

EXPÉRIENCE AU POSTE	INDICE FAIBLE (0-1)		INDICE ÉLEVÉ (≥ 5)		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
0-2 ANS	19	47,5	21	52,5	40	100
2-5 ANS	13	61,9	8	38,1	21	100
5-10 ANS	21	77,8	6	22,2	27	100
10-25 ANS	15	75,0	5	25,0	20	100
TOTAL	68		40		108	

p= .0482

USINE-2 Électroménagers

EXPÉRIENCE AU POSTE	INDICE FAIBLE (0-1)		INDICE ÉLEVÉ (≥ 5)		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
0-2 ANS	35	24,6	107	75,4	142	100
2-5 ANS	19	39,6	29	60,4	48	100
5-10 ANS	16	51,6	15	48,4	31	100
10-25 ANS	20	40,8	29	59,2	49	100
TOTAL	90		180		270	

p= .0091

### L'âge

Dans les deux usines, des relations similaires ont été trouvées en fonction de l'âge des travailleurs. Dans les deux cas, il y a une tendance voulant que les travailleurs les plus âgés (plus de 50 ans) aient plus souvent déclaré n'avoir aucune douleur; les différences observées, cependant, ne sont pas statistiquement significatives. Dans les deux usines, il y a également une tendance (statistiquement non significative) voulant que chez les travailleurs âgés (plus de 50 ans), la proportion d'indice de gravité élevé soit plus faible.

### 3.3 Les variables de travail, les douleurs et l'indice de gravité

Dans les deux usines, nous avons examiné si, pour certains secteurs de travail, les douleurs étaient plus fréquentes et l'indice de gravité plus élevé. Le tableau 1.10 présente les douleurs déclarées pour les 8 secteurs de l'usine-1. Dans les secteurs du bobinage et du picking, une plus faible proportion de travailleurs n'ont déclaré aucune douleur et, à l'inverse, une plus forte proportion ont déclaré des douleurs à trois régions, ou à plus de trois régions.

**Tableau 1.10 :** Les régions douloureuses et les secteurs de travail

#### USINE-1 Transformateurs

SECTEUR	AUCUNE RÉGION		1-2 RÉGIONS		3 RÉGIONS OU PLUS		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%
BOBINAGE	4	12,1	13	39,4	16	48,5	33	100
PICKING	1	5,0	8	40,0	11	55,0	20	100
LIGNE-1	7	29,2	10	41,7	7	29,2	24	100
LIGNE-2	9	45,0	3	15,0	8	40,0	20	100
LIGNE-3	12	31,6	13	34,2	13	34,2	38	100
LIGNE-4	7	31,8	12	54,5	3	13,6	22	100
LIGNE, NON PRÉCISÉ	4	28,6	6	42,9	4	28,6	14	100
AUTRES SECTEURS	14	73,7	3	15,8	2	10,5	19	100
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>		<b>68</b>		<b>64</b>		<b>190</b>	

p= .0003

La figure 1.2 illustre la proportion de douleurs déclarées aux différentes régions pour sept secteurs de l'usine. Comme le montre cette figure, les douleurs au haut du dos et à la région des poignets/mains sont particulièrement fréquentes au secteur du picking, alors qu'au bobinage ce sont surtout les douleurs à l'épaule et, à un moindre degré, à la région des poignets/mains qui dominent. Le tableau 1.11 présente les relations entre les secteurs de l'usine et l'indice de gravité. Dans les secteurs du bobinage et du picking, on trouve une plus forte proportion d'indice de gravité élevé.

**Tableau 1.11 : L'indice de gravité et le secteur de travail**

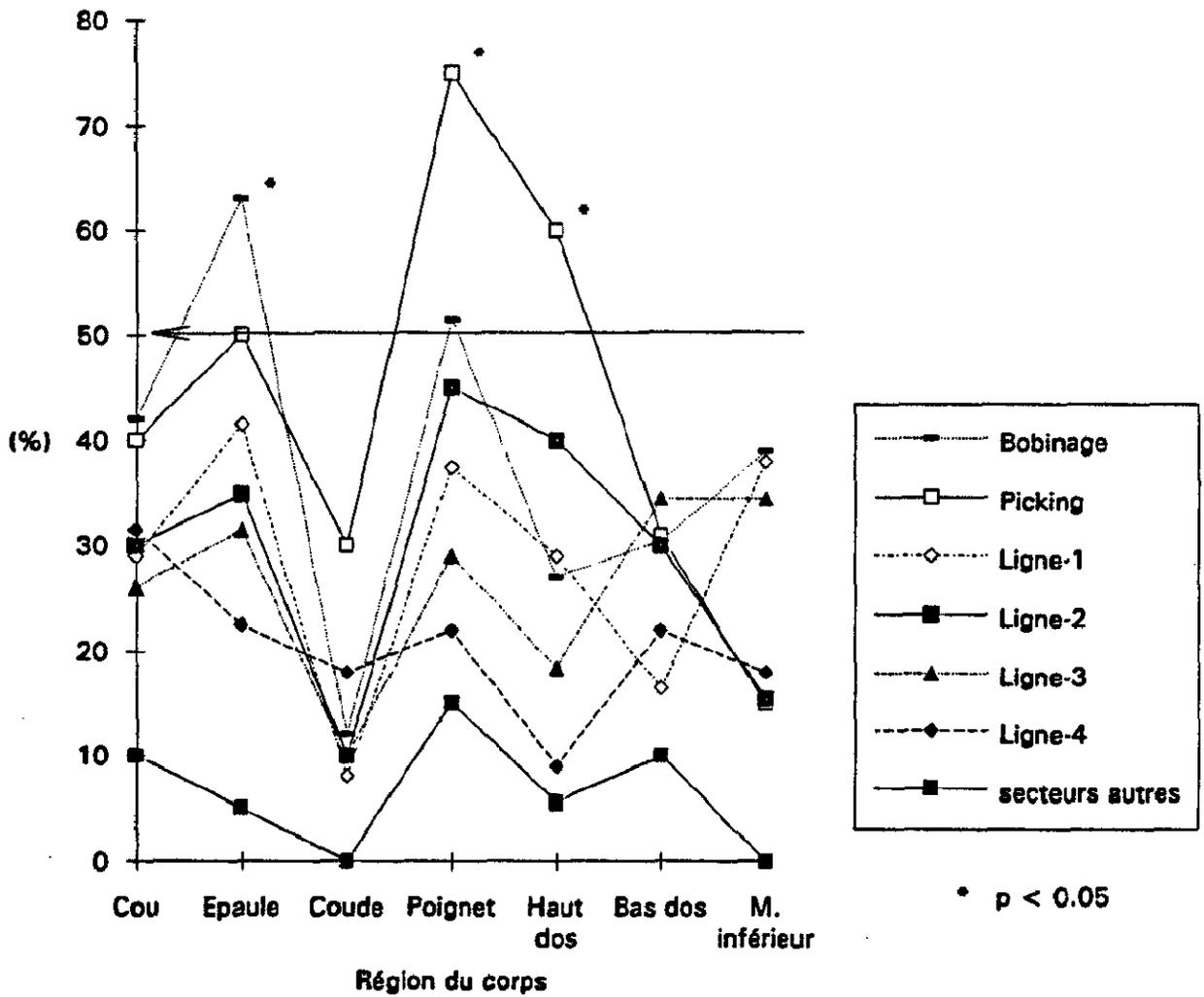
USINE-1 Transformateurs

SECTEUR	INDICE FAIBLE (0-1)		INDICE ÉLEVÉ (≥ 5)		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
BOBINAGE	6	33,3	12	66,7	18	100
PICKING	4	44,4	5	55,6	9	100
LIGNE-1	11	68,8	5	31,3	16	100
LIGNE-2	9	75,0	3	25,0	12	100
LIGNE-3	12	60,0	8	40,0	20	100
LIGNE-4	8	80,0	2	20,0	10	100
LIGNE, NON PRÉCISÉ	5	55,6	4	44,4	9	100
AUTRES SECTEURS	14	93,3	1	6,7	15	100
TOTAL	69	63,3	40	36,7	109	100

p= .0202

Figure 1.2

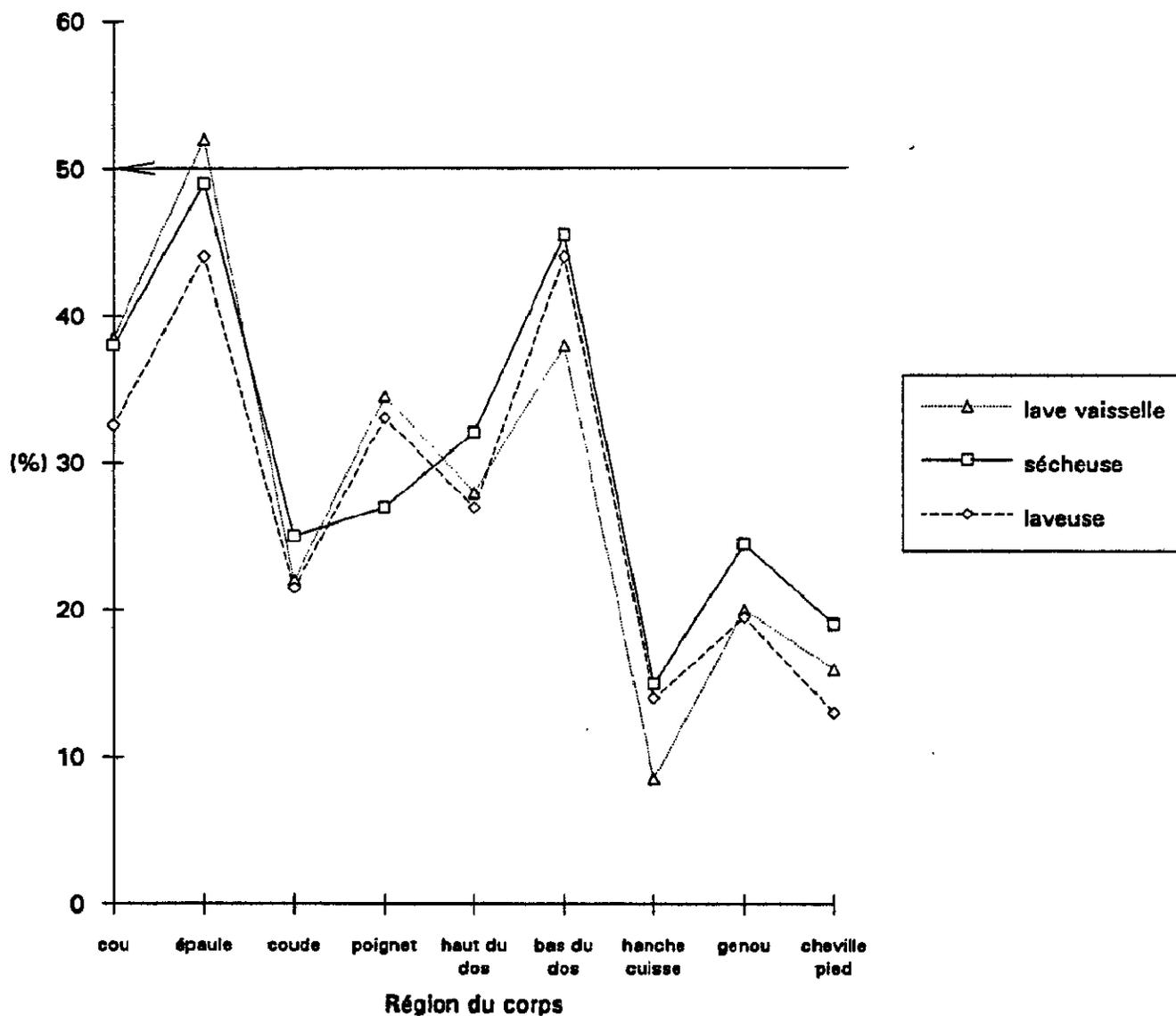
**Usine 1 : Répartition des douleurs  
(12 derniers mois) selon le secteur**



Dans l'usine-2, des résultats différents ont été obtenus. La figure 1.3 montre la proportion de douleurs déclarées aux différentes régions pour les trois grands secteurs de l'usine. Comme l'illustre cette figure, le profil de douleurs déclarées est très similaire pour les trois secteurs. De plus, nous n'avons trouvé aucune différence significative ni pour l'indice de gravité, ni pour le nombre de régions douloureuses. Par ailleurs, les relations entre les sous-secteurs, les douleurs et l'indice de gravité ont été examinées. Aucune tendance nette et statistiquement significative n'a pu être dégagée.

Figure 1.3

Usine 2 : Répartition des douleurs  
(12 derniers mois) selon le secteur



## 4. DISCUSSION

### 4.1 Les douleurs déclarées et les régions atteintes

Cette étude a montré que, dans les deux usines à l'étude, les symptômes musculo-squelettiques étaient fréquents et sérieux. Dans les deux usines, les problèmes d'épaule étaient fréquents. Dans l'usine-2, 47,6% des travailleurs ont déclaré des problèmes à l'épaule, alors que dans l'usine-1, au secteur bobinage, 63% ont rapporté des douleurs à l'épaule, cette proportion étant de 50% pour le secteur du picking. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés dans d'autres secteurs à risque avec le questionnaire Nordique. Chez une population de bouchers, Magnusson et al. (1987) ont rapporté une prévalence de 55% pour les douleurs à l'épaule; chez des travailleurs du secteur aviation, 50% des travailleurs ont rapporté des douleurs à l'épaule (Stalhammar et al., 1986), alors que dans une population d'assembleuses, la proportion de ces douleurs atteignait 55% (Ohlsson et al., 1989).

Les douleurs à la région poignets/mains étaient particulièrement importantes à l'usine-2, où, pour le secteur picking, la proportion de douleurs déclarées à cette région était de 73%. Cette prévalence est supérieure à celle rapportée dans une population de bouchers où la prévalence pour cette région était de 60% (Magnusson et al., 1987).

Les douleurs au bas du dos étaient surtout fréquentes dans l'usine-2; pour l'ensemble de l'usine, la prévalence était de 43,8%. Ceci est légèrement inférieur aux prévalences rapportées dans d'autres secteurs à risque qui variaient de 50 à 60% (Magnusson et al., 1987; Stalhammar et al., 1986; Torner et al., 1988).

### 4.2 Les variables et l'indice de gravité

L'utilisation des variables de gravité, qui ne sont pas utilisées dans toutes les études de ce type, a permis de nuancer la sévérité des problèmes. Ainsi, dans l'usine-2, 48,4% des travailleurs ayant eu des douleurs ont dû consulter un professionnel de la santé. Ceci indique qu'il s'agit de douleurs significatives. Cette proportion est d'ailleurs semblable à celle rapportée par Magnusson et al. (1987) et Torner et al. (1988). Par ailleurs, dans cette même usine, 45% des travailleurs ont rapporté avoir des douleurs le soir ou la nuit. Dans le modèle développé par Chatterjee (1987), le fait d'avoir des douleurs à l'extérieur du travail est interprété comme caractéristique d'un stade avancé dans le développement de problèmes musculo-squelettiques. Dans les deux usines, la proportion de travailleurs s'étant absents en raison de douleurs est beaucoup moindre que la proportion ayant déclaré des douleurs : 16,7% dans l'usine-1 et 25,9% dans l'usine-2.

La création et l'utilisation d'un indice de gravité n'ont encore été rapportées dans aucune étude. Dans cette étude, l'indice de gravité s'est avéré très utile pour discriminer entre les douleurs ayant peu de répercussions et celles ayant des conséquences importantes.

### 4.3 Les facteurs de confusion

Malgré l'intérêt des relations étudiées entre les douleurs et les variables de population et de travail, cette étude présente une lacune. Chacune des relations étudiées n'a pu être considérée de façon intrinsèque. Ainsi, lorsque l'on étudie les relations avec l'expérience au poste, ces relations ne sont pas contrôlées pour l'âge, le sexe et le poste occupé. De la même façon, lorsque l'on présente les relations avec les secteurs de travail, ces relations ne sont pas contrôlées pour le sexe, l'âge et l'expérience. Il n'a pas été possible de contrôler pour chaque facteur parce que cela aurait réduit considérablement les échantillons disponibles pour chaque comparaison. Ainsi, même si les relations présentées sont d'intérêt, il faut être prudent quant à l'interprétation des résultats obtenus.

### 4.4 Le sexe

Dans les deux usines, à type de production différent, nous avons trouvé que les femmes rapportaient plus de douleurs, que leurs douleurs étaient plus graves et que les régions atteintes différaient de celles des hommes. Des résultats similaires ont été rapportés par Jonsson. Dans les études citées, les femmes et les hommes à l'étude occupaient le même travail. Dans notre étude, l'effet du sexe est difficile à interpréter. En effet, les différences observées entre les femmes et les hommes peuvent s'expliquer par le fait que les hommes et les femmes n'effectuent pas les mêmes tâches. Cette possibilité n'a pu être vérifiée dans la présente étude. Les différences quant aux régions touchées peuvent s'expliquer en partie par le fait que, dans les usines à l'étude, les femmes ont sans doute tendance à occuper des postes avec efforts physiques localisés, taxant surtout les membres supérieurs; au contraire, on peut penser que les hommes ont tendance à occuper des postes où les efforts à fournir sont plus considérables et impliquent un travail musculaire moins localisé.

### 4.5 L'expérience au poste

Dans les deux usines à l'étude, nous avons trouvé que les travailleurs ayant le moins d'expérience au poste rapportaient plus de douleurs et qu'ils avaient plus souvent un indice de gravité élevé. Ces résultats sont contraires à ceux obtenus par Ohlsson et al. (1989) et par Jonsson; ces deux auteurs ont rapporté une augmentation de la prévalence avec le nombre d'années d'expérience. Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que, dans les usines à l'étude, le choix des postes est fonction du nombre d'années d'expérience. Il est donc envisageable que les travailleurs les moins expérimentés occupent dans ces usines les postes qui sont les plus difficiles. Il est possible également qu'avec l'expérience, les travailleurs développent des méthodes plus économiques qui minimisent les douleurs musculo-squelettiques.

### 4.6 L'âge

Dans les deux usines, nous n'avons trouvé aucune relation statistiquement significative entre l'âge et les douleurs déclarées. Cependant, dans les deux usines, il y avait une tendance voulant que chez les travailleurs les plus âgés la prévalence et la gravité des douleurs soient moindres. Cette tendance est comparable aux résultats rapportés par Jonsson et Torner (1988). Ces

résultats sont généralement interprétés en termes de "healthy worker effect". On pense, en effet, que les travailleurs ayant développé des problèmes sérieux ont quitté leur emploi et que seuls les travailleurs plus "résistants" ont continué à occuper leur emploi.

#### **4.7 Les variables de travail**

Un des objectifs de l'étude était de cibler les postes ou groupes de postes les plus à risque. Dans l'usine-1, nous avons identifié deux secteurs où les douleurs étaient plus fréquentes et sérieuses. Chacun de ces secteurs était occupé par une vingtaine de travailleuses. Lors de la deuxième étape de l'étude, ces deux secteurs feront l'objet d'une analyse ergonomique détaillée visant à mieux identifier les problèmes et à identifier des pistes de solutions. Au contraire, dans la grande entreprise d'appareils électroménagers, aucun secteur ou groupe de postes n'a pu être ciblé. Nous avons conclu que, dans cette usine, les problèmes étaient répartis un peu partout dans l'usine sur des postes occupés par deux ou trois travailleurs. Pour la deuxième étape de l'étude, dans cette usine, nous avons choisi une approche différente. Nous avons développé et validé un outil d'analyse de postes destiné au comité de santé-sécurité. L'objectif est de donner aux intervenants de l'usine des outils d'analyse leur permettant d'identifier eux-mêmes leurs problèmes.

### **5. CONCLUSIONS**

Cette étude a montré que, dans les deux usines à l'étude, les problèmes musculo-squelettiques étaient fréquents et sérieux. L'utilisation des variables et de l'indice de gravité, qui ne sont pas utilisés dans toutes les études, a permis de discriminer entre les douleurs sans conséquence et celles ayant plus de répercussions. Dans les deux usines, les femmes ont déclaré des problèmes plus fréquents et sérieux que les hommes. De plus, les régions atteintes différaient selon le sexe; chez les femmes les problèmes aux membres supérieurs étaient plus fréquents, alors que chez les hommes les problèmes de dos étaient plus fréquents. Dans les deux usines, il est apparu que les travailleurs les moins expérimentés étaient les plus touchés. Dans l'usine-1, le questionnaire a permis de cibler deux secteurs de travail; alors que dans l'usine-2, il est apparu que les problèmes n'étaient pas concentrés à quelques secteurs mais étaient répartis sur des postes différents dans l'ensemble de l'usine. Cette étude a donc permis de caractériser les symptômes musculo-squelettiques dans la population de travailleurs; elle a permis également d'orienter la deuxième étape de l'étude visant à améliorer les postes à problèmes.

**PARTIE 2 - ANALYSE DE DEUX POSTES : BOBINAGE ET PICKING**

**CHAPITRE 1 - LE POSTE DE BOBINAGE**

## 1. INTRODUCTION

Cette deuxième partie du rapport résume la démarche et les principaux résultats obtenus lors de la deuxième étape du projet dans l'usine-1. On se souviendra que, dans cette usine, le questionnaire de douleurs utilisé à la première étape avait permis de cibler deux postes particulièrement problématiques : le bobinage et le picking.

L'objectif de cette deuxième étape a été de réaliser une analyse ergonomique détaillée des deux postes afin de mieux comprendre certains aspects de ces tâches répétitives et de décrire et identifier les principaux problèmes à ces postes, de façon à proposer à l'industrie des pistes de solutions permettant de diminuer ces problèmes.

Ce premier chapitre porte spécifiquement sur le poste de bobinage. Comme nous le verrons, le poste de bobinage est complexe et soumis à beaucoup de variations au niveau des conditions de production. Aussi, dans ce travail, des efforts considérables ont été investis dans la détermination du plan d'échantillonnage. Il a été décidé d'effectuer les observations dans les conditions de production les plus représentatives mais aussi pour celles identifiées comme étant les plus pénibles. De plus, le plan d'échantillonnage a été conçu de façon à tenir compte des principales sources de variations dans les conditions de production. Le plan d'échantillonnage a été établi sur la base d'entretiens effectués auprès de quelques travailleuses et sur la base de données de production fournies par l'industrie. Suite aux résultats issus des entretiens et de l'analyse des données de production, il a été établi que trois modèles seraient considérés. Pour chacun des trois modèles, trois travailleuses ont été filmées à différents moments couvrant l'ensemble du quart de travail. Il est apparu important de filmer durant tout le quart, car les travailleuses ont dit avoir un rythme irrégulier et travailler plus lentement en fin de quart. Nous voulions donc vérifier si un effet de fatigue se développait durant le quart. La régulation temporelle des activités dans le cadre de tâches répétitives a fait l'objet de très peu d'études, nous avons jugé bon de nous y intéresser.

À partir des bandes vidéo obtenues, plusieurs analyses ont été effectuées. D'abord, pour les trois modèles, nous avons documenté les variations de temps de cycle durant le quart. Ces analyses ont mis en évidence la présence fréquente d'incidents perturbant le cycle normal. Dans une deuxième étape, vu leur fréquence, les différents types d'incidents ont été décrits et leur durée a été documentée. Par la suite, les facteurs de risque associés au poste de bobinage ont été décrits. Nous avons tenu compte des principaux facteurs de risque identifiés dans la littérature (Armstrong et Lifshitz, 1987; Vern Putz et Andersson, 1988); en particulier, des contraintes posturales, des exigences de force et des pressions mécaniques, trois facteurs de risque très présents au poste. Pour cette caractérisation des facteurs de risque, le cycle de base a d'abord été découpé en fonction des différentes opérations de travail effectuées durant le cycle. Un effort considérable a été fait pour relier les facteurs de risque aux différentes opérations de

travail, ceci afin d'orienter plus facilement l'intervention. Par ailleurs, pour nuancer l'importance des facteurs de risque, leur durée et leur fréquence ont été documentées. Finalement, pour les principales opérations à risque, des avenues de solutions ont été identifiées.

Après une brève description du poste de bobinage, la méthodologie sera résumée, les principaux résultats seront présentés et les solutions proposées seront exposées sommairement.

## **2. DESCRIPTION DU POSTE DE BOBINAGE**

### **2.1 Le poste de bobinage**

Le poste de bobinage est occupé par une trentaine de travailleuses dont l'âge moyen est de 33,7 ans ( $\pm 1.2$  an) et l'expérience au poste de 4 ans ( $\pm 0.7$  an).

Le travail consiste à fabriquer des bobines à l'aide de machines; il s'agit d'un travail en position assise. Plus de 80 modèles de bobines sont produits; dépendant des modèles, le temps de cycle varie de 2 à 4 minutes. Le poste de bobinage est complexe et implique plusieurs opérations. Dans les lignes qui suivent, les principales étapes de la production sont décrites sommairement et illustrées par des figures. Il ne s'agit pas ici d'une description détaillée des différentes opérations d'un cycle de travail, il s'agit uniquement de permettre au lecteur de se faire une idée générale du travail de bobinage.

### **2.2 Les principales étapes de la production d'un bâton de bobines**

Alors même qu'un bâton de bobines (que nous appellerons simplement bâton) est déjà en production, la travailleuse prépare la production du bâton suivant. À cette fin, elle insère un tube de carton sur un mandrin destiné à cet effet (voir figure 2.1). Elle devra ensuite procéder au transfert des bâtons. Elle doit transférer le bâton fabriqué du support supérieur à un support inférieur et, inversement, placer le nouveau bâton sur le support supérieur (voir figure 2.2). Pour libérer le bâton fabriqué, elle doit, à l'aide d'un gros ciseau, couper les fils qui le relient à la machine (voir figure 2.3). Les opérations suivantes sont destinées à la fabrication du nouveau bâton. Cette fabrication implique de procéder à l'aide de la machine à des enroulements de fil conducteur (Al ou Cu) autour du noyau de carton (voir figure 2.4). À différentes reprises, la travailleuse doit coller un ruban (qui est appelé ancre) sur le bâton (voir figure 2.5). Ce ruban est coupé et replié à une quinzaine d'endroits sur le bâton délimitant ainsi les bobines (voir figure 2.6). Pour chaque modèle, la travailleuse doit suivre un patron indiquant l'emplacement des ancres et la façon dont elles doivent être repliées. À différents moments, sont insérés des papiers ou des glassines (voir figure 2.7). Avant de compléter le bâton de bobines, la travailleuse doit coller une enveloppe (voir figure 2.8).

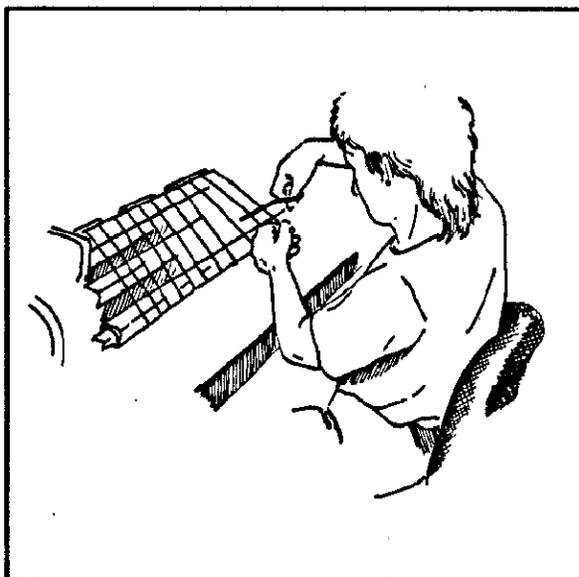
Les bâtons de bobines ainsi produits seront ensuite coupés par un scieur, chaque bâton est séparé en environ 15 bobines. C'est au poste suivant, le picking, que les fils des bobines seront tirés.



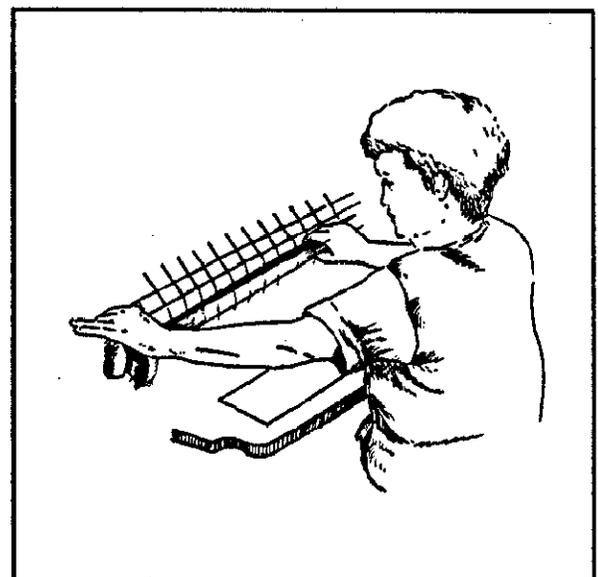
**Figure 2.1 : Insérer le carton sur le mandrin**



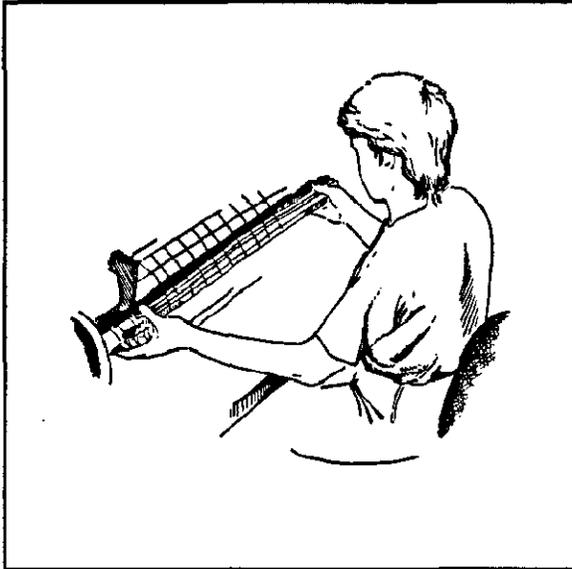
**Figure 2.2 : Transférer les bâtons**



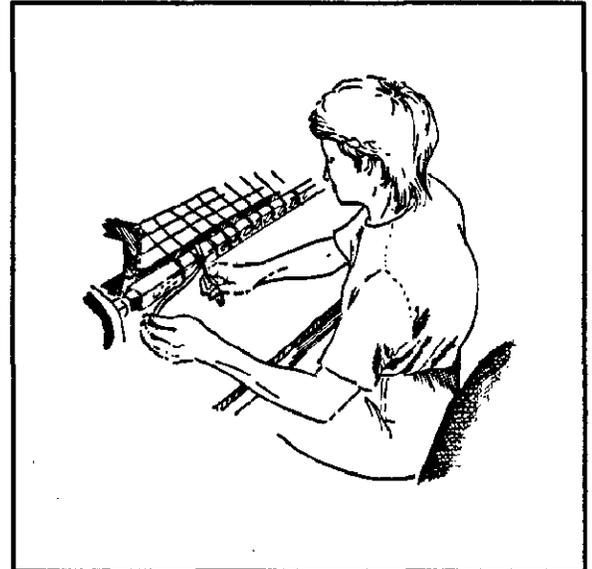
**Figure 2.3 : Couper les fils**



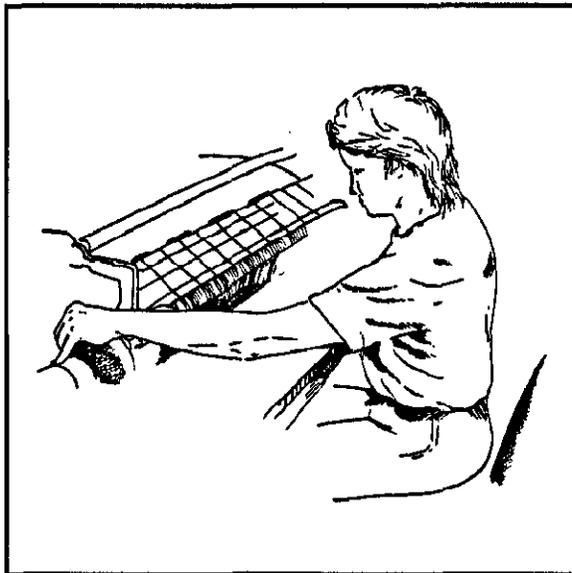
**Figure 2.4 : Procéder à des enroulements de fil**



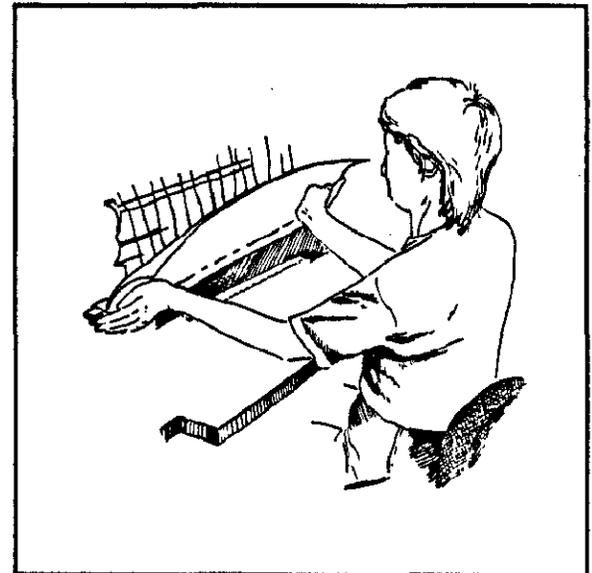
**Figure 2.5 : Coller un ruban sur le bâton**



**Figure 2.6 : Couper le ruban**



**Figure 2.7 : Insérer les glassines**



**Figure 2.8 : Coller une enveloppe**

## **2.3 Les variations au niveau de la production**

Plus de 80 modèles de bobines sont produits, des standards de production sont fixés pour chacun d'eux. Les principales sources de variation entre les modèles sont les suivantes.

Selon les modèles, le nombre d'ancres varie de 2 à 8. Les modèles ayant plus de 2 ancres sont appelés multi-ancres. De plus, le positionnement de l'ancre et la façon dont elle est repliée sont fonction du modèle produit. C'est pour les 2 ancres qui comportent moins d'opérations que les standards sont les plus élevés; pour les multi-ancres, qui impliquent plus d'opérations, les quantités exigées sont moins importantes.

Le type de fils varie aussi selon les modèles, on utilise surtout du fil d'aluminium ou du fil de cuivre. Le poids du bâton de bobines diffère aussi selon les modèles, le poids varie de 0,5 à 7 kg environ, la moyenne du poids des bâtons étant de 2,13 kg (avec un écart type de 1,07 kg).

Les bâtons de bobines sont produits à l'aide de trois types de machine ayant des caractéristiques différentes. Ces machines sont appelées : automatique, manuelle, semi-automatique. Sur la machine manuelle, toutes les opérations se font manuellement; sur la machine semi-automatique, certaines opérations sont automatisées, par exemple, l'insertion des glassines et le programme d'enroulement ne sont pas contrôlés manuellement. Avec la machine automatique, le patron d'enroulement est informatisé et la travailleuse a très peu de commandes-machine à effectuer.

## **3. MÉTHODOLOGIE**

### **3.1 Les entretiens et l'analyse des données de production**

Le protocole d'analyse a été conçu sur la base d'entretiens et sur l'examen de données de production fournies par l'usine. Dans cette section, nous résumons les résultats obtenus quant à ces deux aspects et montrons comment ils nous ont guidés dans le choix du protocole d'analyse.

#### **Les entretiens**

Des entretiens d'environ une heure ont été réalisés auprès de cinq travailleuses du poste de bobinage. Il s'agissait d'entretiens semi-dirigés couvrant les aspects suivants : douleurs et accidents passés, problèmes reliés aux différents types de machines, problèmes reliés aux variations de modèles, modèles préférés, modèles détestés, difficultés et sources d'erreurs durant le travail, organisation de la journée, atteinte des standards, problèmes ou non, avec les outils et le matériel utilisé, satisfaction au travail et qualité des relations avec les collègues et la direction.

Nous résumons ici uniquement les constats majeurs se dégageant des entretiens.

Toutes les travailleuses interrogées ont dit ressentir des douleurs durant leur travail, en particulier aux poignets et aux épaules. Au bobinage, un des plus grands facteurs de pénibilité semble être le poids, les opérations de manipulation des bâtons ont majoritairement été identifiées comme étant des mouvements difficiles. Dans l'étude, il faudra donc prendre cette variable poids en considération. Au bobinage, il y a une opposition très claire entre les 2 ancrés et les multi-ancrés (surtout les 8 ancrés). Les 2 ancrés sont moins aimés car les contraintes de vitesse semblent plus fortes. Par ailleurs, on nous a mentionné que les facteurs de pénibilité variaient selon que l'on travaille avec des 2 ancrés ou des multi-ancrés : avec les multi-ancrés le travail le plus fatigant serait le "tape" à poser et le chariot à manipuler; par contre, avec les 2 ancrés, les manipulations de bâtons seraient l'opération la plus pénible. Dans les modèles qui feront l'objet d'observations, il sera donc important d'inclure un 2 ancrés et un 8 ancrés.

La majorité des travailleuses ont dit moduler leur rythme de travail et devoir travailler plus vite en début qu'en fin de quart :

"On travaille plus vite avant le souper et on va moins vite vers la fin de la soirée, si on ne fait pas comme ça, on n'atteint pas le standard, on est plus fatigué en fin de soirée".

"On rush plus le matin pour avoir la paix l'après-midi".

"À la fin du quart, de toute façon, on ne peut pas rusher, on est trop fatigué".

Il est donc possible qu'un effet de fatigue se développe au cours du quart et se traduise par un ralentissement du rythme de travail. Cet aspect sera pris en considération lors de l'analyse du travail, cela impliquera d'observer les travailleuses durant tout le quart.

On nous a également parlé fréquemment des problèmes d'adaptation associés aux changements fréquents de modèle. Cet aspect devra aussi être considéré, ce qui impliquera d'inclure dans nos observations un modèle plus rare.

Les travailleuses nous ont dit aussi rencontrer plusieurs incidents les retardant dans leur travail, il sera important, lors de l'analyse du travail de documenter, si possible, ces incidents. Finalement, on a parlé de difficultés au niveau de la qualité des matériaux et des problèmes reliés aux ciseaux qui sont souvent mal affilés.

### **L'analyse des données de production**

La direction de l'usine nous a permis de consulter ses données de production. Ces données portaient sur une période de 6 mois durant laquelle 66 modèles différents avaient été produits. Pour chacun des modèles, on retrouvait l'efficacité globale brute atteinte par chaque travailleuse (la quantité produite par rapport au standard fixé), on retrouvait également le nombre total d'heures où chaque modèle avait été produit.

L'analyse de ces données de production nous a menés aux constatations suivantes :

- Quant à l'efficacité atteinte, il y a des différences entre les modèles ne pouvant s'expliquer uniquement par le fait que les modèles sont produits par des populations différentes. Tous les modèles ne présentent donc pas le même indice de difficulté.
- Le poids des modèles est relié (mais faiblement) à l'efficacité atteinte. Les modèles lourds (2,5 kg) ont tendance à être associés à des efficacités plus faibles. Par ailleurs, les modèles lourds sont rares, seuls 18% des modèles ont un poids supérieur à 2,5 kg.
- Il y a quelques modèles réguliers qui sont produits fréquemment et plusieurs modèles rares qui sont produits beaucoup moins fréquemment. Ainsi, 55% de la production s'explique par 5 modèles très fréquents (plus de 800 heures de production sur une période de six mois), alors que 25% de la production s'explique par 54 modèles produits rarement (moins de 300 heures de production sur une période de 6 mois).
- L'efficacité globale brute atteinte est reliée (mais faiblement) à la régularité d'un modèle. Tous les modèles fréquents sont associés à des efficacités élevées. Inversement, tous les cas où l'efficacité est faible sont associés à des modèles rares.
- De façon générale, l'efficacité atteinte ne varie pas en fonction du standard fixé. Ainsi, contrairement à ce que l'on aurait pu croire, les modèles à standard élevé ne sont pas associés à des efficacités plus faibles.

### 3.2 Le plan d'échantillonnage

Les entretiens et l'analyse des données de production nous ont aidés à planifier nos observations de terrain. Trois modèles ont été considérés. Le modèle-1 est un deux ancrés, alors que le modèle-2 est un 8 ancrés. À eux seuls, ces deux modèles expliquent 34% de la production, ils nous permettent donc d'analyser les conditions de production les plus fréquentes. D'autre part, ces deux modèles permettent de documenter l'opposition entre les 2 ancrés et les 8 ancrés, si souvent mentionnée lors des entretiens. Par ailleurs, il nous est apparu aussi important d'inclure dans nos observations un modèle plus rare car la régularité d'un modèle est liée à l'efficacité atteinte. De plus, suite à l'analyse des données de production, on peut dire qu'approximativement une fois sur quatre les travailleuses produisent divers modèles rares. Nous voulions également inclure un modèle lourd dont le poids serait supérieur à 2,5 kg, car il est apparu que le poids représentait un indice de difficulté. Le troisième modèle considéré est donc un modèle rare et lourd (3,38 kg). Par ailleurs, c'est un modèle qu'on appelle deuxième section, car il est bobiné en deux séquences. Pour ce modèle, seul le deuxième bobinage, comportant l'ajout de 6 ancrés, a été considéré.

Notre plan d'observation pour le poste du bobinage peut être schématisé ainsi.

**MODÈLE-1 : FRÉQUENT - LÉGER - 2 ANCRES - 3 TRAVAILLEUSES**

**MODÈLE-2 : FRÉQUENT - LÉGER - 8 ANCRES - 3 TRAVAILLEUSES**

**MODÈLE-3 : RARE - LOURD - 6 ANCRES - 3 TRAVAILLEUSES**

Ainsi, au bobinage, 7 travailleuses ont été filmées durant 9 périodes de 30 minutes réparties sur l'ensemble du quart; deux travailleuses ont été filmées à deux reprises sur des modèles différents. Il était important de filmer durant tout le quart, car les travailleuses nous ont dit travailler plus vite en début qu'en fin de quart. Nous voulions évaluer cet aspect et vérifier s'il y avait un effet de fatigue se développant durant le quart et se traduisant par une diminution du rythme de travail.

À partir des bandes vidéo obtenues, plusieurs analyses ont été effectuées. D'abord, pour les trois modèles, nous avons documenté les variations de temps de cycle durant le quart. Dans une deuxième étape, les différents incidents et leur durée ont été documentés. Par la suite, pour les trois modèles, le cycle de base a été découpé en fonction des différentes opérations de travail effectuées. La durée et la fréquence de ces opérations ont été évaluées. Finalement, pour les trois modèles, les facteurs de risque associés aux différentes opérations ont été documentés. L'analyse était centrée surtout sur l'exercice de force, la présence de pressions mécaniques et l'occurrence de postures contraignantes. À cet effet, une grille d'analyse a été développée.

### **3.3 Les variations de temps de cycle durant le quart**

Les 7 travailleuses ont été filmées durant 9 périodes d'environ 30 minutes, choisies à différents moments du quart. Une seule caméra a été utilisée et les travailleuses ont été filmées selon trois plans de façon à pouvoir bien documenter la posture : les deux plans les plus fréquents étaient des plans de côté, l'un du côté droit, l'autre du côté gauche; le troisième plan, pris moins fréquemment, était un plan arrière.

Pour les modèles 1 et 2, les temps de cycle ont été mesurés sur six périodes couvrant l'ensemble du quart. Pour le modèle-3, les temps de cycle ont été mesurés sur 7 ou 8 périodes.

#### **Les mesures de temps de cycle**

Pour les mesures de temps de cycle, le début et la fin du cycle ont été définis comme coïncidant avec l'opération "coupe fils" (pour cette tâche, en effet, il n'y avait pas d'intercycle). Les durées de cycle ont été mesurées à l'aide du logiciel Kronos par deux observateurs. Pour évaluer l'erreur de mesure, nous avons comparé les résultats obtenus par les deux observateurs pour un échantillon donné. Cette comparaison a été effectuée sur 39 cycles pour le modèle-1; le temps de cycle moyen était de 2,16 minutes. Pour les 39 cycles évalués, la différence moyenne entre les deux observateurs était de 0,24 seconde (avec un écart type de 0,21 seconde). Cela représente une marge d'erreur de 0,18%, ce qui peut être considéré comme négligeable.

## Les cycles avec incidents et les cycles sans incident

Lors de notre évaluation des durées de cycle, nous avons constaté la présence fréquente d'incidents perturbant le cycle, la section suivante traitera d'ailleurs de ces incidents. Pour l'évaluation des temps de cycle, nous avons mesuré la durée des cycles avec incidents, la durée des incidents étant comprise dans la durée de temps de cycle. Nous avons également mesuré la durée des cycles ne comportant pas d'incident. La durée des cycles sans incident donne une meilleure idée du rythme propre des travailleuses, alors que les durées de cycle avec incidents donnent une idée du temps requis pour accomplir un cycle lorsque des incidents surviennent.

### 3.4 L'analyse des incidents

Comme les incidents étaient fréquents au poste de bobinage, nous avons décidé de les décrire et de quantifier leur fréquence et leur durée. Six classes d'incidents ont été définies, pour chacune d'elles des critères d'observation objectivables ont été fixés. La quantification des incidents a été réalisée avec le logiciel Kronos, lors de la même prise de données que celle ayant servi à mesurer les temps de cycle. Les incidents ont donc été mesurés pour les neuf jours d'observations, sur les mêmes périodes du quart que celles décrites précédemment. Les six classes d'incidents retenues sont les suivantes.

1- *Les incidents de récupération*; ces récupérations regroupent des activités que la travailleuse n'a pas normalement à faire mais qu'elle doit quand même faire pour corriger des défauts du système de production. Il arrive souvent que des fils se brisent, les travailleuses doivent alors s'étirer pour "réenfiler les fils". 2- La deuxième classe d'incidents sont les *incidents connexes*; ces incidents regroupent des activités que la travailleuse doit accomplir mais qui ne sont pas des activités régulières. Par exemple, la travailleuse doit, durant la journée, changer le rouleau de ruban, mettre de l'eau dans la colle, etc. 3- La troisième classe regroupe les *incidents d'interruption*. Il s'agit d'arrêts de travail pouvant clairement être attribués à une intervention externe : la travailleuse est interrompue, le plus souvent, par la contremaîtresse ou en raison d'une inspection de qualité ou par un ravitailleur. 4- La quatrième classe comprend les *incidents "machine"*; ce sont des arrêts de travail qui sont clairement reliés à des problèmes au niveau de la machine. 5- La cinquième classe regroupe les *incidents nommés "ruban"*; ces incidents rendent compte des problèmes fréquents que les travailleuses rencontrent lorsqu'elles doivent "tirer le tape". 6- La dernière classe regroupe les *incidents "autre"* comme, par exemple, les arrêts de travail d'origine inconnue.

### 3.5 Le découpage du cycle en opérations

Le poste de bobinage est un poste complexe qui comporte plusieurs opérations différentes. De plus, ces opérations et leur séquence varient selon le type de modèle fabriqué. Il nous est apparu essentiel d'analyser et de quantifier les principales opérations effectuées. Ce découpage en opérations est utile pour bien décrire le travail et, également, pour bien documenter et prioriser les principaux facteurs de risque. Dépendant des modèles, nous avons retenu 11 à 12 types d'opérations différentes. Pour chacune d'elles, des critères d'observation objectivables ont

été définis. Les mesures de fréquence et de durée des différentes opérations ont été réalisées avec le logiciel Kronos lors d'une deuxième prise de données. Les opérations choisies correspondent aux différentes étapes de la fabrication d'un bâton. Chacune d'elles se découpe en fait en une série d'actions plus détaillées.

Pour la quantification des opérations, seuls des cycles sans incident ont été considérés. Pour chacun des neuf jours d'observation, une dizaine de cycles ont été considérés; dépendant des modèles, de 6 à 15 cycles ont été considérés pour chaque jour d'observation. Les cycles considérés provenaient, soit d'une même période, ou alors de périodes consécutives.

### **3.6 Analyse des facteurs de risque**

#### **Le protocole d'analyse**

L'analyse des facteurs de risque a porté principalement sur les contraintes posturales, les pressions mécaniques et l'exercice de force. Cette analyse a été effectuée à l'aide d'une grille d'observation spécialement développée à cet effet.

L'analyse a été effectuée sur un cycle complet pour chacun des neuf jours d'observation; ainsi, au total, neuf cycles ont été considérés. Les cycles choisis étaient représentatifs du travail quotidien des travailleuses. L'objectif principal de cette analyse était d'identifier les facteurs de risque associés aux différentes opérations. Ainsi, la procédure d'analyse impliquait de séparer d'abord le cycle de base en fonction des différentes opérations effectuées; les opérations choisies étaient les mêmes que celles quantifiées à l'aide du logiciel Kronos.

Pour chaque opération, des actions précises, où s'exerçaient les principales contraintes, ont été ciblées pour la prise de données dans le but de faire une évaluation systématique pour toutes les travailleuses. Ainsi, pour l'opération "coupe d'ancres", deux actions précises ont été ciblées et il a été décidé de faire une prise de données au début de la coupe d'ancres, et une autre à la fin de la coupe d'ancres.

Pour les modèles 1 et 3 toutes les opérations, même celles qui se répétaient dans le cycle, ont fait l'objet d'observations. Pour le modèle-2 qui impliquait la répétition de plusieurs opérations, une procédure plus rapide a été utilisée. Tous les types d'opération ont été considérés, cependant, dans le cas des opérations qui se répétaient, une seule opération faisait l'objet d'une analyse systématique. Nous vérifiions alors, de façon qualitative, si cette opération était représentative; s'il y avait des différences, celles-ci étaient notées.

#### **Les facteurs de risque considérés**

##### ***La force***

La force a été évaluée de façon qualitative, les observateurs avaient à juger, pour chaque action ciblée, s'il y avait ou non exercice de force indépendamment de l'amplitude. Quand c'était

possible, l'évaluation était basée sur des données quantitatives portant sur le poids des matériaux manipulés (ex. : poids des bâtons, poids du mandrin).

### *Les pressions mécaniques*

À l'instar de la force, les pressions mécaniques ont été évaluées subjectivement à partir des vidéos. Les pressions mécaniques étaient définies comme la présence de pressions locales dues, dans ce poste, principalement aux contacts avec les outils (ciseaux).

### *Les contraintes posturales*

Les postures des poignets, avant-bras, épaules, cou et dos ont été considérées. Les postures du côté droit ont été évaluées à l'aide du plan droit et celles du côté gauche, à l'aide du plan gauche. Le plan arrière a été utilisé pour juger les abductions et flexions latérales. Les catégories suivantes ont été retenues :

- poignet : flexion, extension, déviation cubitale, déviation radiale;
- avant-bras : supination;
- cou : rotation;
- dos : flexion sagittale, flexion latérale, torsion, transfert de poids (le dos ne bouge pas mais le corps bouge vers l'avant ou les côtés).

Une attention spéciale a été accordée à l'articulation de l'épaule car elle est très sollicitée dans le poste du bobinage. L'abduction et la flexion ont été considérées. L'abduction et la flexion ont été définies à partir de l'angle formé, dans le plan transversal, par la droite passant par le coude et l'épaule et la droite passant par l'axe des deux épaules (voir figure 2.9). Si cet angle est inférieur à 30 degrés, nous considérons qu'il s'agit uniquement d'une abduction. Si cet angle est compris entre 30 et 60 degrés, nous considérons qu'il s'agit d'une flexion et d'une abduction. Finalement si cet angle est supérieur à 60 degrés, nous considérons qu'il s'agit uniquement d'une flexion.

Pour la flexion et l'abduction, trois classes d'amplitude ont été considérées. Ces classes sont basées sur l'angle formé entre la droite coude-épaule et la droite verticale partant de l'épaule et se prolongeant vers la hanche (voir figure 2.10). Sur la base de cet angle, les trois classes choisies sont les suivantes :

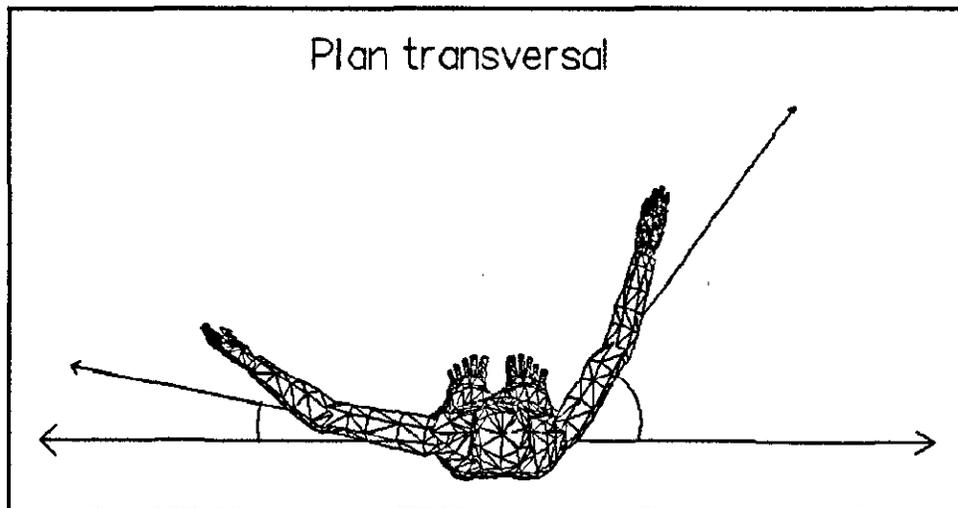
- angle inférieur à 30 degrés : classe 1, abduction, flexion nulle ou légère;
- angle compris entre 30 et 60 degrés : classe 2, abduction ou flexion moyenne;
- angle supérieur à 60 degrés : classe 3, abduction ou flexion marquée.

### *La synthèse des contraintes posturales*

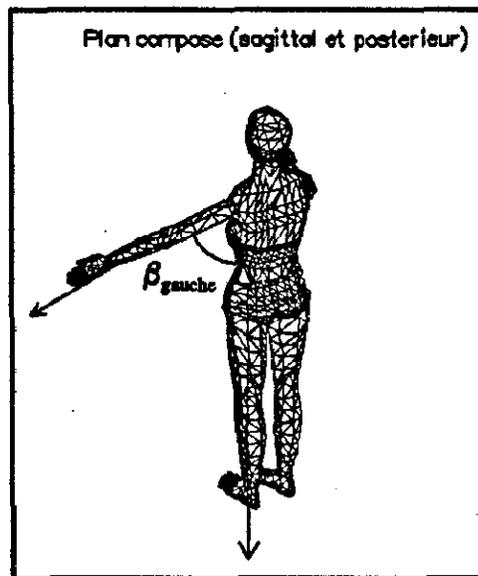
Pour donner une idée générale des contraintes posturales associées aux différentes opérations, les observations effectuées sur la posture ont été synthétisées. Pour les neuf cycles considérés, nous avons compilé pour les côtés droit et gauche le pourcentage des postures observées au niveau de chaque articulation pour chacune des opérations retenues. Pour chaque opération, 9 cycles ont été considérés, cependant l'effectif sur lequel est basé le pourcentage varie selon le degré de répétition de l'opération dans le cycle et selon le nombre d'actions ciblées pour la prise de données.

### *La synthèse de l'analyse des facteurs de risque*

Comme nous le verrons dans la section des résultats, nous avons priorisé les différentes opérations du bobinage en deux groupes : les opérations de priorité 1 qui sont les plus problématiques et devraient, en premier lieu, faire l'objet d'améliorations et les opérations de priorité-2; ces dernières posent problèmes mais de façon moins marquée que les opérations de priorité-1.



**Figure 2.9 :** Illustration de la procédure d'évaluation de la posture : l'abduction et la flexion. Exemple :  $\alpha_{\text{gauche}} \leq 30^\circ$  donc uniquement une abduction du côté gauche,  $30^\circ < \alpha_{\text{droit}} \leq 60^\circ$  donc simultanément une abduction et une flexion du côté droit.



**Figure 2.10 : Illustration de la procédure d'évaluation de la posture : l'amplitude.**  
**Exemple :  $\beta_{\text{gauche}} > 60^\circ$  donc amplitude de classe 3. Selon les figures 2-9 et 2-10, la cote pour la posture de l'épaule gauche se résume comme suit : abduction de classe 3.**

## 4. RÉSULTATS

### 4.1 Les variations de temps de cycle

Les figures 2.11 a, b et c illustrent les résultats obtenus avec une travailleuse pour chacun des trois modèles. Pour chaque période d'enregistrement, la valeur moyenne et l'écart type des cycles avec incidents est présentée. Nous avons également indiqué, quand c'était possible, la valeur moyenne et l'écart type des cycles sans incident. Pour les modèles 2 et 3, pour chaque période d'enregistrement, l'effectif des cycles sans incident était très faible. En effet, pour ces modèles, les temps de cycle variaient entre 4 et 5 minutes; pour certaines périodes, il n'y avait aucun cycle sans incident et pour d'autres, quand l'écart type n'était pas présenté, c'est qu'il y avait un seul cycle avec incidents.

On constate, pour les trois illustrations présentées, que pour les cycles avec incidents, en particulier pour certaines périodes, les écarts types sont élevés. Cela signifie que les variations des temps de cycle avec incidents sont considérables. Seule la figure 2.11a permet la comparaison des cycles avec incidents et des cycles sans incident (c'est uniquement avec le modèle-1 que nous avons obtenu des effectifs considérables de cycles sans incident). Comme l'illustre cette figure, pour chacune des périodes, l'écart type des cycles sans incident est inférieur à celui des cycles avec incidents, ce qui signifie que, pour une période donnée, le rythme propre des travailleuses est assez régulier.

Quant aux variations de temps de cycle entre les périodes, on obtient des profils différents selon les modèles.

Pour le modèle-1, quant aux cycles avec incidents, il y a des variations entre les périodes, mais aucun effet systématique dans le temps. Pour les cycles sans incident, les différences entre chaque période sont beaucoup plus faibles et il n'y a donc aucun effet systématique dans le temps. Ces résultats sont représentatifs de ceux obtenus avec les deux autres travailleuses pour ce modèle. Avec ce modèle, les travailleuses travaillent donc à un rythme relativement constant durant tout le quart. Les résultats obtenus avec le modèle-2 sont différents. Il y a une tendance à l'augmentation du temps de cycle à partir de la période-4, cette tendance est vraie aussi bien pour les temps de cycle avec incidents que pour les temps de cycle sans incident. Une telle augmentation a été notée chez une autre travailleuse, alors que pour la troisième, aucun effet significatif dans le temps n'a été dégagé.

Les résultats obtenus avec le modèle-3 sont tout à fait opposés. La figure présentée est représentative des résultats obtenus chez les deux autres travailleuses. Chez ces trois travailleuses, il y a une diminution du temps de cycle en fonction du temps. Il est plus difficile de voir si cette tendance à la diminution est vraie aussi pour les cycles sans incident car, comme nous l'avons mentionné, il y a très peu de cycles sans incident. Cependant, pour deux travailleuses, cette diminution du temps de cycle semble également se confirmer même au niveau des cycles sans incident. De plus, cette accélération du rythme ne peut s'expliquer par le fait qu'il y ait moins d'incidents en fin de journée. Cette possibilité a été examinée lors de l'analyse des incidents.

**Figure 2-11a : Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-1, travailleuse-1**

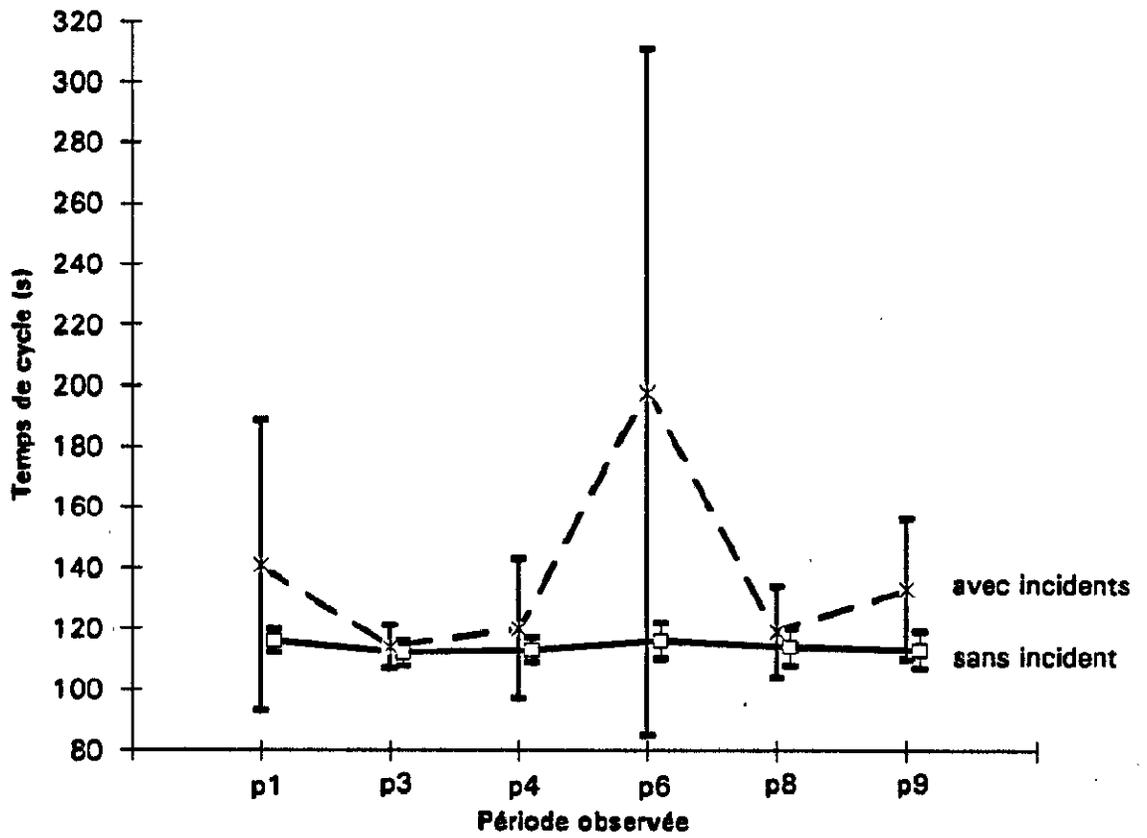
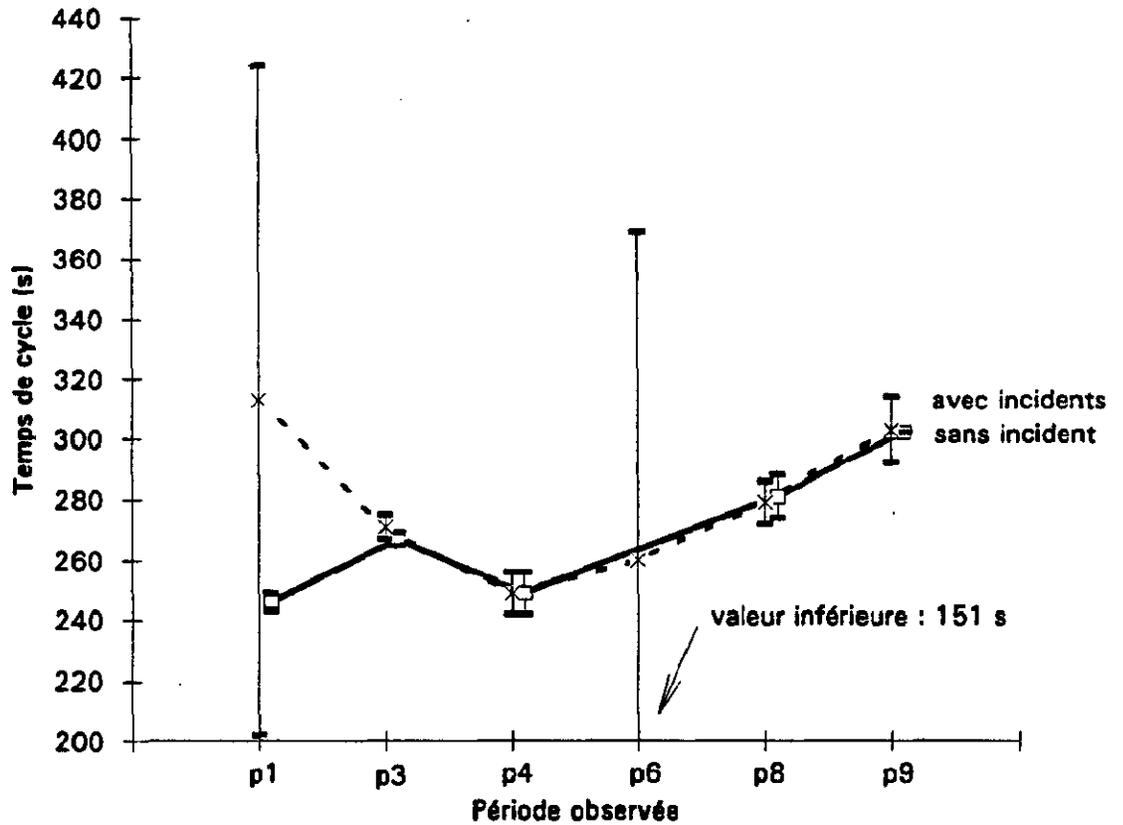
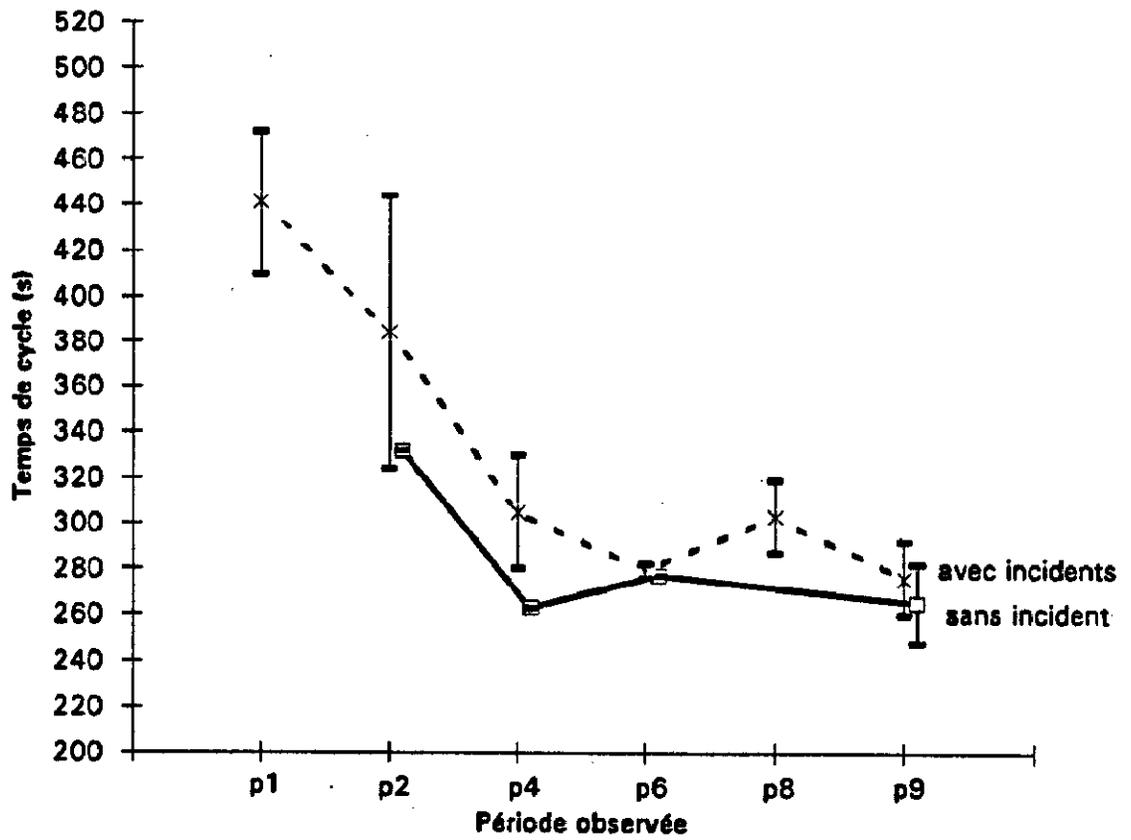


Figure 2-11b : Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-2, travailleuse-4



**Figure 2-11c : Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-3, travailleuse-4**



Le tableau 2.1 présente, pour les trois modèles, les valeurs moyennes et les écarts types des cycles avec incidents et des cycles sans incident. Il s'agit des valeurs obtenues sur l'ensemble de la période d'enregistrement. Comme l'illustre ce tableau, les moyennes des temps de cycle sans incident sont inférieures à celles des temps de cycle avec incidents, alors que les écarts types sont de beaucoup inférieurs.

## 4.2 L'analyse des incidents

### La durée totale d'incidents

Le tableau 2.2 indique, pour chaque modèle, la durée totale d'incidents enregistrés, la durée totale d'enregistrement, le pourcentage de temps occupé par les incidents, de même que la durée totale d'incidents extrapolée (à partir de ce pourcentage) à une journée de travail de 7 heures et demie. Ces données mènent aux observations suivantes.

C'est pour le modèle-1 que les incidents sont les plus importants, ils occupent 8,93% du temps d'observation. Sur une journée de 7 heures et demie, cela représente 40,2 minutes. Ainsi, si notre période d'enregistrement est représentative de l'ensemble du quart, on peut conclure qu'en moyenne les travailleuses passent environ 40 minutes par jour à gérer des incidents. Pour le modèle-3, les incidents sont aussi importants, ils occupent en moyenne 6,3% du temps d'enregistrement. Extrapolé à une journée, cela représente 28,3 minutes perdues à cause des incidents. C'est pour le modèle-2 que les incidents sont les moins importants. Il y a cependant beaucoup de variations entre les trois travailleuses observées. Chez ces trois travailleuses, les durées d'incidents représentent de 1 à 7% du temps d'enregistrement. Extrapolé à une journée, cela représente en moyenne 18,4 minutes.

### Les différents types d'incidents

Pour chaque modèle, pour les trois travailleuses observées, nous avons quantifié la fréquence et la durée des 6 grands types d'incidents décrits dans la section méthodologie. Pour alléger la présentation des résultats nous montrons, pour chaque modèle, les valeurs moyennes obtenues pour l'ensemble des trois travailleuses observées.

Le tableau 2.3 présente, pour les trois modèles, les moyennes obtenues pour les trois travailleuses quant à la fréquence relative des six différents types d'incidents. Comme l'indique ce tableau, pour les trois modèles, trois types d'incidents reviennent fréquemment : les incidents de récupération, les incidents d'interruption et les incidents "ruban". Pour les trois modèles, les trois autres types d'incidents sont plus rares : les incidents "machine", les incidents connexes et les incidents de type autre. Les incidents de récupération sont en particulier fréquents pour le modèle-1 et, à un moindre degré, pour le modèle-3. Les incidents d'interruption sont fréquents surtout pour les modèles 2 et 3, mais sont plus rares pour le modèle-1. Quant aux incidents "ruban", ils sont particulièrement fréquents pour le modèle-2.

<b>Tableau 2.1a : Temps de cycle avec et sans incidents, modèle-1</b>			
	<b>Durée totale d'observation</b>	<b>Temps de cycle sans incident</b>  (N), Moyenne, écart type (s)	<b>Temps de cycle avec incidents</b>  (N), Moyenne, écart type (s)
<b>Trav-1</b>	2 h 5 min 47 s	(37) 114 ±5	(57) 132 ±51
<b>Trav-2</b>	2 h 7 min 9 s	(35) 134 ±6	(53) 144 ±23
<b>Trav-3</b>	2 h 11 min 29 s	(37) 119 ±4	(60) 131 ±26

<b>Tableau 2.1b : Temps de cycle avec et sans incidents, modèle-2</b>			
	<b>Durée totale d'observation</b>	<b>Temps de cycle sans incident</b>  (N), Moyenne, écart type (s)	<b>Temps de cycle avec incidents</b>  (N), Moyenne, écart type (s)
<b>Trav-4</b>	1 h 51 min 44 s	(15) 262 ±18	(24) 279 ±64
<b>Trav-6</b>	2 h 44 min	(16) 259 ±10	(38) 260 ±46
<b>Trav-7</b>	1 h 41 min 48 s	(6) 267 ±8	(21) 291 ±29

<b>Tableau 2.1c : Temps de cycle avec et sans incidents, modèle-3</b>			
	<b>Durée totale d'observation</b>	<b>Temps de cycle sans incident</b>  (N), Moyenne, écart type (s)	<b>Temps de cycle avec incidents</b>  (N), Moyenne, écart type (s)
<b>Trav-4</b>	2 h 46 min 29 s	(5) 280 ±28	(30) 332 ±67
<b>Trav-5</b>	2 h 30 min 47 s	(10) 255 ±16	(30) 302 ±77
<b>Trav-6</b>	2 h 2 min	(3) 307 ±11	(20) 366 ±65

**Tableau 2-1 : Temps de cycle avec et sans incidents**

<b>Tableau 2.2a : Durée occupée par les incidents, modèle-1</b>				
	<b>Durée totale d'incidents</b>	<b>Durée totale d'enregistrement</b>	<b>% occupé par les incidents</b>	<b>Extrapolation à une journée de 7 h 30 min</b>
<b>Trav-1</b>	15 min 42 s	2 h 5 min 57 s	12,5%	56,2 min
<b>Trav-2</b>	9 min 8 s	2 h 7 min 9 s	7,2%	32,4 min
<b>Trav-3</b>	9 min 20 s	2 h 11 min 29 s	7,1%	31,9 min
<b>Moyenne</b>	11 min 24 s	2 h 5 min 58 s	8,9%	40,2 min

<b>Tableau 2.2b : Durée occupée par les incidents, modèle-2</b>				
	<b>Durée totale d'incidents</b>	<b>Durée totale d'enregistrement</b>	<b>% occupé par les incidents</b>	<b>Extrapolation à une journée de 7 h 30 min</b>
<b>Trav-4</b>	8 min 8 s	1 h 51 min 44 s	7,3%	32,8 min
<b>Trav-6</b>	2 min 7 s	2 h 44 min	1,3%	5,8 min
<b>Trav-7</b>	3 min 48 s	1 h 41 min 48 s	3,7%	16,6 min
<b>Moyenne</b>	4 min 41 s	2 h 5 min 58 s	4,1%	18,4 min

<b>Tableau 2.2c : Durée occupée par les incidents, modèle-3</b>				
	<b>Durée totale d'incidents</b>	<b>Durée totale d'enregistrement</b>	<b>% occupé par les incidents</b>	<b>Extrapolation à une journée de 7 h 30 min</b>
<b>Trav-3</b>	4 min 26 s	2 h 2 min	3,6%	16,2 min
<b>Trav-4</b>	10 min 59 s	2 h 46 min 29 s	6,6%	29,7 min
<b>Trav-5</b>	13 min 15 s	2 h 30 min 47 s	8,8%	39,6 min
<b>Moyenne</b>	9 min 33 s	2 h 26 min 28 s	6,3%	28,3 min

**Tableau 2.2 : Durée occupée par les incidents pour les trois modèles**

<b>TYPE D'INCIDENT</b>	<b>MODÈLE-1 (N=37)</b>	<b>MODÈLE-2 (N=28)</b>	<b>MODÈLE-3 (N=56)</b>
<b>RÉCUPÉRATION</b>	<b>52,0%</b>	<b>14,4%</b>	<b>25,2%</b>
<b>CONNEXES</b>	<b>2,5%</b>	<b>6,1%</b>	<b>3,6%</b>
<b>INTERRUPTION</b>	<b>6,4%</b>	<b>25,5%</b>	<b>31%</b>
<b>MACHINE</b>	<b>8,7%</b>	<b>---</b>	<b>2,4%</b>
<b>RUBAN</b>	<b>12,3%</b>	<b>52%</b>	<b>13,8%</b>
<b>AUTRE</b>	<b>6,7%</b>	<b>1,8%</b>	<b>12,7%</b>

Outre la fréquence des incidents, il est intéressant de considérer la durée totale occupée par chaque type d'incidents. La durée totale d'un type d'incident correspond à la somme des durées de chacun des incidents de ce type s'étant produits. Le tableau 2.4 indique, pour chacun des trois modèles, les valeurs moyennes et l'écart type des durées relatives obtenues chez les trois travailleuses. Comme le montre ce tableau, le profil d'incidents varie selon les modèles.

<b>TYPE D'INCIDENT</b>	<b>MODÈLE-1 moyenne (écart type)</b>	<b>MODÈLE-2 moyenne (écart type)</b>	<b>MODÈLE-3 moyenne (écart type)</b>
<b>RÉCUPÉRATION</b>	<b>68,6% (4,7)</b>	<b>19,7% (17,8)</b>	<b>33,1% (14,9)</b>
<b>CONNEXES</b>	<b>8,4% (10,7)</b>	<b>16,3% (22,5)</b>	<b>5,7% (6,5)</b>
<b>INTERRUPTION</b>	<b>1,2% (1,0)</b>	<b>35,9% (23,1)</b>	<b>36,2% (23,1)</b>
<b>MACHINE</b>	<b>11,2% (8,2)</b>	<b>---</b>	<b>2,7% (4,7)</b>
<b>RUBAN</b>	<b>5,5% (3,7)</b>	<b>26,9% (25,2)</b>	<b>9,2% (5,7)</b>
<b>AUTRE</b>	<b>5,0% (6,6)</b>	<b>1,22% (2,1)</b>	<b>13% (18,2)</b>

Pour le modèle-1, les incidents les plus importants en termes de durée sont très clairement les incidents de récupération, ils totalisent près de 70% de la durée totale d'incidents. La durée moyenne de chaque incident de récupération est de 24,2 secondes, mais cette durée est très variable. Pour le modèle-1 viennent en second lieu les incidents "machine" et les incidents connexes qui présentent une durée relative assez faible.

Pour le modèle-3, en termes de durée, il y a deux types d'incidents qui dominent : les incidents de récupération (33,2%) qui sont quand même deux fois moins importants que pour le modèle-1 et les incidents d'interruption (36,2%). La durée moyenne des incidents de récupération est de 12,8 secondes, alors que la durée moyenne de chaque interruption est de 15,1 secondes; il faut souligner, cependant, que les durées moyennes de ces incidents sont très variables.

Pour le modèle-2, comme en témoignent les écarts types du tableau 2.4, la répartition des différents types d'incidents variait beaucoup selon les trois travailleuses de sorte qu'il est plus difficile de dégager un profil net d'incidents. Trois types d'incidents se démarquent cependant, les incidents d'interruption (35,9%), les incidents de ruban (26,9%) et les incidents de récupération (19,7%).

#### 4.3 L'analyse des facteurs de risque

Comme cela a été expliqué dans la section méthodologie, les différentes opérations de travail du poste bobinage ont été priorisées en deux groupes : les opérations de priorité-1 et les opérations de priorité-2. Cette priorisation a été effectuée sur la base de l'importance perçue des facteurs de risque présents, sur la durée dans le cycle des facteurs de risque et sur leur fréquence dans le cycle; de plus, nous avons tenu compte des problèmes exposés par les travailleuses lors des entretiens. Les opérations de priorité-1 sont celles qui, sur la base de ces critères, sont les plus problématiques et devraient être d'abord améliorées. Trois types d'opérations ont été identifiés de priorité-1 : les opérations de coupe d'ancres, les opérations de "commandes machine" et les opérations de manipulations de bâtons.

##### Les opérations de coupe d'ancres

Les opérations de coupe d'ancres sont présentes dans les trois modèles observés. Cependant, en termes de durée et de répétition, comme l'indique le tableau suivant, elles constituent un poids plus important pour les modèles multi-ancres, tels les modèles 2 et 3.

Comme l'indique le tableau 2.5, la coupe d'ancres explique 23,6% et 18,7% du temps de cycle pour les modèles 3 et 2. De plus, si on estime les coups de ciseaux donnés, il s'agit d'une opération très répétitive : pour le modèle-2, la travailleuse doit donner environ 1 739 coups de ciseaux par heure.

<b>Tableau 2.5 : Durée relative et répétition des opérations de coupe d'ancres</b>			
	<b>Modèle-1</b>	<b>Modèle-2</b>	<b>Modèle-3</b>
<b>Durée relative</b>	6,2%	18,7%	23,6%
<b>Répétition</b>	570/h	1 739/h	746/h

La coupe d'ancres implique des problèmes posturaux. Dans 50% des observations effectuées pour cette opération, nous avons noté une extension du poignet gauche. Le début et la fin de la coupe d'ancres entraînent également des problèmes au niveau du dos; dans 69% des observations effectuées, ces actions s'accompagnaient d'une torsion du dos, qui était en général d'amplitude restreinte.

De plus, la coupe d'ancres pose un problème de statisme car elle implique de supporter le poids des avant-bras durant la durée de la coupe. Finalement, la grande fréquence des coups de ciseaux pose un problème relié à la répétitivité et à la présence de contacts mécaniques avec les ciseaux. Les figures 2.12, 2.13 et 2.14 illustrent ces problèmes.

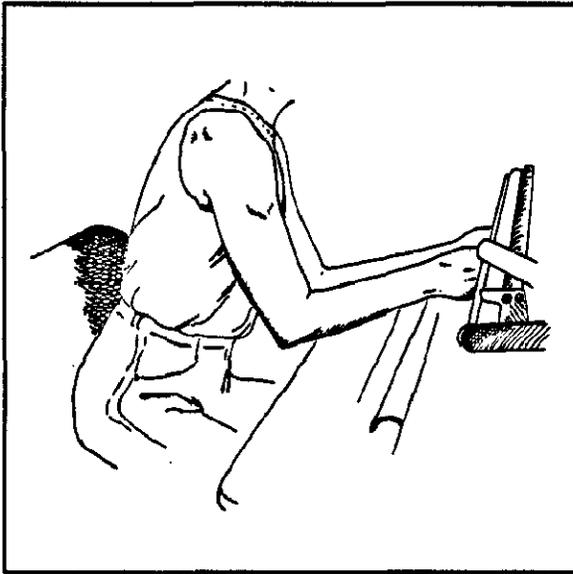
### Les opérations de "commandes machine"

Comme l'indique le tableau 2.6, les opérations de commandes machine, en termes de durée et de répétition, sont surtout importantes pour les modèles fabriqués sur les machines manuelles et semi-automatiques, ce qui était le cas pour les modèles 2 et 3. Étant beaucoup moins fréquentes pour les modèles fabriqués avec les machines automatiques (tel le modèle-1), la durée et la répétition de ces opérations n'ont pas été estimées.

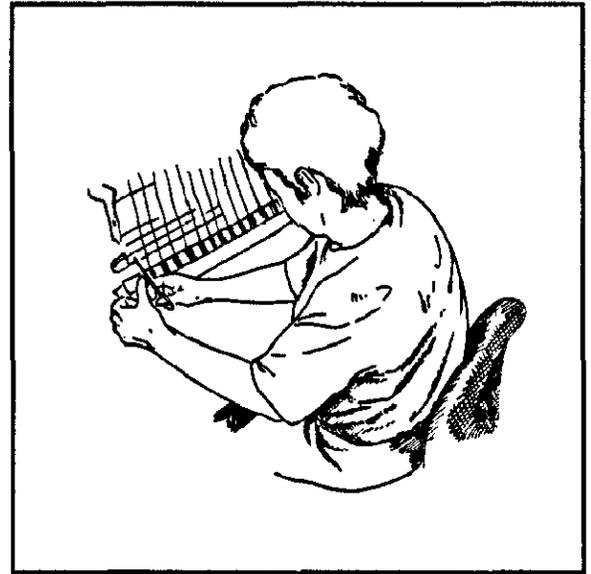
Tableau 2.6 : Durée relative et répétition des opérations de "commandes machine"			
	Modèle-1	Modèle-2	Modèle-3
Durée relative	-----	34 %	31 %
Répétition	-----	800/h	720/h

Le problème majeur avec les opérations de commandes machine se situe au niveau du maintien de postures contraignantes pour l'épaule qui s'explique par la situation dans l'espace des commandes. Dans 93% des observations effectuées pour ces opérations, nous avons noté une abduction marquée de l'épaule droite (supérieure à 60 degrés) et dans 67% des cas, une flexion marquée (de plus de 60 degrés) de cette même épaule. Quant à l'épaule gauche, dans 56% des cas, elle était en abduction et flexion marquées. Outre des postures difficiles au niveau de l'épaule, ces opérations de commande s'accompagnent également, de façon assez fréquente, de postures contraignantes du poignet. Ainsi, pour l'ensemble des observations effectuées pour ces opérations, le poignet gauche était en position neutre seulement dans 40% des cas, fréquemment (38%), il était en extension.

Chaque opération de commande est en général assez brève, mais il s'agit d'opérations qui reviennent fréquemment dans le cycle. La fréquence estimée de ces opérations de commande est de 720 à l'heure pour le modèle-3 et de 800 à l'heure pour le modèle-2. Les figures 2.15 et 2.16 illustrent les postures typiques associées aux opérations de commande.



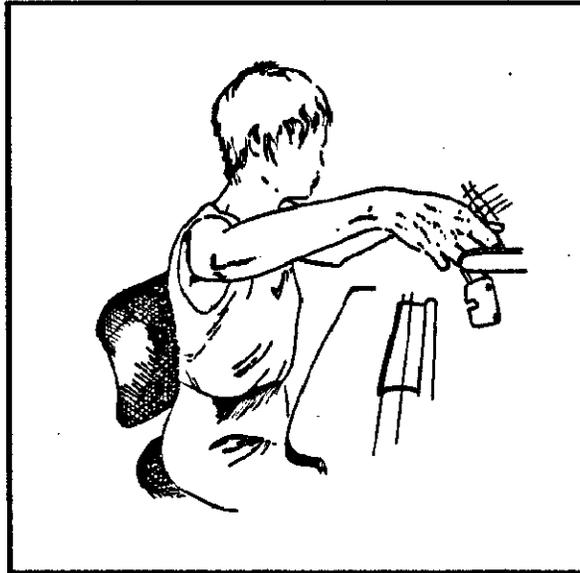
**Figure 2.12 : Couper les ancrés.**  
**À noter : Maintien prolongé**  
**des avant-bras.**



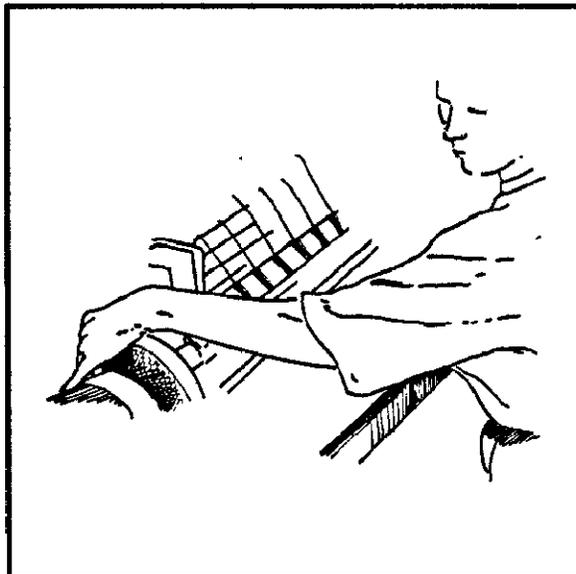
**Figure 2.13 : Couper les ancrés.**  
**À noter : Torsion du dos.**



**Figure 2.14 : Couper les ancrés.**  
**À noter : Extension du poignet gauche.**



**Figure 2-15 : Actionner les commandes de la machine. À noter : Abduction marquée de l'épaule droite et déviation cubitale du poignet droit.**



**Figure 2-16 : Actionner les commandes de la machine. À noter : Abduction et flexion marquées de l'épaule gauche et flexion du poignet gauche.**

### Les opérations de manipulation de bâtons

Les opérations de manipulation de bâtons regroupent deux types d'opérations : enlever l'ancien bâton du mandrin et en installer un nouveau, de même que l'opération de transfert des bâtons s'effectuant durant le cycle (il s'agit alors de mettre le bâton qui était sur le support du haut dans le support du bas, et, inversement, de transférer le bâton du support inférieur vers le support supérieur). Peu importe le modèle, ces deux groupes d'opérations s'effectuent une fois par cycle; cependant, la proportion de temps occupée par ces opérations dans le cycle varie en fonction des modèles, et est plus élevée pour les modèles ayant les standards les plus élevés.

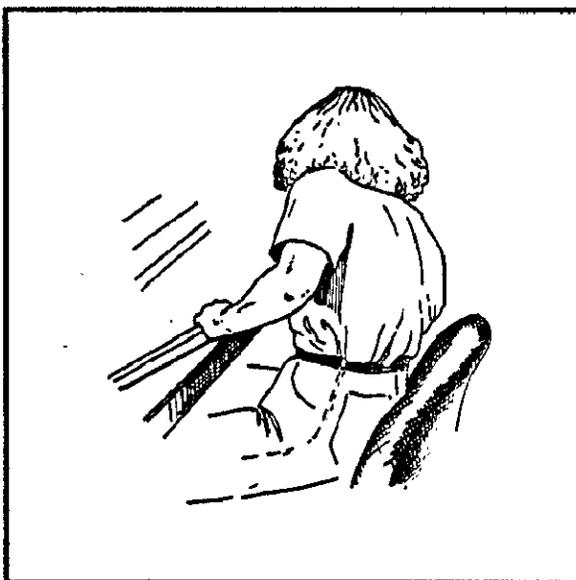
Comme l'indique le tableau 2.7, les opérations de manipulation de bâtons occupent un poids plus important pour le modèle-1.

Le problème majeur de ces opérations est relié au poids même des bâtons auquel s'ajoute le poids du mandrin. Pour le modèle-3, le poids d'un bâton (complété) et du mandrin totalise 4.5 kilos. Il y a donc exercice de force non négligeable s'accompagnant fréquemment de postures contraignantes. Pour les actions de transfert des bâtons, dans 77% des observations effectuées, le poignet droit était en extension alors que dans 87% des cas, le poignet gauche était en extension. De plus pour ces actions, les avant-bras sont le plus fréquemment en supination (60% des observations). Les opérations visant à enlever le bâton du mandrin et à en remettre un nouveau impliquaient plusieurs actions. L'action d'insertion du carton sur le mandrin s'accompagne fréquemment d'une abduction non négligeable de l'épaule. Pour l'ensemble de ces actions, nous avons noté, pour l'épaule droite, dans 45% des observations, une abduction marquée (supérieure à 60 degrés) et dans 47% des cas une abduction d'amplitude moyenne (comprise entre 30 et 60 degrés). Assez fréquemment (32%), ces actions s'accompagnent de postures non neutres du poignet gauche. Il y a des problèmes au niveau du dos uniquement lorsque la travailleuse doit prendre ou déposer un bâton sur la tablette du bas de sa table de travail (voir figure 2.17).

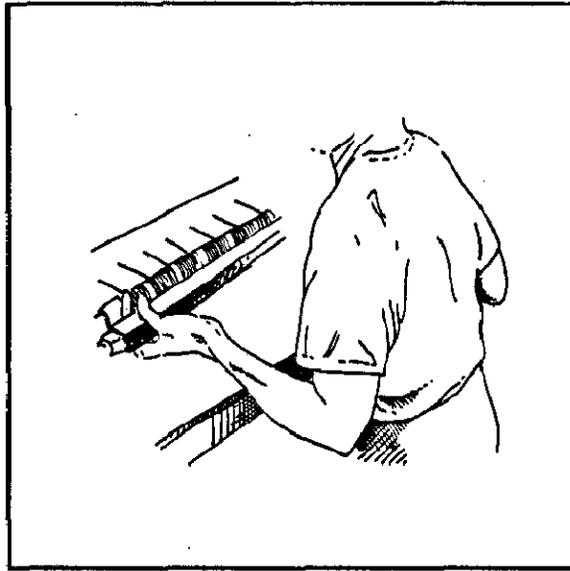
La figure 2.18 schématise les problèmes reliés au transfert des bâtons, alors que la figure 2.19 schématise les problèmes reliés à l'insertion du bâton sur le mandrin.

Les trois catégories d'opérations décrites précédemment ont été jugées comme posant des problèmes majeurs au poste de bobinage. Il y a cependant trois autres types d'opérations qui posent également des problèmes, mais que nous avons jugé être de priorité-2. Il s'agit de l'opération "pose de l'enveloppe", des opérations "pose d'ancres" et de "tapes", de même que l'opération "coupe fils".

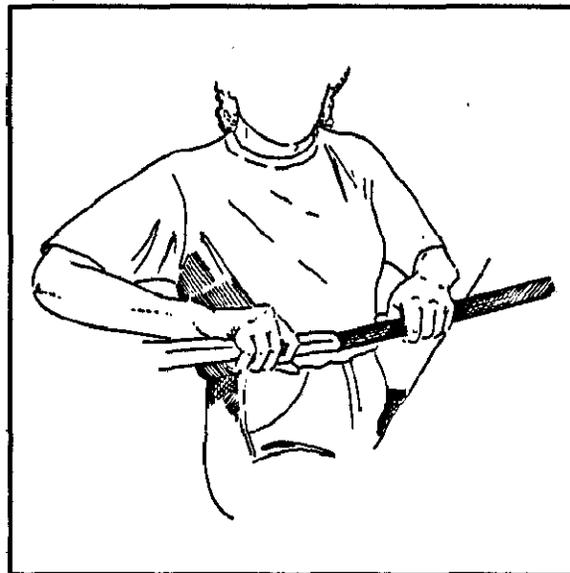
<b>Tableau 2.7 : Durée relative des opérations de manipulation de bâtons</b>			
	<b>Modèle-1</b>	<b>Modèle-2</b>	<b>Modèle-3</b>
<b>Enlever bâton du mandrin (et en remettre un nouveau)</b>	7,7%	3,6 %	3,6 %
<b>Transfert des bâtons</b>	5,9%	2,2 %	2,3 %
<b>Total</b>	<b>13,6%</b>	<b>5,8 %</b>	<b>5,9 %</b>



**Figure 2.17 : Manipuler les bâtons.  
À noter : Flexion latérale du dos.**



**Figure 2.18 : Transférer les bâtons.  
À noter : Extension du poignet gauche.**



**Figure 2.19 : Insérer le carton sur le mandrin. À noter : Abduction marquée de l'épaule droite et déviation cubitale du poignet gauche.**

### **Les opérations de pose de l'enveloppe**

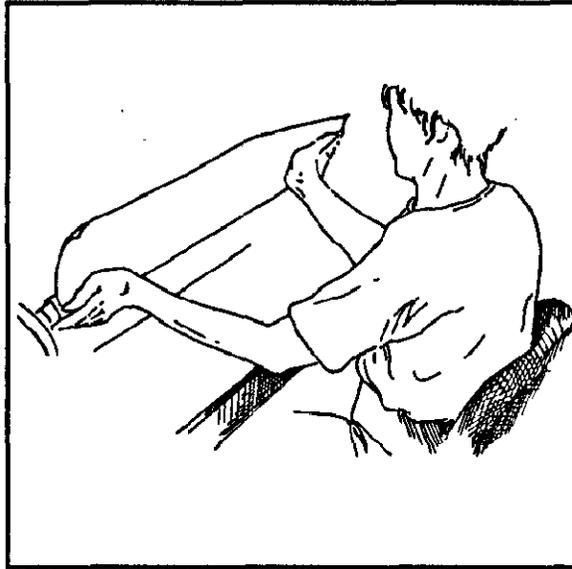
Peu importe le modèle, la travailleuse doit poser une enveloppe au nouveau bâton fabriqué. La durée relative des actions destinées à la pose de l'enveloppe varie selon les modèles. Pour le modèle-3, la pose de l'enveloppe occupe 6,6% du temps de cycle; pour le modèle-2, elle occupe 5,3%; alors que pour le modèle-1, elle occupe 20,6% du temps de cycle. Le problème majeur de la pose de l'enveloppe réside dans l'exercice d'une force (pression requise pour coller l'enveloppe au bâton) avec, le plus fréquemment, une extension assez marquée du poignet (45% pour le poignet droit et 42% pour le poignet gauche). La figure 2.20 schématise les principaux problèmes reliés à la pose de l'enveloppe.

### **Les opérations "coupe fils"**

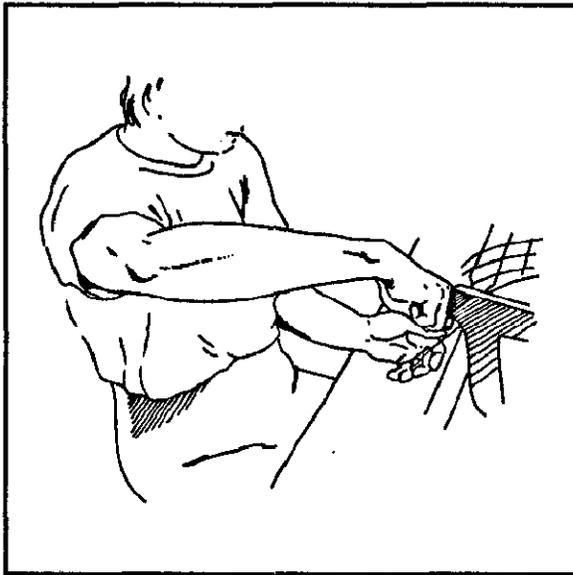
La coupe des fils reliant le bâton à la machine s'effectue en fin de cycle et représente, pour les trois modèles, une durée minime du cycle. La durée relative occupée dans le cycle par cette opération varie de 1,5% à 3,8% dépendant des modèles. Le problème majeur que pose l'opération coupe fils est lié à la répétitivité due à la coupe de chaque fil accompagnée de pressions mécaniques associées aux gros ciseaux. De plus, le début de la coupe s'accompagne toujours d'une abduction marquée de l'épaule droite. Le plus fréquemment les deux poignets ne sont pas en position neutre (71% pour le poignet droit et 47% pour le poignet gauche). Les figures 2.21 et 2.22 illustrent les problèmes reliés à cette opération.

### **Les opérations de pose d'ancres et de "tapes"**

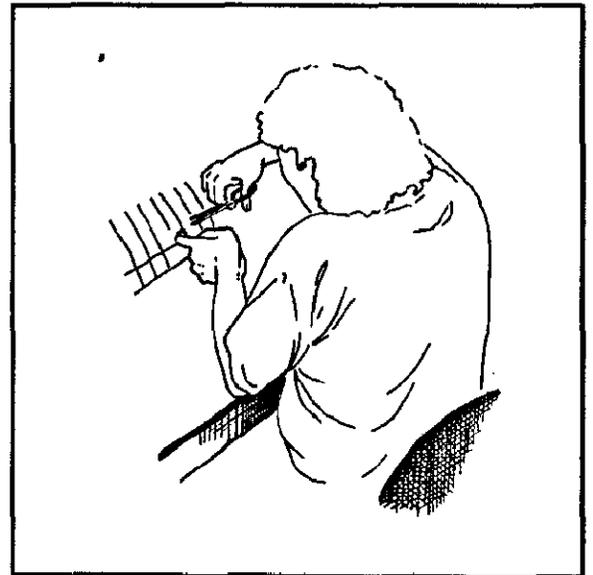
Les opérations de pose d'ancres et de "tapes" occupent de 11,6% à 15,4% du temps de cycle, dépendant des modèles. Le problème majeur associé à la pose de rubans est surtout d'ordre postural : il y a fréquemment supination de l'avant-bras (dans plus de 80% des observations effectuées) et les poignets sont souvent en extension (dans 60% des observations pour le poignet droit et 38% des observations pour le poignet gauche). À ces contraintes, il faut ajouter l'effort associé au soutien des avant-bras. Les figures 2.23 et 2.24 schématisent les postures typiques qui accompagnent la pose d'ancres.



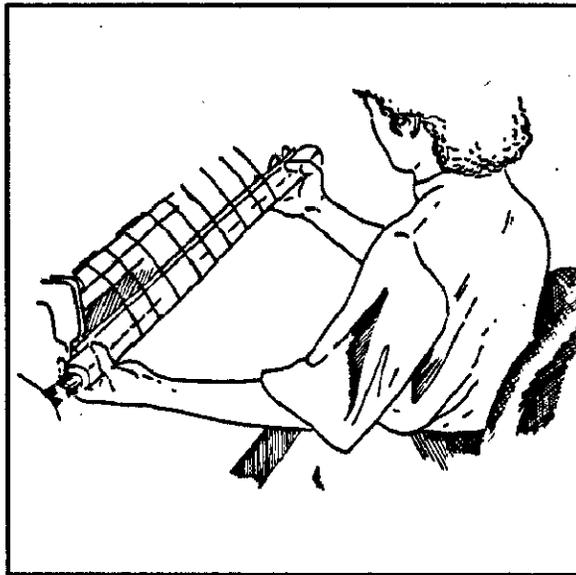
**Figure 2.20 : Poser l'enveloppe.  
À noter : Extension des poignets.**



**Figure 2.21 : Couper les fils.  
À noter : Flexion et abduction marquées  
de l'épaule droite et flexion du poignet  
droit.**



**Figure 2.22 : Couper les fils.  
À noter : Extension du poignet gauche.**



**Figure 2.23 : Poser les ancrés et les "tapes". À noter : Supination des avant-bras et maintien des avant-bras.**



**Figure 2.24 : Poser les ancrés et les "tapes". À noter : Extension des poignets et maintien des avant-bras.**

## **5. DISCUSSION**

### **5.1 Le plan d'échantillonnage**

L'analyse de tâches répétitives se limite souvent à la description des facteurs de risque sur quelques cycles de travail choisis au hasard. Dans cette étude, des efforts considérables ont été investis dans la détermination d'un plan d'échantillonnage afin de prendre en compte les principales sources de variations dans les conditions de production. Le problème était de taille car plus de 80 modèles sont produits. Les entretiens et les données de production fournies par l'usine nous ont aidés à identifier les grandes sources de variations : les types de machines utilisées, la régularité des modèles, le nombre d'ancres à poser, le poids des bâtons, etc. Il est certain que toutes les variations n'ont pu être prises en compte. Deux des modèles choisis représentaient les conditions de production les plus fréquentes et ont permis de documenter les différences entre les modèles 2 ancres et les multi-ancres. Le troisième modèle était un modèle lourd et rarement produit, il a permis de documenter le travail lors de contraintes de poids et d'adaptation à des modèles peu fréquents, deux conditions qui avaient été identifiées comme problématiques par les travailleuses.

Pour chacun des modèles choisis, l'effectif considéré était cependant faible. Trois travailleuses seulement ont fait l'objet d'observations pour chacun des modèles choisis. Cette limite au niveau des effectifs s'explique par le fait que chaque travailleuse devait être observée durant tout le quart et que l'analyse des vidéos obtenus était assez laborieuse. Ainsi, les conclusions reliées aux trois modèles sont basées sur trois travailleuses, ce qui peut compliquer la généralisation à l'ensemble des travailleuses. Certains des résultats doivent donc être interprétés avec prudence.

### **5.2 Les variations dans les temps de cycle**

Outre les travaux de Catherine Teiger (Teiger, 1987), la régulation temporelle des activités dans le travail répétitif a été très peu étudiée. Dans cette étude, il est apparu important de considérer cet aspect car c'est un des thèmes majeurs ayant ressorti lors des entretiens; en effet, la plupart des travailleuses ont dit moduler leur rythme et travailler plus lentement à la fin du quart. Il a donc semblé intéressant de vérifier l'hypothèse voulant qu'un effet de fatigue se développe en fonction du temps. Le bobinage était un poste intéressant à cet effet car la cadence n'était pas imposée, comme c'est le cas pour les lignes de montage.

L'analyse des durées de cycle a mis en évidence la présence fréquente d'incidents perturbant le travail. Une attention spéciale a donc été accordée à ces incidents. La comparaison des temps de cycle avec incidents et des temps de cycle sans incident, effectuée pour le modèle-1, a montré que, pour une période donnée, le rythme propre (lorsqu'il n'y a pas d'incident) des travailleuses est peu variable.

En ce qui concerne les variations de rythme en fonction du temps, nos résultats ont mis à jour trois profils différents selon le type de production. Vu le faible effectif pour chacun des modèles considérés (trois travailleuses), il n'est pas certain que les différences observées s'expliquent complètement par les variations au niveau des conditions de production, elles pourraient s'expliquer également par des différences interindividuelles. Cependant, des hypothèses intéressantes peuvent être avancées pour expliquer ces trois profils différents.

On a vu, pour le modèle-1, que les temps de cycle sans incident étaient à peu près constants durant tout le quart. Cette constance du rythme de travail peut s'expliquer au moins par deux facteurs. Le modèle-1 est un deux ancrés dont la quantité exigée est élevée (près de 200 bâtons par jour); il se peut, vu les contraintes de temps, que les travailleuses ne puissent se permettre de diminuer leur cadence durant le quart. Par ailleurs, ce modèle est produit sur une machine automatique, il est possible que le rythme de la machine impose une cadence aux travailleuses.

Pour le modèle-3, qui est un modèle rare, les résultats ont clairement indiqué pour les trois travailleuses, que les temps de cycle diminuaient en fonction du temps. En d'autres mots, plus la journée avance, plus on produit des bâtons rapidement. L'accélération du rythme de travail observée s'explique sans doute par un effet d'adaptation dans le temps. Au début du quart, comme on connaît moins bien ce modèle, il faut plus de temps pour faire un bâton; à la fin du quart, les travailleuses seraient plus habituées et pourraient fabriquer les bâtons plus rapidement. Notons que les trois travailleuses observées l'ont été lors du premier jour de production avec ce modèle. Nos résultats ne montrent pas l'atteinte d'un plateau dans les temps de cycle, ce qui indiquerait qu'il faut plus d'un jour pour atteindre un rythme de travail régulier.

Pour le modèle-2, les résultats étaient un peu moins clairs. Il semble, toutefois, au moins pour deux travailleuses, que la vitesse diminue durant le quart. Ce ralentissement du rythme peut s'expliquer au moins de deux façons. Le modèle-2 est un modèle fréquent dont l'atteinte du standard ne crée pas de difficultés aux travailleuses; en conséquence, elles ont davantage le loisir de moduler leur vitesse. De plus, ce modèle est produit sur une machine semi-automatique, ce type de machine impose sans doute un rythme de travail moins rigide.

### 5.3 L'analyse des incidents

Notre analyse des incidents a montré que même si le bobinage est un travail répétitif, il comporte beaucoup d'imprévu. Ainsi, pour le modèle-1, la durée cumulée des incidents représentait 8,9% du temps d'observation, ce qui n'est pas du tout négligeable. Comme c'était le cas pour les variations de temps de cycle, le profil d'incidents (en termes de durée relative) variait selon le modèle produit.

Pour le modèle-1, les incidents de récupération dominaient et représentaient 68,6% du temps total d'incidents. Ce type d'incidents est associé beaucoup aux machines automatiques et s'explique dans la plupart des cas par des fils qui brisent en raison d'une trop forte tension. Pour le modèle-3, deux types d'incidents dominaient : les récupérations associées aux modèles

de 2<sup>e</sup> section et les incidents d'interruption. Ces incidents d'interruption s'expliquent en majorité par des interruptions fréquentes du contremaître pour donner des explications. On peut penser que ces interruptions sont généralisées aux modèles rares et complexes avec lesquels les travailleuses sont moins familières. Pour le modèle-2, le profil d'incidents était moins clair dû aux variations chez les trois travailleuses considérées.

Il est intéressant de souligner que ces incidents, en soi, ont peu d'impact sur les facteurs de risque. Au contraire, on peut dire que les interruptions créent en quelque sorte des pauses alors que les incidents de récupération créent de la diversité dans les mouvements. Cependant, lors des entretiens, ces incidents ont été identifiés par les travailleuses comme étant une grande source de problèmes. On peut penser, qu'en termes de contraintes, ces incidents agissent à deux points de vue. D'une part, ces incidents brisent le rythme de travail. Ce facteur a été peu discuté dans la littérature, mais il se peut que pour les travailleuses le fait de maintenir un rythme régulier soit important. Par ailleurs, pour les travailleuses, ces incidents sont synonymes de retard. C'est donc un phénomène qui accentue chez les travailleuses leur perception des contraintes de temps.

#### 5.4 L'analyse des facteurs de risque

Notre analyse des facteurs de risque a montré que le bobinage est un poste complexe cumulant plusieurs facteurs de risque. D'une part, même si les temps de cycle sont relativement élevés (de 2 à 5 minutes), ce poste, à notre avis, peut être considéré comme étant très répétitif. Chaque cycle implique la répétition de mêmes séquences d'opérations (ex.: poser ancrés, couper ancrés); de plus, les opérations de coupe sont en soi très répétitives.

Dans l'ensemble, le bobinage peut être considéré comme un poste à contraintes posturales élevées, en particulier pour l'épaule et, à un moindre degré, pour le poignet. Il y a aussi des problèmes reliés au maintien des avant-bras qui taxent également les épaules. Les contraintes observées concordent bien avec les douleurs déclarées par les travailleuses : lors de la première étape de l'étude, 64% des travailleuses ont déclaré ressentir des douleurs à l'épaule et 51,5%, des douleurs à la région des poignets/mains.

Le poste de bobinage implique également des problèmes de pressions mécaniques lors des opérations de coupe (fils et ancrés); ces problèmes sont dus aux pressions exercées par les ciseaux. Finalement, le bobinage implique des contraintes de force non négligeables qui sont associées principalement aux manipulations de bâtons. Ces contraintes sont importantes, en particulier pour les modèles à standard élevé où la fréquence des manipulations de bâtons devient plus élevée.

Il est intéressant de souligner que lors des entretiens, les travailleuses ont surtout mentionné les contraintes de force et ont peu parlé des contraintes posturales. Il est possible que les contraintes de force soient plus facilement perçues comme problèmes que les contraintes posturales.

Notre priorisation des opérations en groupes de priorité-1 et 2 peut être discutable. En effet, même si les facteurs de risque pour les problèmes musculo-squelettiques sont grossièrement identifiés, la littérature scientifique ne permet pas de comprendre les interactions entre les différents facteurs de risque. Notre priorisation a été basée sur l'amplitude du facteur de risque, sur sa durée dans le cycle et sa fréquence. Il s'agit là de conditions qui déterminent l'importance et l'impact des facteurs de risque. De plus, pour notre priorisation, nous avons tenu compte des résultats des entretiens. Cependant, même s'il nous a semblé opportun d'identifier deux groupes d'opérations, il nous est apparu impossible de faire une hiérarchie au sein de chaque groupe. Bien que notre priorisation des opérations soit un peu subjective, en termes d'intervention, elle nous est apparue importante pour orienter les actions de correction.

La méthodologie utilisée pour documenter les contraintes posturales mérite quelques commentaires. Contrairement à certains auteurs (Armstrong et al., 1987; Keyserling and Punnet, 1987; Kilbom et al., 1986; Punnet et Keyserling, 1987), notre analyse posturale n'a pas été effectuée ni en temps réel, ni selon la technique "image par image" (frame by frame). Ces deux approches ont été rejetées d'une part, parce qu'en termes de temps, elles sont trop coûteuses et, d'autre part, parce que nous avons choisi de poser un diagnostic basé sur les opérations de travail. Dans la littérature, les résultats d'analyse posturale sont rarement associés aux activités de travail. Ainsi, plusieurs auteurs ont décrit, pour quelques cycles de travail, la durée de maintien et la fréquence de différentes postures. Ces données sont intéressantes dans une perspective épidémiologique, cependant elles le sont moins en termes d'un diagnostic visant à orienter l'intervention. Un des buts de l'étude était de proposer des avenues de solutions générales à l'industrie, il nous a donc semblé important de relier les contraintes à l'activité de travail afin d'identifier les conditions de travail pouvant être modifiées.

Notre analyse posturale présente cependant une lacune. Nous n'avons pu estimer les durées de maintien exactes des différentes postures documentées. Nous avons plutôt choisi de quantifier la durée des différentes opérations de travail et, pour chacune d'elles, nous avons ciblé des actions précises pour lesquelles les postures étaient documentées. Connaissant la durée des opérations, cette procédure nous a permis de nuancer l'impact des postures contraignantes.

## 6. CONCLUSIONS

Les différentes analyses effectuées montrent qu'une tâche répétitive, comme le bobinage, est une tâche complexe qui comporte différents types de problèmes. L'analyse des variations de temps de cycle a mis à jour différentes stratégies de régulation temporelle selon le type de production. Cette analyse a montré, en particulier, les problèmes reliés à l'apprentissage de même que la présence d'incidents fréquents. L'analyse des facteurs de risque nous a permis d'identifier les opérations de travail les plus problématiques. Sur la base de cette analyse ergonomique, des avenues de solutions ont été proposées à l'usine pour les opérations de priorité-1 et 2. Seules quelques-unes de ces avenues de solutions sont présentées ici.

Pour les opérations de coupe d'ancres, il a été proposé de changer les ciseaux pour un instrument de type bistouri de façon à réduire les mouvements répétitifs des doigts et les pressions mécaniques; il a également été proposé d'implanter des chaises pivotant facilement de manière à réduire les torsions accompagnant le début et la fin de la coupe d'ancres. Pour diminuer les contraintes posturales associées aux opérations de commandes-machine, il a été suggéré de concevoir des prolongements aux commandes afin qu'elles soient plus rapprochées des travailleuses. Pour réduire les contraintes de force associées aux manipulations de bâtons, différentes propositions ont été faites : modifier la forme et le matériau du mandrin de façon à faciliter l'insertion du carton et à diminuer le poids du mandrin. Il a été également suggéré d'assurer un meilleur suivi sur la qualité des cartons; certains ont souvent un diamètre réduit et sont difficiles à insérer. Pour réduire les contraintes associées au transfert des bâtons, un outil d'aide au transfert a été proposé. Outre ces solutions de nature technique, des solutions de type organisationnel ont également été suggérées : améliorer la formation pour les modèles rares, mieux répartir les différents modèles entre les travailleuses, instaurer des cercles de qualité pour diminuer l'impact des incidents.

## **PARTIE 2 - ANALYSE DE DEUX POSTES : BOBINAGE ET PICKING**

### **CHAPITRE 2 - LE POSTE DE PICKING**

## 1. INTRODUCTION

Cette section résume la démarche et les principaux résultats obtenus lors de la deuxième étape du projet dans l'usine-1. On se souviendra que, dans cette usine, le questionnaire de douleurs utilisé à la première étape avait permis de cibler deux postes particulièrement problématiques : le bobinage et le picking.

L'objectif de cette deuxième étape a été de réaliser une analyse ergonomique détaillée des deux postes afin de décrire et d'identifier les principaux problèmes liés à ces tâches répétitives de façon à proposer à l'industrie des pistes de solutions permettant de diminuer ces problèmes. Ce chapitre porte spécifiquement sur le poste de picking. Pour l'étude de ce poste, plusieurs étapes ont été franchies. En premier lieu, des entrevues d'environ une heure ont été réalisées auprès de quatre travailleuses du picking. Il a été déterminé que, tel qu'au bobinage, trois modèles seraient considérés et que, pour chaque modèle, trois travailleuses seraient filmées à différents moments durant le quart de travail. À partir des bandes vidéo obtenues, plusieurs analyses ont été effectuées. D'une part, pour les trois modèles, nous avons documenté les variations de temps de cycle durant le quart. Par la suite, les incidents présents à ce poste ont été documentés. Finalement, les facteurs de risque associés à ce poste ont été décrits et des avenues de solutions ont été proposées.

Après une brève description du poste, ce chapitre résume la méthodologie utilisée et les principaux résultats obtenus. Ces résultats sont ensuite discutés et les avenues de solutions sont exposées.

## 2. DESCRIPTION DU POSTE

Comme cela a été mentionné au chapitre précédent, les bâtons de bobines produits par les bobineuses sont coupés en une quinzaine de bobines par un scieur au poste suivant. Les bobines obtenues sont ensuite acheminées dans des bacs ("pans") au poste du picking. De façon générale, le travail des piqueuses consiste à dégager et à tirer les fils des bobines; ces fils, lors des opérations d'assemblage aux lignes, serviront à faire des connexions électriques. Le picking est un travail qui s'effectue en position assise. Ce poste est occupé par une vingtaine de travailleuses dont l'âge moyen est de 40,2 ans ( $\pm 2$  ans) et l'expérience moyenne au poste est de 5 ans ( $\pm 1,3$  an).

La figure 2.25 montre une vue d'ensemble du poste. La travailleuse fait face à deux convoyeurs superposés. Le convoyeur supérieur supporte trois bacs de bobines à piquer alors que le convoyeur inférieur supporte les bacs de bobines complétées.

La travailleuse doit prendre une bobine dans le bac et en tirer les fils. De façon générale, les opérations à effectuer pour fabriquer une bobine sont les suivantes : la travailleuse doit positionner son pic au bon endroit (figure 2.26) et tirer le fil choisi (figure 2.27); pour certains

modèles, la travailleuse doit de plus placer certains des fils tirés en déchirant l'enveloppe de papier recouvrant la bobine (on appelle cette opération "déchirer l'enveloppe"). Pour les modèles multi-ancres, quand tous les fils sont tirés, la travailleuse rassemble les fils tirés et en coupe l'extrémité (figure 2.28). Elle actionne ensuite le compteur situé à sa droite, et lance finalement la bobine nouvellement piquée dans le bac situé sur le convoyeur inférieur. Quand la travailleuse a complété un bac de bobines, elle doit transférer le bac vide du convoyeur supérieur au convoyeur inférieur et tirer vers elle un bac plein du convoyeur supérieur.

Tout comme au bobinage, il y a plus de 80 modèles de bobines; des standards de production sont fixés pour chacun des modèles. Selon les modèles, le nombre et la nature des fils à tirer varient. Le temps de cycle s'échelonne, selon le nombre de fils à tirer, sur environ 5 à 30 secondes. De plus, le poids et le diamètre des bobines varient selon les modèles. Le type et le diamètre des fils varient également. De façon générale, trois types de fils doivent être tirés : des fils simples, des spirales, qui sont en fait des fils doubles en forme de boucles et des fils "morts", il s'agit d'un fil très court non solidaire du fil principal.

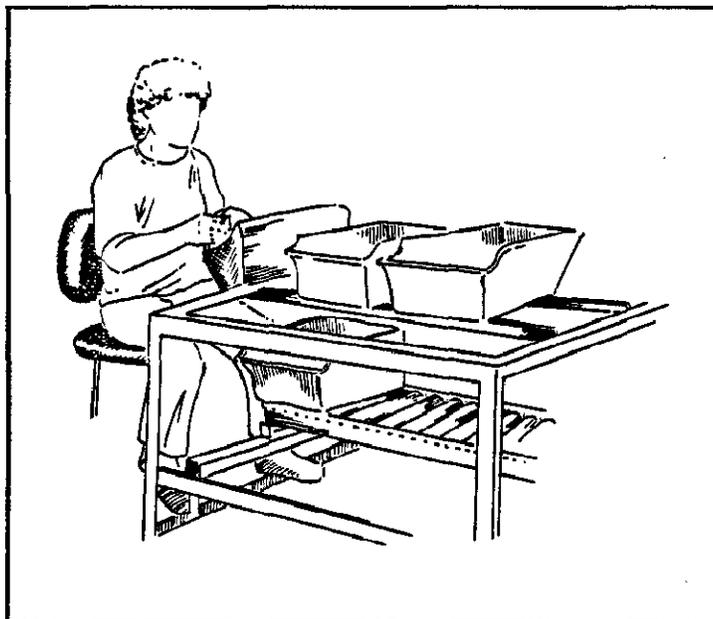
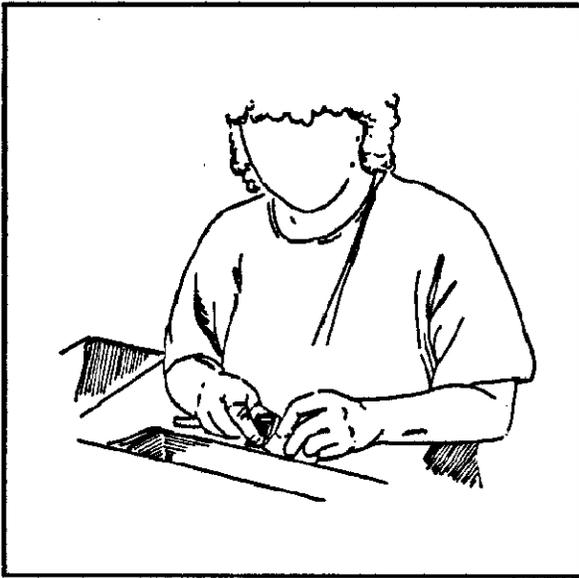


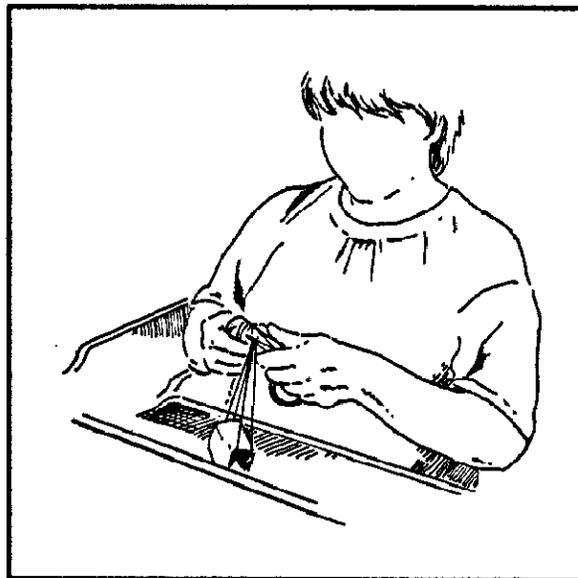
Figure 2.25 : Vue d'ensemble du poste



**Figure 2.26 : Piquer un fil**



**Figure 2.27 : Tirer un fil**



**Figure 2.28 : Couper les fils**

### **3. MÉTHODOLOGIE**

En premier lieu, pour orienter les observations et faciliter le diagnostic, des entretiens ont été effectués auprès de quatre travailleuses du picking. Il a été déterminé que le plan d'échantillonnage serait le même que pour le poste du bobinage. Pour les trois modèles considérés, trois travailleuses ont été filmées à différents moments du quart. À partir des bandes vidéo obtenues, plusieurs analyses ont été effectuées. Nous avons considéré le travail régulier, c'est-à-dire le piquage des bobines, ainsi que les opérations de transfert des bacs. Tout comme au bobinage, nous avons documenté les variations de temps de cycle durant le quart pour le travail régulier. Par la suite, les activités au poste de picking ont été décrites. Pour les trois modèles, le cycle de base a été découpé en fonction des différentes opérations de travail effectuées. Les différentes opérations impliquées dans le transfert des bacs ont également fait l'objet d'une brève description. Les différents types d'incidents du travail régulier ont ensuite été documentés pour les trois modèles. Finalement, les facteurs de risque associés au travail régulier et au transfert des bacs ont été documentés.

#### **3.1 Les entretiens**

Des entretiens d'environ une heure ont été réalisés auprès de quatre travailleuses du poste de picking. Pour ces entretiens, les travailleuses étaient libérées, l'entretien ayant lieu dans un local de l'usine. Les entretiens ont été réalisés à l'aide d'un questionnaire ouvert permettant d'orienter l'entrevue. Ce questionnaire documentait les mêmes aspects qu'au bobinage : douleurs et accidents passés, problèmes reliés aux variations de modèles, modèles préférés, modèles détestés, difficultés et sources d'erreurs durant le travail, organisation de la journée, atteinte des standards, problèmes ou non, avec les outils et le matériel utilisé, satisfaction au travail et qualité des relations avec les collègues et la direction.

#### **3.2 Le plan d'échantillonnage**

Les variations au niveau de la production sont en gros les mêmes que pour le poste du bobinage, nous avons donc utilisé un plan d'échantillonnage similaire, qui peut être schématisé ainsi :

**MODÈLE-1 : FRÉQUENT- 2 ANCRES- 3 TRAVAILLEUSES**

**MODÈLE-2 : FRÉQUENT- 8 ANCRES- 3 TRAVAILLEUSES**

**MODÈLE-3 : RARE- LOURD- 6 ANCRES- 3 TRAVAILLEUSES**

#### **3.3 Les variations de temps de cycle durant le quart**

Pour chacun des modèles, trois travailleuses ont été filmées durant 11 périodes d'environ 30 minutes, chacune choisie à différents moments du quart. Pour les trois modèles, les temps de cycle ont été mesurés sur six périodes. La durée d'échantillonnage pour chaque période était de 10 minutes pour les modèles 1 et 2 et de 15 minutes, pour le modèle 3. Au total, sept travailleuses ont été filmées; deux ont été filmées pour deux modèles différents.

Le repère utilisé pour identifier le début de même que la fin du cycle était le début de l'opération "lancer la bobine". Ainsi, le temps écoulé entre le moment où une première bobine quitte la main de la travailleuse et le moment où une deuxième bobine quitte également sa main constitue le temps de cycle. Les durées de cycle ont été mesurées par un observateur à l'aide du logiciel Kronos. Pour évaluer l'erreur de mesure, une série d'observations a été enregistrée à deux reprises par le même observateur. Cette comparaison a été effectuée sur 138 cycles pour le modèle-1, soit le modèle qui comporte les cycles les plus courts (environ 5 secondes). La moyenne des écarts pour ces 138 cycles était de 0,075 seconde (avec un écart type de 0,069 s). Cela représente une marge d'erreur de 2% dans le cas d'un temps de cycle très court, ce pourcentage sera d'autant plus négligeable pour des cycles plus longs comme dans le cas du modèle-2 (environ 14 secondes) et du modèle-3 (environ 30 secondes).

Lors de l'évaluation des temps de cycle au poste du bobinage, nous avons distingué les cycles avec incidents de ceux ne comportant pas d'incidents. Cette distinction n'a pas été faite au picking, vu la très brève durée des incidents et la difficulté à identifier rapidement et objectivement ces incidents. Cependant, certains cycles atypiques ont été exclus du traitement de données car ils constituaient des cas particuliers. Par ailleurs, les temps de cycle mesurés incluaient les incidents et les micro-pauses. Ces micro-pauses sont des arrêts spontanés et courts ayant généralement pour but d'améliorer le confort de la travailleuse. Les résultats de l'analyse des micro-pauses ne seront pas présentés puisque la durée de ces micro-pauses est peu importante et qu'elle ne varie pas en fonction du temps; elles ne peuvent donc pas expliquer les différences observées au niveau des temps de cycle.

### 3.4 Le découpage du cycle en opérations

Bien que le poste du picking soit moins complexe au point de vue des opérations que celui du bobinage, il fut également essentiel de découper le cycle en opérations afin de décrire le travail et de documenter les facteurs de risque. Au poste du bobinage, nous avons effectué une analyse quantitative de la durée de chaque opération. En raison du temps de cycle très court et, par conséquent, de la durée très brève des opérations, nous n'avons pas pu faire une analyse semblable pour le poste du picking.

Pour les fins d'analyse, quatre grandes catégories d'opérations ont été considérées : piquer un fil, tirer un fil, déchirer l'enveloppe, opérations autres. L'opération "piquer un fil" correspond au positionnement du pic pour sortir le fil, alors que l'opération "tirer un fil" correspond à l'action de sortir complètement le fil. Les opérations autres sont : rassembler les fils, couper les fils, lancer la bobine, prendre la bobine, actionner le compteur, couper le ruban, coller le ruban.

Le temps de cycle du modèle-1 est le plus court des trois modèles, c'est également celui qui comporte le moins d'opérations par cycle (8). Sommairement, la tâche consiste à prendre une bobine, à piquer et à tirer 2 fils simples et un fil mort; puis, finalement, à lancer la bobine et actionner le compteur.

Le modèle-2 est un multi-ancres caractérisé par un temps de cycle plus long ainsi que par plus d'opérations. La travailleuse prend la bobine, pique et tire les deux premiers fils, puis le fil mort et un troisième fil, après quoi elle déchire l'enveloppe. Elle pique et tire un quatrième et un cinquième fil. Finalement, elle rassemble les fils et les coupe, puis lance la bobine et actionne le compteur. Le premier fil, le dernier fil ainsi que le fil mort sont des fils simples, les autres sont des spirales.

Le modèle-3 a beaucoup de caractéristiques en commun avec le modèle-2. Après avoir pris la bobine, il y a quatre fils à piquer et à tirer, après quoi l'enveloppe est déchirée deux fois. Un cinquième fil est piqué et tiré et l'enveloppe est ensuite déchirée une troisième fois. Le sixième fil et le fil mort sont piqués et tirés, puis les fils sont rassemblés et coupés. L'enveloppe doit ensuite être réparée en y collant un ruban. Le cycle se termine en lançant la bobine et en actionnant le compteur. Comme pour le modèle-2, le premier et le dernier fil de même que le fil mort sont des fils simples, les autres sont des spirales.

### **3.5 La description des incidents**

Lors de l'étude du poste de bobinage, nous avons procédé à une analyse quantitative des incidents. Il en est autrement pour le picking, où les incidents, liés pour la plupart à la qualité des bobines, sont difficiles à distinguer et font appel à des critères d'observation souvent subjectifs. De plus, la rapidité d'exécution du travail exclut la possibilité de procéder à une évaluation en temps réel. Nous avons donc jugé qu'il n'était pas rentable de quantifier la fréquence et la durée des incidents. Nous avons choisi, pour décrire les incidents, une démarche plus qualitative. Chaque travailleuse a été observée pendant environ 45 minutes réparties sur différentes périodes afin de connaître sa méthode de travail. Nous avons ensuite noté les variations dans l'exécution de la tâche lorsqu'un cycle présentait une difficulté. Pour vérifier nos observations, nous avons procédé à un petit échantillonnage de 9 cycles par travailleuse, soit trois cycles consécutifs sur trois périodes choisies de façon aléatoire. Les incidents ont été identifiés visuellement sur la base des critères suivants : opération plus longue, opération ou geste répété plusieurs fois, geste saccadé, exercice d'une plus grande force, prise d'appui, utilisation des doigts plutôt que du pic, amplitude des postures plus marquée.

### **3.6 L'analyse des facteurs de risque**

Les facteurs de risque suivants ont été considérés pour le travail régulier et les transferts de bacs : répétitivité, postures contraignantes, force, pressions mécaniques, contraintes dues à des postures statiques.

#### **3.6.1 Les contraintes posturales**

Seules les contraintes posturales ont fait l'objet d'une évaluation systématique à la fois pour le travail régulier et les transferts de bacs.

## **Le travail régulier**

Pour le travail régulier, à l'instar du poste de bobinage, le cycle de base était d'abord découpé en fonction des différentes opérations effectuées. Pour chacune des opérations, la présence de postures contraignantes était notée.

L'analyse a été effectuée sur un cycle complet pour chacun des neuf jours d'observation. Ainsi, au total, neuf cycles ont été évalués, soit trois cycles par modèle, un pour chaque travailleuse. Les cycles choisis étaient représentatifs du travail régulier des piqueuses. L'évaluation a porté principalement sur les articulations de l'épaule et du poignet. Les postures du côté droit ont été évaluées à l'aide du plan droit et celles du côté gauche, à l'aide du plan gauche. Pour le poignet, les catégories suivantes ont été retenues: flexion, extension, déviation cubitale, déviation radiale. Pour l'épaule, autant pour la flexion que pour l'abduction, trois classes ont été retenues:

- . neutre : flexion et/ou abduction de moins de 30 degrés,
- . légère : flexion et/ou abduction comprises entre 30 et 45 degrés,
- . moyenne : flexion et/ou abduction comprises entre 45 et 60 degrés.

Une limite maximale de 60 degrés a été établie, car le poste ne comportait pas d'amplitude supérieure. Pour donner une idée générale des contraintes posturales associées aux différentes opérations, les observations effectuées sur la posture ont été synthétisées. Pour les neuf cycles considérés et pour chacune des opérations retenues, nous avons compilé pour les côtés droit et gauche le pourcentage des postures observées au niveau du poignet et de l'épaule. Pour chaque opération, 9 cycles ont été considérés, cependant l'effectif sur lequel est basé le pourcentage varie selon le degré de répétition de l'opération dans le cycle.

Outre le poignet et l'épaule, une attention a également été accordée aux mouvements de rotation interne de l'épaule, aux mouvements du coude et aux mouvements de pronation/supination. De plus, des observations plus globales ont été faites pour la posture du cou.

## **Les transferts de bacs**

Les transferts de bacs constituent une tâche connexe commune aux trois modèles. Dépendant des modèles, cette tâche est effectuée de 10 à 30 fois par jour. Cette tâche a été considérée, vu les contraintes posturales qu'elle occasionne.

Sept transferts de bacs ont été analysés, un par travailleuse. Comme pour le travail régulier, la tâche a été divisée en opérations et, à partir de photos tirées des séquences vidéo, la posture du dos, des épaules et des poignets a été évaluée.

### 3.6.2 Les facteurs de risque autres que les contraintes posturales

Pour les autres facteurs de risque, l'analyse n'a pas été faite systématiquement pour chacune des opérations. Une appréciation générale a été faite, pour le travail régulier et les transferts de bacs, quant aux exigences de force, à la répétitivité, aux pressions mécaniques et aux contraintes statiques.

## 4. RÉSULTATS

### 4.1 Les entretiens

Seuls les constats majeurs se dégageant des entretiens seront présentés.

Alors qu'au poste de bobinage un des principaux facteurs de pénibilité était relié au poids des bâtons, au poste de picking, les plus grandes difficultés identifiées par les travailleuses sont reliées à des problèmes survenant lors de la fabrication des bâtons de bobines et rendant les fils plus difficiles à tirer : ancrés mal placés, spirales trop profondes, "fils morts" trop petits, glassine mal placée, surplus de colle. Contrairement au bobinage, les changements fréquents de modèles semblent moins problématiques. Il n'y a pas d'opposition claire entre les 2 ancrés et les multi-ancrés telle qu'au bobinage. Par ailleurs, trois travailleuses ont dit préférer les 8 ancrés. Tout comme au bobinage, la majorité des travailleuses ont dit moduler leur rythme de travail et travailler plus vite en début qu'en fin de quart. Il est donc possible qu'un effet de fatigue se développe au cours du quart et se traduise par un ralentissement du rythme de travail.

### 4.2 Les variations de temps de cycle

La figure 2.29 illustre les résultats obtenus avec une travailleuse pour chacun des trois modèles. Pour chacune des six périodes d'enregistrement, la valeur moyenne des temps de cycle de même que l'écart type sont présentés. Pour les trois modèles étudiés, les écarts types sont considérables, en particulier pour le modèle-3; cela s'explique sans doute par la présence d'incidents.

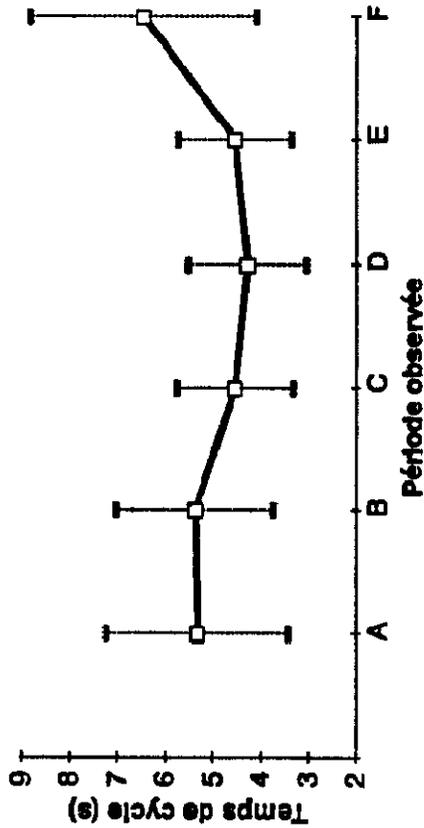
Pour le modèle-1, l'illustration présentée montre une augmentation marquée du temps de cycle à la fin de la journée, de même qu'une plus grande variation autour de la moyenne. La moyenne des temps de cycle passe de  $4,53 \pm 1,18$  s à la période E, à  $6,45 \pm 2,36$  s à la période F. Pour ce modèle, chez une autre travailleuse, nous avons également observé une augmentation du temps de cycle durant le quart, mais cette augmentation était plus graduelle durant la journée. Chez la troisième travailleuse, aucun effet relié au temps n'a été mis à jour.

Pour le modèle-2, l'illustration présentée montre une tendance à l'augmentation du temps de cycle qui se manifeste surtout en fin de journée aux périodes E et F; sur cette illustration, le temps de cycle passe de  $11,9 \pm 1,5$  s à  $19,9 \pm 4,6$  s entre les périodes B et F. Des résultats

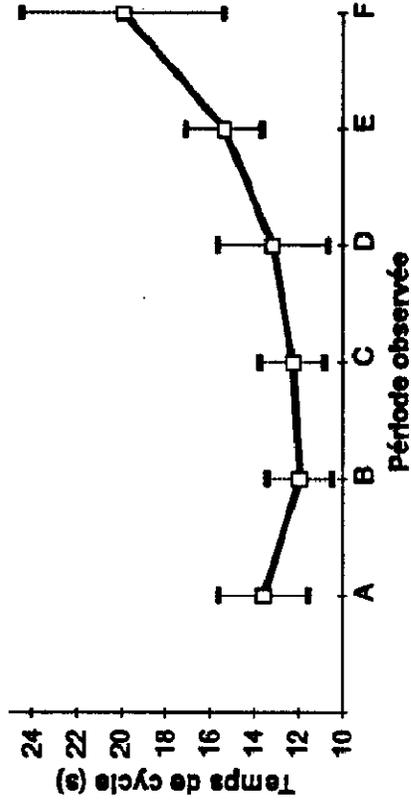
similaires ont été observés chez une autre travailleuse, alors que chez la troisième, aucune variation systématique dans le temps n'a été observée.

Pour le modèle-3, l'illustration présentée ne montre aucun effet relié au temps. Des résultats similaires ont été observés chez une autre travailleuse, alors que chez la troisième, nous avons observé une tendance à la diminution du temps de cycle durant le quart; cependant, l'amplitude des variations était très faible.

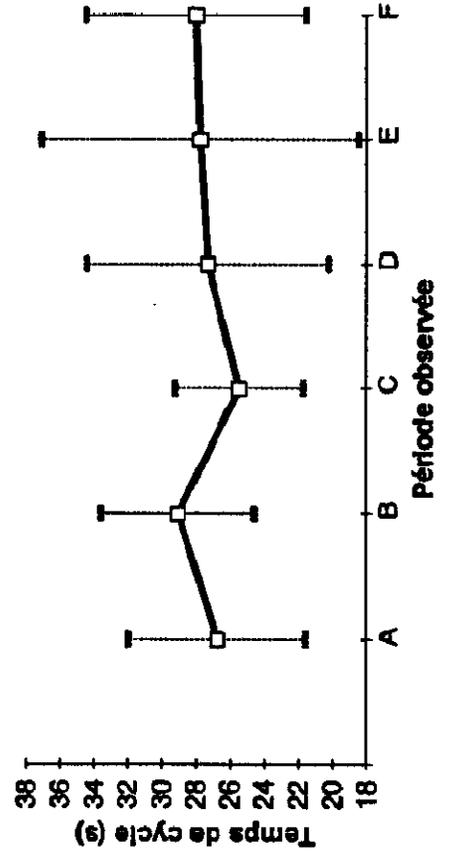
**Fig 2-29a : Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-1, travailleuse-2**



**Fig 2-29b : Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-2, travailleuse-7**



**Fig 2-29c : Variation des temps de cycle durant le quart, modèle-3, travailleuse-4**



### 4.3 Les incidents

Comme cela a été expliqué à la section méthodologie, les incidents ont fait l'objet d'une analyse qualitative. Cette analyse montre que trois types d'opérations sont caractérisés par des incidents fréquents. Pour l'opération "piquer un fil", un incident se traduit par une plus longue durée de l'opération et/ou par des reprises pour positionner le pic.

Pour l'opération "tirer un fil", on peut "voir" la travailleuse exercer une plus grande force pour sortir un fil difficile. Cette force se manifeste aussi par des gestes saccadés, des amplitudes de mouvement plus grandes, des prises d'appui, des répétitions pour sortir le fil complètement et l'utilisation des doigts pour tirer.

L'opération "déchirer l'enveloppe" est assez semblable à la précédente pour ce qui est des incidents puisque l'on retrouve surtout des problèmes dans l'exercice de la force. On peut "voir" qu'une plus grande force est exercée, que plusieurs reprises sont nécessaires pour déchirer l'enveloppe, que la travailleuse utilise ses doigts plutôt que le pic et qu'elle s'appuie les bras ou les avant-bras.

L'analyse des incidents par modèle révèle que les incidents sont fréquents pour le modèle-1 et qu'ils touchent surtout l'opération "piquer un fil". Les fils difficiles à tirer sont rares pour ce modèle.

Pour le modèle-3, les incidents semblent aussi très fréquents, mais en plus des fils difficiles à piquer, le premier fil et les spirales sont souvent difficiles à tirer. À cela s'ajoutent les problèmes liés à l'opération "déchirer l'enveloppe". Pour ce modèle, les incidents impliquant l'exercice d'une force apparente sont donc fréquents.

Le modèle-2 semble caractérisé par des incidents moins fréquents et ayant des répercussions moindres au niveau de la force. Il y a parfois des reprises pour piquer des fils et il est peu fréquent que des fils soient difficiles à tirer. Quand un tel cas se présente, il s'agit surtout de spirales.

### 4.4 L'analyse des facteurs de risque

#### 4.4.1 Les postures contraignantes : le travail régulier

Le tableau 2.8 indique, pour les 4 grands types d'opérations, les postures des poignets droit et gauche. Dans certains cas, il était impossible de voir ou d'évaluer la posture, ces cas apparaissent au tableau dans la catégorie "?". Les pourcentages exprimés au tableau 2.8 représentent, pour les trois modèles confondus, le nombre de fois qu'une posture a été observée sur le nombre de cas observables (incluant la catégorie "?").

<b>Tableau 2.8 : Postures du poignet par opération, tous modèles confondus</b>			
<b>Opération</b>	<b>Posture</b>	<b>Côté droit</b>	<b>Côté gauche</b>
<b>Piquer un fil</b>	Effectif	42	42
	Dév. cub. <sup>1</sup>	74%	26%
	Extension	11%	40%
	Flexion	0%	0%
	Neutre	14%	29%
	? <sup>2</sup>	0%	5%
<b>Tirer un fil</b>	Effectif	37	39
	Dév. cub.	30%	26%
	Extension	35%	31%
	Flexion	3%	5%
	Neutre	22%	33%
	?	11%	5%
<b>Déchirer l'enveloppe</b>	Effectif	11	11
	Dév. cub.	18%	9%
	Extension	55%	27%
	Flexion	9%	27%
	Neutre	9%	36%
	?	9%	0%
<b>Autres opérations</b>	Effectif	24	27
	Dév. cub.	38%	26%
	Extension	12%	19%
	Flexion	4%	7%
	Neutre	21%	37%
	?	25%	11%

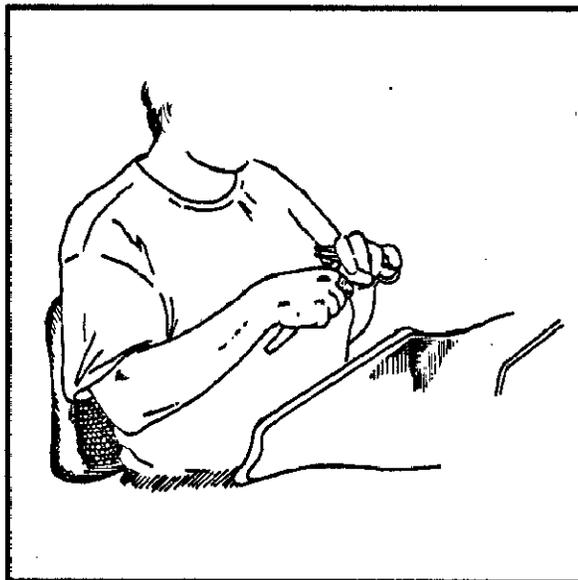
1. Dév. cub. : déviation cubitale

2. ? : postures n'ayant pu être évaluées

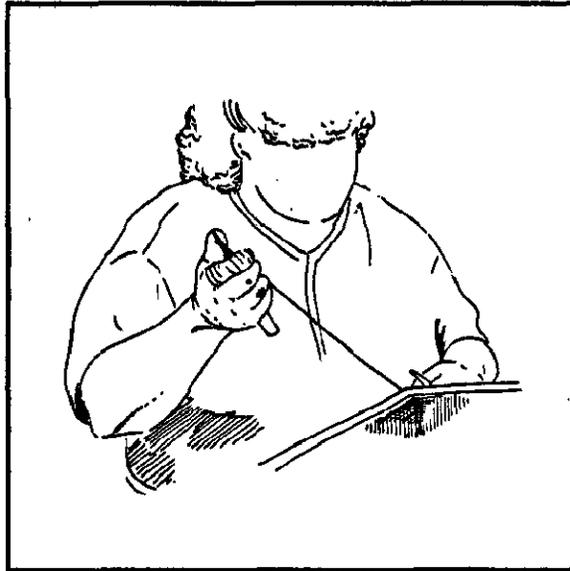
Ce tableau montre que, quel que soit le type d'opération, le poignet droit est rarement en position neutre, soit dans 9% à 21% des cas selon l'opération. Les résultats, bien que moins marqués, sont semblables pour le poignet gauche; il est en position neutre dans 29% à 37% des cas, dépendant des opérations. Pour le poignet droit, les postures par opération peuvent se résumer ainsi : lors des opérations consistant à piquer un fil, la posture du poignet droit est très souvent une déviation cubitale. L'opération "tirer un fil" se caractérise par des déviations cubitales et des extensions. Les extensions dominent nettement pour l'opération "déchirer l'enveloppe". Finalement, pour les opérations "autres", ce sont les déviations cubitales qui sont les plus fréquentes. Les figures 2.30, 2.31 et 2.32 schématisent certaines des postures observées pour le poignet droit. Pour le poignet gauche, les postures non neutres les plus fréquentes sont soit les déviations cubitales ou les extensions et ce, pour toutes les opérations.

Le tableau 2.9 présente les postures observées au niveau des épaules droite et gauche, pour les quatre types d'opérations retenus et les trois modèles confondus. Ce tableau montre que peu importe les opérations, les épaules droite et gauche sont, la très grande majorité du temps, en position neutre ou en flexion/abduction de faible amplitude.

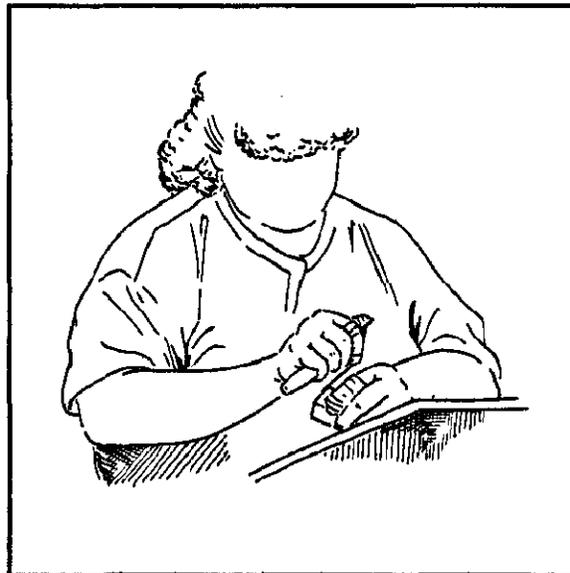
Bien que ces mouvements n'aient pas fait l'objet d'un traitement systématique en fonction des opérations, notre analyse posturale a indiqué que le travail de piqueuse implique de fréquents mouvements de rotation interne/externe de l'épaule ainsi que des mouvements de supination/pronation de l'avant-bras. L'amplitude de ces mouvements demeure très faible et ne constitue donc pas une contrainte majeure à ce poste.



**Figure 2.30 : Piquer un fil.**  
**À noter : Déviation cubitale du poignet droit.**



**Figure 2.31 : Tirer un fil.**  
**À noter : Extension du poignet droit.**



**Figure 2.32 : Déchirer l'enveloppe.**  
**À noter : Extension du poignet droit.**

<b>Tableau 2.9 : Postures de l'épaule par opération, tous modèles confondus</b>			
<b>Opération</b>	<b>Posture</b>	<b>Côté droit</b>	<b>Côté gauche</b>
<b>Piquer un fil</b>	<b>Effectif</b>	<b>39</b>	<b>42</b>
	<b>Neutre</b>	<b>82%</b>	<b>95%</b>
	<b>Flex/abd. lég.<sup>1</sup></b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>
	<b>Flex/abd. moy.<sup>2</sup></b>	<b>8%</b>	<b>0%</b>
<b>Tirer un fil</b>	<b>Effectif</b>	<b>36</b>	<b>40</b>
	<b>Neutre</b>	<b>61%</b>	<b>93%</b>
	<b>Flex/abd. lég.</b>	<b>28%</b>	<b>7%</b>
	<b>Flex/abd. moy.</b>	<b>11%</b>	<b>0%</b>
<b>Déchirer l'enveloppe</b>	<b>Effectif</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
	<b>Neutre</b>	<b>55%</b>	<b>100%</b>
	<b>Flex/abd. lég.</b>	<b>45%</b>	<b>0%</b>
	<b>Flex/abd. moy.</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
<b>Autres opérations</b>	<b>Effectif</b>	<b>22</b>	<b>24</b>
	<b>Neutre</b>	<b>64%</b>	<b>33%</b>
	<b>Flex/abd. lég.</b>	<b>32%</b>	<b>46%</b>
	<b>Flex/abd. moy.</b>	<b>4%</b>	<b>21%</b>

1. Flex/abd. lég. : flexion et/ou abduction légère(s)

2. Flex/abd. moy. : flexion et/ou abduction moyenne(s)

#### **4.4.2 Les postures contraignantes : les transferts de bacs**

Les transferts de bacs impliquent six opérations dominantes : soulever le bac du convoyeur supérieur, faire pivoter le bac, le déposer sur le convoyeur inférieur, le pousser sur le convoyeur inférieur et finalement, tirer vers soi un nouveau bac plein. Le tableau 2.10 indique, chez les 7 travailleuses considérées, les postures contraignantes observées au niveau des poignets, du dos et des épaules lors des six opérations. Les figures 2.33 à 2.36 schématisent les postures typiquement associées à chacune des opérations. Ces résultats indiquent que les opérations de transfert de bacs impliquent des postures contraignantes pour l'épaule et le dos; l'opération de pivotement du bac implique de plus des problèmes au niveau des poignets.

#### **4.4.3 Les contraintes dues à des postures statiques**

Outre la posture assise fixe, les contraintes statiques touchent le cou et l'épaule. Le cou est maintenu de façon prolongée dans un angle supérieur ou égal à environ 30 degrés. On note également des problèmes au niveau de l'épaule et un peu au coude, problèmes dus au maintien des avant-bras.

#### **4.4.4 La force**

Au niveau du travail régulier, deux opérations en particulier semblent poser des exigences de force : celles de tirer les fils et de déchirer l'enveloppe. Une force doit être exercée du côté droit pour dégager et tirer les fils, le côté gauche exerce également une force afin de résister au mouvement. Il en est de même pour déchirer l'enveloppe.

Quand tout va bien, qu'il n'y a pas d'incidents ou de fils difficiles, les exigences de force ne semblent pas trop problématiques. Cependant, quand il y a des fils difficiles (trop de colle ou spirales profondes), il est clair que les travailleuses doivent exercer des forces non négligeables. Les prises des mains droite et gauche ne sont pas avantageuses pour exercer des forces. Particulièrement pour tirer les fils simples, les travailleuses doivent coincer le fil entre le pouce et le pic pour tirer, ce qui demande un effort très localisé. La prise de la bobine se fait généralement du bout des doigts (pinch grip) plutôt qu'au creux de la main (power grip). Deux contraintes de travail peuvent expliquer cette prise : le maintien du ciseau dans la main (modèles 2 et 3) et la dextérité nécessaire à faire bouger la bobine.

La tâche de transfert des bacs pose également des problèmes de force; cette force est principalement reliée au poids des bacs et des bobines.

#### **4.4.5 La répétitivité**

Il n'existe présentement aucune norme précise pour distinguer un travail très répétitif d'un travail peu répétitif. Toutefois, certains chercheurs (Silverstein et al., 1987) utilisent les critères suivants pour identifier une tâche hautement répétitive : temps de cycle plus petit ou égal à 30 secondes, ou, 50% du cycle occupé à répéter des opérations dont les patrons de mouvements sont similaires.

**Tableau 2.10 : Transfert des bases, occurrence des postures contraignantes chez 7 travailleurs**

Opération	Poignets	Épaules	Dos
Soulever	Nil	au moins 1 épaule en abduction moyenne à forte (3/7)	Nil
Pivoter	au moins 1 poignet en flexion (5/7) 2 poignets en déviation cubitale (1/7) 2 poignets en extension (1/7)	2 épaules en abduction forte (7/7) haussement des épaules (4/7)	extension (1/7)
Déposer	Nil	2 épaules en abduction et/ou flexion fortes (2/7)	flexion antérieure (5/7) torsion (1/7)
Pousser	Nil	Nil	flexion antérieure (7/7)
Tirer	Nil	au moins 1 épaule en flexion forte (7/7)	flexion antérieure (7/7) torsion (1/7)



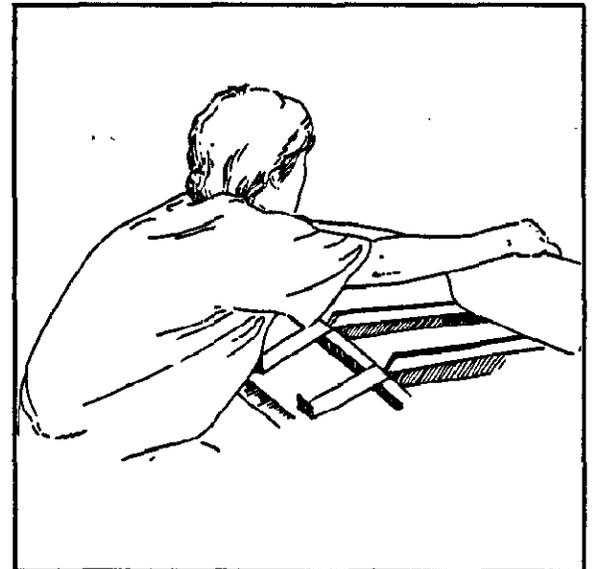
**Figure 2.33 : Soulever le bac.**  
**À noter : Abduction des épaules.**



**Figure 2.34 : Pivoter le bac.**  
**À noter : Abduction marquée des épaules et flexion marquée des poignets.**



**Figure 2.35 : Déposer le bac.**  
**À noter : Flexion du dos.**



**Figure 2.36 : Tirer le nouveau bac.**  
**À noter : Flexion marquée du dos.**

Pour les trois modèles étudiés, le poste du picking répond au premier critère et probablement au deuxième. En effet, les temps de cycle pour les trois modèles varient entre 5 et 30 secondes; de plus, à l'intérieur d'un cycle, les mêmes opérations (piquer, tirer) sont répétées de 3 à 5 fois, ce qui totalise sans doute plus de la moitié du temps de cycle.

#### 4.4.6 Les pressions mécaniques

Au picking, pour les modèles étudiés, deux outils sont utilisés : le pic et le ciseau. Des pressions mécaniques peuvent exister lorsque le pic est tenu serré au creux de la main ou lorsque le fil est maintenu entre le pouce et le bout du pic. Des pressions mécaniques peuvent également se manifester aux points de contact du ciseau avec la main. Le frottement créé par les mouvements des outils et les pressions sont susceptibles de causer des blessures.

### 5. DISCUSSION

#### 5.1 Les variations des temps de cycle

Comme nous l'avons fait pour le poste de bobinage, nous avons étudié les variations de temps de cycle en fonction du temps. Les résultats obtenus varient selon les modèles.

Pour les modèles 1 et 2, les résultats sont semblables. Chez deux des trois travailleuses observées, pour chacun des modèles, il y a une tendance au ralentissement vers la fin de la journée, cette tendance étant plus marquée pour le modèle-2. Quant à l'autre travailleuse, pour ces deux modèles, il n'y a pas de variation systématique du rythme de travail au cours de la journée. Il est certain que les effectifs considérés pour chaque modèle sont trop faibles pour permettre des conclusions définitives. Cependant, des hypothèses intéressantes peuvent être émises pour expliquer les résultats obtenus. Ces résultats pourraient en effet s'expliquer comme suit. Pour les modèles 1 et 2, mais surtout pour le modèle-2, les données fournies par l'usine montrent que le standard de production fixé est généralement atteint par les travailleuses. Ainsi, pour ces deux modèles, il semble que l'atteinte des standards ne pose pas vraiment de problèmes aux travailleuses. Celles-ci pourraient donc moduler leur rythme de travail et ralentir, soit, quand elles sont fatiguées vers la fin du quart, soit quand elles ont l'impression d'avoir suffisamment pris de l'avance. Ces résultats objectifs confirment d'ailleurs les propos des travailleuses lors des entretiens effectués.

Pour le modèle-3, les résultats sont différents. Chez deux travailleuses observées il n'y a pas de variation systématique du rythme de travail durant le quart alors que pour l'autre il y a accélération, mais peu marquée, du rythme au cours de la journée. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus pour le même modèle au poste de bobinage, où l'on notait, chez les trois travailleuses, une importante diminution du temps de cycle au cours de la journée. Cette diminution était associée à un phénomène d'adaptation car il s'agit d'un modèle rare. Il semble que ce phénomène d'adaptation aux modèles rares ne soit pas très présent au poste du picking.

## 5.2 Les incidents

Au contraire de ce qui avait été fait au poste de bobinage, les incidents au poste du picking n'ont pu être décrits de façon quantitative; cela, en raison de la brièveté des incidents et en raison de la difficulté à établir des critères d'observation rapidement identifiables. L'analyse effectuée permet cependant de mieux comprendre les difficultés du poste de picking.

Notre analyse a indiqué que les incidents étaient particulièrement fréquents pour le modèle-3 qui constituait un modèle rare et complexe. On peut donc penser que cette situation vaut aussi pour la plupart des modèles rares qui, comme nous l'avons vu lors de l'analyse du poste de bobinage, constituent quand même 25 % des heures de production.

Au contraire du poste de bobinage, les incidents décrits ont un impact direct sur les facteurs de risque parce qu'ils amplifient les exigences de force. Fait intéressant, également, la plupart des incidents observés s'expliquent par des problèmes de qualité à un poste en amont : le poste de bobinage. Cela signifie qu'une des avenues de solutions importantes pour le poste du picking consiste à intervenir sur un autre poste. C'est un exemple illustrant bien que les problèmes musculo-squelettiques reliés au travail répétitif ne peuvent se régler uniquement par des adaptations dimensionnelles d'un poste de travail. Cette analyse montre également que le diagnostic d'un poste ne peut se baser sur l'unique observation de quelques cycles de travail; il est important d'avoir un échantillonnage plus considérable afin de mettre à jour les incidents sur lesquels on pourra, le cas échéant, intervenir pour diminuer les facteurs de risque.

## 5.3 Les facteurs de risque et les avenues de solutions possibles

À l'instar du bobinage, les analyses effectuées montrent que le poste du picking est complexe et cumule plusieurs facteurs de risque.

### 5.3.1 La répétitivité

Un des principaux facteurs de risque est lié à la haute répétitivité de cette tâche : les temps de cycle sont courts et plusieurs opérations sont répétées à l'intérieur d'un même cycle. Cependant bien que la répétitivité soit un risque important; dans cette usine, ce problème est difficile à contrer. Des aménagements au poste permettraient d'éliminer certains mouvements. Le besoin de lancer la bobine et d'actionner le compteur pourrait être éliminé, par exemple, en installant, à proximité de la travailleuse une goulotte munie d'un clapet. Cependant, même avec ces améliorations, le travail serait quand même très répétitif. Des solutions telles que la rotation et l'enrichissement des tâches sont difficilement applicables dans cette usine. Les compétences requises pour le travail de picking ne permettent pas d'implanter la rotation. Par ailleurs, c'est une tâche qui se prête très mal à l'automatisation. Le fait qu'il s'agisse d'une tâche répétitive amplifie cependant l'impact des autres facteurs de risque comme les exigences de force et les postures contraignantes.

### 5.3.2 La force

Pour le travail de piquage et les transferts de bacs, les exigences de force constituent un facteur de risque non négligeable. Pour le travail de piquage, les exigences de force ne sont pas associées à la manipulation d'objets lourds; il s'agit d'efforts très localisés au niveau des mains qui sont dus, en partie, à la difficulté d'avoir une prise adéquate pour exercer l'effort. Ces problèmes de force sont cependant ceux qui pourraient, selon nous, se corriger le plus facilement. À cet effet, quatre avenues de solutions ont été proposées à l'usine.

En premier lieu, la façon la plus efficace de régler le problème à la source semble consister à améliorer la qualité au poste de bobinage. Cette amélioration de la qualité pourrait se faire de différentes façons : améliorer l'inspection au bobinage, former les bobineuses en fonction des difficultés rencontrées, améliorer les patrons au poste de bobinage, améliorer la qualité du matériel utilisé par les bobineuses.

Une deuxième avenue de solutions serait d'ordre organisationnel et consisterait à mieux répartir les lots de bobines difficiles entre les travailleuses du picking.

La troisième avenue de solutions porte sur l'amélioration de l'outil (du pic). Le manche pourrait être grossi afin de favoriser une prise en force. La pointe du pic pourrait être modifiée (voir figure 2-37)<sup>1</sup> de façon à ce que le fil puisse s'accrocher dans la fourche lors de l'opération "tirer un fil". Ces modifications aideraient à réduire l'effort à exercer pour coincer le fil entre le pouce et le pic.

La quatrième avenue de solutions consisterait à installer un appui-bras. Il a été observé, en effet, que les travailleuses appuient souvent leur bras gauche lorsqu'elles doivent exercer une plus grande force. Cela les aide à exercer une force résistive nécessaire et à stabiliser leur prise. L'ajout d'un appui-bras coussiné du côté gauche favoriserait l'exercice d'une telle force (voir figure 2-38).

Le transfert de bacs, on l'a vu, implique des contraintes de force et des contraintes posturales. Ces deux types de contraintes pourraient être réduites en modifiant l'aménagement physique du poste de travail; à cet effet, deux propositions ont été faites à l'usine (voir figures 2-39 et 2-40).

### 5.3.3 Les postures contraignantes

Outre le maintien de postures statiques, le poste de picking implique des contraintes posturales au niveau du poignet. Ces contraintes semblent difficiles à corriger. En effet, la tâche exige la mobilité du poignet et la précision des gestes. Seules des modifications du pic pourraient peut-être améliorer quelque peu la posture du poignet.

---

<sup>1</sup> Les figures 2-37 à 2-40 ne sont pas à l'échelle et ne doivent être considérées qu'à titre de concepts de solution.

**Caractéristiques :**

- fourche où le fil peut s'accrocher lors de l'opération "tirer un fil"
- bout plat permettant un meilleur contact pour presser le fil avec le pouce
- manche plus gros pour exercer plus facilement une force
- manche fabriqué d'un matériau confortable, de bonne adhérence et absorbant.



Figure 2.37 : Le pic

**Caractéristiques :**

- forme qui permet d'exercer des forces résistives latérales
- sans arêtes et rembourré pour éviter les pressions mécaniques

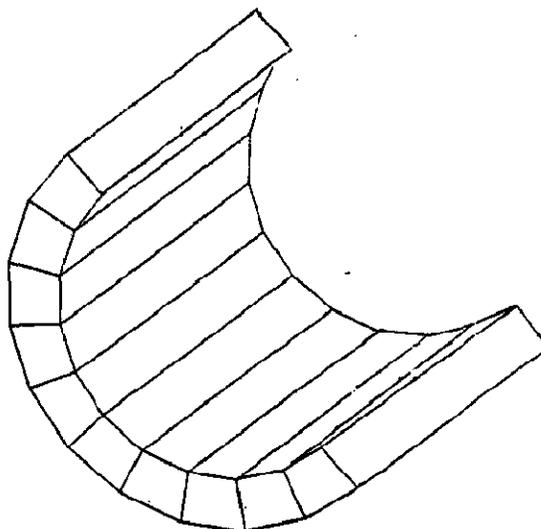
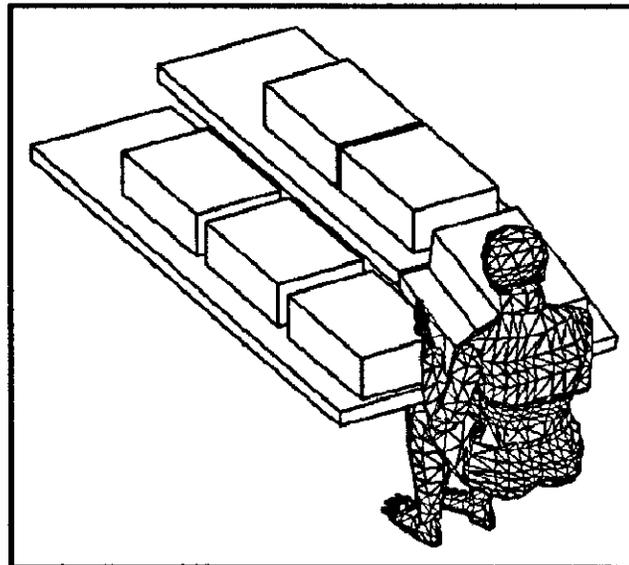
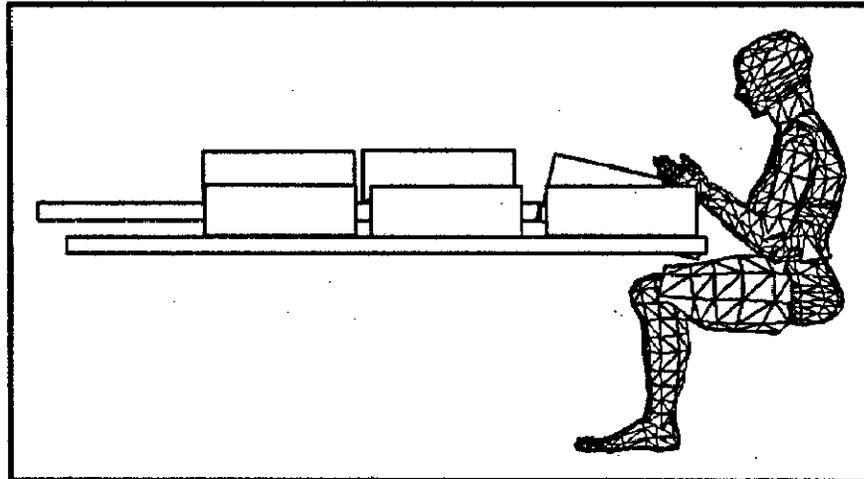


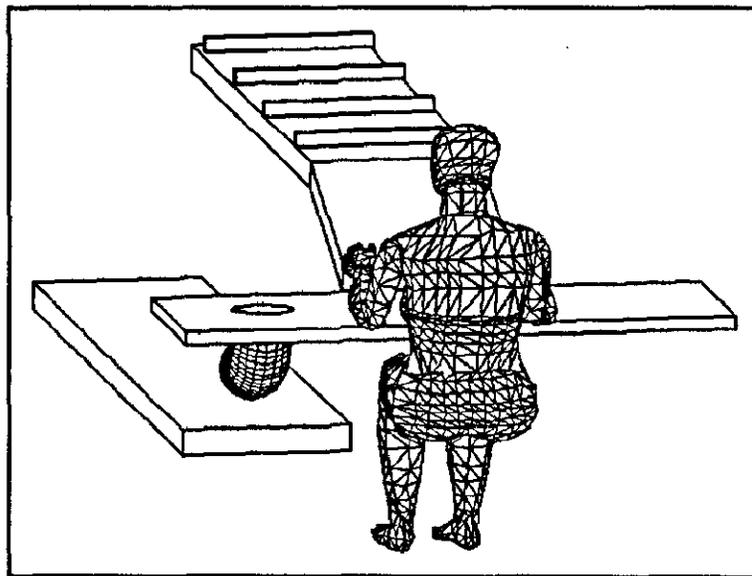
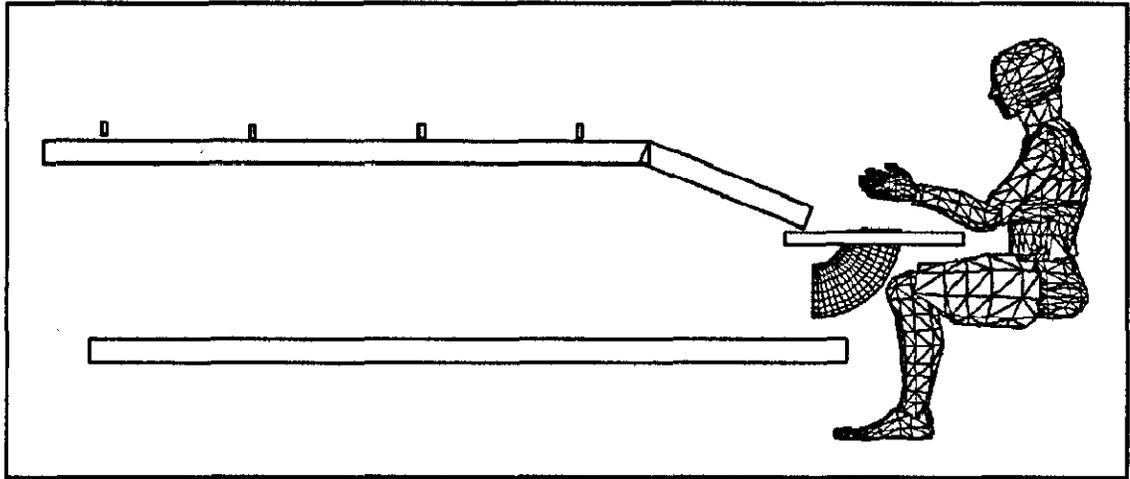
Figure 2.38 : L'appui-bras du côté tenant la bobine



**Figure 2.39 : Aménagement physique du poste de travail, position 1**

**Description :** Les bacs de bobines à piquer sont amenés par un convoyeur à tapis jusqu'à un plan incliné. La travailleuse dépose les bobines finies dans un bac situé sur un deuxième convoyeur à tapis. Une fois un bac terminé, la travailleuse fait avancer le deuxième convoyeur afin de libérer une place et tire latéralement (ou soulève) le bac vide pour le déposer sur ce convoyeur. Pour minimiser l'espace, les bacs sont présentés à la travailleuse de façon à ce que la face la plus étroite soit devant elle.

Cet aménagement diminue les manipulations de bacs et évite à la travailleuse de lancer les bobines.



**Figure 2.40 : Aménagement physique du poste de travail, proposition 2**

**Description :** Le contenu d'un bac est vidé entre deux séparateurs du convoyeur à tapis. La travailleuse fait avancer ce convoyeur pour faire glisser le contenu d'un bac jusqu'à sa table de travail. La bobine une fois piquée est déposée dans la goulotte munie d'un clapet-compteur et tombe sur le deuxième convoyeur à tapis qui l'acheminera vers un conteneur.

Cet aménagement élimine le besoin de lancer la bobine, d'actionner le compteur et de changer les bacs, tout en gardant le concept de bac à l'alimentation qui permet aux travailleuses de régulariser leur travail. Cet aménagement suppose cependant le stockage en vrac des bobines finies et crée une opération supplémentaire au ravitailleur.

### 5.3.4 Le statisme

Le statisme est un facteur de risque très présent pour les trois modèles étudiés. Outre le dos et les membres inférieurs, le cou, les épaules et les coudes bougent peu. Pour diminuer les contraintes statiques au niveau des épaules et des coudes, il a été proposé à l'usine d'installer des appuis-bras. À notre avis, cependant, il n'existe pas de solutions raisonnables pour diminuer les contraintes statiques au niveau du cou. Les travailleuses, en effet, n'ont d'autre choix que de tenir la bobine devant elles, de manière à bien voir celle-ci.

## 6. CONCLUSIONS

Les différentes analyses effectuées dans cette étude ont mis à jour les problèmes rencontrés au poste de picking. L'étude des variations de temps de cycle a montré que pour les modèles dont les standards de production sont facilement atteints, il y a possibilité de régulariser dans le temps le rythme de travail. Cette régulation nous est apparue comme un facteur avantageux. L'analyse des incidents a montré que ceux-ci étaient dus en majorité à des problèmes de qualité à un poste en amont. Il a été établi, de plus, que ces incidents se répercutaient surtout en augmentant les exigences de force pour les modèles multi-ancres et, en particulier, pour les modèles rares.

L'analyse des facteurs de risque a montré que le poste de picking cumulait plusieurs facteurs de risque; seuls certains peuvent être diminués. La répétitivité, qui est l'un des problèmes majeurs du poste, ne peut être diminuée facilement. Au contraire, les exigences de force et les problèmes reliés à des postures statiques peuvent être réduits. Les postures contraignantes du poignet nous sont apparues difficiles à améliorer vu la nature de la tâche.

Les avenues de solutions proposées montrent que des aménagements physiques au poste de travail permettraient de diminuer certains des problèmes rencontrés. Cependant, ces seuls aménagements physiques ne sont pas suffisants. Des interventions au niveau organisationnel sont également requises, en particulier pour diminuer l'impact des incidents et corriger les problèmes de qualité au poste de bobinage.

**PARTIE-3 - DÉVELOPPEMENT ET VALIDATION D'UN OUTIL D'ANALYSE DE  
POSTES SPÉCIFIQUE AU TRAVAIL RÉPÉTITIF**

## **1. INTRODUCTION**

Cette troisième partie du rapport résume la démarche et les principaux résultats obtenus lors de la deuxième étape du projet dans l'usine-2. Dans cette usine, le questionnaire de douleurs n'avait pas permis d'identifier des postes, groupes de postes ou départements étant plus problématiques. Suite à la première étape du projet, nous avons conclu que, dans cette usine, les problèmes étaient répartis un peu partout sur des postes occupés seulement par quelques travailleurs. Pour la deuxième étape du projet, nous avons choisi une approche totalement différente de celle utilisée dans l'usine-1.

L'approche choisie a été de développer et de valider une méthode d'analyse de postes spécifique au travail répétitif et pouvant être utilisée par les gens de l'industrie pour diagnostiquer et identifier des avenues de solution à leurs problèmes. Cette approche nous a semblé intéressante car, si elle donnait des résultats, les gens de l'industrie pouvaient, après notre départ, continuer à analyser et à améliorer des postes à problèmes. Cette usine, rappelons-le, est vaste et comporte au moins 150 postes différents. Dans le cadre de cette étude, au maximum dix postes auraient pu être analysés par les chercheurs. En termes de retombées, il nous a semblé préférable de miser sur le développement d'une méthode d'analyse pouvant être utilisée par les gens de l'industrie. Cette approche est d'autant plus intéressante que la méthode développée, si elle fonctionne, pourra après adaptations être transférée à d'autres industries.

L'examen de la littérature scientifique montre que plusieurs chercheurs se sont intéressés au développement de méthodes et d'outils d'analyse de postes spécifiques au travail répétitif. Cependant, aucun outil ou démarche ne convient vraiment aux objectifs du projet. Nous exposerons d'abord les critères choisis pour la conception de l'outil d'analyse de postes et nous verrons ensuite, dans quelle mesure les outils déjà développés rencontrent ou non ces critères de conception.

### **1.1 Les critères choisis pour le développement de l'outil d'analyse de postes**

L'outil d'analyse de postes a été développé en fonction de cinq grands critères.

- 1- L'outil d'analyse s'applique aux tâches répétitives caractérisées par des temps de cycle courts.
- 2- L'outil d'analyse doit permettre de prendre en compte les principales sources de variations dans le travail, aussi bien les variations au niveau des caractéristiques des travailleurs que celles concernant les conditions de production.
- 3- L'outil d'analyse doit pouvoir être utilisé après une formation minimale par des gens de l'industrie étant généralement peu familiers avec l'ergonomie.

- 4- L'outil est conçu pour l'analyse de postes dont on sait à priori qu'ils sont à risque pour les problèmes musculo-squelettiques. L'outil, dans ce contexte, doit aider à faire un diagnostic et cibler les problèmes majeurs nécessitant une correction. Outre le diagnostic, l'outil se veut une aide à la recherche de solutions pour les problèmes diagnostiqués. L'outil d'analyse n'est donc pas développé dans une perspective de "screening", il n'a pas pour but d'identifier parmi un grand échantillon de postes lesquels sont problématiques en regard des LATR.
- 5- À l'étape d'identification des facteurs de risque, l'outil doit prendre en compte les principaux facteurs de risque reconnus pour les problèmes musculo-squelettiques : contraintes posturales, exigences de force, répétitivité, pressions mécaniques, problèmes reliés aux outils (dont les vibrations), température froide. Bien qu'une importance considérable soit accordée aux membres supérieurs, l'analyse posturale tient compte également du dos et des membres inférieurs.

Dans les lignes qui suivent, nous ferons un résumé rapide des démarches et outils déjà existants et nous verrons dans quelle mesure ils rencontrent, ou non, nos objectifs.

## 1.2 La revue des démarches et outils déjà existants

On recense dans la littérature des démarches et des outils d'analyse spécifiques au travail répétitif. Les démarches constituent l'ensemble des étapes guidant l'intervention. Les outils ou méthodes d'analyse constituent les différentes phases pour mener à bien l'analyse d'un poste ou activité et impliquent souvent des aides concrètes à la réalisation des étapes d'analyse, comme par exemple, les grilles d'analyse posturale.

### Les démarches d'analyse spécifiques aux LATR

On retrouve dans la littérature trois démarches principales concernant la prévention des LATR. Ces démarches, proposées par Drury (1987), Keyserling (1991) et OSHA (1990), ont des objectifs communs, soit de définir et structurer les étapes nécessaires afin d'identifier, d'évaluer et de contrôler (ou éliminer) les facteurs de risque. Malgré l'existence de différences entre ces trois démarches, toutes ont en commun une étape d'identification de facteurs de risque aux postes concernés. Les trois auteurs s'entendent pour évaluer plus d'un facteur de risque. La force, la posture, les pressions mécaniques, les vibrations, la température sont les principaux facteurs évalués; de plus, la fréquence et la durée des facteurs de risque sont quelquefois prises en compte. Par ailleurs, ces trois démarches reposent sur la participation des travailleurs et de différentes personnes-ressources.

Dans les trois démarches, cependant, la formation requise pour les usagers n'est pas exposée. Par ailleurs, les principales sources de variations au niveau du travail semblent peu prises en compte; ainsi, il n'y a pas de plan d'échantillonnage pour guider l'analyse et très peu d'emphase est mise sur la variabilité dans le travail due à des inégalités de la qualité du matériel ou des

outils, ou à des incidents. Finalement, aucune de ces démarches ne semble avoir fait l'objet d'une validation, de sorte qu'on ne sait pas si elles atteignent leurs objectifs. Il y a donc place pour la validation d'une démarche d'analyse prenant en compte les principales sources de variations dans le travail.

### **Les outils de description et d'évaluation des facteurs de risque spécifiques aux LATR**

Les outils de description et d'évaluation des facteurs de risque peuvent prendre plusieurs formes qui dépendent des objectifs visés et de la population d'utilisateurs. Essentiellement, on distingue deux grandes catégories : d'une part, les check-lists (listes de vérification) et les "score sheets" (feuilles de pointage) et, d'autre part, les grilles d'analyse.

#### **Les check-lists et les "score sheets"**

Ces outils d'analyse ont été développés pour une application simple et rapide par des utilisateurs non experts. Dans la littérature, trois check-lists sont dominantes : celles développées par Lifshitz et Armstrong (1986), par Keyserling et coll. (1992 et deux articles non encore publiés) et par Corlett, pour la compagnie Proformix (1992).

On peut résumer les points forts des check-lists de la façon suivante : elles sont rapides et faciles à utiliser, elles demandent une réponse binaire ou offrent un choix limité de réponses proposées, elles cotent le niveau de risque; leur objectif est de prioriser les postes demandant une analyse plus approfondie. Cependant, de telles techniques comportent aussi des lacunes : elles sont spécifiques à un contexte, elles ne sont pas flexibles de sorte qu'il est facile d'oublier des aspects importants du travail en se limitant à répondre aux questions. Ce qui les rend de plus incompatibles avec nos objectifs, c'est que ces check-lists sont surtout conçues pour le "screening", soit pour prioriser, parmi un échantillon donné, les postes les plus à risque. Elles ne permettent donc pas, pour un poste donné, de poser un diagnostic ni d'identifier les opérations de travail à corriger. En général, les check-lists permettent mal de faire les liens entre les facteurs de risque et les activités de travail. Par ailleurs, certaines check-lists sont trop sensibles, ce qui réduit leur efficacité à bien atteindre l'objectif fixé qui est de prioriser les postes à corriger ("screening").

#### **Les grilles d'analyse**

De façon générale, les grilles d'analyse sont davantage orientées vers le diagnostic et permettent plus facilement de faire des relations entre l'activité et les facteurs de risque. Quatre grilles d'analyse dominent dans la littérature. Les grilles de Stetson (1991) et d'Armstrong (1982, 1986) ont été développées dans un contexte de recherche et utilisées par des analystes experts, elles sont donc peu appropriées à nos objectifs de recherche. Les grilles de Drury (1987) et Braun (1992) ont été conçues davantage dans un objectif de consultation sur le terrain et pour être facilement accessibles au personnel des entreprises. Après un examen plus détaillé, la grille de Drury nous apparaît peu adaptée à l'utilisation par des non-experts. En effet, elle est plutôt laborieuse et nécessite entre autres l'observation de 5 plans de caméra.

La grille de Braun semble beaucoup mieux adaptée pour une utilisation par le milieu de travail, elle est orientée vers le diagnostic et permet de bonnes relations entre l'activité et les facteurs de risque. De plus, son mode d'emploi intègre les sources de variations dans le travail. Cependant, cette grille ne prend pas en compte la posture du dos et aucune mention n'est faite quant à sa validation.

On constate, suite à l'examen de la littérature, que la plupart des démarches proposées pour la prévention des LATR reposent sur l'analyse de postes de travail et impliquent la participation des gens de l'industrie. Quant aux outils d'analyse développés, aucun ne répond vraiment aux objectifs du projet en cours. D'une part, très peu d'outils d'analyse ont été développés pour des non-experts. De plus, outre les check-lists de Keyserling (1991,1992), les outils développés n'ont pas fait l'objet d'une validation.

Finalement, les outils existants présentent deux lacunes qui vont à l'encontre de nos objectifs : la plupart des check-lists sont destinées à l'identification des postes à risque (screening) et ne permettent donc pas un diagnostic orienté vers l'intervention. D'autre part, les outils et les démarches développés n'intègrent à peu près pas les sources de variations dans le travail qui doivent être prises en compte dans l'établissement d'un diagnostic.

Il y a donc place pour le développement d'outils d'analyse destinés aux non-experts dont les objectifs sont orientés non pas sur le "screening" mais bien sur l'identification des problèmes à un poste donné et sur la recherche de solutions; il y a place aussi pour des outils intégrant les sources de variations dans le travail. De plus, vu la rareté des études dans ce domaine, il est important de valider de tels outils et d'évaluer comment les usagers les utilisent. C'est dans cette perspective que le projet a été développé.

### **Les objectifs spécifiques**

Plus spécifiquement, le projet visait deux objectifs :

- 1- Développer un outil d'analyse de postes spécifique au travail répétitif et répondant aux critères mentionnés plus haut.
- 2- Valider cet outil d'analyse auprès de deux groupes de travail dans une usine d'appareils électroménagers. La validation était orientée en fonction de 4 aspects : vérifier si un tel outil était réaliste pour des gens ayant peu de formation en ergonomie; vérifier si les gens de l'industrie arrivaient avec l'outil à trouver des solutions efficaces et applicables; évaluer si les usagers pouvaient avec l'outil poser un diagnostic fiable et, finalement, évaluer la perception des participants quant à l'outil et à la démarche d'intervention.

Cette partie du rapport résume la méthodologie suivie et les principaux résultats obtenus.

## **2. MÉTHODOLOGIE**

Dans cette section, les groupes de travail avec lesquels le projet a été réalisé sont présentés, l'outil d'analyse de postes développé est décrit et la façon dont l'outil a été validé est expliquée.

### **2.1 Les groupes de travail et les postes à l'étude**

Au début du projet, il a été décidé de restreindre l'intervention au secteur de production de la sècheuse (qu'on appelle PME sècheuse). Dans ce secteur, un groupe de travail ayant le mandat d'améliorer des postes avait déjà été formé depuis quelques mois. Au début du projet, une formation d'environ six heures a été donnée au groupe par l'un des chercheurs du projet. La majorité des membres du groupe avait déjà reçu une formation de 15 heures en ergonomie, de sorte que notre formation a été uniquement axée sur l'utilisation de l'outil d'analyse. Une part importante de la formation a consisté en travaux pratiques où les usagers devaient, à partir de vidéos de postes de l'usine, procéder à l'identification des facteurs de risque. Au début du projet, le groupe était formé de cinq travailleurs connaissant les secteurs de fabrication de la sècheuse. À ces cinq travailleurs, s'ajoutait un ingénieur qui était responsable du groupe. Au cours du projet, cet ingénieur a été remplacé par un concepteur de méthodes auquel s'est joint plus tard un autre ingénieur. Vers la fin du projet, un des travailleurs a quitté le groupe car il avait le mandat d'amorcer un autre groupe de travail, cette fois pour le secteur de fabrication de la laveuse (qu'on appelle PME laveuse).

Après la formation, le travail d'analyse de postes s'est effectué lors de rencontres hebdomadaires d'une heure. L'expérience avec ce premier groupe a duré environ dix mois durant lesquels trois postes de travail ont été analysés, l'un de ces postes regroupait quatre stations de travail.

En cours de projet, vu le succès de la démarche, l'entreprise nous a demandé de démarrer le groupe de travail nouvellement formé à la PME laveuse. Ce groupe était constitué de cinq travailleurs et d'un concepteur de méthodes. Ce groupe a également reçu une formation de six heures axée principalement sur l'outil d'analyse de postes. Les activités avec ce groupe, incluant le travail d'identification de postes à risque a duré environ trois mois durant lesquels un poste a été analysé. Le travail s'est également effectué lors de rencontres hebdomadaires durant une heure.

Les quatre postes analysés ont été choisis après consultation des rapports d'accidents des PME laveuse et sècheuse et après consultation auprès de contremaîtres et de travailleurs. Pour documenter l'ensemble de la démarche, deux chercheurs-ergonomes ont assisté à chacune des réunions des groupes de travail.

### **2.2 La méthode d'analyse de postes**

La méthode d'analyse de postes développée est présentée en annexe, elle a été divisée en cinq modules.

**Le module-1** aide les usagers à rechercher les informations préliminaires qu'il faut connaître avant l'étape d'identification des facteurs de risque. Le recueil de ces informations se fait par le biais de questionnaires simples adressés au superviseur et à quelques travailleurs. Une fiche synthèse permet de résumer les informations recueillies qui couvrent les aspects suivants :

- . Connaître les grandes caractéristiques des travailleurs occupant le poste : âge, sexe, grandeur, statut (régulier ou remplaçant), expérience.
- . Documenter les accidents survenus à ce poste, de même que les symptômes ou douleurs musculo-squelettiques déclarés par les travailleurs.
- . Identifier les principales sources de variations dans les conditions de production : variation dans les modèles fabriqués, dans les matériaux de base utilisés, dans le rythme de production, etc.
- . Identifier les étapes de travail étant perçues comme les plus difficiles.

**Le module-2** a pour but d'aider les usagers à faire un plan d'échantillonnage pour les observations. Il donne les grands principes pour choisir quel(s) travailleur(s) observer et pour déterminer dans quelles conditions de production les observations doivent être effectuées. Sommairement, il est conseillé d'observer dans les conditions de production les plus représentatives, mais également dans les conditions identifiées par les travailleurs comme étant les plus difficiles. Il est conseillé également, pour mettre à jour les contraintes dimensionnelles, d'observer des travailleurs de taille différente. Finalement, il est aussi recommandé quand c'est possible, de filmer quelques travailleurs pour mettre à jour les variations au niveau des modes opératoires; on suggère, à cet effet, de considérer un travailleur expérimenté et un novice.

**Le module-3** constitue le coeur de l'analyse et porte sur la caractérisation des facteurs de risque. Cette étape s'effectue principalement à partir de vidéos du poste et à l'aide d'une grille d'observation. L'analyse s'effectue sur un cycle de base identifié comme étant représentatif. La procédure consiste à découper le cycle de base en fonction des différentes opérations de travail effectuées. Nous avons utilisé les termes action/sous-action. Une action correspond à une étape de la production bien circonscrite. Si l'on va plus en détail, chaque action peut impliquer plusieurs opérations distinctes que nous appelons sous-actions. Une fois que l'on a séparé le cycle en actions/sous actions, il faut évaluer la durée de chaque action. Il faut ensuite, pour chaque sous-action, déterminer s'il y a présence, ou non, de facteurs de risque. Les principaux facteurs de risque considérés sont la force, la posture et la présence de pressions mécaniques. Outre ceux-ci, il faut mentionner la présence possible d'autres facteurs de risque : froid, vibrations et autres problèmes.

Pour la posture, une attention considérable est apportée aux membres supérieurs (épaule, poignet, coude). Cependant, le cou, le dos et les membres inférieurs doivent également être considérés. Lors de la formation, pour les postures du cou de même que pour les flexions avant

du dos, nous avons donné comme consigne de noter un problème lorsque l'amplitude de la posture était supérieure à 20 degrés. Pour l'épaule, le seuil de détection suggéré était de 45 degrés, aussi bien pour la flexion que pour l'abduction. Pour les postures du poignet, de même que pour les flexions latérales et torsions du dos, aucun seuil n'a été conseillé; la consigne donnée a été de noter une posture contraignante dès qu'on la détectait.

La force est évaluée soit de façon quantitative, quand c'est possible, ou sur une base qualitative. Les usagers ont à juger si une force significative ou non est requise. De plus, ils ont à prêter attention à la prise utilisée et à distinguer s'il s'agit d'une prise en force (power grip) ou en pincement (pinch grip).

L'analyse détaillée des facteurs de risque se fait à partir d'un cycle de base jugé représentatif. D'autres cycles sont visionnés pour mettre à jour les variations possibles qui sont significatives par rapport aux facteurs de risque.

L'objectif de ce module est d'identifier les actions qui sont les plus à risque et qui devront être améliorées. Comme plusieurs sous-actions peuvent présenter des facteurs de risque, il est recommandé de prioriser les problèmes sur la base de l'amplitude, de la fréquence et de la durée du facteur de risque, de même que sur la base des perceptions et douleurs des travailleurs concernés.

Le module-4 guide les usagers pour identifier les causes ou déterminants des facteurs de risque décrits à l'étape précédente. Ainsi, les différentes possibilités à l'origine des problèmes de posture ou de force sont présentées aux usagers, ceux-ci ayant à identifier laquelle ou lesquelles de ces possibilités s'applique(nt) à leur situation.

Le module-5 guide les usagers dans la recherche des solutions. Dans une première étape, les différentes possibilités de solution sont énumérées. Par la suite, la faisabilité de chacune d'elles est discutée. Les solutions les plus réalistes sont ensuite détaillées et mises en forme. Dépendant des cas, il est recommandé d'utiliser des outils concrets de travail afin d'appréhender les activités du travail futur : simulation, plan de travail à l'échelle, etc.

Au terme de la démarche, un dossier d'analyse est constitué. Il comprend la fiche synthèse des modules-1, 2 et 3, de même que le détail et le coût de la ou des solutions retenues. Il est prévu, comme nous le verrons plus loin, de faire un suivi quant à l'implantation de ces solutions.

### **2.3 La validation de l'outil d'analyse**

L'outil d'analyse a été validé de différentes façons. En premier lieu, il s'agissait de vérifier si globalement les groupes pouvaient cheminer sans difficultés majeures avec l'outil. En second lieu, nous voulions évaluer si les usagers pouvaient avec l'outil arriver à des avenues de solution concrètes. Les recommandations effectuées par les groupes et les modifications apportées aux postes de travail ont donc été documentées systématiquement.

En troisième lieu, nous voulions vérifier si avec l'outil d'analyse les usagers pouvaient identifier de façon fiable les facteurs de risque présents aux postes. Dans ce but, pour chacun des postes étudiés, l'identification des facteurs de risque à l'aide de la grille du module-3 a été réalisée, d'une part, par les groupes de travail et, d'autre part, par les experts (les deux chercheurs-ergonomes du projet). L'identification des facteurs de risque par les experts était effectuée plusieurs semaines avant l'identification des facteurs de risque par les groupes de travail. Bien que le rôle des deux ergonomes n'ait pas fait l'objet d'une analyse systématique, nous nous étions donné comme mandat d'agir surtout au niveau de la direction des réunions. Ainsi, lors de l'identification des facteurs de risque par les groupes de travail, nous ne sommes pas intervenus si ce n'est pour guider le travail.

Enfin, à la fin du projet, des entretiens ont été réalisés auprès des deux groupes de travail pour évaluer leur appréciation de l'outil d'analyse de postes et de la démarche d'intervention.

### **3. RÉSULTATS**

Cette section est divisée en cinq parties. La première résume la démarche suivie pour chacun des postes analysés, alors que la deuxième présente une synthèse des résultats obtenus pour l'ensemble des postes étudiés. La troisième partie présente, pour chacun des postes étudiés, les durées requises pour chacune des étapes de l'analyse. Les deux dernières parties portent spécifiquement sur l'aspect validation. La quatrième partie résume les résultats obtenus lors de la comparaison effectuée entre l'analyse des experts et celle des groupes de travail. Finalement, la dernière partie résume les perceptions des participants face à l'outil et à l'ensemble de la démarche d'intervention.

#### **3.1 La démarche suivie pour l'analyse des quatre postes étudiés**

Dans cette section, nous résumons la démarche suivie pour chacun des quatre postes étudiés. En premier lieu, la démarche adoptée pour le poste d'assemblage de composantes au moteur sera présentée plus en détail, car il s'agit d'un des dossiers majeurs traités par le groupe de travail. Ce poste, comme nous le verrons, a fait l'objet d'un réaménagement majeur à la suite des travaux du groupe.

##### **3.1.1 Le poste du moteur**

Ce poste a été choisi comme objet d'analyse sur la base des rapports d'accidents de la PME sècheuse et sur la perception des chefs de groupe et des membres du groupe de travail. Quatre accidents avec absence s'étaient produits au poste, il était donc perçu comme étant à risque et, au départ, le problème majeur identifié par les membres du groupe était relié à la manipulation des moteurs.

### **La description du poste**

Il s'agit d'un poste où l'on assemble diverses composantes au moteur avant de l'installer dans la sécheuse. Ce poste d'assemblage comprend quatre stations de travail (figure 3.1). À la première station (voir figure 3.2), on perce, avec une presse, le boîtier de ventilation qui sera fixé au moteur, et on installe, dépendant des modèles, des thermostats. À la deuxième station (voir figure 3.3), on prend un moteur sur une palette, on l'insère dans une presse où on lui fixe une poulie et où on lui installe un collet. À la troisième station (voir figure 3.4), le moteur est déposé sur une table de montage pivotante, où diverses actions d'assemblage sont réalisées; entre autres, l'opérateur fixe le boîtier de ventilation au moteur, il lui installe un support, une roue de ventilation et des joints d'étanchéité. À la quatrième station (voir figure 3.5), l'opérateur doit connecter plusieurs fils au moteur, le nombre de fils dépend des modèles fabriqués. Le temps de cycle pour compléter un moteur varie selon les modèles et le mode opératoire; en général, il se situe aux environs de 4 minutes.

### **La démarche d'analyse**

La démarche suivie est celle décrite dans l'outil d'analyse; essentiellement, elle se structure en cinq modules : 1- entretiens préliminaires, 2- plan d'échantillonnage, 3- identification des facteurs de risque et priorisation des problèmes, 4- identification des déterminants et 5- recherche de solutions.

#### **1- Entretiens préliminaires**

À l'étape des entretiens, un travailleur et un chef de groupe ont été interrogés à l'aide des questionnaires inclus dans l'outil d'analyse. Suite à ces entretiens, il est apparu que les douleurs musculo-squelettiques ressenties touchaient dans les deux cas l'épaule et, dans un cas, le dos. Les difficultés d'exécution du travail mentionnées par le travailleur et le chef de groupe étaient les suivantes : les fréquentes manipulations du moteur, les opérations de connexion des fils, les opérations consistant à assembler certaines pièces (la roue de ventilation et le déflecteur). Les entretiens ont mis aussi à jour les principales variations au niveau de la production. Un modèle a été identifié comme étant plus problématique car il comporte plus d'opérations à effectuer dans un même laps de temps. Le mode d'assemblage varie selon le niveau de production. Dépendant de la quantité à produire, de un à trois travailleurs se répartissent les opérations d'assemblage. À basse production (97 sécheuses/jour), un travailleur effectue toutes les opérations d'assemblage sans toutefois installer le moteur dans la sécheuse. À moyenne production (144 sécheuses/jour), deux travailleurs fonctionnent en parallèle, ils effectuent toutes les opérations d'assemblage et, en plus, installent le moteur dans la sécheuse. À haute production (231 sécheuses/jour), trois travailleurs sont affectés à la production, deux travailleurs réalisent l'ensemble des opérations d'assemblage, alors que le troisième installe le moteur assemblé dans la sécheuse. L'installation du moteur dans la sécheuse s'effectue sur une ligne d'assemblage qui est située perpendiculairement à la station de connexion de fils.

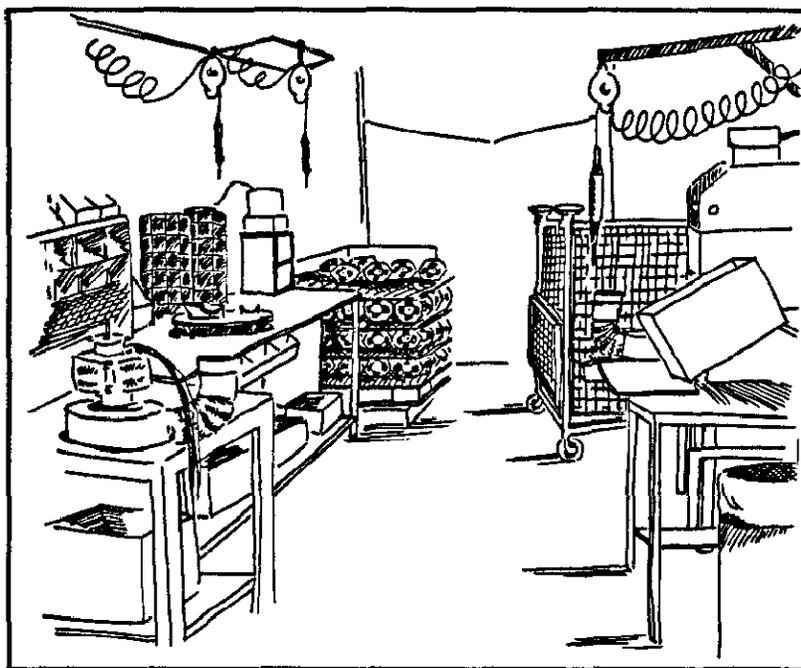


Figure 3.1 : Poste du moteur, vue d'ensemble.

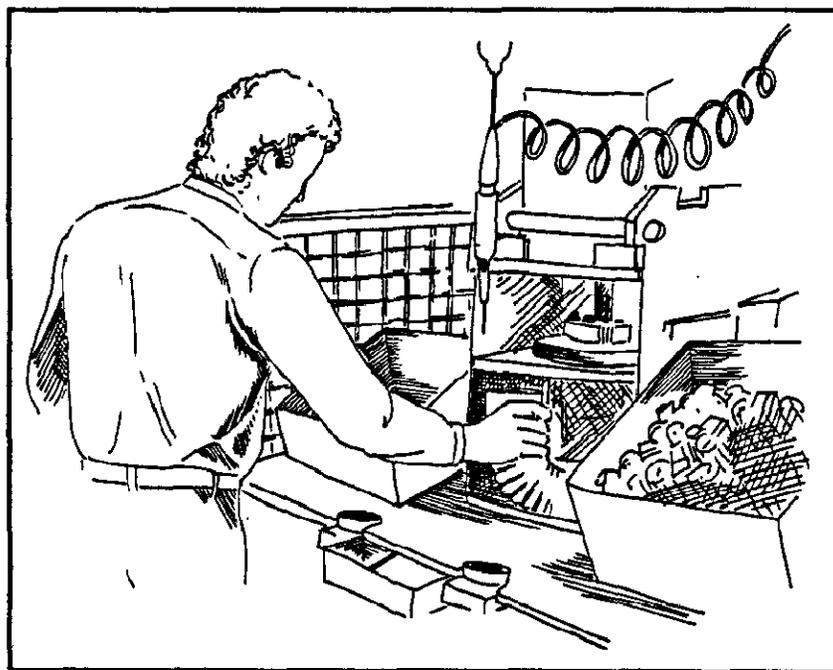


Figure 3.2 : Poste du moteur, perçage du boîtier de ventilation à l'aide d'une presse.

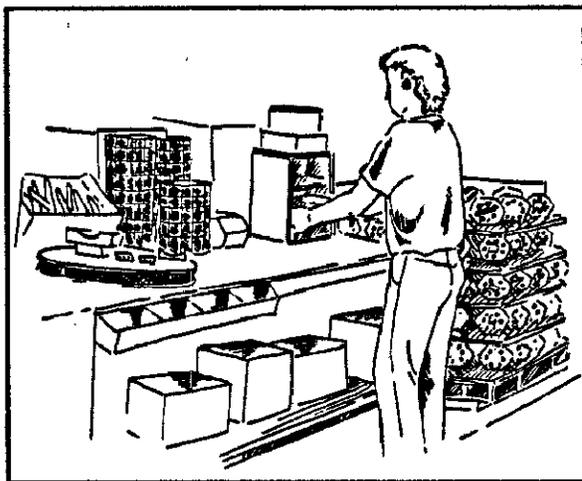


Figure 3.3 : Poste du moteur, installation d'un collet et d'une poulie à l'aide d'une presse.



Figure 3.4 : Poste du moteur, assemblage du boîtier de ventilation au moteur.

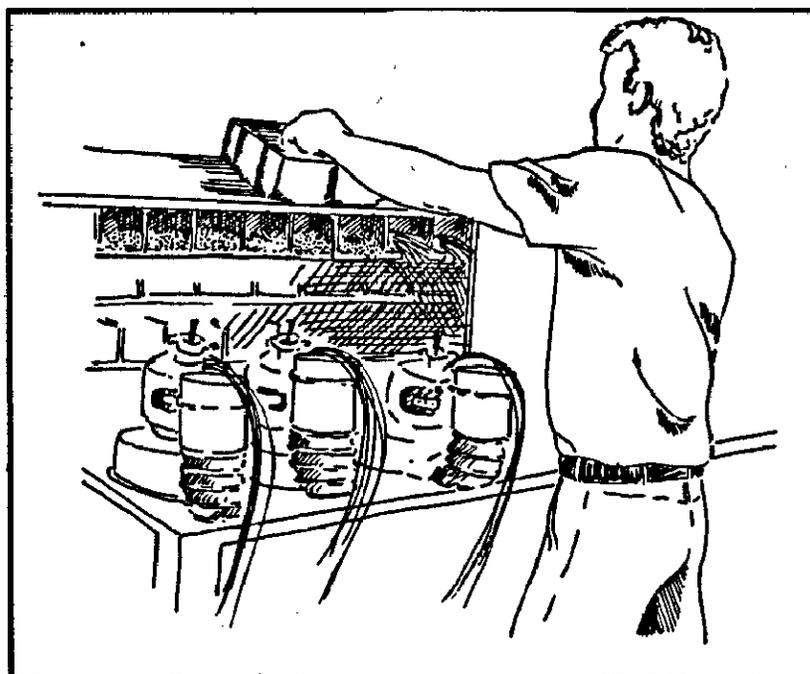


Figure 3.5 : Poste du moteur, connexion des fils au moteur. À noter : flexion marquée de l'épaule lors de la prise des nylons.

## **2- Plan d'échantillonnage**

Un travailleur régulier a été filmé pendant une dizaine de cycles alors qu'il produisait un modèle fréquent mais non identifié comme le plus problématique. Deux autres travailleurs ont été filmés durant quelques cycles alors qu'ils produisaient le modèle identifié comme étant le plus difficile. Ces observations filmées ont aidé à développer des pistes de solutions pouvant être compatibles avec différents types de production.

## **3- Identification des facteurs de risque et priorisation des problèmes**

L'identification des facteurs de risque a été réalisée à l'aide de la grille d'analyse du module-3 de l'outil d'analyse de postes. Cette grille a été complétée à partir d'un cycle de base identifié comme étant représentatif du travail. Comme le demande l'outil d'analyse, le cycle de travail a d'abord été découpé en actions et sous-actions. Au total, pour les quatre stations, 18 actions regroupant 59 sous-actions ont été identifiées. Pour chacune des sous-actions identifiées, le groupe devait noter la présence de facteurs de risque : postures contraignantes, exercice de force, pressions mécaniques et autres.

Selon les données d'experts, 35 des 59 sous-actions comportaient au moins un facteur de risque : 11 cumulaient des problèmes de force et de posture, dix impliquaient uniquement des problèmes de force, alors que 14 s'accompagnaient uniquement de problèmes posturaux. Au niveau des postures, l'épaule était la région la plus souvent touchée (21 sous-actions). Des postures contraignantes au niveau du dos ont été observées pour neuf sous-actions, mais dans la plupart des cas, ces postures ont été considérées par les experts comme étant de faible amplitude. Les problèmes posturaux au niveau des poignets et des avant-bras étaient beaucoup plus rares (respectivement trois et deux cas).

Comme plusieurs sous-actions comportaient des facteurs de risque, il a été important pour orienter la recherche de solutions de prioriser les problèmes. Cette étape de priorisation a été effectuée par le groupe avec la participation du travailleur et du chef de groupe ayant été interrogés. Pour la priorisation, quatre cotes ont été fixées. La cote 1 correspond aux sous-actions qu'on juge les plus à risque et sur lesquelles on doit baser la recherche de solutions. La cote 2 correspond aux sous-actions qu'on juge également à risque et qui devraient être prises en compte lors des améliorations au poste. La cote 3 correspond aux sous-actions dont les facteurs de risque ont été identifiés de faible amplitude; ces opérations pourraient être améliorées si possible, mais la recherche de solutions n'est pas axée sur ces opérations. Finalement, la cote 4 correspond aux sous-actions pour lesquelles aucune amélioration ne semble requise. Au poste du moteur, 15 sous-actions ont été cotées de priorité-1, 11 sous-actions ont été cotées de priorité-2, trois de priorité-3 et 30 de priorité-4. Les sous-actions de priorité-1, 2 et 3 correspondent à des grands types d'opérations. Le tableau 3.1 résume les opérations de priorité-1, 2 et 3, il indique pour ces différentes opérations les problèmes observés, les déterminants primaires identifiés et les pistes de solution envisagées.

Tableau 3.1 : Poste d'assemblage des composants du moteur - Synthèse des problèmes et solutions proposées

PRIORITÉ	OPÉRATION	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS/CAUSES	SOLUTIONS PROPOSÉES
1	Prélever le moteur sur la palette	Posture de l'épaule Force	- Dimensions du poste - Alimentation en matériel	- Diminuer la hauteur de la palette. Installer un "lift" pivotant ayant une base réduite.
1	Manipulations du moteur	Force	- Poids de l'objet - Forme	- Installer un convoyeur de façon à faire glisser le moteur sur un support de montage pour éviter le transfert d'une station à l'autre. Réduire la distance à parcourir entre la dernière station et la table de montage.
1	Visser le boîtier et la roue de ventilation	Force	- Outil	- Installer un bras ergonomique pour réduire l'effort et l'impact dû à l'outil.
1	Connexion des fils	Impact dû à l'outil Force	- Caractéristiques/qualité du matériel - Accès sur le produit	- Non vu par le groupe. - Projet en cours, piloté par une équipe d'ingénieurs.
2	Prendre les fils et nylons	Posture de l'épaule	- Dimensions/alimentation en matériel	- Installer des supports spéciaux pour les fils.
3	Prise des pièces	Posture de l'épaule	- Dimensions/alimentation en matériel	- Réorganiser les opérations pour réduire l'encombrement. - Diminuer la hauteur des contenants. - Ajouter des tables pour disposer le matériel. - Installer une tablette derrière le convoyeur.

Quatre groupes de sous-actions ont été cotées de priorité-1.

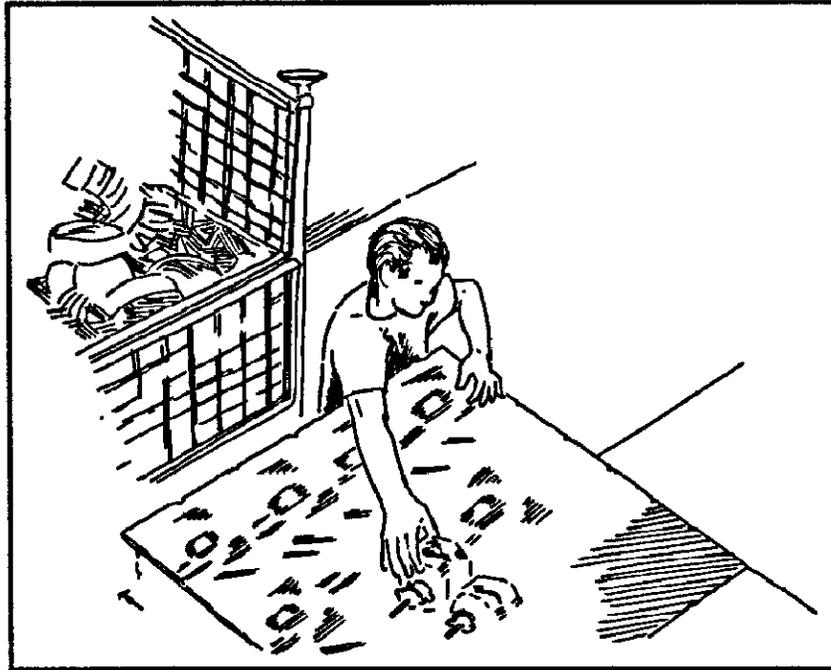
- 1- La sous-action consistant à prélever le moteur sur la palette a été jugée prioritaire en raison d'exigences de force et de contraintes posturales marquées au niveau de l'épaule (voir figure 3.6).
- 2- L'ensemble des sous-actions impliquant la manipulation de moteurs (ex. transport entre les stations) (voir figure 3.7) ont été jugées prioritaires en raison principalement d'exigences de force qui sont accentuées du fait que la prise peut difficilement être une prise en force.
- 3- Les sous-actions consistant à visser le boîtier et la roue de ventilation au moteur ont été cotées 1 en raison d'exigences de force et de posture; des problèmes étaient aussi reliés à l'impact donné par l'outil utilisé.
- 4- Toutes les sous-actions associées à la connexion de fils ont été jugées de priorité-1 en raison d'exigences de force associées à des problèmes de compatibilité entre les terminaux et les connexions. Ces problèmes sont amplifiés du fait que la prise utilisée est une prise "en pincement" (pinch grip) (voir figure 3.8). Ces sous-actions n'ont pas été considérées lors de la recherche de solutions par le groupe car un projet à cet effet était déjà mené par une équipe d'ingénieurs de l'usine.

Un seul groupe de sous-actions a été identifié de priorité-2, il s'agit des sous-actions où l'on doit prendre les fils et les nylons (voir figure 3.5); ces sous-actions s'accompagnent le plus souvent de flexions marquées de l'épaule.

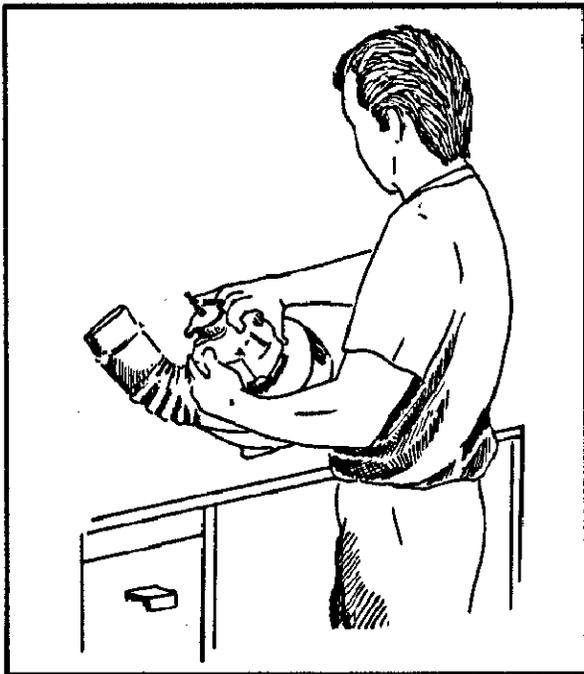
Un groupe de sous-actions a été jugé de priorité-3, il s'agit des sous-actions où l'on doit prendre différentes pièces utilisées pour l'assemblage. Vu la disposition du matériel, la prise de celui-ci s'accompagne souvent de flexions de l'épaule. Le groupe a décidé de s'intéresser à ce problème même si la recherche de solutions n'était pas spécifiquement orientée en fonction de l'approvisionnement en pièces.

#### **4- Identification des déterminants et recherche de solutions**

La recherche de solutions a été d'abord axée autour d'un des problèmes prioritaires, soit les fréquentes manipulations du moteur entre les stations de travail et le transport du moteur de la dernière station à la ligne d'assemblage jouxtant le poste. Le réaménagement s'est articulé autour d'une proposition visant à réduire ce problème. Il a été suggéré par la majorité d'installer un convoyeur à rouleaux mécanisé de sorte que les moteurs puissent être acheminés entre les stations de travail par un support de montage glissant sur le convoyeur. Avant de concrétiser davantage cette solution, plusieurs discussions ont porté sur sa faisabilité. On a d'abord établi quelles devaient être les caractéristiques du convoyeur (dimensions) et du support de montage. Pour que la solution soit compatible au travail, ce support devait être pivotant et



**Figure 3.6 :** Poste du moteur, prélèvement d'un moteur de la palette. À noter : exigences de force et contraintes posturales marquées au niveau de l'épaule.



**Figure 3.7 :** Poste du moteur, manipulation du moteur. À noter : exigences de force accentuées par une prise non optimale.



**Figure 3.8 :** Poste du moteur, connexion des fils. À noter : exigences de force accentuées par une prise en pincement.

pouvoir être "bloqué" sur le convoyeur pour assurer une bonne stabilité lors de la connexion des fils et de certaines opérations d'assemblage. Le groupe devait également s'assurer que cette solution soit économiquement réaliste pour l'usine et que l'installation soit compatible avec tous les types de production.

L'étude de faisabilité s'étant avérée positive, le groupe a procédé à la mise en forme des solutions proposées. À cette étape, le groupe a procédé par simulations à l'aide d'un moteur et de ses composantes et a travaillé sur un plan à l'échelle des différentes stations de travail. À l'aide du plan, les dimensions du convoyeur ont été spécifiées et les différentes stations de travail ont été situées dans l'espace. Les caractéristiques du support de montage ont été précisées : celui-ci doit pouvoir pivoter pour que l'opérateur soit toujours en bonne position par rapport au moteur pour effectuer différentes opérations d'assemblage. De plus, à un endroit précis, le support de montage doit pouvoir être immobilisé sur le convoyeur pour assurer la stabilité nécessaire à la connexion des fils. Par ailleurs, lors du travail de simulation, la répartition des différentes opérations entre les stations de travail a été revue en fonction du réaménagement prévu. Cette redistribution a été faite en fonction de quatre objectifs : 1) effectuer les opérations d'assemblage dans des conditions optimales, 2) équilibrer la charge de travail dans le cas où deux ou trois opérateurs sont présents, 3) réduire l'encombrement de matériel à chaque station, 4) équilibrer les temps entre les différentes stations.

Le deuxième problème considéré dans le réaménagement a été la prise des moteurs sur la palette. Les objectifs fixés pour la recherche de solutions étaient de réduire la hauteur et la profondeur pour permettre des postures de l'épaule plus avantageuses. Des contacts ont été établis avec le fabricant qui a accepté de réduire d'une rangée la hauteur des palettes livrées à la compagnie. De plus, il a été décidé d'installer une plate-forme pivotante; ainsi, quand les moteurs du fond doivent être pris, l'opérateur fait pivoter la palette et est en bonne position pour prélever le moteur. Finalement, des recherches ont été faites pour trouver un "lift" ayant une base peu élevée de façon à maintenir la palette à une hauteur acceptable.

Le troisième problème considéré était relié aux sous-actions de vissage de la roue de ventilation. À cet effet, il a été proposé d'installer un bras ergonomique pour réduire les problèmes reliés au poids et à l'impact donné par l'outil.

Dans la conception du réaménagement, les problèmes de priorité-2 et 3, soient la prise des fils et nylons de même que l'approvisionnement en pièces ont été également pris en compte. Les objectifs visés étaient de réduire l'encombrement et d'ajuster la hauteur des contenants. Les propositions du groupe pour améliorer ces aspects étaient les suivantes : redistribuer les opérations de façon à réduire le matériel requis à chaque station, adapter la hauteur des contenants lors de l'aménagement, ajouter des tables aux deux premières stations pour disposer le matériel, installer une tablette à une bonne hauteur derrière le convoyeur, installer de nouveaux supports donnant plus facilement accès aux fils.

## 5- Bilan et suivi

Une fois la proposition de réaménagement complétée par le groupe, celle-ci a été présentée au chef de groupe et au travailleur concerné. Ils ont approuvé le projet qui a ensuite été soumis à l'administration. Le projet a été accepté et implanté à l'usine; de l'avis de tous, il s'agissait d'un réaménagement majeur. Nous résumons ici les aspects positifs et négatifs du réaménagement.

Les impacts du réaménagement sur les opérations de priorité-1 sont d'abord présentés; il y avait, rappelons-le, quatre groupes de sous-actions ayant été cotées de priorité-1.

Les sous-actions de prélèvement du moteur sur la palette ont été améliorées partiellement. Même si la hauteur des palettes a été réduite par le fabricant, lorsqu'on entame une palette neuve, la hauteur de prélèvement de la première rangée demeure trop élevée; cette difficulté s'estompe après quelques rangées. Les problèmes dus à la profondeur ont été toutefois complètement éliminés car une plate-forme pivotante a été installée au poste. De façon générale, pour ces sous-actions, la posture des épaules a été améliorée.

Les problèmes reliés aux fréquentes manipulations du moteur ont été de beaucoup réduits par le nouveau réaménagement. À l'ancien poste, les travailleurs prélevaient souvent de la palette deux moteurs à la fois, ce qui occasionnait de fréquentes manipulations du moteur. On a estimé qu'à l'ancien poste, les travailleurs avaient à transporter un moteur de cinq à sept fois par cycle. Avec le réaménagement, le travailleur manipule le moteur uniquement à deux reprises. De plus, les distances de transfert ont été réduites : la presse à poulie a été rapprochée de la palette à moteurs et la dernière station d'assemblage a été rapprochée de la station sur la ligne où le moteur doit être inséré dans la sècheuse. Les problèmes de force reliés aux fréquentes manipulations du moteur ont donc été de beaucoup réduits.

Les sous-actions consistant à visser la roue de ventilation au moteur ont été améliorées partiellement. Un bras ergonomique a été relié à l'un des outils utilisés, ce qui réduit l'impact et le poids de l'outil. Cependant, une modification doit être effectuée afin d'améliorer la prise sur l'outil.

Les problèmes de force reliés à la connexion des fils n'ont été touchés, comme nous le verrons, qu'indirectement par le réaménagement. Ces problèmes de force originent en partie d'une mauvaise compatibilité entre terminaux et connexions et font l'objet d'un projet spécial par les ingénieurs de l'usine.

Les sous-actions de prise des fils et des nylons avaient été cotées de priorité-2 car elles impliquaient des flexions de l'épaule. Ces problèmes ont été de beaucoup réduits avec le réaménagement : les fils sont maintenant déposés dans des contenants plus adéquats placés à une meilleure hauteur et les nylons ont été également positionnés à une hauteur plus acceptable.

Les nombreuses sous-actions où l'on doit prendre différentes pièces utilisées pour l'assemblage avaient été cotées de priorité-3. Vu la hauteur des contenants, ces sous-actions impliquaient des flexions de l'épaule. Outre quelques exceptions, ces problèmes n'ont pas été réglés. Il avait été prévu d'installer les contenants sur des supports ajustables qui permettraient de les positionner à une bonne hauteur. Or, les supports installés lors du réaménagement ne sont pas ajustables de sorte que les nouveaux contenants sont encore trop hauts.

Outre ces effets au niveau des facteurs de risque documentés initialement, le réaménagement a eu trois impacts positifs. En premier lieu, la nouvelle disposition des stations de travail réduit les déplacements que l'opérateur doit effectuer. En second lieu, comme nous le verrons, les sous-actions de connexion des fils sont maintenant plus dispersées entre les différentes stations, alors qu'au poste initial, elles étaient concentrées à la dernière station. Ainsi, les efforts inhérents à la connexion des fils sont moins concentrés dans le temps. Par ailleurs, à l'ancien poste, lorsque le niveau de production nécessitait deux ou trois travailleurs, un seul des travailleurs faisait toutes les opérations de connexion. Avec le poste nouvellement réaménagé, lorsque deux ou trois travailleurs seront requis, les opérations de connexion seront réparties entre eux. En troisième lieu, les fils sont maintenant positionnés selon un ordre plus cohérent avec l'activité, ce qui limite les efforts de mémorisation requis.

Malgré les impacts positifs décrits plus haut, le réaménagement a entraîné deux aspects négatifs. Contrairement à ce qui avait été prévu, les fils ne sont pas connectés à la dernière station de sorte que, comme nous l'avons vu précédemment, les opérations de connexion sont maintenant dispersées entre les différentes stations. Dès la première station, des fils sont connectés; ces fils peuvent à l'occasion s'accrocher dans les rouleaux du convoyeur, ce qui gêne les opérateurs. Lors du travail de simulation avec le groupe, nous avons anticipé d'éventuels problèmes reliés aux fils qui pourraient s'accrocher dans le convoyeur. Pour prévenir ces difficultés, nous avons planifié que les opérations de connexion se feraient à la dernière station sur le convoyeur. Après l'implantation, il s'est avéré impossible de connecter les fils à la dernière station, comme nous l'avions prévu. En effet, le support de montage nouvellement fabriqué comportait une manette (pour le faire pivoter) qui gênait l'opérateur dans son travail de connexion. Ce problème n'avait pas été prévu lors de la simulation. L'autre impact négatif est que le convoyeur a été installé plus haut que prévu, ce qui, dans certains cas, entraîne des abductions de l'épaule.

Le nouveau travailleur occupant le poste a été questionné sur sa perception des modifications. Les commentaires ont été recueillis une semaine après l'implantation, où des réaménagements avaient été faits et une formation donnée au nouveau travailleur. Celui-ci s'est montré très satisfait du réaménagement autant au niveau de la production que des aspects ergonomiques. Selon le travailleur consulté, dans l'ensemble, le matériel est mieux positionné et les efforts physiques de beaucoup réduits. De plus, même si le convoyeur est à certains points de vue trop haut, le travailleur s'en montre au contraire très satisfait, car cela facilite la pose du boîtier de ventilation qui s'effectuait auparavant dans une position penchée.

### **3.1.2 Le poste d'insertion des ailettes**

Le poste a été choisi sur la base des perceptions des membres du groupe de travail dont l'un était chef de groupe pour le poste en question. Au moment de l'analyse, le poste existait depuis quelques mois et aucun accident n'avait été déclaré. Après une brève description du poste, les principales étapes de l'analyse seront présentées.

#### **Description du poste**

Il s'agit d'un poste où l'opérateur doit insérer trois ailettes à l'intérieur du tambour ou enveloppe de la sècheuse (voir figure 3.9). Sommairement, le travailleur doit prendre l'enveloppe qui est acheminée par un convoyeur et la déposer sur sa table d'assemblage. Il doit ensuite prélever trois ailettes d'un conteneur et les insérer à l'endroit prévu à l'intérieur de l'enveloppe. Aux sites d'insertion, l'enveloppe est percée de trois orifices dans lesquels doivent s'insérer les renflements de plastique des ailettes. Une fois les ailettes insérées, le travailleur doit visser deux vis pour bien fixer les ailettes. Finalement, l'opérateur doit transférer l'enveloppe terminée de la table d'assemblage à un autre convoyeur. Dépendant de l'opérateur, les actions de vissage des ailettes s'effectuent soit sur la table d'assemblage, soit sur le convoyeur. Au moment de l'analyse, un travailleur régulier occupait le poste et un chef de groupe effectuait le travail sur une base irrégulière et chaque fois, pour de courtes périodes.

#### **1- Entretien préliminaires**

À l'étape des entretiens, le travailleur régulier et le chef de groupe ont été interrogés à l'aide des questionnaires inclus dans l'outil d'analyse. Les deux opérateurs interrogés se sont plaints de douleurs à l'épaule et l'un a également déclaré des douleurs aux doigts et à la main. Les deux opérateurs ont identifié les étapes les plus difficiles comme étant l'insertion des ailettes et la prise des ailettes dans le conteneur. Ce poste implique peu de variations en fonction des différents modèles produits. Au moment de l'analyse, la production était d'environ 675 sècheuses par jour, cela signifie que dans un quart normal l'opérateur doit insérer environ 2 025 ailettes. Le temps de cycle varie peu et se situe aux environs de 30 secondes.

#### **2- Plan d'échantillonnage**

Au moment de l'analyse, seuls deux opérateurs occupaient le poste : le travailleur régulier et le chef de groupe. Il a été décidé de filmer les deux travailleurs notamment parce que l'un était petit et l'autre grand. Comme le poste comportait des contraintes dimensionnelles, il était intéressant d'observer des travailleurs de stature différente. Chacun a été filmé durant trois périodes d'environ 15 minutes chacune, ils ont été observés entre autres lorsque le conteneur d'ailettes était plein, lorsqu'il était à moitié plein et lorsqu'il était vide; ceci afin de mettre à jour les variations des contraintes posturales durant le quart.

### 3- Identification des facteurs de risque et priorisation des problèmes

L'identification des facteurs de risque a été réalisée avec la grille d'analyse du module-3, à partir d'un cycle de base jugé représentatif. Pour mettre à jour différentes sources de variations, d'autres cycles ont ensuite été visionnés. Le cycle de base a été divisé en neuf sous-actions et pour chacune d'elles, le groupe a noté la présence, ou non, de facteurs de risque.

Selon les données d'experts, huit des neuf sous-actions comportaient au moins un facteur de risque : quatre cumulaient des problèmes de force et de posture alors que les quatre autres présentaient uniquement des problèmes d'ordre postural. Au niveau postural, l'épaule était la région la plus souvent touchée, cinq sous-actions s'accompagnaient de flexions de l'épaule. Des postures contraignantes du poignet ont été observées pour deux sous-actions alors que des problèmes au niveau du dos ont été notés pour une seule sous-action.

Le groupe a identifié deux sous-actions de priorité-1 et une sous-action de priorité-2. Trois sous-actions ont été cotées de priorité-3 et les trois autres de priorité-4. Le tableau 3.2 présente les problèmes, les déterminants et les pistes de solutions associés aux sous-actions de priorité-1 et 2. En effet, la recherche de solutions s'est axée principalement autour de ces trois sous-actions. Les deux sous-actions de priorité-1 sont l'insertion des ailettes et la prise des ailettes dans le conteneur. La sous-action d'insertion des ailettes a été retenue en raison d'exigences de force et en raison des pressions mécaniques que cette opération implique (voir figure 3.10). La prise des ailettes a été choisie en raison des problèmes posturaux qui l'accompagnent. Quand le conteneur est plein, ce sont les épaules qui sont taxées et quand il est vide, c'est la posture du dos qui pose problèmes (voir figures 3.11 et 3.12). La sous-action de visser les ailettes a été cotée de priorité-2 parce qu'elle s'accompagne de contraintes au niveau des poignets.

### 4- Déterminants et recherche de solutions

Les problèmes de force reliés à l'insertion des ailettes ont été attribués aux dimensions du poste et à des inégalités au niveau de la qualité des ailettes. Les contraintes posturales lors de la prise des ailettes ont été reliées à des problèmes au niveau de l'alimentation en matériel. Finalement, les contraintes au poignet accompagnant les sous-actions de vissage des ailettes ont été reliées, comme nous l'expliquerons, à des problèmes au niveau de l'outil ou de la méthode de travail.

Le problème de dimensionnement associé à l'insertion des ailettes était aisé à résoudre : la table d'assemblage était légèrement trop haute pour que l'opérateur puisse utiliser le poids de son corps lors de l'insertion. Comme la table était ajustable, il a simplement été décidé de l'abaisser à un niveau permettant une insertion plus efficace.

Les problèmes de qualité des ailettes et d'alimentation en matériel étaient plus difficiles à résoudre. Leur résolution a impliqué de considérer un poste en amont : celui de la fabrication des ailettes. La recherche de solutions a d'abord été axée sur les problèmes d'alimentation en

Tableau 3.2 : Poste d'insertion des ailettes - Synthèse des problèmes et solutions proposées

PRIORITÉ	OPÉRATION	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS/CAUSES	SOLUTIONS PROPOSÉES
1	Insérer des ailettes	Force Pressions mécaniques	- Constance dans la qualité du matériel - Dimensions du poste - Contacts avec surface dure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintenir contacts avec unité de fabrication pour s'assurer de la qualité des ailettes.</li> <li>- Établir hauteur optimale pour l'exercice de forces.</li> <li>- Porter des gants ne nuisant pas au travail pour diminuer les pressions mécaniques.</li> </ul>
1	Prendre ailettes dans conteneur	Posture contraignante de l'épaule (début du conteneur) Posture contraignante du dos (fin du conteneur)	- Dimensions du poste : alimentation en matériel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remplissage en vrac des conteneurs à ailettes.</li> <li>- Aménagement d'une chute à ailettes qui assurerait l'approvisionnement au poste, à une hauteur fixe, convenable pour le travailleur.</li> </ul>
2	Visser l'enveloppe	Posture contraignante du poignet Impact dû à l'outil	- Outil (droit)/méthode de travail	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Essayer un autre outil ou visser sur le convoyeur.</li> </ul>

matériel, l'objectif visé étant que l'opérateur du poste d'insertion soit toujours à une bonne hauteur pour prélever les ailettes du conteneur. Les premières pistes de solutions ont porté sur la modification des conteneurs. Il a été envisagé, par exemple, de doter les conteneurs d'un "faux-fond" de façon à augmenter la hauteur pour les dernières ailettes prélevées. Il a également été envisagé d'insérer un panneau au milieu des conteneurs et de les doter d'une deuxième porte. Cette modification aurait permis de réduire les problèmes de profondeur : au moment approprié, l'opérateur n'aurait eu qu'à pivoter le conteneur pour être dans une position plus adéquate. Ces premières pistes de solutions ont été jugées non faisables. Les ailettes produites sont entreposées dans 23 conteneurs, chacun d'eux contenant environ 1 000 ailettes. Les propositions de modifications des conteneurs ont été rejetées après analyse, car elles réduisaient trop la capacité d'entreposage des conteneurs et impliquaient des modifications trop nombreuses sur chacun des conteneurs.

La seconde piste de solutions analysée a été de modifier le bas des conteneurs de façon à implanter un système de chute au poste d'insertion des ailettes qui permettrait à l'opérateur de prélever les ailettes toujours à une même hauteur permettant une posture adéquate. L'étude de faisabilité de cette piste de solutions a été approfondie. Pour que cette solution soit réalisable, il fallait que les ailettes puissent être entreposées en vrac. Or, au poste de la fabrication des ailettes, la consigne adoptée pour entreposer les ailettes était de les empiler une à une à l'intérieur des conteneurs plutôt que simplement les lancer en vrac (voir figure 3.13). Cette consigne avait été exigée pour éviter des déformations au niveau des renflements de plastique des ailettes.

Le groupe a jugé cette méthode de travail non sécuritaire car elle impliquait pour les opérateurs du poste de fabrication de travailler avec des flexions marquées du dos (voir figure 3.13). Des tests ont été effectués au niveau du poste de fabrication pour vérifier si l'entreposage en vrac nuisait, ou non, à la qualité des ailettes. Des adaptations ont été faites au niveau de la fabrication, entre autres sur les temps de refroidissement des ailettes. Les tests effectués se sont avérés positifs et il a été décidé que les opérateurs du poste de fabrication pourraient lancer les ailettes en vrac et ainsi travailler avec une posture beaucoup plus confortable. Ces tests ont également permis une meilleure communication entre le poste d'insertion et le poste de fabrication des ailettes qui s'est concrétisée par une amélioration de la qualité des ailettes et une plus grande facilité au moment de l'insertion.

La solution du système de chute a été approfondie et une proposition a été formulée par le groupe. Cette proposition impliquait des modifications au niveau du fond des 23 conteneurs, modifications nécessaires pour permettre le déversement des conteneurs dans une chute installée à proximité de l'opérateur du poste d'insertion. Cette proposition de solutions a été reportée pour des raisons économiques. Cette proposition a été estimée à environ 15 000 \$, ce qui a été jugé trop élevé par rapport au problème à régler. Sans soumettre la proposition à la direction, le groupe, d'un commun accord, a décidé de reporter ce réaménagement lorsque le contexte économique sera meilleur.

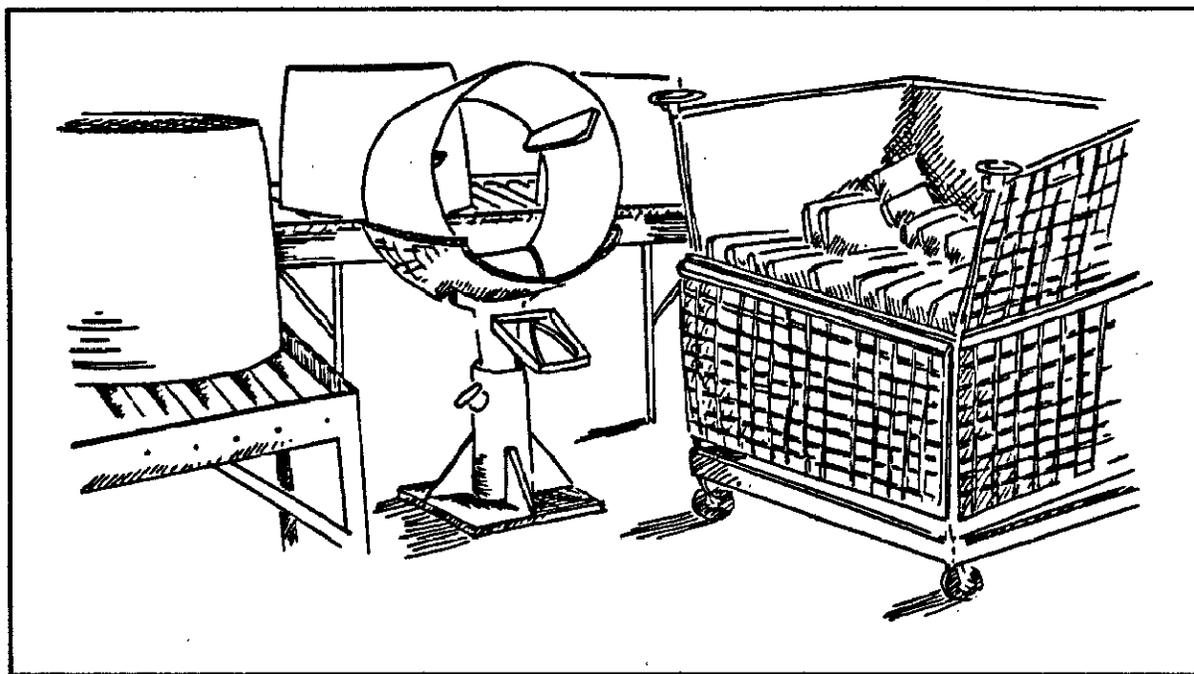


Figure 3.9 : Poste d'insertion des ailettes, vue d'ensemble.

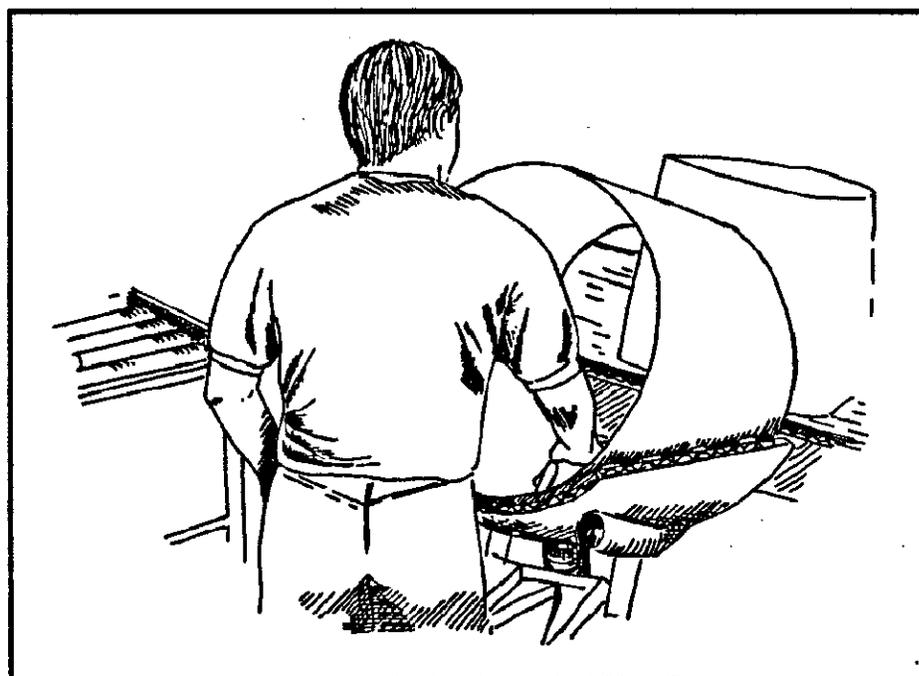


Figure 3.10 : Poste d'insertion des ailettes, insertion des ailettes. À noter : exigences de force, pressions mécaniques.

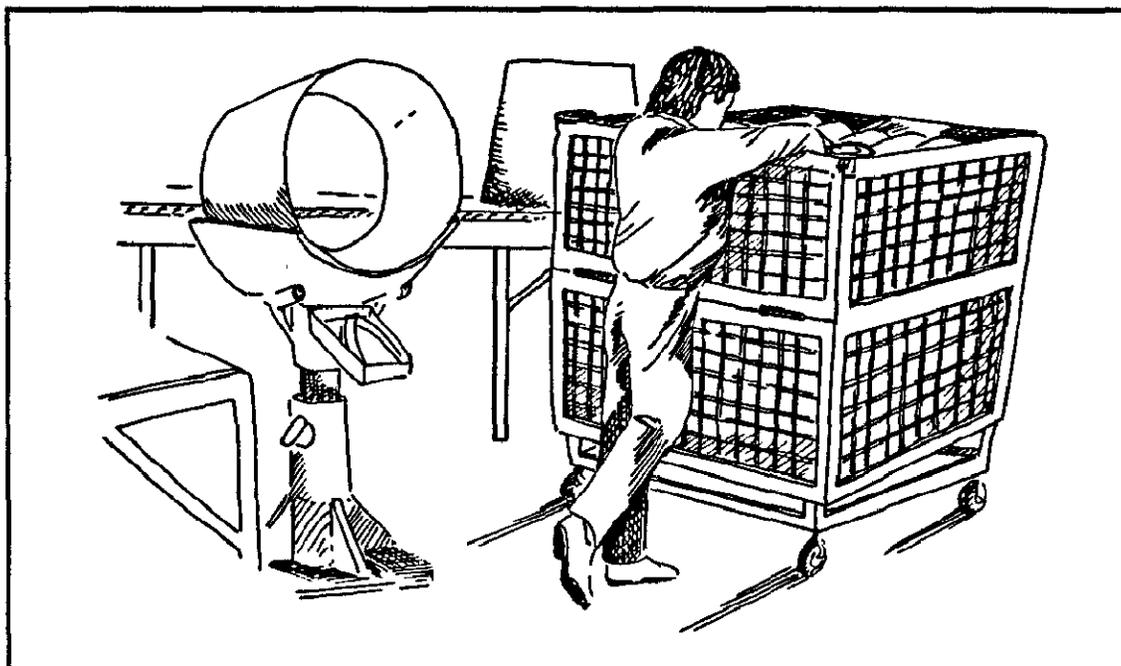


Figure 3.11 : Poste d'insertion des ailettes, prise des ailettes lorsque le convoyeur est plein. À noter : postures contraignantes des épaules.

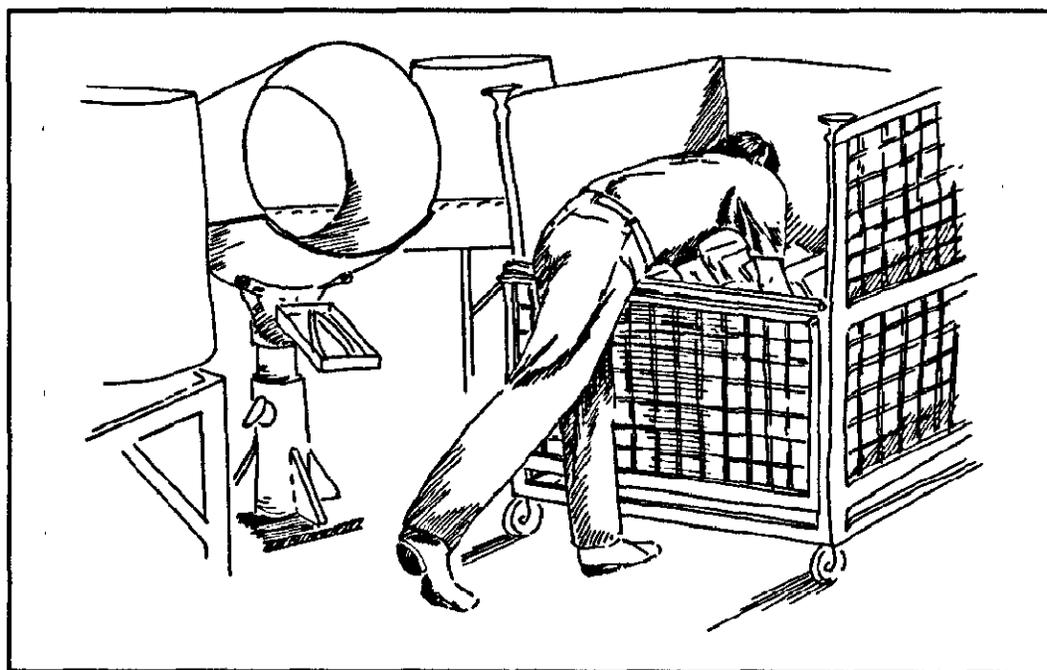
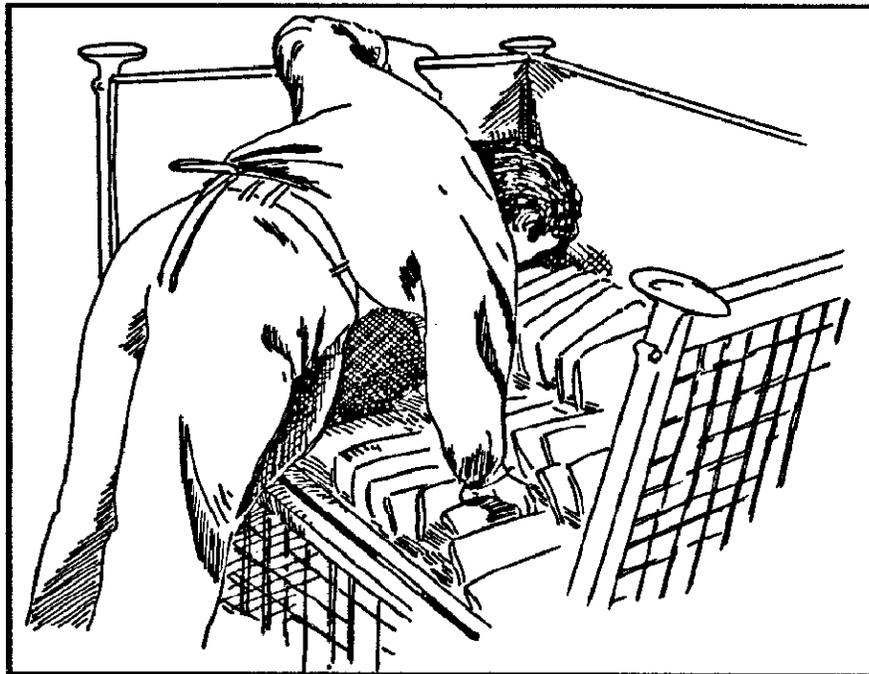


Figure 3.12 : Poste d'insertion des ailettes, prise des ailettes lorsque le convoyeur est presque vide. À noter : posture contraignante du dos.



**Figure 3.13 : Poste de fabrication des ailettes, empilage des ailettes. À noter : flexion marquée du dos.**

La sous-action de vissage pouvait être réglée de deux façons. Comme nous l'avons mentionné auparavant le mode opératoire variait selon l'opérateur. Le travailleur régulier vissait sur le convoyeur avec un outil droit; dans ce contexte, la forme de l'outil était inappropriée et entraînait une déviation du poignet. Le chef de groupe vissait sur la table d'assemblage et, dans ce contexte, l'outil droit était approprié. Il a donc été suggéré au travailleur régulier soit de changer son mode opératoire ou d'essayer un outil de forme différente. Après discussion et essais, le travailleur a dit préférer visser sur sa table de montage, ce qui lui donne une meilleure stabilité et s'est dit inconfortable avec un outil de forme différente.

## **5- Suivi et bilan de l'analyse**

Tous les problèmes jugés prioritaires à ce poste n'ont pu être réglés. Les problèmes d'insertion des ailettes ont été partiellement résolus, d'une part en diminuant la hauteur de travail et, d'autre part, en améliorant la qualité des ailettes par de meilleures communications entre le poste d'insertion et celui de la fabrication.

Les problèmes posturaux marqués des opérateurs du poste de remplissage des ailettes dans les conteneurs ont été résolus complètement par une modification des consignes. Ceux-ci travaillent maintenant avec une posture beaucoup plus confortable.

Les problèmes reliés à l'alimentation en matériel n'ont pu être résolus au moment de la fin du projet, le groupe a cependant manifesté un intérêt à faire un suivi de la proposition et à la présenter lors d'un contexte économique plus favorable.

Finalement, le problème de vissage exprimé par le travailleur régulier n'a pu être résolu.

### **3.1.3 Le poste de la pose du couvercle**

Ce poste a été choisi sur la base des rapports d'accidents de la PME sécheuse et selon la perception des chefs de groupe et des travailleurs. Au cours des deux dernières années, deux accidents se sont produits au poste, l'un ayant entraîné une absence de 40 jours et l'autre, une absence de 15 jours. De plus, des travailleurs et chefs de groupe connaissant le poste ont, d'un commun accord, identifié ce poste comme un poste à risque. Après une brève description du poste, les principales étapes de l'analyse seront présentées.

#### **Description du poste**

Il s'agit d'un poste d'assemblage intégré à une ligne de montage (voir figure 3.14). Sommairement, l'opérateur doit poser un filtre à charpie et coller des étiquettes à l'intérieur de la sécheuse. Il doit ensuite tourner la sécheuse, prendre un couvercle à l'intérieur d'un module, en inspecter la qualité, le positionner puis le fixer sur le dessus du cabinet de la sécheuse (voir figure 3.15). Il doit ensuite prendre un outil et visser deux vis à deux coins du couvercle. Finalement, le travailleur doit de nouveau tourner la machine et la pousser sur la ligne vers la station suivante. Au moment de l'analyse, un travailleur régulier occupait le poste, de même qu'un chef de groupe sur une base irrégulière.

## **1- Entretiens préliminaires**

À l'étape des entretiens, le travailleur et le chef de groupe ont été interrogés à l'aide des questionnaires du module-1. Les deux travailleurs ont déclaré avoir des douleurs à l'épaule et le travailleur régulier a également mentionné des douleurs à l'intérieur de la paume de la main. Les deux opérateurs ont identifié l'étape la plus difficile comme étant l'opération de la pose du couvercle. Le travail varie peu selon les différents modèles produits. Le niveau de production peut, quant à lui, varier et les conditions ont été mentionnées comme plus difficiles à haute production (251 sècheuses/jour). Les travailleurs ont mentionné des inégalités dans la qualité du couvercle, rendant la pose plus difficile. La durée du cycle de base se situe aux environs de 65 secondes.

## **2- Plan d'échantillonnage**

Deux travailleurs ont été filmés : le travailleur régulier et un travailleur remplaçant, chacun durant une quinzaine de cycles. Au moment de l'analyse, la production était de niveau moyen, soit 144 sècheuses par jour; il s'agit du niveau de production le plus fréquent. Il a donc été impossible, au moment de l'analyse, de faire des observations à haute production. Cependant, les contraintes spécifiques à la haute production ont été prises en compte lors de l'identification des risques et de la recherche de solutions.

## **3- Identification des facteurs de risque et priorisation des problèmes**

Comme le veut la méthode, l'identification des facteurs de risque a été réalisée à l'aide de la grille d'analyse du module-3, à partir d'un cycle de travail jugé représentatif. Cependant, d'autres cycles ont été visionnés pour mettre à jour quelques sources de variations. Le cycle de base a été découpé en neuf actions regroupant 19 sous-actions.

Selon les données d'experts, 18 des 19 sous-actions présentaient au moins un facteur de risque : six cumulaient des problèmes de force et de posture; une présentait uniquement des problèmes de force, alors que 11 sous-actions s'accompagnaient uniquement de difficultés posturales. Comme pour les autres postes, au niveau postural, l'épaule était la région la plus touchée; 15 sous-actions s'accompagnaient de postures contraignantes au niveau de l'épaule, le plus souvent il s'agissait de flexions de l'épaule. Seules deux sous-actions s'accompagnaient de postures contraignantes au niveau du poignet; dans les deux cas, il s'agissait d'extensions.

Le groupe a identifié deux sous-actions de priorité-1 et deux sous-actions de priorité-2, les 15 autres sous-actions ont été cotées de priorité-4. Le tableau 3.3 présente les problèmes, les déterminants et les pistes de solutions associés aux sous-actions de priorité-1 et 2. Les deux sous-actions de priorité-1 sont la pose du couvercle sur le cabinet et la mise en tension de la courroie. La pose du couvercle a été retenue parce qu'elle cumulait plusieurs facteurs de risque : exigences de force, postures contraignantes de l'épaule et du poignet et présence de pressions mécaniques. En effet, lors de la pose du couvercle, de façon systématique, l'opérateur doit frapper sur le couvercle à plusieurs reprises avec la paume de la main (voir figure 3.16). La mise en tension de la courroie a été choisie parce qu'elle s'accompagne d'exigences de force et de postures contraignantes du dos et du poignet.

Tableau 3.3 : Poste des couvercles - Synthèse des problèmes et solutions proposées

PRIORITÉ	OPÉRATION	FACTEURS DE RISQUE	DETERMINANTS/CAUSES	SOLUTIONS PROPOSÉES
1	Poser et asseoir couvercle	Postures (poignets-épaules-dos) Force Pressions mécaniques	- Design de la sècheuse - Hauteur du poste - Conception du produit	- Installer cylindre pour baisser la sècheuse. - Modifier le design du couvercle pour pouvoir l'asseoir et le visser sans exercice de forces et de pressions mécaniques.
1	Mettre la courroie en tension	Postures (dos - poignet) Force	- Accès sur le produit - Hauteur du poste - Assemblage nécessaire de la force	- Effectuer cette opération lorsque l'accès sur le produit et la hauteur de travail facilitent la mise en tension de la courroie. Cette solution n'a pas été retenue, car elle implique un changement du concept d'assemblage qui toucherait 4 postes. - À considérer, s'il y a un réaménagement dans cette zone.
2	Prendre couvercle	Postures (épaules - dos)	- Alimentation en matériel	- Implique une modification des modules. Il serait préférable que les dessus soient placés de façon verticale plutôt qu'horizontalement. Cette solution n'a pas été retenue car il n'existe pas de moyen simple d'entreposer les dessus dans le sens vertical sans altérer leur qualité. - À considérer lors du remplacement des modules actuels.
2	Pousser machine à l'autre station	Postures (poignet - dos) Force	- Encombrement de la ligne - Poids des machines	- Automatiser cette portion du convoyeur. Solution non retenue. - À considérer s'il y a une modification du convoyeur actuel.

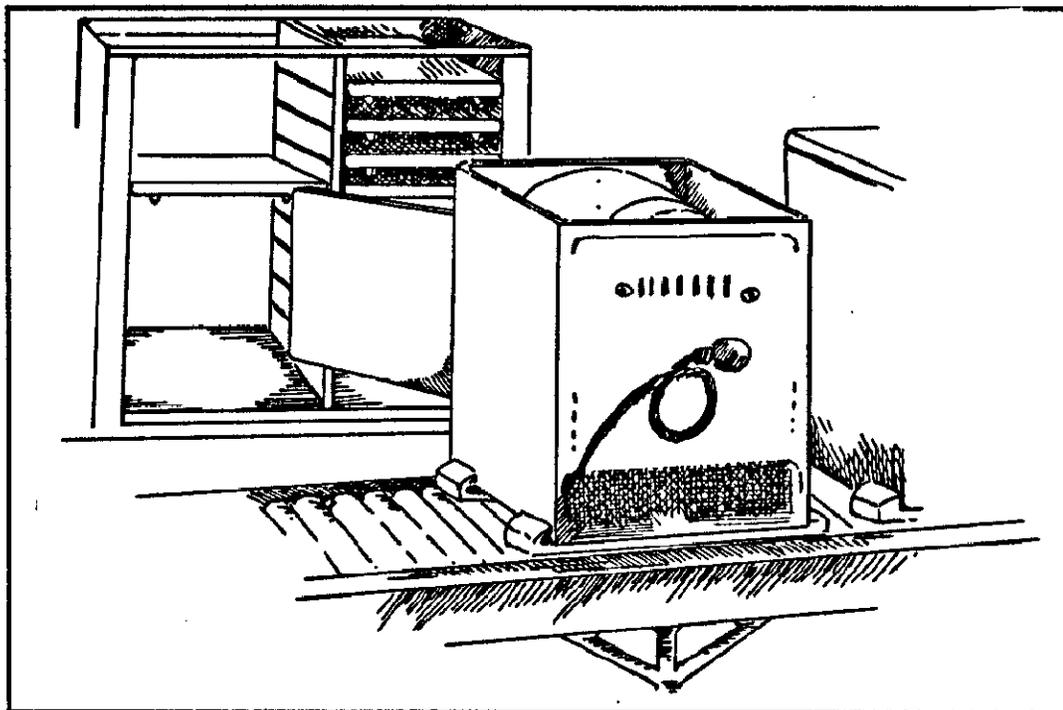


Figure 3.14 : Poste de la pose du couvercle, vue d'ensemble.

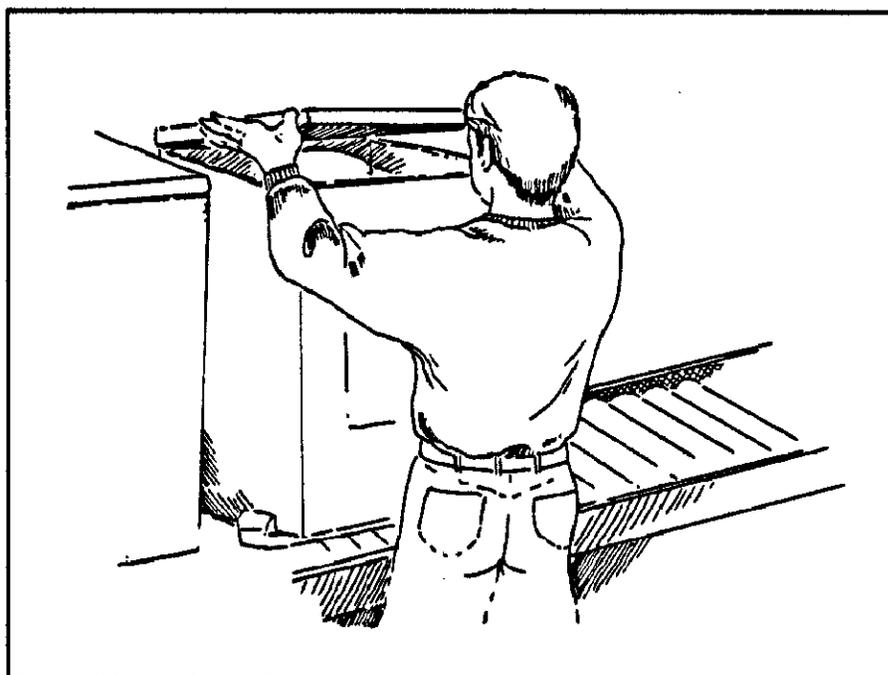
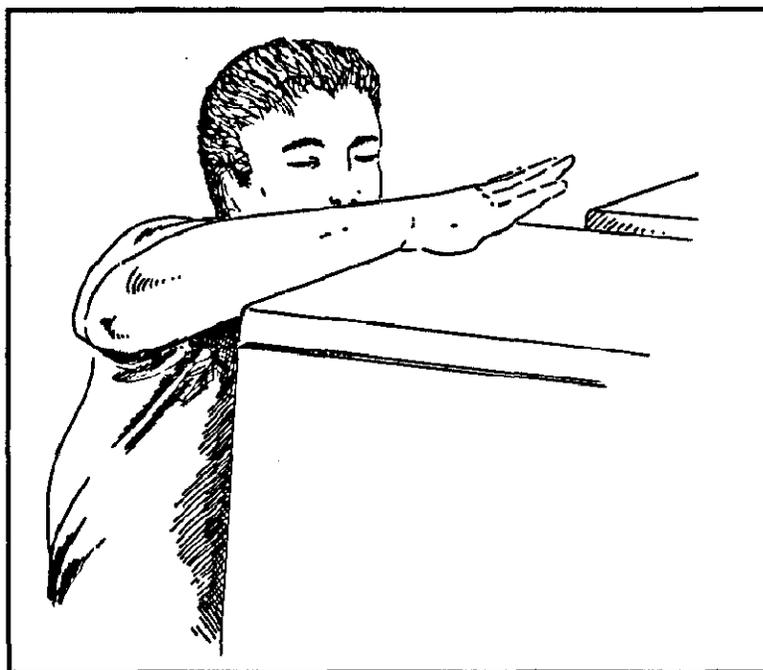


Figure 3.15 : Poste de la pose du couvercle, positionnement du couvercle. À noter : postures contraignantes des épaules et des poignets.



**Figure 3.16 : Poste de la pose du couvercle, insertion du couvercle. À noter : pressions mécaniques, exigences de force, postures contraignantes de l'épaule et du poignet.**



**Figure 3.17 : Poste de la pose du couvercle, prise du couvercle dans le module à moitié vide. À noter : posture contraignante du dos.**

Les deux sous-actions de priorité-2 sont la prise du couvercle dans le module et la sous-action de pousser la machine vers la station de travail suivante sur la ligne. La prise du couvercle dans le module a été priorisée car elle s'accompagne de postures inconfortables de l'épaule lorsque le module est plein, et de problèmes au niveau du dos, quand le module est à moitié vide (voir figure 3.17). La sous-action de pousser la machine a été retenue principalement en raison d'exigences de force.

#### 4- Déterminants et recherche de solutions

Les problèmes reliés à la pose du couvercle sur le cabinet ont été attribués à la hauteur du poste (problèmes posturaux) et au design du couvercle (problèmes de force et de pressions mécaniques). Pour améliorer la posture de l'épaule, le groupe, après discussions, a proposé d'installer sur la ligne un cylindre pneumatique qui permettrait de baisser la sècheuse lors de la pose du couvercle. Les problèmes de force et de pressions mécaniques reliés à la pose étaient plus difficiles à solutionner. À cet effet, le groupe a rencontré un ingénieur et, après discussions, une proposition de modifications au niveau de la fabrication du couvercle et des pièces connexes a été formulée. Ce changement au niveau de la conception éviterait à l'opérateur de frapper avec la paume de la main pour fixer le couvercle. Ce changement de conception présenterait également l'avantage d'améliorer la qualité du produit.

Les problèmes lors de la mise en tension de la courroie ont été reliés principalement à l'accès sur le produit et, à un moindre degré, à la hauteur de travail. C'est en effet, le peu d'espace disponible lors de cette opération qui gêne surtout l'opérateur. Après discussions, le groupe a conclu que la façon de régler ce problème serait d'effectuer cette opération lorsque l'accès sur le produit et la hauteur de travail facilitent la mise en tension de la courroie. Cela signifie qu'il faudrait effectuer cette opération d'assemblage à une autre station sur la ligne. Cette piste de solution n'a pas été concrétisée par le groupe qui l'a jugée non faisable, car elle impliquerait un changement du concept d'assemblage qui toucherait quatre postes. Il a été décidé que cette solution devrait être toutefois considérée s'il y a un réaménagement dans cette zone.

Les problèmes accompagnant la prise du couvercle dans le module, sous-action de priorité-2, ont été essentiellement reliés à des difficultés au niveau de l'alimentation en matériel : quand le module est plein, l'épaule est taxée et quand il est presque vide, l'opérateur doit se pencher. Pour régler ce problème, le groupe a analysé la possibilité de changer la forme des modules de sorte que les couvercles soient placés de façon verticale plutôt qu'horizontale. Cette solution permettrait à l'opérateur d'être toujours à une hauteur convenable. Cette solution s'est avérée non faisable car il n'existe pas de moyen simple d'entreposer les couvercles dans le sens vertical sans altérer leur qualité.

Les problèmes reliés à l'opération de pousser la machine vers l'autre station ont été attribués, d'une part, au poids de la machine et, d'autre part, à l'encombrement de la ligne. En effet, le problème est souvent accentué par le fait que, vers l'aval, deux ou trois machines sont souvent en attente de sorte que l'opérateur doit en fait pousser trois ou quatre machines. À

discussions, la façon de régler le problème consistait à automatiser une portion du convoyeur. Cette piste de solutions n'a pas été approfondie davantage car elle a été jugée non faisable d'un point de vue économique.

## **5- Suivi et bilan de l'analyse**

Au moment de terminer le projet, le groupe complétait une demande de fonds pour la direction. Cette demande portait sur l'installation d'un élévateur et sur des changements au niveau de la fabrication du couvercle. La proposition du groupe a été acceptée et il est prévu de procéder bientôt à l'implantation des changements, ces deux modifications permettront de régler le problème majeur identifié à ce poste. L'analyse effectuée a également permis une modification légère : le système de suspension de l'outil utilisé au poste a été amélioré, il s'agissait cependant d'un problème non priorisé par le groupe.

Pour l'autre sous-action de priorité-1 et les deux sous-actions de priorité-2, les solutions envisagées n'ont pas franchi l'étape de la demande car, comme nous l'avons vu, le groupe les a trouvées pour le moment non faisables, soit pour des considérations économiques, soit pour des incompatibilités avec les exigences de qualité du produit.

### **3.1.4 Le poste de finition de la transmission**

Le poste a été choisi sur la base des perceptions des membres du groupe de travail; au départ, le problème identifié était relié aux manipulations de la transmission.

#### **Description du poste**

Il s'agit d'un poste hors-ligne où l'opérateur doit effectuer les dernières opérations d'assemblage de la transmission avant que celle-ci soit acheminée sur la ligne de montage de la laveuse. Les transmissions sont acheminées à l'opérateur par un convoyeur (voir figure 3.18). Les transmissions sont disposées dans un support de montage glissant sur le convoyeur. De façon générale, l'opérateur assemble quatre transmissions à la fois. Sommairement, l'opérateur doit visser un couvercle à la transmission; il doit ensuite poser des joints d'étanchéité et visser des boulons. Après quoi, il doit visser une poulie à chaque transmission. Finalement, l'opérateur doit prendre et soulever la transmission, la faire pivoter et la déposer dans un convoyeur qui mènera les transmissions jusqu'à la ligne de montage de la laveuse (voir figures 3.19 et 3.20). À la fin du cycle, l'opérateur prélève les supports de montage du convoyeur et les dépose sur un convoyeur de retour (voir figure 3.21).

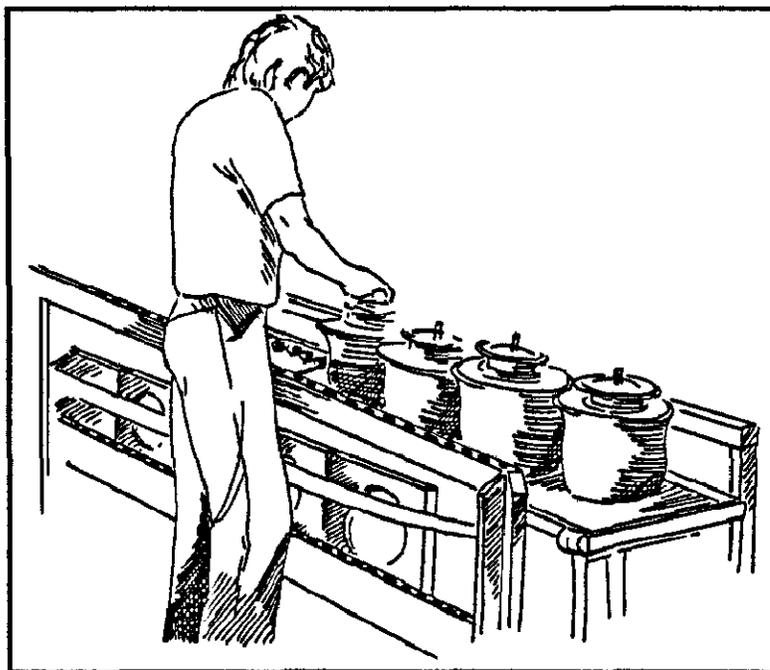


Figure 3.18 : Poste de finition de la transmission, vue d'ensemble.

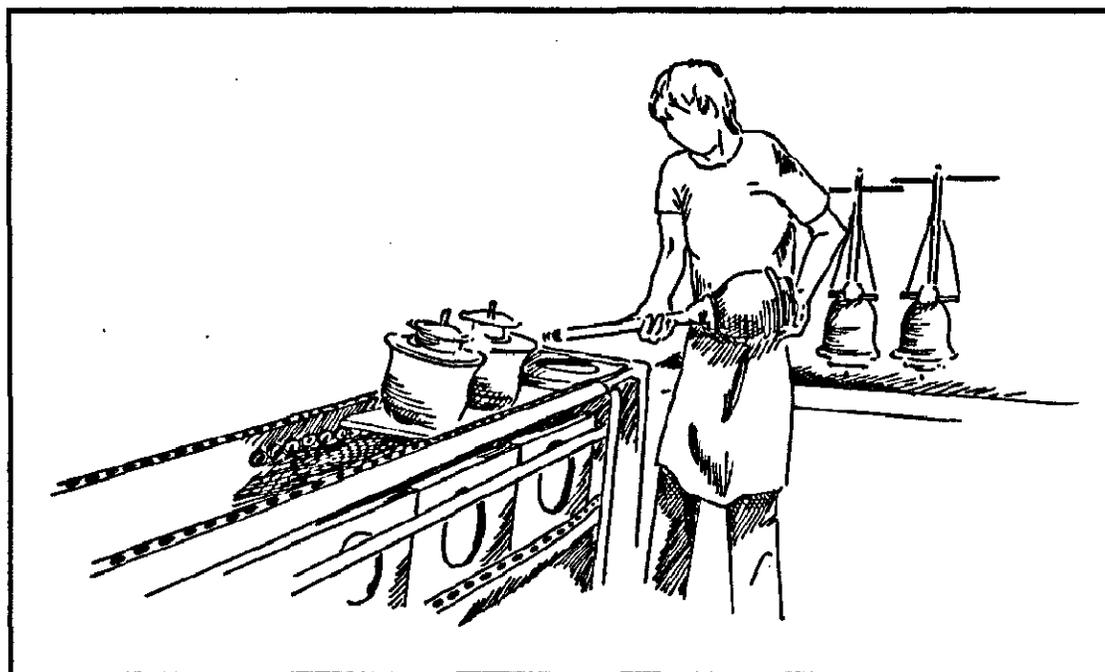


Figure 3.19 : Poste de finition de la transmission, soulèvement et retournement de la transmission.  
À noter : exigences de force.

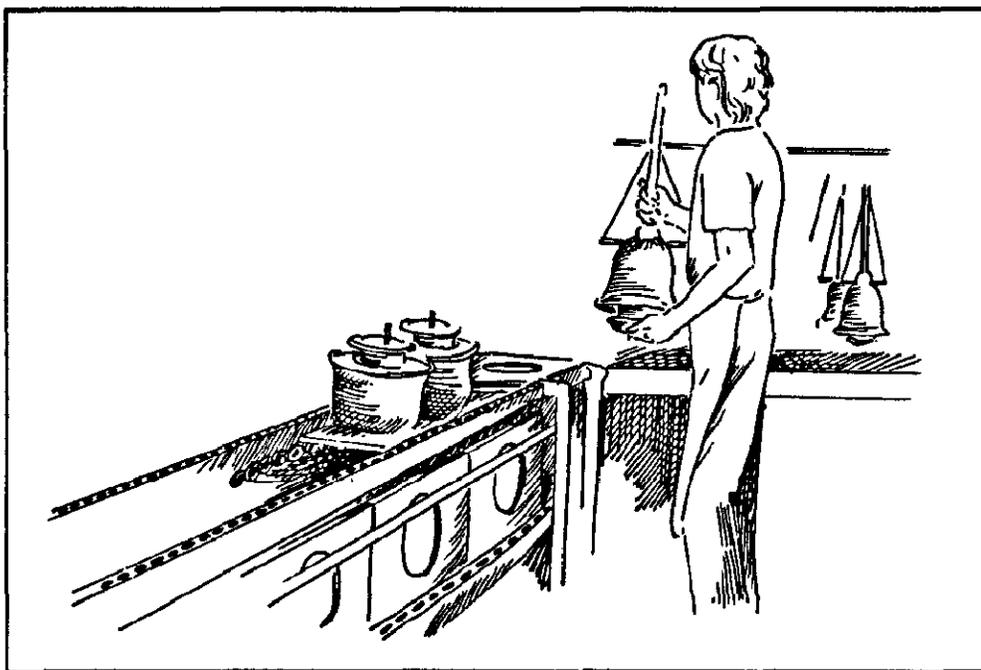


Figure 3.20 : Poste de finition de la transmission, dépôt de la transmission dans un autre convoyeur. À noter : exigences de force.

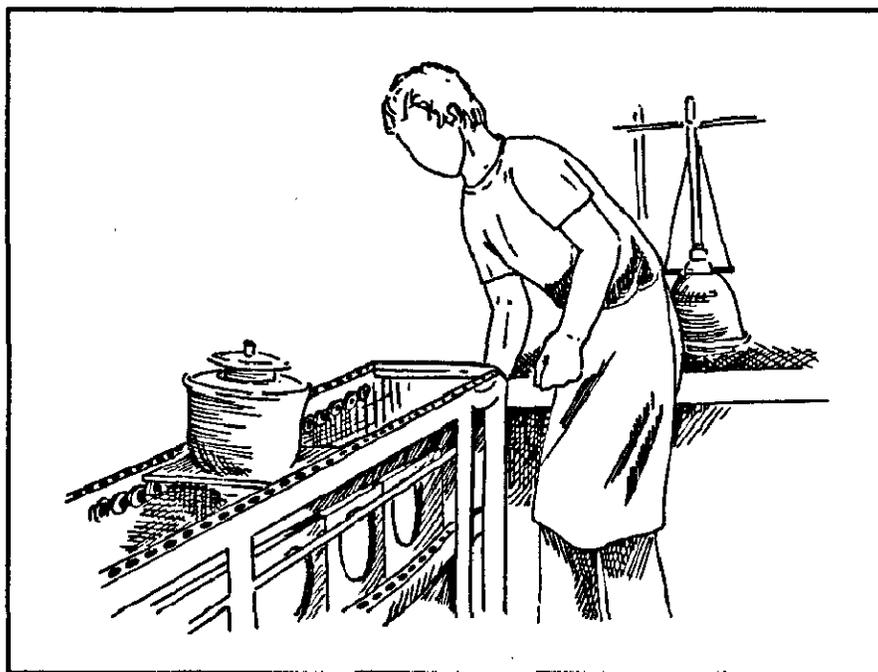


Figure 3.21 : Poste de finition de la transmission, dépôt du support de montage sur le convoyeur de retour. À noter : posture contraignante du dos et exigences de force lorsque le support est poussé.

### **1- Entretiens préliminaires**

À l'étape des entretiens, le chef de groupe qui effectue le travail sur une base irrégulière, et le travailleur régulier ont été interrogés. Seul le travailleur régulier s'est plaint de douleurs au poignet. L'étape identifiée comme la plus pénible par les deux travailleurs était les manipulations de transmissions. Le travail varie peu en fonction des différents modèles produits. Le rythme de production le plus fréquent est de 900 transmissions par jour, à ce rythme, le temps de cycle est d'environ 104 secondes. Dépendant des périodes, le rythme de production peut varier, ce qui entraîne des variations au niveau des modes opératoires.

### **2- Plan d'échantillonnage**

Le plan d'échantillonnage a été limité par les conditions de production au moment de l'analyse. Le travailleur régulier a été filmé pendant deux périodes de 15 minutes, alors que le rythme de production était de 900 transmissions par jour. Les variations associées aux différences de rythme de production n'ont donc pu être filmées; elles ont cependant été prises en compte au moment de l'identification des problèmes et de la recherche de solutions.

### **3- Identification des facteurs de risque et priorisation des problèmes**

L'identification des facteurs de risque a été réalisée avec la grille d'analyse du module-3, à partir d'un cycle de base jugé représentatif. Pour mettre à jour différentes sources de variations, d'autres cycles ont ensuite été visionnés. Le cycle de base a été divisé en cinq actions regroupant 13 sous-actions.

Selon les données d'experts, les 13 sous-actions comportaient au moins un facteur de risque : huit cumulaient des problèmes de force et de posture alors que les cinq autres sous-actions présentaient uniquement des problèmes posturaux. Au niveau postural, l'épaule et le dos étaient le plus fréquemment touchés. Huit sous-actions comportaient des problèmes au niveau de l'épaule, mais dans quatre cas, les experts avaient noté une amplitude légère. Sept sous-actions s'accompagnaient de problèmes au niveau du dos, mais dans six cas, les experts avaient coté une amplitude légère. Deux sous-actions s'accompagnaient de postures contraignantes au niveau du poignet.

Le groupe a identifié trois sous-actions de priorité-1, une sous-action de priorité-2, sept sous-actions de priorité-3 et les deux autres de priorité-4. Le tableau 3.4 présente les problèmes, les déterminants et les pistes de solutions associés aux sous-actions de priorité-1 et 2. Les trois sous-actions de priorité-1 correspondent aux opérations de manipulation de la transmission : la lever du premier convoyeur, la faire pivoter et la déposer dans le second convoyeur. Ces sous-actions ont été priorisées en raison principalement d'exigences de force et de contraintes posturales au niveau des poignets et du dos. La sous-action de priorité-2 correspond au dépôt des fixtures sur le convoyeur de retour. Cette sous-action a été retenue principalement parce qu'elle s'exécute avec une flexion du dos et exige de la force du fait qu'il faut pousser les supports de montage pour qu'ils cheminent dans le retour.

Tableau 3.4 : Poste de finition des transmissions - Synthèse des problèmes et solutions proposées

PRIORITÉ	OPÉRATION	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS/CAUSES	SOLUTIONS PROPOSÉES
1	Prend et lève transmission	Posture du poignet Force	- Poids de la transmission (≈ 12 kg) - Accès sur le produit	- Dispositif sous forme de bras, qui aura pour fonction de lever, retourner et déposer la transmission sur le nouveau convoyeur. - Doit exécuter ces opérations en moins de 20 secondes.
1	Retourne transmission	Posture du poignet et du dos Force	- Accès sur le produit - Poids de la transmission	- Le nouveau convoyeur ne sera plus aérien et mobile.
1	Transporte et dépose transmission sur convoyeur	Posture du dos Force	- Forme et mobilité du convoyeur aérien - Poids de la transmission	- Le retour des "fixtures" sera assuré de façon automatique, dans le nouveau design.
2	Met fixture dans le retour	Posture du dos Force	- Disposition du retour - On doit pousser les "fixtures" pour qu'elles cheminent dans le retour.	

#### **4- Déterminants et recherche de solutions**

Les sous-actions de manipulation de la transmission ont été reliées principalement au poids de la transmission (environ 12 kg) et à l'accès sur le produit, la forme de la transmission permet difficilement une prise en force. La recherche de solutions s'est axée essentiellement sur les manipulations de la transmission. Les problèmes reliés au dépôt de la fixture dans le convoyeur du bas n'ont pas été retenus car un réaménagement prochain au niveau du dimensionnement éliminerait ces problèmes.

En ce qui concerne les manipulations de la transmission, la première piste de solutions envisagée a porté sur la conception d'un dispositif sous forme de bras qui aurait pour fonction de lever, retourner et déposer la transmission sur le convoyeur. Il a été établi que l'outil devrait permettre de travailler rapidement, car autrement, il ne serait pas apprécié des opérateurs. Plusieurs discussions ont aidé à concrétiser l'idée d'un bras mécanique; des contacts ont été effectués auprès de fournisseurs et les premières estimations de coûts ont été jugées trop élevées. Le problème était complexe car il ne s'agissait pas uniquement de transférer la transmission d'un convoyeur à l'autre, mais il fallait également la faire pivoter.

Le groupe a décidé d'appliquer ce concept de solution à un poste en aval moins complexe : le poste d'installation de la transmission sur la suspension de la sécheuse. Ce poste est intégré à la ligne principale de montage de la laveuse. À cette station, le travailleur doit prendre la transmission d'un convoyeur et la déposer sur la suspension pour ensuite la visser sur celle-ci; il n'a donc pas à pivoter la transmission (voir figures 3.22 et 3.23). Ce poste était également jugé à risque car dans les dernières années, il y avait eu deux accidents avec absence et parce que la plupart des travailleurs, qui le pouvaient, quittaient ce poste rapidement.

Le groupe de travail a donc concrétisé le concept d'aide-mécanique au poste d'installation de la transmission. Le problème était plus aisé et les coûts prévus de beaucoup réduits. Un concept a été concrétisé par le groupe et des fournisseurs ont été contactés. Un aide-mécanique a été testé en dehors de la ligne et ses performances ont été jugées acceptables par les membres du groupe et le travailleur occupant le poste. Les caractéristiques du support sur lequel doit s'articuler l'aide-mécanique ont été spécifiées, de même que les caractéristiques de l'accessoire devant prélever la transmission.

#### **5- Suivi et bilan de l'analyse**

Au moment de terminer le projet, le groupe complétait une demande de fonds pour la direction. Cette demande portait sur l'achat de l'aide-mécanique, du support, de même que sur les coûts de fabrication à l'interne des fixtures adaptées à la transmission. Vu le coût estimé des modifications (environ 3 200 \$), le groupe était assuré de l'acceptation par la direction. Les modifications proposées vont permettre de réduire de beaucoup les exigences de force reliées à la manipulation des transmissions, sous-actions qui constituaient le problème prioritaire du poste.

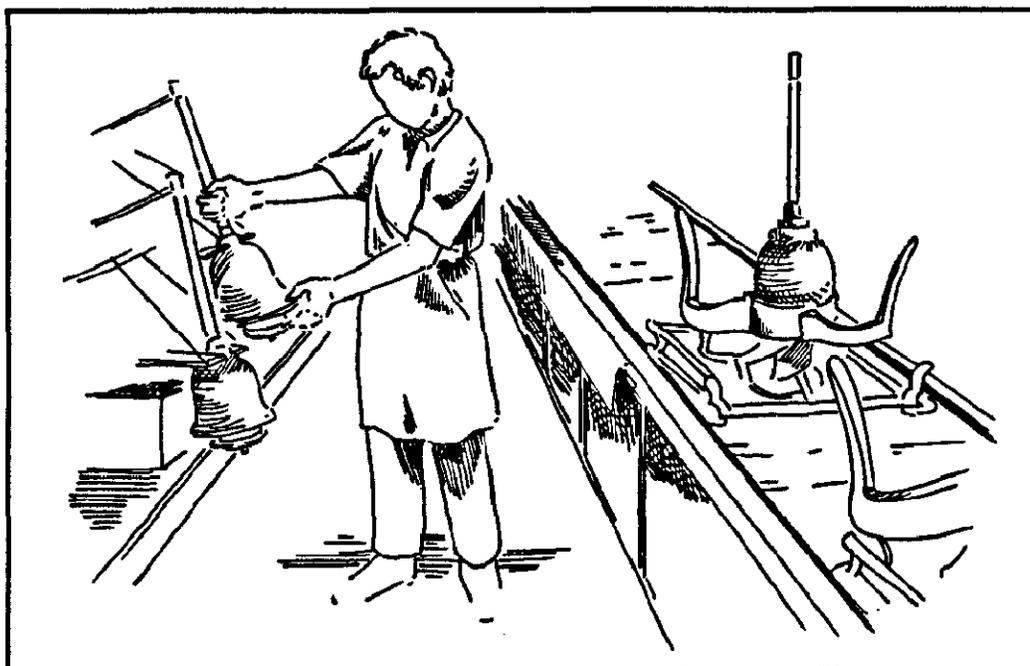


Figure 3.22 : Ligne de montage de la laveuse, soulèvement de la transmission. À noter : exigences de force et posture contraignante de l'épaule.

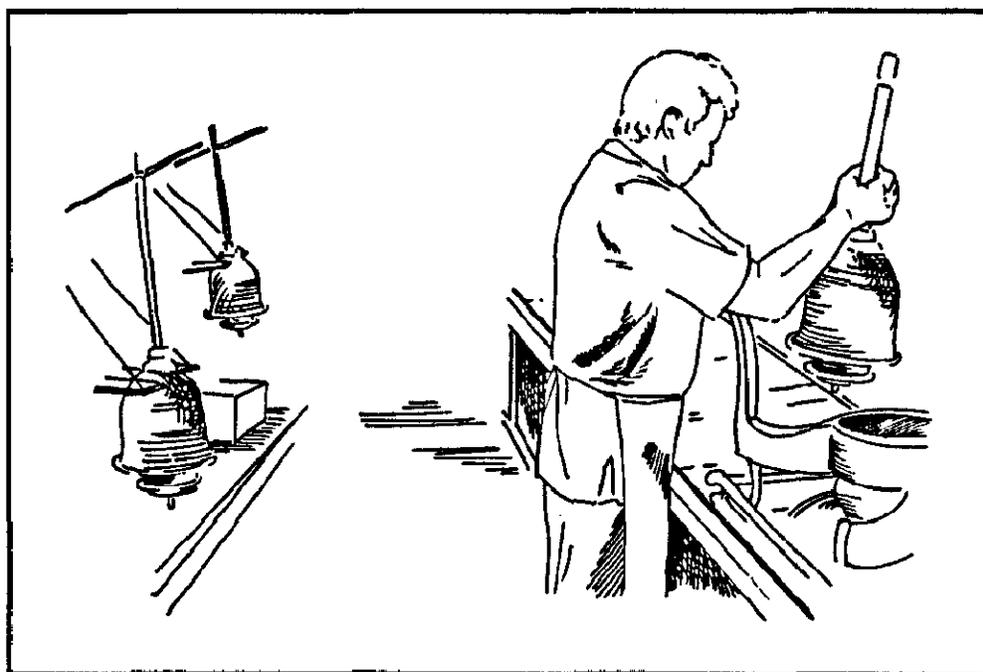


Figure 3.23 : Ligne de montage de la laveuse, dépôt de la transmission. À noter : exigences de force et posture contraignante de l'épaule.

### 3.2 Les résultats obtenus pour l'ensemble des postes étudiés

Comme nous l'avons vu à la section précédente, le nombre d'opérations ou sous-actions documentées variait de neuf à 59, selon les postes. Selon les données d'experts, sur les 100 opérations documentées, 74 présentaient au moins un facteur de risque. Les problèmes les plus fréquents étaient reliés à la posture des épaules (49% des cas, dont 8% ayant eu la notation légère par les experts) et à des exigences de force (40%, dont 17% ayant eu la notation légère). Des problèmes posturaux au niveau du dos ont été identifiés dans 26% des cas (dont 16% ayant eu la notation légère), alors que des postures contraignantes du poignet ont été observées dans 12% des cas (dont un seul cas d'amplitude légère).

Sur les 100 opérations documentées, 29% cumulaient des problèmes de force et de posture, 11% présentaient uniquement des exigences de force, 34% comportaient uniquement des problèmes posturaux et 26% ne présentaient aucun facteur de risque. Sur le total des opérations analysées, 22% ont été cotées de priorité-1, 15% de priorité-2, 13% de priorité-3, alors que la moitié ont été cotées de priorité-4. Le tableau 3.5 indique les types de facteurs de risque associés aux opérations de priorité 1 à 4.

Tableau 3.5 : Les facteurs de risque associés aux opérations de priorité 1 à 4

Niveau de Priorité	Posture et Force		Force seulement		Posture seulement		Aucun facteur de risque		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%
1-	10	45,4%	4	18,2%	5	22,7%	3	13,7%	22	100%
2-	9	60,0%	2	13,3%	4	27,8%	0	0,0%	15	100%
3-	4	31,0%	0	0,0%	8	61,5%	1	7,7%	13	100%
4-	6	12,0%	5	10,0%	17	34,0%	22	44,0%	50	100%
<b>Total</b>	<b>29</b>		<b>11</b>		<b>34</b>		<b>26</b>		<b>100</b>	

Selon les données d'experts, on constate que la majorité des opérations de priorité-1 et priorité-2 cumulaient des problèmes de force et de posture; viennent en second lieu les cas où il y a eu uniquement, soit des problèmes de posture ou soit des problèmes de force. Pour les opérations de priorité-1, il y a trois cas où l'on n'a noté aucun facteur de risque. Il s'agit de cas où des opérations de même type se répétaient et pour lesquels on a négligé de répéter les mêmes facteurs de risque. Outre ces trois erreurs, pour les opérations de priorité-1 et 2, il y avait toujours présence de facteurs de risque. Le profil des opérations de priorité-3 et 4 est différent.

Pour ces types d'opérations, il est plus rare qu'on ait noté à la fois des problèmes de force et de posture, en particulier pour les opérations de priorité-4. Les opérations où l'on a noté uniquement des problèmes de posture sont plus fréquentes, de même que les cas où il n'y avait aucun facteur de risque, en particulier pour les opérations de priorité-4.

Les déterminants primaires des facteurs de risque identifiés étaient variés. Le tableau 3.6 montre, pour les opérations de priorité 1 et 2, les déterminants primaires associés aux différents facteurs de risque. Les cas où les mêmes types de sous-actions se répétaient ont été considérés seulement une fois.

**Tableau 3.6 : Déterminants primaires associés aux facteurs de risque pour les opérations de priorité-1 et 2.**

Déterminants primaires	Posture dos	Posture épaule	Posture poignet	Force	Total
Dimensions du poste	3	4		1	8
Alimentation en matériel	1	5			6
Qualité du matériel				2	2
Outil			1	1	2
Méthode de travail			1		1
Poids d'un outil, pièce, objet				4	4
Forme, accès sur le produit	2	1	1	5	9
Conception du produit				1	1

Comme le tableau précédent l'indique, les problèmes posturaux au dos et aux épaules sont le plus souvent reliés à des questions de dimensions de poste et d'alimentation en matériel. Les problèmes de force sont, quant à eux, plus souvent associés au poids des outils, pièces et objets de même qu'à la forme et à l'accès sur le produit. Comme nous l'avons vu à la section précédente, pour chacun des postes considérés, suite à la démarche d'analyse, des solutions applicables ont été mises en forme. Les solutions proposées couvrent un large spectre touchant entre autres, des aménagements dimensionnels, l'amélioration des communications entre services pour les problèmes de qualité et des réajustements au niveau de la conception des pièces.

### 3.3 La durée requise pour les différentes étapes de la démarche d'analyse

Le tableau 3.7 présente, pour les quatre postes étudiés, le nombre de réunions requises pour chacune des étapes de la démarche d'analyse de postes; rappelons que les réunions s'effectuaient sur une base hebdomadaire et duraient une heure.

**Tableau 3.7 : Durée requise pour chaque étape de la démarche d'analyse**

	Groupe sècheuse			Groupe laveuse
	Poste-1 (ailettes)	Poste-2 (moteur)	Poste-3 (couvercle)	Poste-4 (transmission)
	Nombre de réunions	Nombre de réunions	Nombre de réunions	Nombre de réunions
Informations préliminaires (module-1)	1	1	2,5	2
Plan d'échantillonnage et identification des facteurs de risque (modules-2 et 3)	1,5	2,5	2,0	1,5
Priorisation et recherche des déterminants (module-4)	0,5	2,0	1,0	0,5
Travail sur les solutions (module-5)	2	7	2,5	8
Préparation du dossier pour présentation à l'administration	---	2,0	1,0	1,0
Suivi du dossier	1,5	2	---	---
Nombre total de réunions	6,5	16,5	9,0	13,0

Comme l'indique le tableau précédent, le nombre de réunions requises pour l'analyse d'un poste est fonction de sa complexité. C'est le poste-2, le poste d'assemblage de composantes au moteur, qui a nécessité le plus de travail. Cela s'explique en partie par le fait qu'il s'agissait d'un poste regroupant quatre stations de travail et par le fait que le groupe a effectué un réaménagement majeur au poste. Le poste-4, le poste de finition de la transmission, a nécessité 13 réunions. La durée d'analyse a été augmentée du fait que la solution a été finalement concrétisée pour un poste en aval, il a donc fallu en cours de route s'intéresser à un autre poste. La durée a également été allongée parce que la mise en forme de la solution a impliqué des contacts avec des fournisseurs, ce qui a occasionné des délais. L'analyse du poste-3, le poste d'assemblage du couvercle de la sècheuse, a nécessité 9 réunions. Le fait que la mise en forme de la solution pour ce poste ait nécessité des contacts avec des ingénieurs du produit a contribué à augmenter un peu la durée de l'analyse. C'est le poste-1, le poste d'insertion des ailettes, qui a nécessité la durée d'analyse la plus restreinte. Cependant, comme on l'a vu à la section 3.1.2, les problèmes à ce poste n'ont été réglés que partiellement, puisque l'application d'une des avenues de solutions a été reportée.

Quand on examine la durée requise pour chacune des étapes de l'analyse, on constate que, de façon générale, c'est la recherche de solutions qui est l'étape la plus longue; la durée de cette étape varie, selon les postes, de deux à huit réunions. C'est pour les postes 2 et 4 que la recherche de solutions a été la plus longue; dans les deux cas, du travail significatif a été consacré à des simulations. On constate également que l'étape d'identification des facteurs de risque avec la grille du module-3 n'est pas l'étape la plus longue; elle a impliqué, selon les postes, de 1,5 à 2,5 réunions.

Pour les deux groupes, nous avons également compilé le nombre de réunions annulées à cause de problèmes de libérations de même que le nombre de réunions dont les discussions ont porté sur les problèmes d'organisation du groupe. Pour le groupe de la sècheuse, une seule réunion a été annulée et trois réunions ont été occupées à discuter de problèmes d'organisation tels que l'horaire des réunions et les difficultés à obtenir des libérations. Pour le groupe de la laveuse, trois réunions ont été annulées pour des problèmes de libérations et une réunion a été passée à discuter de problèmes organisationnels.

### **3.4 Comparaison entre les résultats d'experts et ceux des groupes de travail**

Comme cela a été expliqué à la section méthodologie, pour chacun des postes, la grille d'identification des facteurs de risque a été remplie, d'une part, par les groupes et, d'autre part, par deux chercheurs-ergonomes du projet. L'objectif de cette comparaison était de vérifier si les groupes pouvaient identifier de façon fiable les différents facteurs de risque reliés à chacune des sous-actions. Cette section résume les résultats de cette comparaison.

Pour l'ensemble des quatre postes, au total 100 sous-actions ont été documentées. Pour 22% de ces sous-actions, les groupes n'ont noté aucun facteur de risque, alors que les experts en avaient identifié au moins un. Dans la grande majorité des cas (82%), il s'agissait de sous-

actions cotées de priorité-3 et 4; dans un cas, il s'agissait d'une opération de priorité-2, alors que dans trois cas, il s'agissait de sous-actions de priorité-1. Ces trois derniers cas correspondent en fait à des erreurs de notation au niveau de la grille; il s'agissait dans les trois cas de sous-actions se répétant et pour lesquelles le groupe a sans doute négligé de reproduire les mêmes facteurs de risque. Si on exclut ces trois erreurs, le nombre de sous-actions pour lesquelles les groupes n'ont identifié aucun facteur de risque alors que les experts en ont identifié est de 19. Une analyse plus détaillée des facteurs de risque identifiés par les experts pour ces 19 cas a été effectuée. Dans 37% des cas (7/19), les experts avaient noté les facteurs de risque présents comme étant d'amplitude légère, dans un cas les experts avaient noté la présence de force et dans un autre cas, ils avaient noté la présence de postures contraignantes au niveau du poignet. Dans les cas restants (52,7%, 10/19) il s'agissait de sous-actions pour lesquelles les experts avaient identifié uniquement un problème au niveau de l'épaule.

Le tableau suivant présente, pour l'ensemble des quatre postes étudiés, les résultats des comparaisons effectuées entre les données d'experts et celles des groupes pour les postures des poignets, des épaules, du dos et pour les problèmes de force.

**Tableau 3.8 : Comparaison entre les résultats obtenus par les experts et les groupes de travail pour l'ensemble des quatre postes étudiés**

	Posture des poignets	Posture des épaules	Posture du dos	Force
<b>Concordance experts-groupes <sup>(1)</sup></b>	84%	61%	70%	74%
<b>Faux négatifs <sup>(2)</sup></b>	5%	28%	11%	18%
<b>Notation légère <sup>(3)</sup></b>	(1%)	(7%)	(10%)	(13%)
<b>Faux positifs <sup>(4)</sup></b>	9%	5%	6%	2%
<b>Erreur d'identification <sup>(5)</sup></b>	2%	6%	13%	6%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%

<sup>1</sup> : les experts et les groupes ont identifié les mêmes facteurs de risque ou ont identifié de façon concordante l'absence de risque.

<sup>2</sup> : les experts ont identifié un facteur de risque alors que les groupes n'ont rien identifié.

<sup>3</sup> : les experts ont précisé que le facteur de risque était d'amplitude légère.

<sup>4</sup> : les experts n'ont rien identifié alors que les groupes ont identifié un facteur de risque.

<sup>5</sup> : les experts et les groupes ont identifié un facteur de risque, cependant, la modalité diffère.

Par exemple, les experts ont identifié une torsion du dos alors que les groupes ont identifié une flexion du dos.

Pour les 100 sous-actions évaluées, le tableau précédent montre que, dépendant des paramètres, les cas où il y a concordance parfaite entre les experts et les groupes varient de 61 % à 84 %. C'est pour la posture de l'épaule que la concordance est la plus faible (61 %). Les cas identifiés comme faux négatifs sont ceux où les experts ont identifié un facteur de risque alors que les groupes n'ont identifié aucun problème. Pour certains de ces cas faux négatifs, les experts avaient spécifié que le facteur de risque était de faible amplitude, leur proportion est indiquée entre parenthèses. On constate que pour le dos et la force, la majorité des cas de faux négatifs sont des cas où le facteur de risque avait été qualifié de faible amplitude. Pour l'épaule cependant, dans la majorité des cas, l'amplitude n'avait pas été notée comme légère.

Les cas où les groupes ont identifié un problème, alors que les experts n'ont rien identifié, ont été classés comme des faux positifs; ces cas sont en général peu fréquents, ils varient selon les paramètres de 2 % à 9 %. La dernière ligne du tableau présente les erreurs que nous avons classées erreurs d'identification. Dans ces cas, les experts et les groupes ont identifié un facteur de risque mais il y a non-concordance dans l'identification du problème. Il s'agit des cas où, par exemple, les experts ont identifié une torsion du tronc alors que les groupes ont identifié une flexion; ou des cas où il y a par exemple confusion entre une déviation cubitale du poignet et une extension. Dépendant des paramètres, ces erreurs varient de 2 % à 19 %; elles sont plus fréquentes pour la posture du dos et l'identification des problèmes de force.

La comparaison des résultats des experts et ceux des groupes a été également effectuée pour chacun des postes étudiés. Le tableau 3.9 résume les résultats obtenus. Comme l'indique ce tableau, pour le poste-2, la concordance entre les experts et les groupes est meilleure quel que soit le paramètre étudié. En ce qui concerne les cas de faux négatifs, en général les résultats sont moins bons pour les postes-3 et 4. Pour le poste-4, dans la majorité des cas de faux négatifs, les experts avaient identifié le facteur de risque comme étant peu marqué. Pour le poste-3, la même situation prévaut pour l'identification de la force, alors que pour l'épaule seule une faible proportion des cas avait été identifiée de faible amplitude. Pour le poste-3, le groupe a donc sous-estimé fréquemment les problèmes au niveau de l'épaule. Comme nous le verrons lors de la discussion, il s'agissait du troisième poste étudié par le groupe de la sècheuse, il a donc été analysé longtemps après la formation reçue. Nous avons constaté, pour ce poste, que le groupe utilisait la grille de façon moins systématique et avait tendance à ne pas noter les contraintes posturales associées à des sous-actions qu'il jugeait à priori non pénibles.

**Tableau 3.9 : Comparaison des résultats obtenus par les experts et les groupes de travail pour chacun des postes étudiés.**

	<b>Poste-1 (alettes) N=9 n, %</b>	<b>Poste-2 (moteur) N=59 n, %</b>	<b>Poste-3 (couvercle) N=19 n, %</b>	<b>Poste-4 (transmission) N=13 n, %</b>
<b>Concordance experts-groupes</b>				
<b>Poignets</b>	7, 78%	54, 91%	14, 74%	9, 69%
<b>Epaules</b>	4, 44%	43, 73%	8, 42%	6, 46%
<b>Dos</b>	7, 78%	47, 80%	12, 63%	4, 31%
<b>Force</b>	5, 56%	48, 81%	12, 63%	9, 69%
<b>Faux négatifs (amplitude peu marquée)</b>				
<b>Poignets</b>	0, 0%	1, 2%	1, 5%, (0%)	3, 23%, (8%)
<b>Epaules</b>	2, 22%, (0)	11, 19%, (5%)	11, 58%, (5%)	4, 31%, (23%)
<b>Dos</b>	1, 11%, (11%)	5, 8% (8%)	0, 0%	5, 38%, (31%)
<b>Force</b>	2, 22%, (22%)	7, 12%, (5%)	5, 26%, (26%)	4, 31%, (23%)
<b>Faux positifs</b>				
<b>Poignets</b>	1, 11%	4, 7%	3, 16%	1, 8%
<b>Epaules</b>	1, 11%	2, 3%	0, 0%	2, 15%
<b>Dos</b>	1, 11%	3, 5%	1, 5%	1, 8%
<b>Force</b>	1, 11%	0, 0%	1, 5%	0, 0%
<b>Erreur d'identification</b>				
<b>Poignets</b>	1, 11%	0, 0%	1, 5%	0, 0%
<b>Epaules</b>	1, 11%	3, 5%	0, 0%	1, 8%
<b>Dos</b>	0, 0%	4, 7%	6, 32%	3, 23%
<b>Force</b>	1, 11%	4, 7%	1, 5%	0, 0%

### **3.5 L'appréciation de la démarche et de l'outil d'analyse par les groupes de travail**

Tel que décrit dans la méthodologie, des entretiens ont été effectués auprès des deux groupes de travail à la fin du projet. Cette section résume les résultats obtenus.

#### **3.5.1 Le module-3 : la grille d'identification des facteurs de risque**

Tous les participants ont dit juger essentiel de travailler à partir de vidéos des postes. Cela permet une analyse plus détaillée et aide à voir le poste sous différents angles. Un participant a mentionné qu'il était aussi important de faire des observations directes sur le terrain, car le film peut ne pas être une représentation exacte de la réalité.

Tous les participants ont jugé important de faire un découpage du cycle de travail en fonction des différentes opérations effectuées. Un groupe a souligné, cependant, une certaine confusion entre les actions et les sous-actions. On nous suggère d'éliminer cette distinction, tout en continuant à découper le cycles en fonction des différentes étapes du travail. Les deux groupes n'ont pas jugé superflu de procéder à l'identification des facteurs de risque pour les différentes sous-actions identifiées. À ce propos, un groupe a souligné qu'il n'était pas important d'aller très en détail pour les sous-actions que l'on juge à priori non problématiques. Dans les deux groupes, il y a eu un consensus très marqué à l'effet que la terminologie utilisée était trop complexe. Tous ont souligné qu'il était difficile de mémoriser les noms des postures tels que l'abduction, les déviations radiale et cubitale, etc. Les membres ont dit qu'il serait préférable de noter pour les différentes articulations s'il y a, ou non, un problème sans toutefois indiquer le terme exact de la posture contraignante.

#### **3.5.2 Le module-2 : le recueil des informations préliminaires**

Tous les participants ont jugé cette étape essentielle. Selon eux, la perception des travailleurs concernés est indispensable à l'étude d'un poste. Les usagers ont dit apprécier nos questionnaires car ils n'incluent pas d'informations personnelles que le groupe juge non pertinentes à l'analyse : par exemple, le fait de bien s'entendre, ou non, avec la direction; le type de loisirs des travailleurs, etc.

#### **3.5.3 Les modules 4 et 5 : la recherche des déterminants et des solutions**

Les deux groupes ont mentionné qu'il était aisé d'identifier les déterminants des problèmes et que le module-4 pouvait les guider à cet effet. Tous les participants ont jugé essentielle l'étape de priorisation des problèmes et tous ont insisté également sur la nécessité d'intégrer les travailleurs concernés à cette étape. Pour les groupes, il est important de prioriser car il n'apparaît pas réaliste de régler tous les problèmes à un poste donné.

Les deux groupes ont apprécié les efforts apportés lors des simulations destinées à la mise en forme des solutions. On nous a souligné qu'il faudrait même accorder plus de temps à ces simulations et, quand c'est possible, effectuer ces simulations dans des conditions se rapprochant davantage des conditions réelles.

Tous les participants ont souligné l'importance du suivi à apporter jusqu'au moment de l'implantation et dans les premiers jours suivant l'implantation. Selon eux, deux personnes devraient être responsables du suivi : le concepteur de méthodes ou l'ingénieur responsable de l'implantation de même qu'un des membres du groupe de travail. Les deux groupes ont souligné à cet effet qu'il leur apparaissait normal d'allouer deux semaines avant que le changement introduit soit opérationnel et que les opérateurs concernés soient bien adaptés au changement.

### **3.5.4 Le module-2 : le plan d'échantillonnage**

À la question concernant le choix des conditions dans lesquelles filmer, les participants ont mentionné l'importance de faire deux sessions d'observations dans un même quart car les méthodes de travail diffèrent souvent en début et en fin de quart; par ailleurs, on a souligné l'importance de faire des observations dans les conditions de production les plus difficiles. Aucun des groupes, cependant, n'a discuté le fait de prendre en compte des travailleurs différents.

### **3.5.5 L'appréciation générale de la démarche et de l'outil d'analyse**

Les deux groupes se sont dits très satisfaits de la démarche suivie et ont manifesté l'intention de continuer à utiliser notre outil d'analyse. Un membre d'un des groupes a émis le souhait que la procédure d'analyse de postes soit plus rapide. Pour les participants, le travail de groupe est devenu un acquis; comme principal avantage, ils soulignent que le travail de groupe permet la mise en commun des idées de plusieurs individus, ce qui facilite la recherche de solutions.

Malgré le nombre limité de postes étudiés, les deux groupes se sont dits satisfaits de la quantité de travail accompli, compte tenu du fait que le travail s'effectuait à un rythme d'une heure par semaine. Les participants se sont dits contents des solutions apportées aux postes même si tous les problèmes n'ont pu être réglés.

Quant au support accordé par la direction, les avis divergent. Un groupe s'est dit satisfait du support accordé par la direction bien qu'il ait souligné des difficultés au niveau de la libération des membres. L'autre groupe aurait souhaité plus de support de la direction, en particulier une meilleure régularité dans les libérations accordées.

Tous les participants ont jugé que la formation donnée au début du projet était suffisante. Les deux groupes recommanderaient cette approche et l'outil d'analyse à d'autres industries. Comme suggestion au cas où l'expérience serait répétée, les deux groupes ont souligné l'intérêt de nommer un responsable pour chacun des modules ainsi que pour le suivi. Ils ont suggéré que les responsabilités changent en fonction des postes étudiés, de sorte que chaque participant puisse approfondir toutes les étapes de la démarche d'analyse. Un membre d'un des groupes a mentionné l'importance de bien diriger les réunions de façon à éliminer les discussions non directement pertinentes au problème étudié. Finalement, un membre a suggéré qu'un des travailleurs concernés participe à toute la démarche d'analyse et non pas uniquement à certaines étapes comme cela a été le cas durant le projet.

## **4. DISCUSSION**

### **4.1 L'outil d'analyse et les postes étudiés**

Comme on l'a vu à la section 3.1 des résultats, pour les quatre postes étudiés, la majorité des sous-actions décrites comportaient au moins un facteur de risque. Cela implique, qu'en soi, la grille d'analyse du module-3 n'est pas discriminante. Une étape doit donc être franchie après l'identification des facteurs de risque : il s'agit de l'étape de priorisation. À cet effet, les connaissances actuelles comportent des lacunes. En effet, bien qu'on ait identifié les différents facteurs de risque, on connaît mal leurs interactions et on ignore pour la plupart les relations dose-effet. Ainsi, bien que des critères aient été fixés par certains auteurs pour les différents facteurs de risque, on n'a pas vraiment de valeur-seuil à partir de laquelle on peut estimer la survenue d'une atteinte musculo-squelettique. Les bases scientifiques sont donc incomplètes pour orienter de façon systématique l'étape de priorisation. Lors de la formation donnée aux groupes de travail, nous avons insisté sur le fait que, pour nuancer l'impact d'un facteur de risque, il fallait prendre en compte son amplitude et sa durée. Dans le travail de priorisation, ces deux facteurs ont été pris en compte. Par ailleurs, l'analyse des caractéristiques des sous-actions cotées de priorité-1 a montré que la majorité d'entre elles cumulaient des problèmes de posture et de force, alors que les sous-actions de priorité-3 et 4 présentaient souvent uniquement des contraintes posturales, ou alors ne présentaient aucun facteur de risque. Cette constatation semble suggérer que les groupes ont considéré comme critère de priorisation le fait qu'une sous-action comporte plus d'un facteur de risque. Ce critère, cependant, n'est pas le seul à avoir orienté l'étape de priorisation. Nous avons constaté, en effet, que les participants se basaient sur leur propre perception des problèmes et intégraient beaucoup les commentaires émis par les travailleurs concernés lors des entretiens du module-1. Cela suggère que la seule étape d'identification des facteurs de risque n'est pas suffisante pour orienter le diagnostic. À cette fin, il semble important d'intégrer certaines caractéristiques des facteurs de risque telles que les notions d'amplitude et de durée, il semble également essentiel d'intégrer les perceptions des travailleurs quant aux étapes les plus pénibles et aux douleurs ressenties. Il est certain que des recherches permettant de préciser l'action des différents facteurs de risque de même que leurs interactions aideraient à mieux systématiser cette étape de priorisation.

On a vu à la section 3.2 que les déterminants primaires des différents facteurs de risque identifiés étaient variés et ne se limitaient pas aux seuls problèmes de dimensionnement du poste. En conséquence, les solutions proposées couvraient un large spectre touchant entre autres des aménagements dimensionnels, l'amélioration des communications entre services pour les problèmes de qualité et des réajustements au niveau de la conception des pièces.

Pour les quatre postes analysés, des pistes de solutions réalistes ont été développées par les groupes de travail. Cependant, il est important de souligner que, pour chacun des postes, tous les problèmes jugés de priorité-1 et 2 n'ont pu être complètement réglés. Dans la plupart des cas, des propositions de solutions ont pu être avancées mais certaines n'ont pas été concrétisées en raison, le plus souvent, de contraintes économiques et de l'ampleur des modifications que cela

aurait impliqué. Il faut mentionner qu'un des facteurs de risque inhérents à ces tâches, la répétitivité, n'a dans aucun cas été corrigé. Dans un contexte d'ergonomie de correction touchant le réaménagement de postes, on peut penser que des solutions de type enrichissement des tâches sont plus difficiles à appliquer, car elles ont de trop lourdes implications au niveau de la base même du système de production.

L'analyse des durées requises pour les différentes étapes de l'analyse (voir tableau 3.7) montre, comme on pouvait s'y attendre, que la durée totale requise est fonction de la complexité du poste étudié. Le nombre de réunions (d'une heure) requises pour la finalisation de chaque poste est loin d'être négligeable et varie selon les postes de 6,5 à 16,5. Ces durées peuvent apparaître au premier abord comme étant exagérées; le milieu demande souvent des outils d'analyse qui permettraient de régler les problèmes en 30 minutes. Nous croyons, au contraire, que les durées requises dans la présente étude sont réalistes même si elles auraient pu être un peu réduites par une meilleure direction des réunions. En effet, faire l'analyse ergonomique d'un poste en intégrant les éléments de variabilité et en procédant à des simulations avant l'implantation des solutions n'est pas une tâche pouvant être accomplie très rapidement. Quand on analyse la durée requise pour chacune des étapes de l'analyse, on constate que l'identification des facteurs de risque, même si elle n'est pas négligeable, n'est pas l'étape la plus longue. Du temps doit aussi être consacré à la recherche de solutions, à la priorisation et à la recherche des informations de base. Il faut ajouter à ces étapes la préparation d'un dossier pour présentation à l'administration qui inclut les coûts des accidents, les coûts des solutions proposées et, le cas échéant, les gains en production et qualité. Contrairement à l'image qu'on pourrait avoir a priori, l'analyse d'un poste ne se limite pas à la seule caractérisation des facteurs de risque.

#### 4.2 La validation de l'outil d'analyse

Le travail de validation a été centré principalement sur l'utilisation de l'outil. Comme il s'agissait d'une première application sur le terrain, nous voulions vérifier si l'utilisation d'un tel outil était vraiment réaliste pour des groupes de travail ayant à la base peu de formation en ergonomie. Il s'est avéré que les groupes pouvaient sans difficultés majeures cheminer avec cet outil d'analyse et arriver pour chacun des postes à proposer des avenues de solutions réalistes et applicables. Comme la validation portait principalement sur l'utilisation de l'outil développé, moins d'énergie a été consacrée à évaluer l'impact des modifications implantées sur des indices de santé. C'est d'ailleurs une des lacunes de cette première étude. Il a été difficile dans le contexte de cette étude d'évaluer systématiquement l'impact des changements effectués, d'une part, parce qu'à la fin du projet, pour les postes-3 et 4, les solutions n'avaient pas encore été implantées. De plus, une évaluation systématique de l'impact des changements effectués était difficile à réaliser dans le contexte de l'étude en raison du roulement important du personnel. Ainsi, pour le poste-2, immédiatement après l'implantation des solutions, un nouveau travailleur intégrait le poste; la même situation prévalait pour le poste-3 où, à la fin de l'analyse du poste, un nouveau travailleur occupait ce poste. Il n'était donc pas réaliste d'effectuer des comparaisons "avant-après" sur des indices de santé. D'ailleurs pour que cette procédure soit fiable, il faut laisser s'écouler quelques mois avant d'évaluer l'impact sur les douleurs ressenties ou autres indices de santé. Il n'était pas non plus réaliste d'envisager une évaluation des effets

de l'intervention sur un large échantillon, car les modifications effectuées ont touché un échantillon assez restreint de travailleurs.

Dans cette étude, l'évaluation des modifications apportées a été, il va sans dire, limitée aux postes 1 et 2, les deux postes où, à la fin de l'étude, les solutions avaient été implantées. Nous avons considéré, d'une part, les effets des modifications sur les facteurs de risque et nous avons considéré, d'autre part, la perception des travailleurs concernés quant aux modifications effectuées. Pour les postes 1 et 2, les changements effectués ont contribué de fait à réduire les facteurs de risque et ont contribué, sur la base des perceptions des travailleurs, à rendre le travail plus confortable. Il serait par contre important, dans une deuxième expérience de validation, d'aller plus loin en ce qui concerne l'évaluation des impacts des changements effectués.

Un des aspects de la validation de l'outil a consisté à vérifier si les groupes de travail pouvaient, à la suite d'une formation réduite, identifier de façon fiable les facteurs de risque présents aux postes. Cet aspect a été vérifié en comparant les résultats obtenus par les groupes lors de l'identification des facteurs de risque aux résultats obtenus par deux chercheurs-ergonomes du projet. Cette procédure comporte un biais. En effet, les deux chercheurs étaient présents lorsque les groupes ont procédé à l'identification des facteurs de risque. Bien que le rôle des ergonomes n'ait pas fait l'objet d'une évaluation systématique, nous étions conscients du biais et nous nous sommes efforcés de ne pas intervenir lors du travail d'identification des facteurs de risque par le groupe. Par ailleurs, pour limiter ce biais, les experts ont procédé longtemps à l'avance à l'identification des facteurs de risque; ainsi, lorsque les groupes procédaient à l'identification des facteurs de risque, les experts se souvenaient mal des facteurs de risque qu'ils avaient eux-mêmes identifiés lors de leur analyse et n'étaient pas portés à influencer le groupe en fonction de leur propre réponse.

Bien que cela impliquait un biais, le choix des deux chercheurs-ergonomes d'assister aux réunions de travail des groupes nous apparaît judicieux. Il était important, pour identifier les difficultés éprouvées avec l'outil et pour bien documenter l'utilisation de la démarche, d'assister aux réunions des groupes. Cependant, dans les études futures du même genre, il serait important de mieux documenter le rôle joué par les ergonomes. Il s'agit en effet d'une lacune commune à la plupart des études d'ergonomie participative où les rôles respectifs des groupes de travail et des experts-ergonomes sont difficiles à départager. Dans la présente étude, bien que cet aspect n'ait pas été contrôlé de façon systématique, à la fin de l'expérience, les groupes nous ont semblé pouvoir être autonomes dans l'analyse de postes. Il est prévu, par ailleurs, de faire un suivi au niveau des groupes pour vérifier comment la démarche se poursuit après le départ des ergonomes.

Les résultats présentés à la section 3.4 concernant les comparaisons entre les données d'experts et celles des groupes méritent une discussion. Pour l'ensemble des postes étudiés, pour les paramètres considérés (posture des poignets, des épaules, du dos et exigences de force), la concordance entre les résultats d'experts et ceux des groupes est assez satisfaisante et varie entre

61% et 84%. Ces résultats sont en général supérieurs à ceux obtenus par Keyserling (1992) lors d'une étude similaire. Lors d'une étude récente, cet auteur a procédé à la validation de deux check-lists (listes de vérification), l'une portant sur la posture du cou, du tronc et des membres inférieurs et l'autre portant surtout sur l'évaluation des facteurs de risque associés aux LATR. La validation a consisté, comme dans notre étude, à comparer les résultats obtenus par des experts-ergonomes à ceux obtenus par des travailleurs ayant reçu au préalable une formation à l'utilisation de ces check-lists. Sur 10 des paramètres considérés, les cas où il y avait concordance parfaite entre les experts et les travailleurs variaient de 33% à 75%; pour sept des dix paramètres considérés, la concordance entre les experts et les travailleurs était inférieure à 50%. Comme l'auteur le souligne dans la discussion, ce manque de concordance entre les experts et les travailleurs peut s'expliquer en partie par le fait que les experts ont procédé beaucoup plus tard que les travailleurs à l'identification des facteurs de risque. Au moment où les experts ont procédé à l'analyse, certains des postes considérés avaient été modifiés ou étaient occupés par d'autres travailleurs. Ces sources de variation ne jouent pas dans la présente étude car les experts et les groupes ont procédé à l'identification des facteurs de risque à partir du même matériel vidéo.

Si, de façon générale dans cette étude, la concordance experts-groupes est satisfaisante, la proportion de faux négatifs n'est pas négligeable. Comme on l'a vu, sur l'ensemble des 100 sous-actions documentées, dans 22% des cas les experts ont identifié au moins un facteur de risque, alors que les groupes n'ont rien identifié. L'examen de ces cas montre que le plus souvent il s'agissait de sous-actions cotées de priorité-3 et 4 par les groupes. L'analyse des données d'experts pour ces 22 sous-actions montre que, dans la majorité des cas (52,7%), ils avaient noté un problème au niveau de l'épaule et dans 37% des cas, ils avaient noté le facteur d'amplitude légère quelle que soit l'articulation touchée. Ces données suggèrent que les groupes de travail ont tendance à ne pas noter systématiquement les facteurs de risque des sous-actions qu'ils jugent à priori comme non problématiques et qu'ils n'ont pas le même seuil que les experts pour l'identification des postures contraignantes au niveau de l'épaule. Si on examine les résultats présentés pour chacun des paramètres (voir tableau 3.8), on constate que c'est aussi pour l'épaule que la proportion de faux négatifs est la plus élevée. L'examen des données pour chacun des postes montre, en particulier pour les postes 3 et 4, des proportions importantes de faux négatifs au niveau de l'épaule. Le poste-3, rappelons-le, était le troisième poste analysé par le groupe de la sècheuse, il a donc été analysé longtemps après que les participants aient reçu la formation. Nous avons constaté, lors de l'analyse de ce poste, un changement de comportement du groupe par rapport aux postes antérieurs : d'une part, les participants étaient moins systématiques dans l'identification des facteurs de risque des sous-actions qu'ils jugeaient non problématiques et, d'autre part, le seuil à partir duquel ils notaient une posture contraignante de l'épaule avait augmenté et se situait plus près de 90 degrés (bras au-dessus des épaules). Lors de la formation, nous avons donné comme consigne d'identifier une posture contraignante de l'épaule lorsque la hauteur du coude se situait environ à un angle de 45 degrés. Il faut rappeler également, comme le montrent les tableaux 3.8 et 3.9 que, pour une part significative des cas de faux négatifs, les experts avaient noté le facteur de risque comme étant d'amplitude légère. On peut donc penser que ce problème de faux-négatifs pourrait être réduit avec une

meilleure définition des seuils pour les différentes postures. Il semblerait aussi important, en particulier pour le dos et l'épaule, d'introduire des catégories (ex.: pour le dos, flexion avant entre 20 et 45 degrés, flexion avant supérieure à 45 degrés) pour mieux documenter les facteurs de risque.

En dernier lieu, pour valider l'outil d'analyse, des entretiens ont été effectués auprès des deux groupes pour évaluer leur perception face à l'outil d'analyse et à la démarche en général. Des points majeurs ressortent de ces entretiens. Certains éléments de la démarche apparaissent comme étant devenus des acquis pour le groupe : travailler à partir de films, procéder au découpage du cycle de base en opérations, procéder à l'identification des facteurs de risque pour les principales opérations, prioriser les problèmes et intégrer à la recherche de solutions des simulations, quand c'est possible. De plus, la nécessité d'intégrer les travailleurs concernés à la démarche d'analyse est également devenue un acquis; certains ont même souligné qu'un travailleur occupant le poste soit intégré de façon systématique à toutes les étapes de la démarche d'analyse. Le fonctionnement en groupe est également un des points forts soulignés par les participants, c'est un élément qu'on juge en particulier nécessaire pour la mise en commun des idées lors de la recherche de solutions. Les deux groupes ont manifesté l'intention de conserver l'outil pour l'analyse d'autres postes.

Il faut souligner cependant deux aspects de la démarche qui risquent d'être modifiés après notre départ. Il y a eu un consensus très marqué des deux groupes à l'effet que la nomenclature utilisée pour les postures est trop compliquée; tous ont semblé penser qu'il suffirait de noter, ou non, l'occurrence d'un problème aux différentes articulations sans pour autant identifier précisément la posture. De plus, bien que les participants aient souligné l'importance de procéder à l'évaluation des facteurs de risque pour toutes les opérations, certains commentaires et leur comportement en fin de projet semblent suggérer qu'ils procéderont de façon moins systématique et passeront rapidement sur les sous-actions qu'ils jugent non problématiques.

Bien que ces entretiens soient encourageants et puissent être interprétés de façon positive, il s'agit d'indications peu fiables. Pour cette raison, il est prévu de faire un suivi auprès des groupes de travail pour vérifier si, de fait, le travail d'analyse de postes continue et pour documenter les modifications éventuelles apportées à l'outil d'analyse.

## 5. CONCLUSIONS

Les résultats obtenus montrent que l'outil d'analyse de postes développé est un outil réaliste pour des travailleurs peu formés en ergonomie. En effet, les résultats démontrent qu'avec un encadrement et une formation minimale, les groupes de travail peuvent utiliser de façon assez fiable la méthode d'analyse de postes. De plus, cette première expérience de validation montre que la démarche d'analyse permet d'arriver à des solutions applicables et efficaces en regard des problèmes musculo-squelettiques. Pour deux des postes analysés, les solutions trouvées ont été implantées en cours de projet. Pour le troisième poste, à la fin du projet, les propositions

amenées par le groupe ont été acceptées par la direction. Pour le poste-4, celui de la pose de la transmission, le rapport à présenter à la direction était finalisé et on prévoyait que la proposition de solutions serait acceptée sans problèmes.

La comparaison des résultats obtenus par les experts et les groupes de travail montre que, le plus souvent, il y a concordance entre les groupes et les experts. Cependant, la proportion de facteurs de risque non identifiés par les groupes (faux négatifs) n'est pas négligeable, en particulier, pour les problèmes au niveau de l'épaule. Une analyse plus détaillée des résultats révèle que ces faux négatifs s'expliquent en partie par le fait que les usagers ont tendance avec le temps à utiliser la grille de façon moins systématique et à ne pas identifier les facteurs de risque associés aux opérations de travail qu'ils jugent à priori non pénibles. De plus, il semble que le seuil considéré par les groupes pour identifier un problème au niveau de l'épaule ait augmenté dans le temps. Ces problèmes pourraient être en partie réglés par une meilleure définition, au moment de la formation, des seuils d'identification des postures et par l'introduction de catégories d'amplitude, en particulier pour le dos et les épaules.

Malgré les résultats qui sont dans l'ensemble positifs, cette première étude de validation présente certaines lacunes. Notamment, le rôle joué par les deux ergonomes du projet n'a pas été systématiquement documenté et la validation a été axée principalement sur l'utilisation de l'outil, de sorte que l'impact des modifications sur des indicateurs de santé n'a pas été étudié systématiquement.

Vu les résultats positifs de cette première étude de validation, il nous semble important de poursuivre la validation sur une plus large échelle pour vérifier si l'outil est transférable à d'autres groupes dans d'autres industries. Dans ces futures études, il serait important de prendre en compte les éléments qui n'ont pu être intégrés à cette première étude; en particulier, le rôle des experts et une évaluation plus poussée des impacts des modifications apportées.

## CONCLUSION FINALE

De façon générale, cette étude a permis de mieux comprendre la problématique sous-jacente aux atteintes musculo-squelettiques reliées au travail répétitif dans deux usines du secteur électrique.

Le questionnaire de douleurs a montré que dans les deux usines à l'étude les douleurs musculo-squelettiques étaient très prévalentes. Les régions du corps principalement touchées variaient en fonction de l'usine, mais dans les deux cas ce sont les douleurs à l'épaule qui étaient les plus prévalentes. Dans l'usine de transformateurs, les problèmes à la région des poignets/mains venaient en second lieu, alors que dans l'usine d'appareils électroménagers c'était les douleurs au dos qui venaient en second lieu. Dans l'usine de transformateurs, le questionnaire a permis de cibler deux postes plus problématiques; alors que dans l'usine de fabrication d'appareils électroménagers, aucun poste ou groupe de postes n'est ressorti comme étant plus à risque. Dans les deux usines, des relations entre les douleurs et certaines variables de population ont été mises à jour. Ces résultats sont cependant difficiles à interpréter car les variables de confusion n'ont pu être contrôlées. Ainsi, dans les deux usines, il est apparu que les femmes déclaraient plus de douleurs et celles-ci se caractérisaient par un indice de gravité plus élevé. Ces relations ne peuvent s'expliquer uniquement par un effet de sexe car, dans les deux usines, hommes et femmes n'occupaient pas les mêmes postes. Il a été établi, par ailleurs, dans les deux usines, que les travailleurs les moins expérimentés présentaient plus de douleurs et avaient un indice de gravité plus élevé. Les explications possibles de ces résultats ont été discutées à la partie 1 du rapport. La création d'un indice de gravité basé sur le cumul des symptômes ressentis s'est avérée utile pour discriminer entre les douleurs ayant peu d'impact et celles ayant plus de répercussions pour les travailleurs. Cet indice de gravité pourrait être utilisé dans des études futures du même genre.

Dans l'usine de transformateurs, les deux postes ciblés ont fait l'objet d'une analyse ergonomique détaillée. Dans cette usine, les objectifs de l'analyse étaient centrés principalement sur la description des problèmes et l'identification de pistes de solutions pour l'usine. L'étude n'a donc pas porté sur la mise en forme et l'implantation des solutions. Outre les retombées pratiques pour l'usine, cette étude a mis en évidence l'intérêt de considérer les principales sources de variations pour l'établissement d'un diagnostic juste. Ainsi, il peut être important, même pour des tâches à caractère répétitif, de considérer les effets de différentes conditions de production, l'impact d'incidents, de même que les variations en fonction du quart de travail.

Au total, pour les deux usines, six postes ont fait l'objet d'une analyse. Des six postes étudiés, se dégagent de grands faits saillants. Les six postes cumulaient tous plusieurs facteurs de risque. Dans tous les cas, il a donc fallu introduire une étape de priorisation pour orienter l'intervention. Cette priorisation a été faite en fonction de différents aspects. En premier lieu, les caractéristiques des facteurs de risque ont été prises en compte : amplitude, durée, fréquence. De plus, les perceptions des travailleurs concernés quant aux étapes les plus pénibles de même que les douleurs ressenties ont été également intégrées. Cette étape de priorisation nous apparaît

essentielle; cependant, il est difficile de l'appuyer systématiquement sur des connaissances de base car celles-ci présentent des lacunes. Cette constatation nous amène à penser que de meilleures connaissances quant aux relations entre les différentes caractéristiques des facteurs de risque et leurs effets sur la santé seraient utiles pour réaliser une plus grande formalisation de cette étape. Dans un même ordre d'idées, il serait utile de mieux comprendre l'interaction entre les différents facteurs de risque.

Pour les six postes analysés, il a été possible de dégager des avenues de solutions réalistes pour certains des problèmes jugés prioritaires. Comme on l'a vu dans les parties 2 et 3, les pistes de solutions identifiées étaient variées et ne se limitaient pas aux seuls aménagements dimensionnels des postes de travail. En guise d'exemple, dans l'usine de transformateurs, une des avenues de solutions les plus prometteuses consistait à intervenir à un poste en amont pour améliorer la qualité du produit. Dans l'usine de fabrication d'appareils électroménagers, certaines avenues de solutions consistaient à améliorer les relations entre services, encore une fois pour régler des problèmes de qualité ou encore, d'autres pistes de solutions impliquaient des modifications au niveau de la conception même du produit.

Pour les six postes étudiés, cependant, tous les problèmes n'ont pu être réglés. Dans certains cas, des solutions ont dû être rejetées car elles n'étaient pas réalistes au niveau économique ou qu'elles impliquaient des changements de trop grande envergure. En particulier, pour les six postes, la composante répétitivité a été peu, sinon pas modifiée. Il semble que dans le contexte de cette étude, qui en était une d'ergonomie de correction, des solutions de type rotation ou enrichissement des tâches n'étaient pas réalistes pour les deux industries en question. Il est possible que ce type de solutions soit plus facile à implanter dans un contexte d'ergonomie de conception.

En termes de retombées, cette étude a des impacts à plusieurs niveaux. En premier lieu, il y a les retombées directes pour les usines participantes. Grâce au questionnaire de douleurs, la situation en regard des atteintes musculo-squelettiques a été mieux cernée. De plus, les problèmes rencontrés aux six postes étudiés ont été identifiés et des pistes de solutions ont été proposées. Dans l'usine de fabrication d'appareils électroménagers, l'étude était centrée davantage sur la recherche et l'implantation de solutions. En conséquence, pour deux des postes étudiés, les solutions ont été implantées en cours de projet; alors que pour les deux autres, à la fin du projet, les solutions avaient été acceptées par la direction et étaient à la veille d'être implantées.

En termes de retombées, c'est certainement le travail effectué au niveau du guide d'analyse de postes qui a le plus d'impact. Il y a des impacts directs, d'une part pour l'usine où la validation s'est effectuée. Après le départ des chercheurs, les deux groupes de travail ont dit projeter poursuivre leur travail d'analyse de postes avec notre outil d'analyse. L'usine bénéficie également de toute l'expertise acquise par les membres des groupes de travail. Vu le succès obtenu lors de cette première validation, il semble assez probable que l'outil et la démarche d'intervention développés puissent être transférables à d'autres industries du secteur et même à

d'autres secteurs où les tâches sont également répétitives. Dans ce contexte, il nous apparaît important de poursuivre la validation sur une plus large échelle pour vérifier comment cet outil peut effectivement être exportable. Ces futures études de validation devraient également combler les lacunes de cette première recherche : en particulier, aller plus loin quant à l'évaluation des changements apportés au niveau d'indicateurs de santé et également mieux documenter le rôle des chercheurs-ergonomes dans ce type d'intervention. Comme la validation se poursuit, il est possible que l'outil d'analyse de postes soit modifié suite aux résultats obtenus.

**RÉFÉRENCES**

- ANDERSSON, G., BIERING-SORENSEN, F., HERMANSEN, L., JONSSON, B., JORGENSEN, K., KILBOM, A., KUORINKA, I. AND VINTERBERG, H., 1984, Nordiska frågeformular for kartlaggning av yrkesrelaterade muskuloskeletala besvar (Nordic questionnaire for mapping out work related Musculoskeletal trouble), *Nordisk Medicin*, 99:54-55.
- ARMSTRONG, T., FOULKE, J.A., JOSEPH, B.S., GOLSTEIN, S.A., 1982, Investigation of Cumulative Trauma Disorders in a Poultry Processing Plant, *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 43, 103-115.
- ARMSTRONG, T.J., 1986, Upper-Extremity Posture : Definition, Measurement and Control, *The Ergonomics of Working Postures*, chapitre 6, Taylor & Francis, Philadelphia, 59-73.
- ARMSTRONG, T.J., AND LIFSHITZ, 1987, Evaluation and design of jobs for control of cumulative trauma disorders, *Ergonomic interventions to prevent musculoskeletal injuries in industry*, Lewis publishers, 73-86.
- AYOUB, A.A., AND WITTELS, N.E., 1989, Cumulative trauma disorders, *International reviews of ergonomics*, 2, 73-86.
- BRAUN, T. (Liberty Mutual Insurance Company), 1992, The Analysis of Repetitive Tasks : A Simplified Approach, *Advances in Industrial Ergonomics and Safety IV*, edited by S. Kumar, Taylor & Francis, 745-752.
- CHATTERJEE, D., 1987, Repetition strain injury- A recent review, *Journal of the society of Occupational Medicine*, 37, 100-107.
- DRURY, C.G., 1987, A Biomechanical Evaluation of the Repetitive Motion Injury Potential of Industrial Jobs, *Seminar in Occupational Medicine*, vol. 2, no. 1, 41-48.
- FINE, L.J., SILVERSTEIN, B.A., ARMSTRONG, T.J., ANDERSON, C.A., AND SUGANO, D.S., 1984, Detection of cumulative trauma disorders of upper extremities in the workplace. *Ergonomic interventions to prevent musculoskeletal injuries in industry*, Lewis publishers, 101-110.
- JONSSON, B., Standardized questionnaire as tools in the study of work related musculoskeletal complaints, (Unpublished Report).
- KEYSERLING, W.M., PUNNETT, L., FINE, L.J., 1987, Postural Stress of the Trunk and Shoulders : Identification and Control of Occupational Risk Factors, *Ergonomic Intervention to Prevent Musculoskeletal Injuries in Industries*, chapitre 2, Lewis Publishers, 11-26.

- KEYSERLING, W.M., ARMSTRONG, T.J., PUNNETT, L., 1991, Ergonomic Job Analysis: A Structured Approach for Identifying Risk Factors Associated with Overexertion Injuries and Disorders, *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, vol. 6, no. 5, 353-363.
- KEYSERLING, W.M., BROUWER, M., SILVERSTEIN, B.A., 1992, The effectiveness of a joint management program in controlling awkward postures of the trunk, neck and shoulders : Results of a field study, *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 10, 1-15.
- KEYSERLING, W.M., STETSON, D.S., SILVERSTEIN, B.A., BROUWER, M.L., (soumis pour publication), A checklist for Evaluating Ergonomic Risk Factors Associated with Upper Extremity Cumulative Trauma Disorders, *Ergonomics*, 25 pages.
- KEYSERLING, W.M., BROUWER, M., SILVERSTEIN, B.A., 1992, A checklist for Evaluating Ergonomic Risk Factors Resulting from Awkward Postures of the Legs, Trunk and Neck, *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 9, 283-301.
- KILBOM, A., PERSSON, J., JONSSON, B., 1986, Risk Factors for Work-related Disorders of the Neck and Shoulder with Special Emphasis on Working Postures and Movements, *The Ergonomics of Working postures*, chapitre 5, Taylor & Francis, Philadelphia, 44-53.
- KUORINKA, A., JONSSON, B., KILBOM, A., VINTERBERG, H., BIERING-SORENSEN, F., ANDERSSON, G., AND JORGENSEN, K., 1987, Standardized Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms, *Applied Ergonomics*, 18.3, 233-237.
- LIFSHITZ, Y., ARMSTRONG, T.J., 1986, A Design Checklist for Control and Prediction of Cumulative Trauma Disorder in Intensive Manual Jobs, *Proceedings of the Human Factors Society, 30th Annual Meeting*, 837-841.
- MAGNUSSON, R., ORTENGREN, G.B.J., ANDERSSON, I., PETERSEN, B. AND SABEL, 1987, An ergonomic study of work methods and physical disorders among professional butchers, *Applied ergonomics*, 18.1, 43-50.
- MALLORY, M. AND BRADFORD, H., 1989, An invisible workplace hazard gets harder to ignore, *Businessweek*, January 30th, 92-93.
- OHLSSON, K., ATTEWELL, R., AND SKERFVING, S., 1989, Self-reported symptoms in the neck and upper limbs of female assembly workers, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 15, 75-80.
- PROFORMIX INC. (Corlett, E.N., McAtamney, L.), 1992, RULA-New Self Assessment Tool to easure Upper Limb Disorder Hazards, *Proformix News*, published by Proformix Inc., vol. 1, no. 2, 7 pages.

PUNNETT, L., KEYSERLING, W.M., 1987, Exposure to Ergonomic Stressors in the Garment Industry: Application and Critique of Job-site Work Analysis Methods, *Ergonomics*, vol. 30, no. 7, 1099-1116.

SILVERSTEIN, B.A., AND FINE, L.J., 1984, Evaluation of upper extremity and low-back cumulative trauma disorders: A screening manual, Department of Environmental and Industrial Health School of Public Health, Ann Arbor, Michigan, 41 p.

SILVERSTEIN, L., FINE, T., ARMSTRONG, B., JOSEPH, B., BUCHHOLZ, B., 1986, Cumulative Trauma Disorders of the Hand and Wrist in Industry, in *The Ergonomics of Working Postures*, edited by Corlett, N., Wilson, J. and Marenica, I.; 31-38.

STALHAMMAR, H.R., LESKINEN, T.P.J., KUORINKA, I.A.A., GAUTREAU, M.H.J. AND TROUP, J.D.J., 1986, Postural, epidemiological and biomechanical analysis of luggage handling in an aircraft luggage compartment, *Applied Ergonomics*, 17.3, 177-183.

STETSON, D., KEYSERLING, W.M., SILVERSTEIN, B.A., LEONARD, J.A., 1991, Observational Analysis of the Hand and Wrist : A Pilot Study, *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, vol. 6, no. 11, 927-937.

TEIGER, C., 1987, L'organisation temporelle des activités dans *Traité de psychologie du travail*, Lévy-Leboyer, C., Sperandio, J.C., PUF.

TORNER, M., BLIDE, G., ERIKSSON, H., KADEFORS, R., KARLSSON, R., AND PETERSEN, I., 1988, Musculo-skeletal symptoms as related to working conditions among Swedish professional fishermen, *Applied Ergonomics*, 19.3, 191-201.

VERN PUTZ, ANDERSON, 1988, *Cumulative trauma disorders: a manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs*, Taylor and Francis, 151 p.

**ANNEXE**  
**GUIDE D'ANALYSE DE POSTES**

**Cette annexe présente l'outil d'analyse de postes mis au point dans le cadre de cette recherche. L'outil est présenté de façon schématique et il y a volontairement peu de texte explicatif. Cet outil est conçu pour être utilisé après une formation dont la durée varie entre six et neuf heures dépendant de la formation de base des usagers.**

**Le lecteur remarquera que quatre des cinq modules présentent une fiche synthèse. Ainsi, au terme de l'analyse d'un poste, le dossier constitué devrait comprendre les éléments suivants : la fiche synthèse du module 1 qui résume les résultats d'entretiens, la fiche synthèse du module 2 qui résume les conditions dans lesquelles les observations ont été effectuées, la fiche synthèse du module 3 qui permet d'indiquer les grandes caractéristiques du poste analysé et qui comporte principalement la grille d'identification des facteurs de risque; le dossier se complète finalement par la fiche synthèse du module 5 qui résume les problèmes qui ont été priorisés et indique leurs déterminants et les pistes de solutions retenues.**

**Par rapport à la version initialement utilisée, celle-ci présente quelques améliorations. La grille d'identification des facteurs de risque a été imagée, il n'y a plus de distinction entre flexion et abduction de l'épaule car nous référons maintenant à la hauteur du coude et, finalement, deux catégories d'amplitude ont été établies pour la hauteur du coude et la flexion avant du dos.**

**La validation de l'outil d'analyse de postes se poursuit dans deux nouvelles industries du secteur électrique. Il est donc possible que l'outil soit modifié en fonction des résultats obtenus.**



**IRSST**  
Institut de recherche  
en santé et en sécurité  
du travail du Québec

# **Travail répétitif**

## **Guide d'analyse de postes utilisé dans cette étude**

**Ce document a été préparé par :**

**Marie St-Vincent**  
**Programme Sécurité-ergonomie**

**avec la collaboration de :**

**Georges Toulouse**  
**Jean-Guy Richard**  
**Denise Chicoine**  
**Sylvie Beaugrand**

## ***LES ÉTAPES À SUIVRE POUR ANALYSER UN POSTE***

### ***MODULE 1 :    INFORMATIONS PRÉLIMINAIRES ENTRETIEN AVEC TRAVAILLEURS ET CONTREMAÎTRE***

- POPULATION DE TRAVAILLEURS TOUCHÉS
- SITUATION DU POSTE DANS LE SYSTÈME DE PRODUCTION
- VARIATIONS DANS LES CONDITIONS DE PRODUCTION
  - modèles fabriqués
  - matériaux de base
  - cadence
- ÉTAPES PERÇUES COMME LES PLUS DIFFICILES



### ***MODULE 2 :    PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES OBSERVATIONS***

- QUELS TRAVAILLEURS ON DOIT OBSERVER/FILMER?
- DANS QUELLES CONDITIONS DE PRODUCTION ON DOIT OBSERVER/FILMER?



***OBSERVATION/FILMAGE DANS LES CONDITIONS CHOISIES***

**MODULE 3 : ANALYSE DES VIDÉOS/DESCRIPTION DU POSTE :  
FACTEURS DE RISQUE**

- DÉCOUPAGE DU CYCLE DE BASE EN ACTIONS
- POUR CHAQUE ACTION, DOCUMENTER LA PRÉSENCE OU NON DE FACTEURS DE RISQUE :
  - posture
  - force
  - pressions mécaniques
  - outil
- QUESTIONNEMENT DES TRAVAILLEURS POUR COMPLÉTER L'ANALYSE
- PRIORISATION DES ACTIONS PRÉSENTANT DES FACTEURS DE RISQUE



**MODULE 4 : ANALYSE DES DÉTERMINANTS - CAUSES -  
DES FACTEURS DE RISQUE**

- DÉTERMINER L'ORIGINE DU PROBLÈME : LES CONDITIONS QUI EXPLIQUENT L'EXISTENCE DES FACTEURS DE RISQUE
- IDENTIFIER CE QUE L'ON DEVRAIT CORRIGER POUR ÉLIMINER LES PROBLÈMES



**MODULE 5 : RECHERCHE DE SOLUTIONS**

- IDENTIFIER LES SOLUTIONS POSSIBLES POUR CORRIGER LE PROBLÈME
- QUELQUES PRINCIPES À RESPECTER POUR LE CHOIX D'UNE SOLUTION
- PLAN D'ACTION POUR LES SOLUTIONS CHOISIES

**MODULE 1 :    INFORMATIONS PRÉLIMINAIRES  
ENTRETIEN AVEC TRAVAILLEURS  
ET CONTREMAÎTRE**

- **POPULATION DE TRAVAILLEURS TOUCHÉS**
- **SITUATION DU POSTE DANS LE SYSTÈME DE PRODUCTION**
- **VARIATIONS DANS LES CONDITIONS DE PRODUCTION**
  - modèles fabriqués
  - matériaux de base
  - cadence
- **ÉTAPES PERÇUES COMME LES PLUS DIFFICILES**

***Informations préliminaires***  
***Fiche synthèse***

**Poste étudié :** \_\_\_\_\_

	<i>Trav.-1</i>	<i>Trav.-2</i>	<i>Trav.-3</i>
<b>ÂGE</b>			
<b>SEXE</b>			
<b>GRANDEUR</b>			
<b>STATUT (REPLAÇANT- RÉGULIER)</b>			
<b>EXPÉRIENCE AU POSTE</b>			
<b>ACCIDENTS</b>			
<b>DOULEURS (OUI-NON)</b>			
<b>RÉGION DOULOUREUSE</b>			
<b>ÉTAPE LA PLUS DIFFICILE</b>			

**Conditions de production les plus fréquentes :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Conditions de production les plus difficiles (modèles les plus difficiles) :**

---

---

---

---

**Problèmes rencontrés avec les matériaux de base - équipements - outils :**

---

---

---

---

**Variations dans la cadence :**

---

---

---

---

**Autres informations pertinentes (ex. : modifications antérieures pour améliorer le poste):**

---

---

---

---

---

---

## **Informations à rechercher auprès du contremaître/chef de groupe/moniteur santé-sécurité**

Poste étudié : \_\_\_\_\_ Contremaître : \_\_\_\_\_

### ***Travailleurs occupant le poste***

Au total combien de travailleurs occupent le poste? \_\_\_\_\_

Combien de travailleurs occupent le poste sur une base régulière? \_\_\_\_\_

Combien de travailleurs occupent le poste sur une base non régulière? \_\_\_\_\_

### ***Accidents/plaintes***

Dans les 2 dernières années, y a-t-il eu des accidents à ce poste?

oui                       non

De quel genre d'accident s'agissait-il?

***Accident 1 :***

---

---

---

***Accident 2 :***

---

---

---

***Accident 3 :***

---

---

---

*Accident 4 :*

---

---

---

*Accident 5 :*

---

---

---

Dans les 2 dernières années, avez-vous reçu des plaintes concernant ce poste?

oui       non

Précisez le type de plaintes reçues :

---

---

---

---

---

---

---

***Variations dans les conditions de production***  
***Variations dans les modèles***

Est-ce que vous produisez différents types de modèles?

oui       non

**Quels sont ces modèles?**

---

---

---

---

---

**Est-ce que le travail change en fonction des modèles?**

oui                       non

**Précisez les changements dus aux variations de modèles :**

---

---

---

**Est-ce qu'il y a des modèles qui sont jugés plus difficiles?**

oui                       non

**Si oui, quels sont les modèles les plus difficiles?**

---

---

**Pourquoi sont-ils plus difficiles?**

---

---

---

**Est-ce que ces modèles sont produits fréquemment?**

---

---

---

***Variations dans les matériaux de base - équipements - outils***

Y a-t-il des variations quant à la qualité des matériaux de base - équipements - outils avec lesquels vous travaillez?

oui                       non

Si oui, décrivez les difficultés que vous rencontrez au niveau de la qualité des matériaux de base, équipements - outils :

---

---

---

***Variations au niveau de la cadence***

Pour les travailleurs occupant le poste, est-ce que la cadence, le rythme de travail est constant? Y a-t-il par exemple, des variations selon le niveau de production, des variations selon le moment dans le quart de travail, précisez :

---

---

---

Pour quelle cadence le travail est-il le plus difficile et quels sont les impacts de cette cadence?

---

---

---

Dans la dernière année, y a-t-il eu des modifications en vue d'améliorer le poste? Si oui, décrivez ces modifications :

---

---

---

---

---

---

***Autres informations***

**Donnez tout autre commentaire (ou information) que vous jugez pertinent au sujet de ce poste:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

***Dans les cas où le contremaître travaille à ce poste (se référer pour plus de détails au questionnaire des travailleurs)***

**Âge :** \_\_\_\_\_

**Grandeur :** \_\_\_\_\_

**Accident(s) survenu(s) dans l'usine :**

---

---

**Dans le cas de douleurs dues au travail, quelles régions sont les plus affectées?**

---

---

**Décrivez les étapes de votre travail que vous jugez les plus difficiles et précisez pourquoi :**

---

---

---

---

## *Informations à rechercher auprès des travailleurs occupant ce poste*

Poste étudié : \_\_\_\_\_ Travailleur : \_\_\_\_\_

### *Caractéristiques du travailleur :*

Âge : \_\_\_\_\_

Grandeur : \_\_\_\_\_

Main dominante :       droite     gauche     les deux

Sexe :       homme       femme

Ancienneté au poste : \_\_\_\_\_

Ancienneté à l'usine : \_\_\_\_\_

Outre le poste actuel, énumérez, s'il y a lieu, les postes occupés en précisant la durée relative occupée pour chacun :

---

---

---

Accident(s) survenu(s) dans l'usine :       oui       non

Si oui, précisez le type d'accident :

---

---

---

---

Poste(s) occupé(s) au moment de l'accident :

---



---



---



---

**Symptômes - Douleurs ressenties**

Éprouvez-vous des douleurs dues à votre travail?

oui       non

Si oui, durant les 12 derniers mois, indiquez la durée totale où vous avez été incommodé(e) par ces douleurs :

1-7 jours       8-30 jours       Plus de 30 jours  
mais pas tous les jours       Tous les jours

À quelle(s) région(s) éprouvez-vous des douleurs? (cou, épaule, coude, poignet/main, haut du dos, bas du dos, hanche/cuisse, genou, cheville/pied; précisez le côté) :

---



---



---



---

À quel moment surtout, éprouvez-vous des douleurs?

début du quart            fin du quart        
 n'importe quand durant le quart        
 le soir            la nuit     

Associez-vous ces douleurs à une étape précise de votre travail?

oui       non

Si oui, précisez laquelle :

---

---

---

---

Est-ce que ces douleurs persistent pendant la fin de semaine?

oui       non

Avez-vous déjà consulté un professionnel de la santé à cause de ces douleurs?

oui       non

Vous êtes-vous déjà absenté(e) à cause de ces douleurs?

oui       non

Si oui, précisez le nombre et la durée de ces absences :

---

---

---

***Variations dans les modèles***

Est-ce que vous produisez différents types de modèles?

oui       non

Quels sont ces modèles?

---

---

---

---

Est-ce que le travail change en fonction des modèles?

oui                       non

Jugez-vous qu'il y a des modèles plus difficiles?

oui                       non

Si oui, quels sont les modèles les plus difficiles?

---

---

---

Pourquoi sont-ils plus difficiles?

---

---

---

Est-ce que ces modèles sont produits fréquemment?

---

---

---

***Variations dans les matériaux de base - équipements - outils***

Y a-t-il des variations quant à la qualité des matériaux de base - équipements - outils avec lesquels vous travaillez?

oui                       non

**Si oui, décrivez les difficultés que vous rencontrez au niveau de la qualité des matériaux de base, équipements, outils :**

---

---

---

---

---

---

---

***Variations au niveau de la cadence***

**Est-ce que votre cadence, rythme de travail est constant? Y a-t-il, par exemple, des variations selon le niveau de production, des variations selon le moment dans le quart de travail, précisez :**

---

---

---

---

---

---

---

**Pour quelle cadence le travail est-il le plus difficile et quels sont les impacts de cette cadence?**

---

---

---

---

**Décrivez les étapes de votre travail que vous jugez les plus difficiles et précisez pourquoi :**

---

---

---

---

---

---

---



**MODULE 2 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES OBSERVATIONS**

- **QUELS TRAVAILLEURS ON DOIT OBSERVER/FILMER?**
- **DANS QUELLES CONDITIONS DE PRODUCTION ON DOIT OBSERVER/FILMER?**



**OBSERVATION/FILMAGE DANS LES CONDITIONS CHOISIES**

**Plan d'échantillonnage**  
**Fiche synthèse**

***Détail des films - Observations effectuées***

**Poste étudié :** \_\_\_\_\_

**Travailleur - 1 :** \_\_\_\_\_

**Caractéristiques du travailleur (expérience; régulier, remplaçant; sexe; taille; main dominante):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

	<i>Temps</i>	<i>Conditions de production</i>	<i>Commentaires</i>
<i>Observation 1</i>			
<i>Observation 2</i>			
<i>Observation 3</i>			

**Travailleur - 2 :** \_\_\_\_\_

Caractéristiques du travailleur (expérience; régulier, remplaçant; sexe; taille; main dominante):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

	<i>Temps</i>	<i>Conditions de production</i>	<i>Commentaires</i>
<i>Observation 1</i>			
<i>Observation 2</i>			
<i>Observation 3</i>			

**Travailleur - 3 :** \_\_\_\_\_

**Caractéristiques du travailleur (expérience; régulier, remplaçant; sexe; taille; main dominante):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

	<i>Temps</i>	<i>Conditions de production</i>	<i>Commentaires</i>
<i>Observation 1</i>			
<i>Observation 2</i>			
<i>Observation 3</i>			

## **Plan d'échantillonnage**

### ***Résumé des principes à respecter***

#### ***Quels travailleurs choisir?***

*S'il y a plusieurs travailleurs au poste :*

- Observer, filmer un minimum de 2 à 3 travailleurs
- Choisir deux travailleurs de taille différente (un grand et un petit)
- Choisir un travailleur avec beaucoup d'expérience et un qui a peu d'expérience
- Choisir des travailleurs qui ont des méthodes de travail différentes

#### ***Dans quelles conditions filmer/observer?***

- Filmer 5 à 10 minutes ou, à tout le moins, s'assurer d'avoir environ 10 cycles de base par travailleur
- Filmer dans les conditions de production les plus représentatives - les plus fréquentes
- Filmer dans les conditions de production jugées les plus difficiles
- Filmer dans les cas où la cadence est dite normale et dans les cas où la cadence est la plus rapide

## **Plan d'échantillonnage**

Il n'y a pas de recette précise pour déterminer quel(s) travailleur(s) on doit observer et dans quelles conditions on doit les observer. Il existe, cependant, des principes qui peuvent guider les observations.

### ***Quels travailleurs choisir?***

Il est probable que les contraintes, difficultés, éprouvées à un poste ne soient pas les mêmes pour tous les travailleurs. Les variations inter-individuelles (entre les travailleurs) expliquent ces différences.

Il existe plusieurs sources de variations : âge, sexe, expérience, formation, état de santé, caractéristiques anthropométriques (grandeur, poids, etc.). Compte tenu qu'il s'agit d'une méthode d'analyse devant être utilisée par les travailleurs, avec des contraintes de temps, on ne peut tenir compte de toutes les variations possibles. S'il y a plusieurs travailleurs, il est important, toutefois, d'observer/filmer au minimum de 2 à 3 travailleurs par poste.

Dans le contexte qui nous intéresse, trois sources de variations importantes doivent être considérées.

- 1- Les contraintes reliées aux dimensions d'un poste vont varier selon la taille et le poids d'un individu, pour ces raisons il est bon d'observer les extrêmes : un grand et un petit travailleur.
- 2- Une variable importante est l'expérience au poste. Il arrive souvent, en effet, que les travailleurs expérimentés aient développé des "trucs" pouvant faciliter le travail. S'il y a des variations au niveau de l'expérience il est bon, encore ici, d'observer les extrêmes : choisir un travailleur avec beaucoup d'expérience et un ayant peu d'expérience.
- 3- Dans tous les cas, il peut être instructif de comparer différentes méthodes développées par les travailleurs. Choisir des travailleurs dont les méthodes de travail diffèrent.

## *Dans quelles conditions filmer/observer?*

On s'intéresse ici au travail répétitif. Malgré cette appellation, ce type de travail est loin de s'effectuer dans des conditions toujours égales.

Plusieurs conditions de production peuvent varier. Les modèles produits peuvent varier; certains modèles peuvent causer plus de problèmes. Il faut observer le travail dans les conditions de production les plus fréquentes, mais aussi dans les conditions qui sont perçues les plus difficiles.

La qualité des matériaux de base, outils, équipements, est souvent variable, il faut tenir compte des cas où la qualité est la pire et des cas où la qualité permet les conditions de travail les plus faciles.

Le rythme de travail n'est pas toujours constant. Pour toutes sortes de raisons, il peut y avoir des périodes d'engorgement, des moments où le rythme est plus rapide, etc. Il faut alors observer quand la cadence est jugée normale et quand la cadence est la plus rapide.

**MODULE 3 : ANALYSE DES VIDÉOS/DESCRIPTION DU POSTE :  
FACTEURS DE RISQUE**

- DÉCOUPAGE DU CYCLE DE BASE EN ACTIONS
- POUR CHAQUE ACTION, DOCUMENTER LA PRÉSENCE OU NON DE FACTEURS DE RISQUE :
  - posture
  - force
  - pressions mécaniques
  - outil
- QUESTIONNEMENT DES TRAVAILLEURS POUR COMPLÉTER L'ANALYSE
- PRIORISATION DES ACTIONS PRÉSENTANT DES FACTEURS DE RISQUE

## Analyse des vidéos/description du poste Facteurs de risque

### *Marche à suivre*

#### **1<sup>re</sup> étape : Remplir la fiche des caractéristiques du poste étudié.**

Il s'agit de faire un schéma du poste, d'indiquer les standards de production (quantité à produire), de décrire le matériel et les équipements utilisés et d'indiquer finalement, s'il y a utilisation d'équipements de protection.

#### **2<sup>e</sup> étape : Remplir la grille d'analyse du poste étudié.**

Pour remplir cette grille il faut d'abord isoler le cycle de base.

- Il faut, ensuite, découper le cycle de base en fonction des actions effectuées.

Une action correspond à une étape bien circonscrite de la production. Cette notion d'action sera illustrée à l'aide de plusieurs exemples concrets qui seront utilisés lors de la formation.

- Une fois que l'on a séparé le cycle en actions, il faut évaluer, si possible, la durée de chaque action.
- Il faut ensuite, pour chaque action, déterminer s'il y a présence, ou non, de facteurs de risque. Les principaux facteurs de risque considérés sont les postures contraignantes, l'exercice de forces, la présence de pressions mécaniques et l'utilisation d'outils inappropriés ou mal ajustés pour le travail.

Pour évaluer la posture de même que le type de prise, il faut référer aux deux feuilles d'illustrations ci-jointes. La posture est notée seulement lorsqu'elle est jugée contraignante.

Pour évaluer la force, les pressions mécaniques ainsi que les caractéristiques des outils, il faut référer à la feuille ci-jointe intitulée : *Caractérisation de la force, des pressions mécaniques et des outils utilisés.*

Outre ces facteurs, il faut mentionner la présence possible d'autres facteurs de risque : vibrations, froid, etc. Ceux-ci seront expliqués lors de la formation.

- Finalement, il faut inscrire au bas de la grille si, pour l'ensemble des actions, le travail effectué est statique au niveau d'une ou de plusieurs articulations.

La posture générale du corps (assis/debout) doit également être décrite lorsqu'il y a peu de variation d'une action à l'autre.

**Rappelons que l'objectif de cette étape est d'identifier les actions qui posent problèmes.**

### **3<sup>e</sup> étape : Questionner les travailleurs pour compléter l'analyse.**

Une fois que le groupe de travail a complété l'analyse du vidéo, certaines questions soulevées lors de l'analyse auront besoin d'être précisées avec un ou quelques travailleurs.

Il peut être difficile, dans certains cas, de juger si une action donnée nécessite une force significative. Pour se prononcer, dans ces cas, il faut vérifier avec le travailleur si cette action nécessite un effort qu'il juge important.

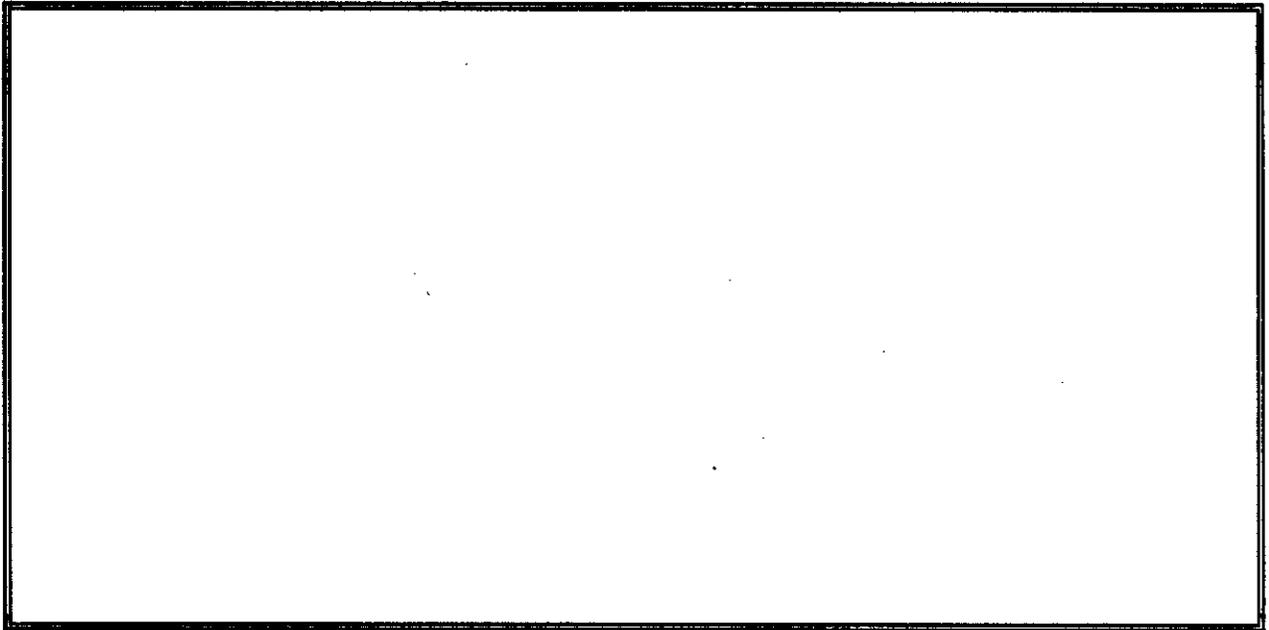
Il peut être aussi très utile de valider avec le travailleur si les actions évaluées à risque sont perçues comme étant difficiles par le travailleur. De plus, la présence du travailleur est souvent nécessaire pour préciser les conditions d'exécution qui rendent le travail particulièrement difficile.

### **4<sup>e</sup> étape : Prioriser les actions présentant des facteurs de risque.**

- Lorsqu'il y a plusieurs actions présentant des facteurs de risque, le groupe, avec les travailleurs, devra prioriser ces actions.
- Pour prioriser, le système de cotation suivant peut être utilisé :
  - 1 : actions les plus à risque sur lesquelles doit se baser la recherche de solutions.
  - 2 : actions qui sont également à risque et qui devraient être prises en compte lors des améliorations au poste.
  - 3 : actions dont les facteurs de risque sont de moindre importance, de plus faible amplitude. Si possible, des améliorations devraient être apportées pour ces actions.

## *Fiche des caractéristiques du poste étudié*

### *Croquis du poste*



*Standard de production :* \_\_\_\_\_

*Matériel utilisé :*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Équipement, outil utilisé :*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

***Équipement de protection*** (ex : gants, souliers de sécurité, lunettes, etc.)

---

---

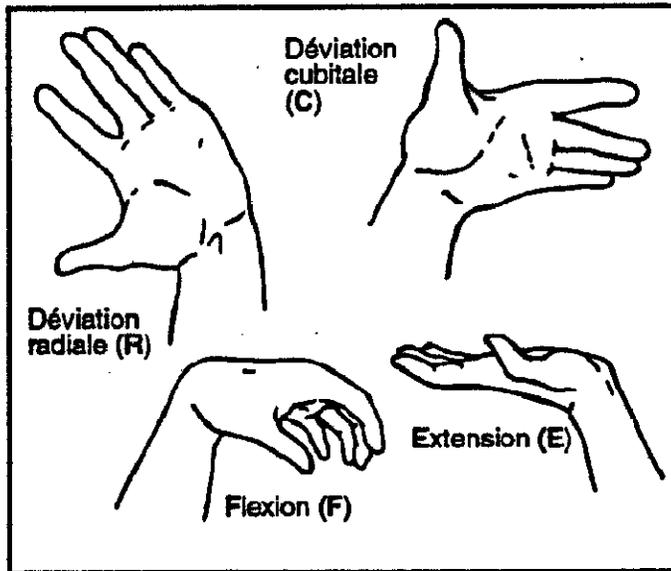
---

---

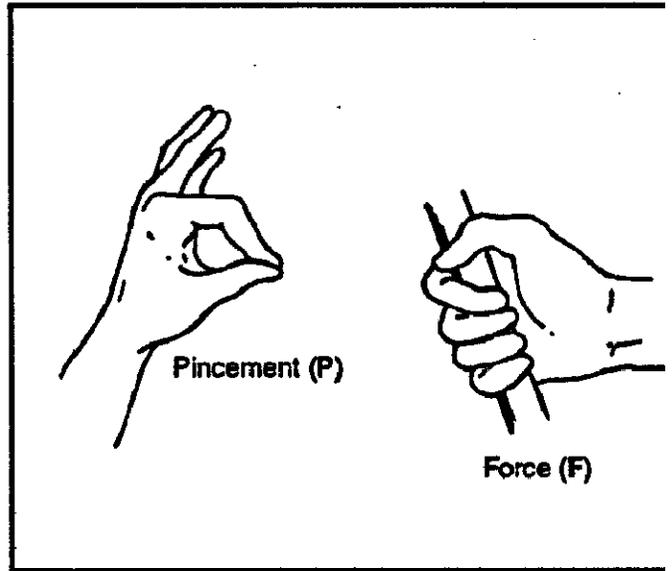
---



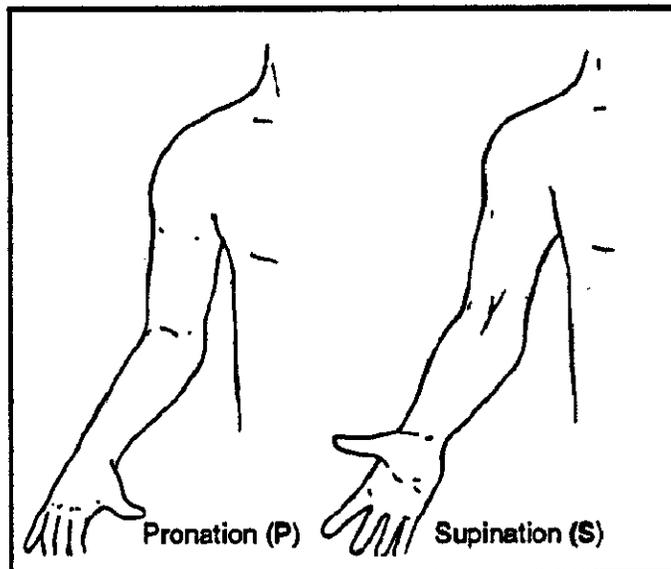
## POIGNETS



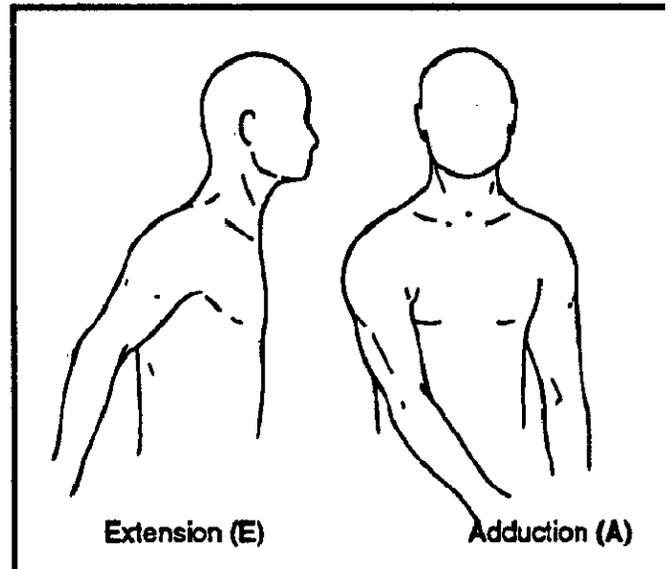
## PRISES



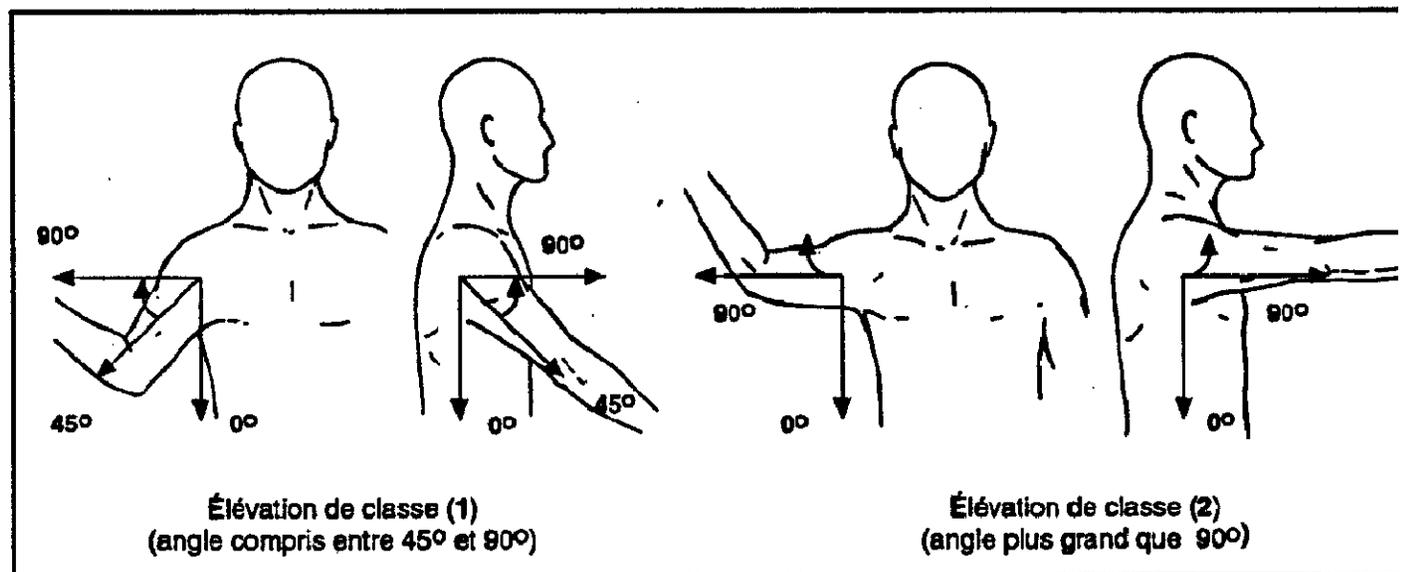
## AVANT-BRAS



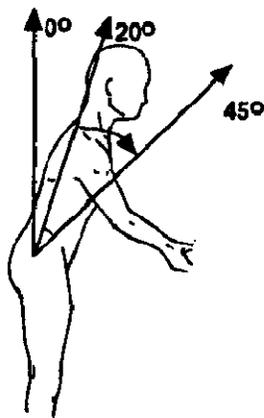
## ÉPAULES



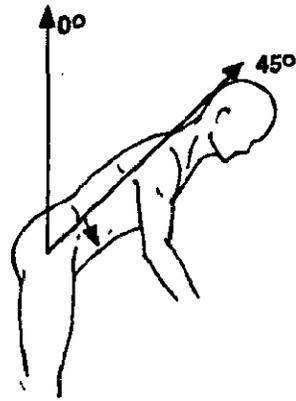
## ÉPAULES



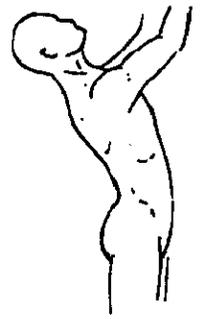
# DOS



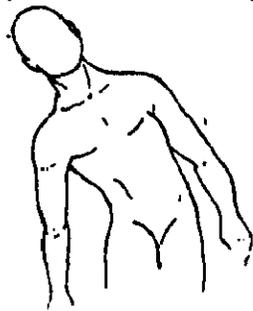
Flexion de classe 1 (1)  
(angle compris entre 20° et 45°)



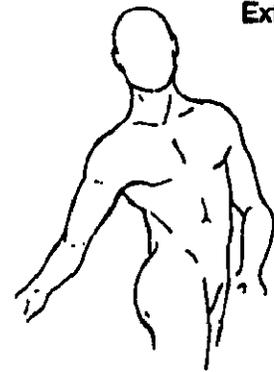
Flexion de classe 2 (2)  
(angle plus grand que 45°)



Extension (E)

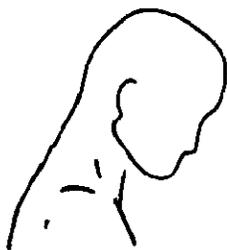


Flexion latérale (L)

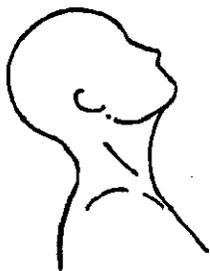


Torsion (T)

# COU



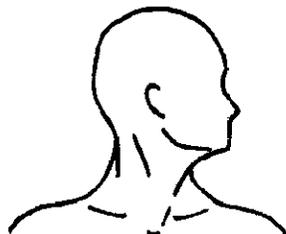
Flexion (F)



Extension (E)

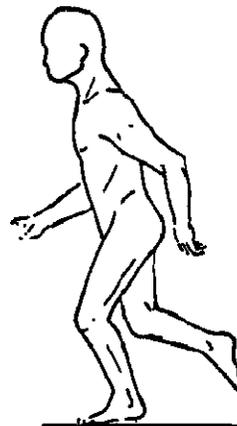


Flexion latérale (L)

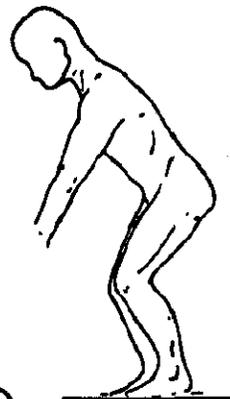


Torsion (T)

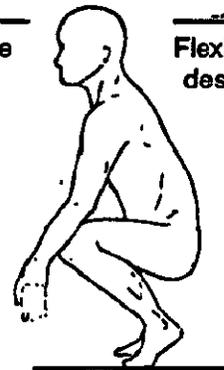
# MEMBRES INFÉRIEURS



Poids sur une  
jambe (1J)



Flexion marqué  
des genoux (F)



Accroupi (A)

## ***Caractérisation de la force, des pressions mécaniques et des outils utilisés***

### ***Force***

***Intensité :***

<b>Oui (O)</b>	<b>:</b>	<b>force significative</b>
<b>Non (N)</b>	<b>:</b>	<b>pas de force significative</b>
<b>Ind (I)</b>	<b>:</b>	<b>indéterminée, à préciser avec le travailleur</b>

***Prise :*** voir les schémas

**Opérations types nécessitant de la force :**

- Tenir, manipuler, transporter un objet (se baser sur le poids de l'objet)
- Tenir, transporter un outil (se baser sur le poids de l'outil)
- Travailler avec l'outil sur le produit
- Travailler sans outil sur le produit
- Actionner une commande
- Tenir un objet ou un outil dont la surface est glissante.

## ***Pressions mécaniques***

<b>Site corporel affecté :</b>	<b>Main</b>	<b>(M)</b>
	<b>Poignet</b>	<b>(P)</b>
	<b>Avant-bras</b>	<b>(B)</b>
	<b>Jambe</b>	<b>(J)</b>
	<b>Autre</b>	<b>(A)</b>

**Situations types où l'on retrouve les pressions mécaniques :**

- Contact physique entre les tissus mous du corps et un objet dur ou pointu (chaise, appui-bras, outil, ...)
- Paume ou base de la main utilisée comme outil (frapper avec sa main).

## ***Outil***

<b>Vibrations</b>	<b>(V) :</b>	vibrations transmises aux mains de l'opérateur
<b>Non-balancé</b>	<b>(B) :</b>	outil non-balancé
<b>Impacts</b>	<b>(I) :</b>	l'outil donne des coups, fonctionne par impacts
<b>Autre</b>	<b>(A) :</b>	autres risques associés à l'utilisation de l'outil.

**MODULE 4 : ANALYSE DES DÉTERMINANTS - CAUSES -  
DES FACTEURS DE RISQUE**

- DÉTERMINER L'ORIGINE DU PROBLÈME : LES CONDITIONS QUI EXPLIQUENT L'EXISTENCE DES FACTEURS DE RISQUE
- IDENTIFIER CE QUE L'ON DEVRAIT CORRIGER POUR ÉLIMINER LES PROBLÈMES

## Les déterminants primaires les causes des facteurs de risque

### 1- La posture

#### **OUTIL - ÉQUIPEMENT**

La forme de l'outil conditionne souvent la posture, surtout celle de la main, du poignet.

Il n'y a pas de forme d'outil idéale, il faut tenir compte des conditions d'utilisation.

Outre la forme, il faut considérer les autres contraintes de travail : exigences de force, type de prise requise.

#### **DIMENSIONS DU POSTE**

**SURFACES DE TRAVAIL : hauteur, largeur, profondeur**

Se baser surtout sur les postures de l'épaule et du dos.

Penser qu'il faut chercher à accommoder toute la population de travailleurs.

**DISPOSITION RELATIVE DES SURFACES DE TRAVAIL**

Des manipulations sur 2 convoyeurs différents peuvent entraîner des postures contraignantes.

**ALIMENTATION EN MATÉRIEL**

Des "containers" trop hauts ou trop bas vont causer des problèmes posturaux. Des pièces mal placées vont gêner le travail.

#### **PRÉSENTATION - ACCÈS SUR LE PRODUIT**

L'angle de présentation du produit peut entraîner une posture difficile.

Une pièce du produit peut gêner l'assemblage d'une autre pièce : peut-on changer la séquence de l'assemblage?

#### **EXIGENCES DE FORCE**

La force et la posture sont interreliées.

La posture adoptée peut être reliée au fait qu'il faille exercer une force.

<b>CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES</b>
<p><b>ENCOMBREMENT</b></p> <p>Un espace de travail réduit, parce que trop encombré, peut forcer l'adoption de postures difficiles.</p>
<p><b>VISIBILITÉ</b></p> <p>Intervient surtout pour le travail de précision.</p> <p>Une visibilité, un éclairage déficient peut entraîner des postures contraignantes.</p>

<b>MÉTHODES DE TRAVAIL</b>
<p>Quelquefois la posture adoptée n'est pas conditionnée par des facteurs externes, mais dépend plutôt de la méthode de travail choisie par le travailleur.</p>
<p>Se rappeler que, souvent, des travailleurs expérimentés ont développé des "trucs" intéressants, des méthodes qui sont adaptées aux exigences de la tâche et qui sont économiques au niveau physique.</p>

<b>VARIABILITÉ DANS LES CONDITIONS D'EXÉCUTION</b>
<p>Quelquefois des variations dans les conditions d'exécution vont occasionner des postures difficiles.</p>
<p>Par exemple, si la vitesse d'une ligne est mal balancée, il peut arriver que la durée de présentation du produit ne permette pas au travailleur de compléter toutes les opérations nécessaires. Dans ce cas, il peut adopter des postures difficiles pour "suivre" le produit.</p>

## 2- La force

### **POIDS D'UN OBJET**

Considérer la distance à parcourir avec l'objet.

Envisager des aides-mécaniques, du travail d'équipe, des modifications dans les méthodes de travail.

### **POIDS D'UN OUTIL**

Considérer la durée de maintien de l'outil.

Envisager une réduction du poids et/ou, plus simplement, une procédure pour soutenir l'outil.

### **PRISE SUR L'OBJET, L'OUTIL**

Dépendant de la prise, on peut exercer une force plus ou moins efficacement.

### **POSTURE DE TRAVAIL**

Certaines postures sont plus adéquates lorsqu'il y a un effort à exercer. Par exemple, un plan de travail plus bas est préférable lorsqu'on doit exercer un effort.

### **MÉTHODES DE TRAVAIL**

Certains travailleurs, avec l'expérience, ont peut-être développé des façons de faire plus économiques.

### **PORT D'ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION : LES GANTS**

Le port de gants de protection peut rendre plus ou moins facile l'exercice d'une force.

**FONCTIONNEMENT DES  
ÉQUIPEMENTS/OUTILS**

Des outils ou équipements défectueux ou mal entretenus peuvent exiger des efforts plus grands : roues de chariot bloquées, outil défectueux.

Ne pas oublier que la résolution d'un tel problème nécessite de considérer les procédures de l'organisation quant au choix et à l'entretien des équipements.

**CONSTANCE DANS LA QUALITÉ  
DU MATÉRIEL DE BASE**

Il y a souvent des problèmes quant à la qualité des matériaux utilisés, il arrive que les matériaux soient de qualité inégale.

Ce genre de problèmes implique de mieux cerner les caractéristiques du matériel défectueux et implique des contacts avec les responsables de la qualité.

**CONCEPTION DU PRODUIT**

Les caractéristiques intrinsèques d'un produit, d'un matériau peuvent entraîner des exigences de force élevées.

Il faut alors songer à des fournisseurs différents ou revoir, quand c'est possible, la conception du matériau, du produit.

**TRAVAIL EN AMONT**

Quand on parle de travail répétitif, cela implique souvent des lignes de production.

Le travail effectué sur des postes précédents peut conditionner les efforts requis à un autre poste.

**3- Les pressions mécaniques**

- . Contacts avec une surface dure ou comportant des arêtes, aspérités, ...
- . Forme/dimensions de l'outil
- . Type de prise
- . Force à exercer

**MODULE 5 : RECHERCHE DE SOLUTIONS**

- IDENTIFIER LES SOLUTIONS POSSIBLES POUR CORRIGER LE PROBLÈME
- QUELQUES PRINCIPES À RESPECTER POUR LE CHOIX D'UNE SOLUTION
- PLAN D'ACTION POUR LES SOLUTIONS CHOISIES

## Recherche de solutions - Fiche synthèse

POSTE ÉTUDIÉ :

ACTION	PROBLÈME	DÉTERMINANTS/CAUSES	SOLUTIONS POSSIBLES	PRIORITÉ



**QUELQUES PRINCIPES À RESPECTER POUR LE CHOIX D'UNE SOLUTION**

- Énumérer les solutions possibles
- Explorer la faisabilité des avenues de solution proposées
- Procéder à la mise en forme des solutions les plus réalistes
  
- Impliquer le travailleur dans le choix des solutions
- Si possible, procéder à des simulations
- Procéder d'abord sur une petite échelle
- Impliquer les travailleurs dans les "essais"
- Considérer les autres problèmes que peut générer une solution
- Considérer l'impact possible sur les autres postes et travailleurs
- Considérer une solution qui conviendra au plus grand nombre possible de travailleurs
- Choisir les solutions les moins coûteuses

## ***Recherche de solutions***

### ***Les solutions possibles***

#### ***TECHNIQUES***

Conception/adaptation d'outils

Dimensions/aménagement du poste

Conception/adaptation du produit

#### ***ORGANISATION DU TRAVAIL***

Organisation des pauses

Rotation/travail d'équipe

Enrichissement des tâches (augmenter le nombre d'opérations)

Automatisation de certaines étapes de la production

Organisation concernant l'entretien et le choix des équipements, outils, matériaux de base

Amélioration de la communication entre des stations différentes

#### ***FORMATION***

Intégration, lors de la formation, des "trucs" développés par les travailleurs