

1993

Atteintes musculosquelettiques reliées au travail répétitif dans le secteur électrique : résumé

Marie St-Vincent
IRSST

Denise Chicoine
IRSST

Sylvie Beaugrand
IRSST

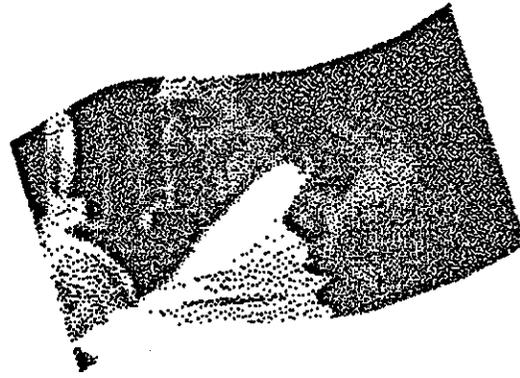
Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique>

Citation recommandée

St-Vincent, M., Chicoine, D. et Beaugrand, S. (1993). *Atteintes musculosquelettiques reliées au travail répétitif dans le secteur électrique : résumé* (Résumé de rapport n° RR-071). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans Rapports de recherche scientifique par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter pharesst@irsst.qc.ca.

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



**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

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

Mai 1993

RR-071

RÉSUMÉ



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
© 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**

RÉSUMÉ

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

Introduction générale	1
Partie 1 - Symptômes musculo-squelettiques dans deux usines du secteur électrique	
1. Introduction	5
2. Méthodologie	5
2.1 Le questionnaire	5
2.2 L'indice de gravité	5
2.3 Les deux usines à l'étude	6
2.4 La population étudiée	6
3. Résultats	7
Partie 2 - Analyse de deux postes : bobinage et picking	
1. Introduction	9
2. Description du poste de bobinage	9
3. Méthodologie	9
4. Résultats	10
4.1 Les variations de temps de cycle	10
4.2 Les incidents	10
4.3 Le découpage en opérations et l'analyse des facteurs de risque	10
Partie 3 - Développement et validation d'un outil d'analyse de postes spécifique au travail répétitif	
1. Introduction	13
2. Méthodologie	13
2.1 L'industrie, les groupes de travail et les postes à l'étude	13
2.2 L'outil d'analyse de postes	13
2.3 L'évaluation de l'outil d'analyse	16
3. Résultats	16
3.1 Les postes étudiés	16
3.2 Concordance entre les résultats d'experts et ceux des groupes de travail	20
3.3 Appréciation des groupes de travail face à la démarche d'intervention et à l'outil d'analyse de postes	21
Conclusion	23

Liste des figures

Figure 1 : Schéma illustrant le poste de bobinage	11
Figure 2 : Couper les ancras	12
Figure 3 : Actionner les commandes de la machine	12
Figure 4 : Transférer les bâtons	12
Figure 5 : Insérer le carton sur le mandrin	12
Figure 6 : Grille d'analyse	15
Figure 7 : Poste du moteur, vue d'ensemble	17
Figure 8 : Poste du moteur, manipulation du moteur	18
Figure 9 : Poste du moteur, prélèvement d'un moteur de la palette	18
Figure 10 : Poste du moteur, connexion des fils au moteur	18
Figure 11 : Poste d'insertion des ailettes, vue d'ensemble	19
Figure 12 : Poste de la pose du couvercle, insertion du couvercle	19
Figure 13 : Ligne de montage de la laveuse, dépôt de la transmission	19
Tableau 1 : Comparaison entre les résultats obtenus par les experts et les groupes de travail pour l'identification des facteurs de risque	20

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 (ballasts) 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 de 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 résumé relate les faits saillants de l'étude. Tout comme le rapport, 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. 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

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. Comme il y avait souvent plusieurs régions affectées, nous avons aussi demandé aux travailleurs quelle était la pire région.

Finalement, 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. 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.

2.3 Les deux usines à l'étude

L'usine-1, comme nous l'avons vu, est une usine d'assemblage de transformateurs (ballasts) 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. 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.

3. Résultats

Dans les deux usines, une forte proportion de travailleurs ont déclaré avoir eu des douleurs dans les 12 derniers mois : 69,5% dans l'usine de transformateurs (usine-1) et 83,3% dans l'usine d'électroménagers (usine-2). Dans l'usine-1, les régions les plus souvent touchées sont l'épaule (38,4% des répondants) et la région des poignets/mains (38,4 %), alors que dans l'usine-2 ce sont l'épaule (47,6%) et le bas du dos (43,8%). Dans l'usine-1, 25,8% des travailleurs ayant déclaré des douleurs ont un indice de gravité élevé, alors que dans l'autre usine cette proportion est de 46,3%. Dans les deux usines, les femmes rapportent plus fréquemment des douleurs que les hommes et elles ont une proportion plus forte d'indice de gravité élevé. De plus, les régions atteintes diffèrent selon le sexe : chez les femmes, les problèmes aux membres supérieurs sont plus fréquents, alors que chez les hommes les problèmes de dos sont plus fréquents. Comme les hommes et les femmes n'occupaient pas les mêmes postes, ces différences s'expliquent sans doute en partie par des variations au niveau de l'exposition. Dans les deux usines, les travailleurs les moins expérimentés rapportent plus fréquemment des douleurs et ont plus souvent un indice de gravité élevé. Ces résultats peuvent s'expliquer, en partie, par un effet de sélection et par le fait que les travailleurs moins expérimentés occupent sans doute les postes les moins en demande.

Dans l'usine de transformateurs les problèmes étaient plus fréquents et sérieux à deux postes de travail : le bobinage et le picking. Dans l'usine d'électroménagers, 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 première partie de l'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

1. Introduction

Cette deuxième partie 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. Comme la démarche utilisée était semblable pour les deux postes, seul le poste du bobinage sera présenté dans ce résumé.

2. Description du poste de bobinage

Plus de vingt travailleuses occupent ce poste qui consiste à fabriquer des bobines à l'aide de machines; il s'agit d'un travail assis. En gros, le travail consiste à procéder à un enroulement de fil conducteur (Al ou Cu) autour d'un noyau de carton. Pour chaque modèle, on doit suivre un patron indiquant l'emplacement des rubans (ancres) qui doivent être collés, coupés et repliés (figure 1). De plus, on doit insérer des papiers, des "glassines" et coller une enveloppe sur le bâton avant de le retirer de son mandrin. Plus de 80 modèles sont produits, des standards de production sont fixés pour chacun d'eux. Selon les modèles, le nombre d'ancres varie de 2 à 8 et le temps de cycle de 2 à 5 minutes.

3. Méthodologie

Le protocole d'analyse a été conçu sur la base d'entretiens avec 5 travailleuses et sur l'examen de données de production fournies par l'usine. Trois modèles ont été considérés. Les modèles 1 et 2 sont les modèles les plus fréquents, à eux seuls ils expliquent 34% de la production. Le modèle 1 est un 2 ancres et le modèle 2 un multi-ancres. Le modèle-3 est un multi-ancres qui est plus rarement produit. Il était important d'inclure un modèle rare, car on a pu approximer qu'une fois sur quatre les travailleuses produisent des modèles rares.

Pour chaque modèle, trois travailleuses ont été filmées durant 9 périodes de 30 minutes réparties sur l'ensemble du quart. À partir des bandes vidéo obtenues, plusieurs analyses ont été effectuées. D'abord, pour les 3 modèles, nous avons documenté les variations de temps de cycle durant le quart. Dans une deuxième étape, les différents types d'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 postures contraignantes et de pressions mécaniques. À cet effet, une grille d'analyse posturale a été développée.

4. Résultats

4.1 Les variations de temps de cycle

Bien que le bobinage puisse être considéré comme un travail répétitif, notre analyse montre qu'il y a beaucoup de variations dans les temps de cycle. Cette variation est due à la présence fréquente d'incidents. Quand on considère uniquement les cycles sans incident, on constate, pour les 3 modèles, que les variations sont beaucoup moins importantes. Quant aux variations du rythme de travail dans le temps, les résultats varient selon le modèle. Pour le modèle-1, le rythme propre des travailleuses est constant durant tout le quart. Pour le modèle-2, pour 2 travailleuses, il y a un ralentissement du rythme à la fin du quart. Pour le modèle rare, chez les trois travailleuses il y a une accélération progressive du rythme durant tout le quart. Ce phénomène d'accélération peut s'expliquer par le fait que, ce modèle étant rare et complexe, il y a un effet d'apprentissage.

4.2 Les incidents

Dépendant des modèles, la durée totale des incidents occupe de 4 à 9% du temps total d'observation. Deux grands types d'incidents dominent : les incidents de récupération, qui impliquent des actions pour corriger les erreurs du système, et les incidents d'interruption où il y a un arrêt de travail dû à une intervention du contremaître. Le profil d'incidents varie selon les modèles.

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 deuxième 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.

4.3 Le découpage en opérations et l'analyse des facteurs de risque

Ces deux types d'analyses nous ont permis d'identifier 3 catégories d'opérations particulièrement à risque. Les opérations de coupe d'ancres occupent de 6 à 24% du temps de cycle; elles impliquent fréquemment des postures contraignantes du poignet et des pressions mécaniques dues aux contacts avec des ciseaux inadéquats (figure 2). Il s'agit de plus d'une opération très répétitive; pour le modèle-2, on a estimé qu'il fallait donner 1,739 coups de ciseaux par heure. Les opérations de commandes machine sont aussi à risque. Ces opérations sont présentes surtout pour les modèles multi-ancres et occupent environ 30% du cycle. Ces opérations, vu l'emplacement des commandes, entraînent systématiquement des postures contraignantes de l'épaule (flexion et abduction marquée, de plus de 60 degrés) et s'accompagnent souvent de postures contraignantes au niveau des poignets (figure 3). Finalement, les opérations de manipulations des bâtons posent également problèmes. Bien qu'elles n'occupent que de 6 à 14% du cycle, ces opérations sont à risque en raison de l'effort déployé, le plus fréquemment, avec des postures contraignantes de l'épaule (abduction marquée) et du poignet (figures 4 et 5).

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 du 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 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.

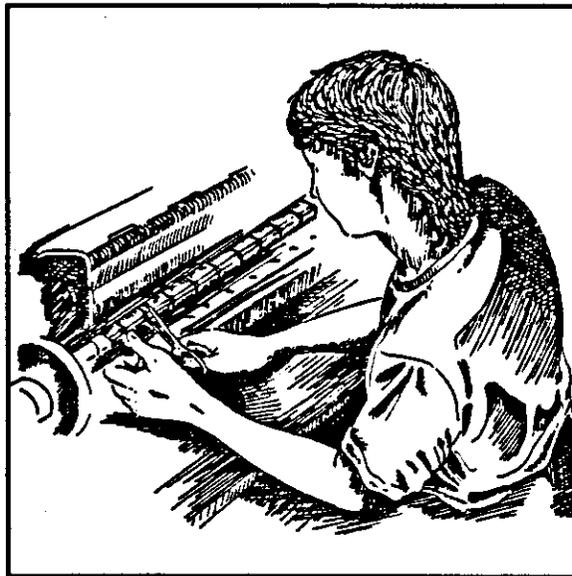


Figure 1 : Schéma illustrant le poste de bobinage. À noter : la travailleuse doit couper et replier l'ancre (ruban) à une quinzaine d'endroits sur le bâton délimitant ainsi les bobines.

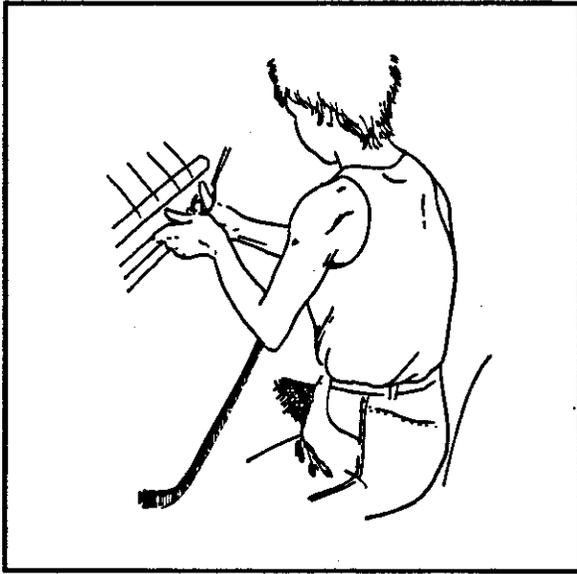


Figure 2 : Couper les ancrés.
À noter : Extension du poignet gauche.

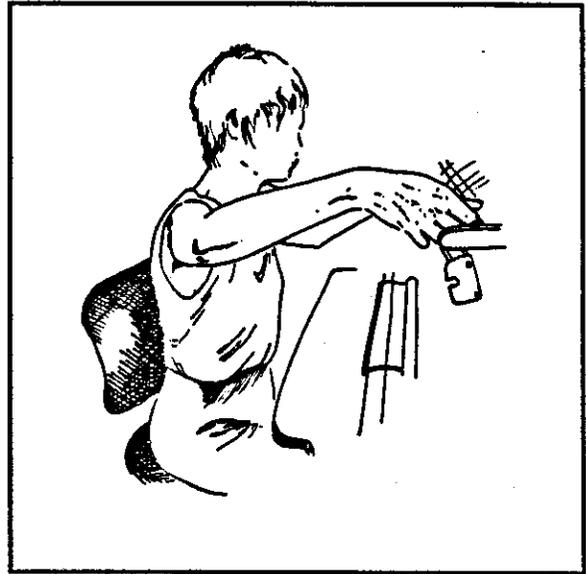


Figure 3 : Actionner les commandes de la machine.
À noter : Abduction marquée de l'épaule droite et déviation cubitale du poignet droit.

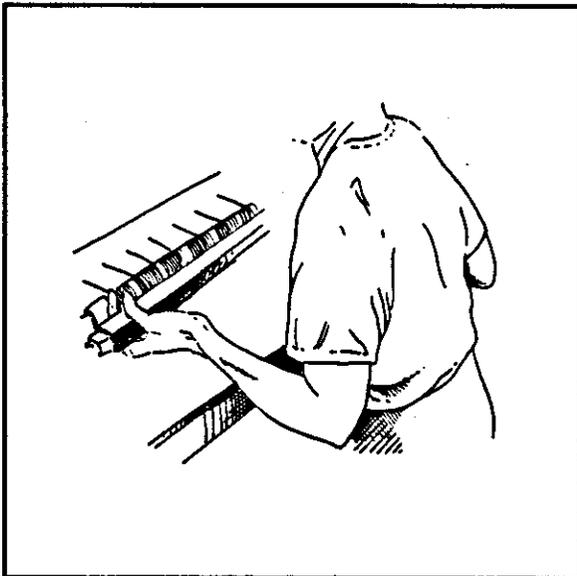


Figure 4 : Transférer les bâtons.
À noter : Extension du poignet gauche.

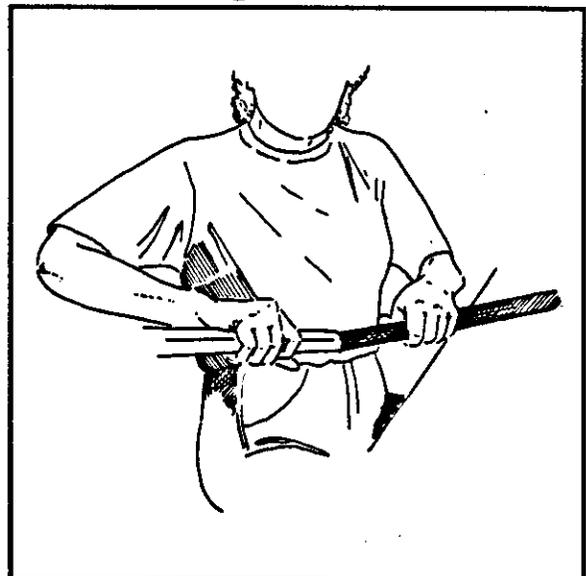


Figure 5 : Insérer le carton sur le mandrin.
À noter : Abduction marquée de l'épaule droite et déviation cubitale du poignet gauche.

Partie 3 - Développement et validation d'un outil d'analyse de postes spécifique au travail répétitif

1. Introduction

Cette partie du 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.

Dans les lignes qui suivent, la méthodologie et les principaux résultats obtenus sont résumés.

2. Méthodologie

2.1 L'industrie, les groupes de travail et les postes à l'étude

L'outil a été validé dans une industrie de fabrication d'appareils électroménagers où une très grande majorité des postes sont de nature répétitive. L'outil d'analyse de postes a été testé auprès de deux groupes de travail paritaires composés chacun de 5 à 7 personnes. Le premier groupe a analysé trois postes, alors que le second en a analysé un. Avant de procéder à l'analyse de postes, les deux groupes ont reçu une formation de six heures à l'utilisation de l'outil. Le travail d'analyse s'est effectué lors de rencontres des membres du groupe, chaque groupe se réunissant durant une heure une fois par semaine. Deux chercheurs-ergonomes ont assisté à chacune des rencontres afin d'encadrer les groupes et de documenter l'expérience. Les quatre postes à l'étude ont été ciblés suite à l'examen des données d'accidents et après consultations auprès de contremaîtres et de travailleurs. Il s'agissait de quatre postes d'assemblage.

2.2 L'outil d'analyse de postes

L'outil d'analyse a été conçu en fonction de quatre grands critères : l'outil est conçu pour être utilisé dans un contexte d'ergonomie participative par des gens ayant à la base peu de formation en ergonomie; l'outil d'analyse s'applique aux tâches répétitives caractérisées par des temps de cycle courts; l'outil doit 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; l'outil est conçu pour l'analyse de postes dont on sait, sur la base d'autres indicateurs, qu'ils sont à risque pour les problèmes musculo-squelettiques. L'outil se distingue des grilles d'évaluation connues (LEST, Renault) par le fait qu'il ne vise pas à quantifier les contraintes à un

poste, il vise plutôt à inculquer une démarche d'analyse ergonomique orientée vers l'identification des problèmes et sur la recherche de solutions. Par ailleurs, contrairement aux grilles usuelles, l'outil est vraiment axé sur la problématique des atteintes musculo-squelettiques.

L'outil d'analyse de postes se présente sous la forme de cinq modules. Le module-1 aide les usagers à rechercher les informations préliminaires qu'il faut connaître avant les étapes d'identification des facteurs de risque et de recherche de solutions : en particulier, les informations concernant les principales caractéristiques des travailleurs occupant le poste, les sources de variations au niveau des conditions de production et les étapes du travail perçues comme les plus difficiles par les travailleurs.

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.

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 à l'aide d'une grille d'observation (figure 6)¹. L'analyse s'effectue sur un cycle de base jugé représentatif, d'autres cycles sont ensuite visionnés pour mettre en évidence les principales sources de variations. La procédure consiste à découper le cycle de base en fonction des différentes actions effectuées et à en identifier la durée. 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 la force, la posture, les problèmes inhérents aux outils utilisés dans l'assemblage et la présence de pressions mécaniques. Outre ceux-ci, il faut mentionner la présence possible d'autres facteurs de risque : froid, vibrations ou 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 sont également 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.

L'objectif du module-3 est donc d'identifier les actions qui sont le 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 aide les usagers dans la recherche des déterminants des facteurs de risque, alors que le module-5 les guide pour la recherche de 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.

¹ Par rapport à la version initialement utilisée, la grille illustrée à la figure 6 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.

2.3 L'évaluation de l'outil d'analyse

L'outil a été validé en fonction de différents aspects. 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). Les experts ont donc utilisé le même matériel vidéo que les groupes et ont procédé à l'identification des facteurs de risque à l'aide de la même grille que les groupes; de plus ils ont utilisé, à une exception près, les mêmes consignes que les groupes pour la détection des facteurs de risque. Cependant quand l'amplitude du facteur de risque était près du seuil de détection, ils notaient le facteur de risque d'amplitude légère. De plus, les experts ont évalué si les modifications effectuées aux postes permettaient effectivement de diminuer les facteurs de risque. Finalement, des entretiens ont été réalisés auprès des membres du groupe pour évaluer leur perception de l'outil d'analyse et de la démarche d'intervention.

3. Résultats

3.1 Les postes étudiés

Le poste le plus complexe analysé par le groupe était un poste où l'opérateur doit assembler des composantes à un moteur, il s'agit d'un poste comportant quatre stations de travail distinctes (figure 7). Les problèmes majeurs du poste étaient : les fréquentes manipulations de moteurs entre les stations en raison d'exigences de force (figure 8), la prise des moteurs sur une palette à cause d'exigences de force et de contraintes au niveau de l'épaule (figure 9), de même que la prise des pièces qui étaient soit placées trop haut ou trop loin et s'accompagnait de postures contraignantes de l'épaule (figure 10). Suite à l'analyse effectuée par le groupe, le poste a été complètement réaménagé. Pour éliminer les manipulations de moteurs, un convoyeur à rouleaux mécanisé a été installé, chaque moteur étant acheminé entre les stations par un support de montage glissant sur le convoyeur. La hauteur de la palette à moteurs a été réduite et la palette a été installée sur une plateforme pivotante; de plus, à chacune des stations, le matériel a été mieux positionné. Le réaménagement a été planifié à partir de simulations effectuées à l'aide du moteur et de ses composantes de même qu'à l'aide d'un plan à l'échelle.

Le second poste analysé consistait à insérer trois ailettes à l'intérieur du tambour de la sécheuse (figure 11). Le problème majeur au poste était l'insertion des ailettes en raison d'exigences de force et de pressions mécaniques. Les solutions proposées pour ce poste consistaient, d'une part, à diminuer la hauteur du plan de travail pour permettre d'utiliser le poids du corps lors de l'effort et, d'autre part, à améliorer les communications entre le poste d'insertion et le service de fabrication des ailettes. En effet, les ailettes étaient souvent déformées ce qui accentuait les exigences de force. Des tests ont été faits au niveau de la fabrication jusqu'à ce que la qualité des ailettes soit améliorée ce qui a diminué la force requise au moment de l'insertion.

Le troisième poste analysé consistait à effectuer différentes opérations d'assemblage dont l'insertion du couvercle sur le cabinet de la sécheuse. Le problème majeur au poste était précisément l'insertion du couvercle : la sécheuse était trop haute, ce qui occasionnait des flexions marquées de l'épaule et il y avait des problèmes au niveau de la conception des pièces du couvercle et des pièces annexes; en conséquence, l'opérateur devait, à chaque cycle, frapper sur le couvercle avec la paume de la

main à cinq reprises ce qui occasionnait des pressions mécaniques (figure 12). Les solutions développées pour ce poste ont été mises en forme après discussions avec l'ingénieur du produit. Il a été décidé d'installer un cylindre pneumatique pour diminuer la hauteur de la sécheuse et de modifier le design du couvercle pour pouvoir l'installer sans exercice de forces et de pressions mécaniques.

Le dernier poste consistait à installer une transmission sur la suspension d'une laveuse. Le problème majeur au poste était justement le transfert de la transmission, en raison d'exigences de force (figure 13); pour régler ce problème, le groupe a mis au point et testé un dispositif sous forme de bras ayant pour fonction de prélever la transmission du convoyeur et de la déposer sur la suspension.

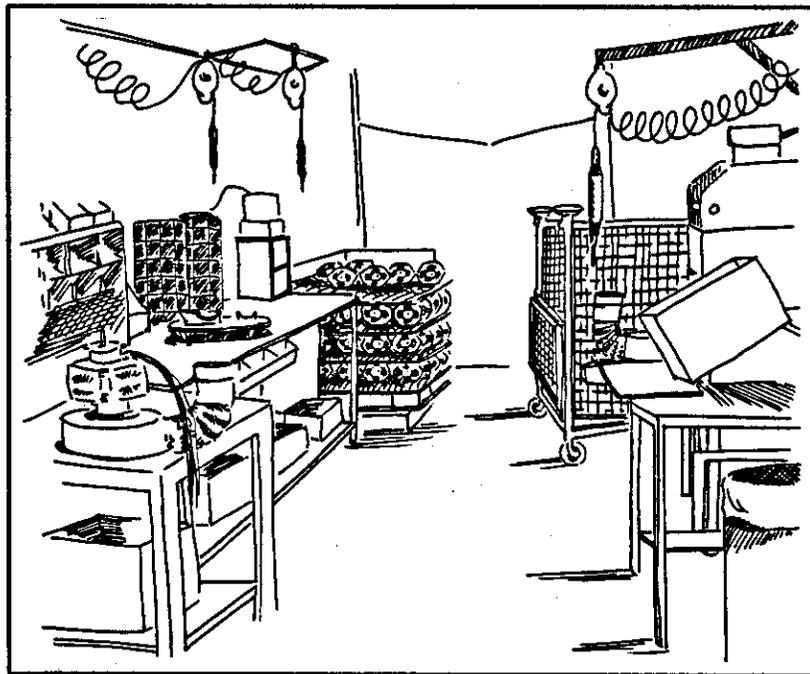


Figure 7 : Poste du moteur, vue d'ensemble



Figure 8 : Poste du moteur, manipulation du moteur. À noter : exigences de force accentuées par une prise non optimale.

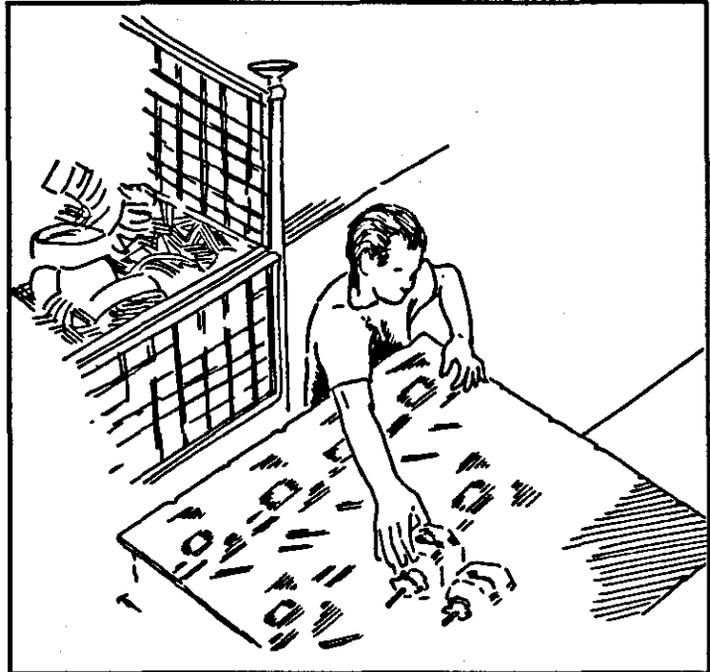


Figure 9 : Poste du moteur, prélèvement d'un moteur de la palette. À noter : exigences de force et contraintes posturales marquées au niveau de l'épaule.

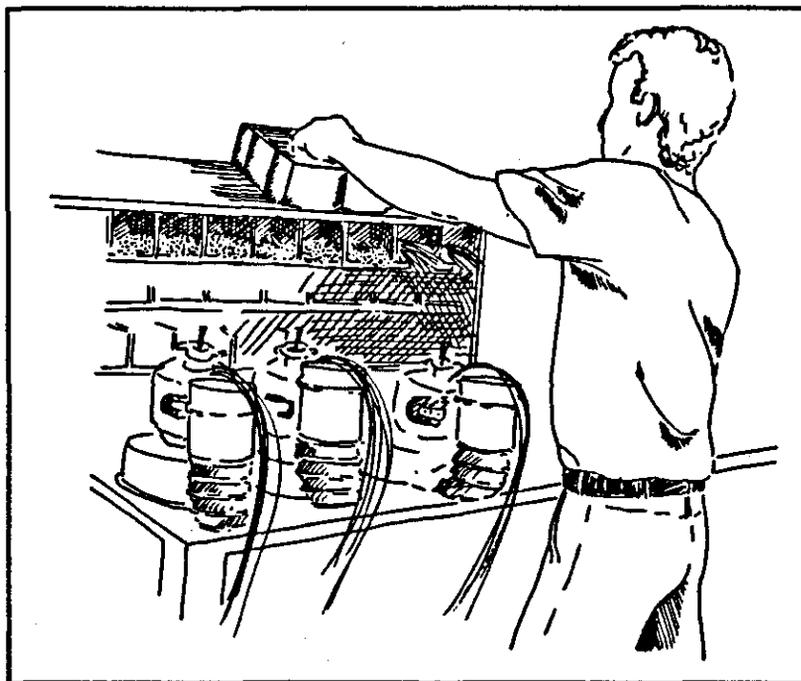


Figure 10 : Poste du moteur, connexion des fils au moteur. À noter : flexion marquée de l'épaule lors de la prise des nylons.

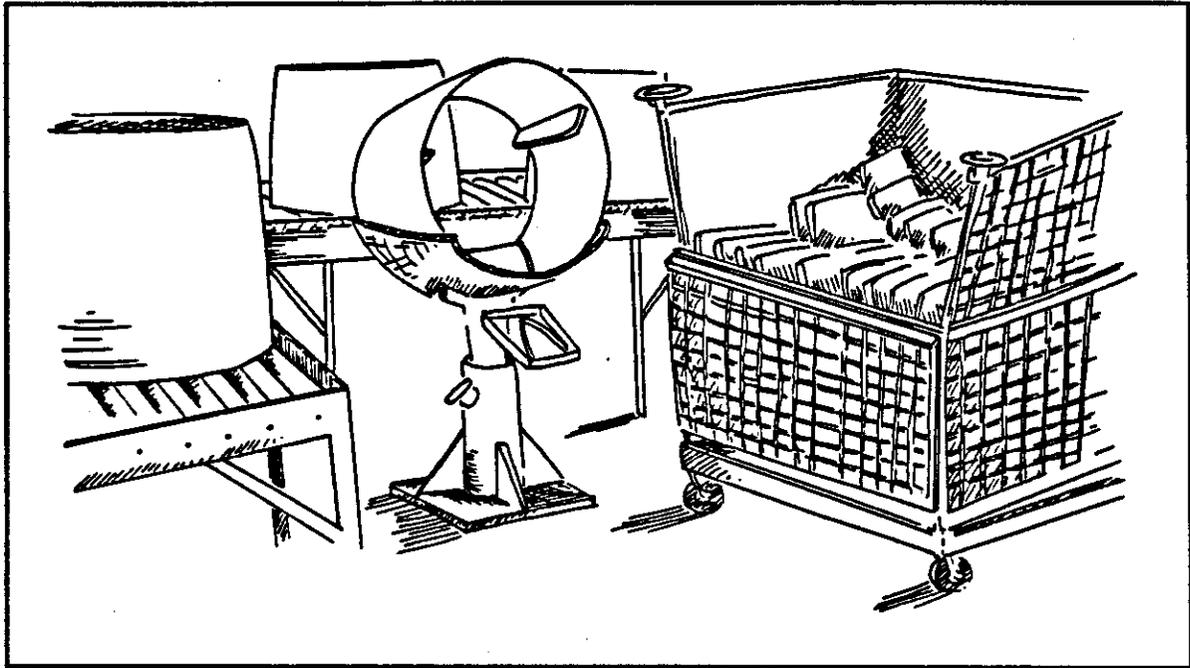


Figure 11 : Poste d'insertion des ailettes, vue d'ensemble

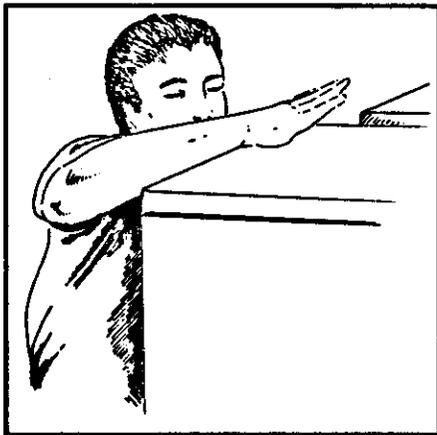


Figure 12 : Poste de la pose du couvercle, insertion du couvercle. À noter : pressions mécaniques, exigences de force, postures contraignantes de l'épaule et du poignet.

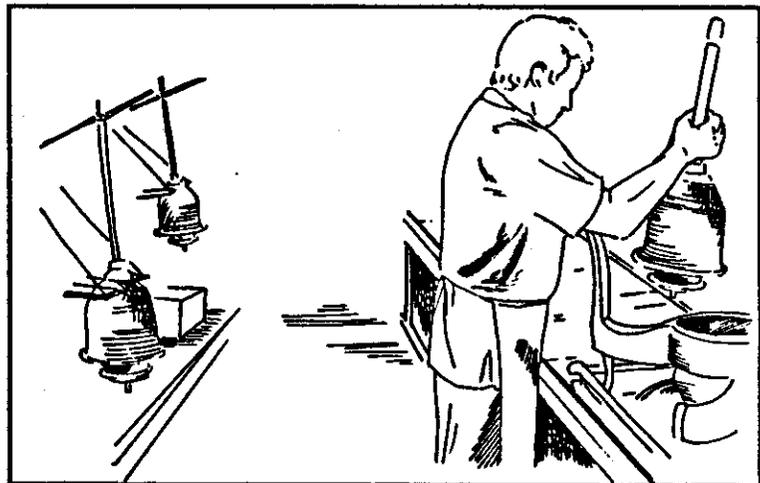


Figure 13 : Ligne de montage de la laveuse, dépôt de la transmission. À noter : exigences de force et posture contraignante de l'épaule.

3.2 Concordance entre les résultats d'experts et ceux des groupes de travail

Au total, pour les quatre postes analysés, 100 actions ont été documentées. Pour chacune d'elles, les facteurs de risque identifiés par les experts et ceux identifiés par les groupes ont été comparés. Pour 22% des actions de travail documentées, les groupes n'ont noté aucun facteur de risque, alors que les experts en avaient identifié au moins un; il s'agit dans tous les cas d'actions de travail qui ont été jugées par les experts comme étant non prioritaires. Le tableau-1 présente les résultats des comparaisons effectuées entre les données d'experts et celles des groupes pour les postures des épaules, du dos, des poignets et les problèmes de force. Dépendant des paramètres évalués, les cas où il y a concordance parfaite entre les experts et les groupes varient de 61% à 84%. 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; dépendant des paramètres évalués, le nombre de faux négatifs varie de 5% à 28%; pour certains de ces cas de faux négatifs, les experts avaient identifié la posture ou la force comme étant de faible amplitude. Les cas où les groupes ont identifié un problème alors que les experts n'ont rien identifié ont été classés comme des cas de faux positifs, ces cas sont en général peu fréquents, ils varient selon les paramètres de 2% à 9%.

Tableau 1 : Comparaison entre les résultats obtenus par les experts et les groupes de travail pour l'identification des facteurs de risque

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

1 : les experts et les groupes ont identifié les mêmes facteurs de risque ou ont identifié de façon concordante l'absence de risque;

2 : les experts ont identifié un facteur de risque alors que les groupes n'ont rien identifié;

3 : les experts ont précisé que le facteur de risque était d'amplitude légère;

4 : les experts n'ont rien identifié alors que les groupes ont identifié un facteur de risque;

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

La dernière ligne du tableau présente les erreurs que nous avons classées erreurs de nomenclature; 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.

3.3 Appréciation des groupes de travail face à la démarche d'intervention et à l'outil d'analyse de postes

À la fin du projet, des entretiens ont été effectués auprès des membres du groupe. Les groupes ont dit vouloir poursuivre leur travail d'aménagement de postes et continuer à utiliser notre outil d'analyse de postes. Il semble qu'au terme du projet, il y ait des acquis majeurs pour les groupes. Les entretiens préliminaires auprès de travailleurs et contremaîtres sont jugés indispensables à la démarche. L'utilisation de vidéos semble aussi un acquis pour les groupes. Le découpage du cycle de base en actions et l'identification des facteurs de risque pour chaque action sont également jugés indispensables à l'analyse de postes. L'étape de priorisation avant la recherche de solutions est jugée fondamentale. Les groupes ont mis l'emphase sur l'importance de faire des simulations quand c'est pertinent. De plus, ils ont insisté sur l'importance du suivi avant et après l'implantation. Finalement, le travail en groupe est considéré indispensable, en particulier, pour la recherche de solutions.

Deux points négatifs sont ressortis des entretiens. La terminologie utilisée est considérée trop complexe. Les participants sont d'accord pour identifier s'il y a, ou non, une contrainte posturale, mais ils jugent difficile d'identifier la posture comme telle (par exemple : déviation cubitale ou radiale; flexion ou abduction de l'épaule). Finalement les groupes pensent qu'une direction plus rigide des réunions aurait pu accélérer la procédure d'analyse de postes.

Les résultats obtenus montrent donc, qu'avec un encadrement et une formation minimale, les groupes de travail peuvent utiliser de façon assez fiable l'outil d'analyse de postes. De plus, cette première expérience de validation montre que la démarche d'analyse permet d'arriver à des solutions applicables pour la diminution des problèmes musculo-squelettiques. 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 (les faux négatifs) n'est pas négligeable, en particulier, pour les problèmes au niveau de l'épaule. Une analyse plus détaillée des résultats révèle que beaucoup des cas de faux négatifs s'expliquent par le fait, qu'avec le temps, les usagers ont tendance à utiliser la grille d'identification des facteurs de risque de façon moins systématique. Ainsi, ils ont tendance à ne pas identifier les facteurs de risque associés aux opérations de travail qu'ils jugent à priori non pénibles. Par ailleurs, nous avons observé en cours de projet que le seuil de détection des groupes pour les flexions et abductions de l'épaule avait augmenté, ils avaient tendance à noter des problèmes d'épaule surtout lorsque l'amplitude de la posture était près de 90 degrés. Les résultats de cette première validation étant positifs, il est prévu de répéter l'expérience dans deux industries du secteur électrique pour poursuivre la validation sur une plus large échelle.

Conclusion

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 de ce résumé. 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 parce qu'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 en fonction des résultats obtenus.