

**Validation d'une démarche
d'ergonomie participative
dans deux industries
du secteur électrique**

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

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Avril 1996

R-126

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
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

**Validation d'une démarche
d'ergonomie participative
dans deux industries
du secteur électrique**

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

**avec la collaboration de :
Julio Fernandez,
Université de Sherbrooke**

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

RAPPORT

REMERCIEMENTS

Une étude 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 :

Serge Simoneau de l'Association paritaire pour la santé et la sécurité - Secteur Fabrication de produits en métal et produits électriques, pour les échanges établis en cours de projet.

La direction et le syndicat 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.

Christine Lecours 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 la démarche d'ergonomie participative a été validée. Nous espérons qu'ils ont autant appris de nous que nous en avons appris d'eux.

Table des matières

	Pages
1- Introduction	1
1.1 Méthodes développées pour l'identification des facteurs de risque et l'analyse de postes.	1
1.2 Caractéristiques de la démarche adoptée dans le projet	4
2- Méthodologie	9
2.1 Groupes de travail et usines à l'étude	9
2.2 Formation donnée et outil d'analyse de postes	11
2.3 Éléments d'évaluation de la démarche	15
2.3.1 Résultats obtenus au niveau des postes analysés	15
2.3.2 Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes de travail	15
2.3.3 Rôle des ergonomes et évolution des groupes d'ergonomie	16
2.3.4 Description des représentations des membres des groupes face à différents aspects de la démarche	21
3- Résultats	23
3.1 Postes étudiés dans les deux usines	23
3.1.1 Description des postes, problèmes rencontrés, état du dossier au terme du projet	23
3.1.2 Facteurs de risque identifiés dans les deux usines	27
3.1.3 Pistes de solutions développées pour les postes étudiés	27
3.1.4 Maquettes, simulations, prototypes et essais effectués pour concrétiser les solutions	35
3.1.5 Durée des analyses de postes	35
3.2 Exemple 1 : Analyse ergonomique des postes d'assemblage et d'emballage des réflecteurs encastrés	39
3.2.1 Choix du poste	39
3.2.2 Description du poste	39
3.2.3 Entretiens et plan d'échantillonnage	41
3.2.4 Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation	41
3.2.5 Recherche de solutions	42
3.2.6 État de réalisation au terme du projet et suivi effectué	45
3.3 Exemple 2 : Analyse ergonomique du poste des parafoudres	52
3.3.1 Description du poste	52
3.3.2 Réaménagement prévu par l'entreprise	52
3.3.3 Démarche d'analyse	55
3.3.4 Entretiens préliminaires	55
3.3.5 Plan d'échantillonnage	56
3.3.6 Identification des facteurs de risque et priorisation des problèmes	56
3.3.7 Déterminants	57
3.3.8 Recherche de solutions	60

3.3.9	Proposition finale de réaménagement	63
3.3.10	Suivi	63
3.4	Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes de travail	66
3.4.1	Identification des facteurs de risque	67
3.4.2	Étape de priorisation	69
3.5	Rôle des ergonomes et évolution des groupes	72
3.5.1	Interventions des ergonomes pour les étapes d'analyse précédant la recherche de solutions : les quatre premiers modules de la méthode d'analyse de postes	73
3.5.2	Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions	78
3.5.3	Comportement des groupes lors du dernier poste pour la recherche de solutions	83
3.6	Représentations des participants quant à différents aspects de la démarche d'intervention	86
3.6.1	Tâche d'ergonome	86
3.6.2	Perception de la capacité subjective d'assumer le travail d'ergonomie	87
3.6.3	Conditions objectives de réalisation	88
3.6.4	Démarche et outils d'analyse de poste	90
3.6.5	Formation	91
3.6.6	Image sociale et image de soi	92
3.6.7	Rôle des ergonomes	93
3.6.8	Réunions du comité	93
3.6.9	Impacts	94
3.6.10	Enjeux et attentes	94
4-	Discussion	97
4.1	Postes étudiés	97
4.2	Comparaison des résultats obtenus par les groupes à ceux obtenus par les ergonomes	101
4.3	Rôle des ergonomes et évolution des groupes	103
4.4	Représentations des participants	107
4.5	Généralisation de la démarche	109
4.6	Conditions de succès d'une démarche d'ergonomie participative	109
5-	Conclusion	113
6-	Bibliographie	117

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 3.1 Usine 1 - Description des postes étudiés, des problèmes rencontrés et état du dossier au terme du projet	24
Tableau 3.2 Usine 2 - Description des postes étudiés, des problèmes rencontrés et état du dossier au terme du projet	26
Tableau 3.3 Usine 1 - Occurrence des principaux facteurs de risque	28
Tableau 3.4 Usine 2 - Occurrence des principaux facteurs de risque	29
Tableau 3.5 Usine 1 - Principaux éléments de solution développés pour les différents postes	31
Tableau 3.6 Usine 2 - Principaux éléments de solution développés pour les différents postes	33
Tableau 3.7 Usine 1 - Maquettes, simulations, prototypes, essais effectués pour chacun des postes	36
Tableau 3.8 Usine 2 - Maquettes, simulations, prototypes, essais effectués pour chacun des postes	37
Tableau 3.9 Nombre de réunions consacrées aux différentes étapes de la démarche d'analyse dans les deux usines	38
Tableau 3.10 Poste d'assemblage et d'emballage des <i>produits encastrés (chapeaux)</i>	50
Tableau 3.11 Poste d'assemblage des parafoudres - Synthèse des problèmes ...	58
Tableau 3.12 Comparaison des résultats obtenus entre les ergonomes et les groupes pour les deux usines	68
Tableau 3.13 Usine 1 - Comparaison des résultats obtenus pour l'identification des facteurs de risque pour les trois postes étudiés	70
Tableau 3.14 Usine 2 - Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes pour chacun des postes étudiés	71
Tableau 3.15 Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes pour les deux usines lors de l'étape de priorisation	73

Tableau 3.16a Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions - Usine 1, poste 2	84
Tableau 3.16b Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions - Usine 1, poste 3	84
Tableau 3.17a Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions - Usine 2, poste 4	85
Tableau 3.17b Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions - Usine 1, poste 2	85

Liste des figures

	Pages
Figure 2.1 Structure des groupes d'ergonomie	10
Figure 2.2 Grille d'analyse du poste étudié	13
Figure 2.3 Rôle de l'ergonome et des groupes durant la réalisation du projet ..	17
Figure 2.4 Fonctions de l'animateur	19
Figure 3.1 Vue d'ensemble du poste d'assemblage des réflecteurs	40
Figure 3.2 Assemblage de ressorts à l'aide du "pose-ressort"	40
Figure 3.3 Vue d'ensemble du poste d'emballage des réflecteurs	40
Figure 3.4 Poste d'assemblage - Flexion de l'épaule associée à la prise du réflecteur	43
Figure 3.5 Poste d'emballage - Flexion de l'épaule associée à la prise du réflecteur	43
Figure 3.6 Flexion du poignet associée à la mise en sac du produit	43
Figure 3.7 Prise des journaux à l'emballage	44
Figure 3.8 Poste de l'emballage - Flexion accompagnant la prise des boîtes sur le convoyeur	44
Figure 3.9 Réaménagement du poste de l'assemblage - Assemblage du réflecteur au déflecteur	46
Figure 3.10 Réaménagement du poste de l'assemblage - Table tournante	46

Figure 3.11	Représentation schématique des tiges du support du "pose- œillets"	47
Figure 3.12	Réaménagement du poste de l'emballage - L'ensacheuse	47
Figure 3.13	Poste de l'emballage - Élévation du convoyeur	47
Figure 3.14	Vue d'ensemble des trois premiers postes de la mini-chaîne d'assemblage des parafoudres	53
Figure 3.15	Insertion des rondelles à l'aide de la flûte	53
Figure 3.16	Aperçu du réaménagement prévu par l'entreprise	54
Figure 3.17	Flexion de l'épaule lors de la prise des pièces d'assemblage	54
Figure 3.18	Le vissage des fusibles et des écrous occasionne la flexion des épaules	54
Figure 3.19	Vue d'ensemble du réaménagement effectué - La chute	64
Figure 3.20	Dispositif de retenue de bases	64
Figure 3.21	Vue du poste réaménagé - Rapprochement des rails et pantographe	64
Figure 3.22	Structure des interventions des ergonomes lors de la recherche des solutions	80

1- Introduction

Le projet présenté porte sur la prévention des atteintes musculo-squelettiques reliées au travail répétitif dans le secteur électrique. L'étude constitue la suite d'un premier projet réalisé dans le secteur. Dans le cadre de ce premier projet, une approche d'ergonomie participative a été développée et implantée dans une usine d'appareils électroménagers. La démarche consistait à créer un groupe d'ergonomie constitué de travailleurs et de représentants patronaux, à donner une formation et à encadrer le groupe dans la démarche d'intervention. Le groupe devait cibler des postes à risque, analyser et corriger ces postes à l'aide d'une méthode d'analyse de postes conçue pour des non-experts en ergonomie et adaptée spécifiquement au travail répétitif. Dans le cadre de ce projet, deux groupes ont été constitués et quatre postes de travail ont été analysés. Des résultats positifs ayant été obtenus, il a été décidé de poursuivre la validation d'une telle démarche dans deux nouvelles industries du secteur électrique. Il a semblé opportun d'entreprendre une seconde étude pour les raisons suivantes.

Des résultats positifs avaient été obtenus dans une entreprise, il était important de vérifier si la démarche était généralisable à d'autres industries du secteur. De plus, il a semblé important de mieux définir les conditions d'encadrement requises par de tels groupes et de mieux documenter les difficultés rencontrées par les groupes de travail avec la méthode d'analyse de postes. Il apparaissait également intéressant de documenter l'autonomie acquise par les groupes au cours de la démarche d'intervention. Dans ce second projet, le rôle des ergonomes a donc été analysé, et l'évolution des groupes décrite. Par ailleurs, les représentations des participants face aux différents aspects de la démarche ont également fait l'objet d'une analyse en collaboration avec un spécialiste en formation des adultes (andragogue).

Avant de préciser les objectifs spécifiques de ce second projet, il apparaît utile de situer les caractéristiques de notre méthode d'analyse de postes relativement aux diverses approches développées par différents chercheurs.

1.1 Méthodes développées pour l'identification des facteurs de risque et l'analyse de postes.

Dans le passé, différents auteurs ont développé des méthodes permettant de décrire les postures de travail (Corlett et al., 1979; Kharu et al., 1977; Priel, 1974). Avec la reconnaissance accrue des troubles musculosquelettiques reliés au travail, d'autres méthodes ont été développées afin de mieux décrire l'exposition aux facteurs de risque (Armstrong, 1986; Keyserling, 1986; Kilbom et al., 1986; Punnet et Keyserling, 1987). La plupart de ces méthodes semblent avoir été développées dans une perspective de recherche et nécessitent l'évaluation de la posture en temps réel ou selon une technique "image par image" (frame by frame). Plusieurs de ces méthodes sont coûteuses en terme

de temps et permettent difficilement les liens avec l'intervention car les facteurs de risque ne sont pas reliés à l'activité de travail. Ces méthodes visent plutôt la caractérisation de l'exposition dans le cadre d'une approche épidémiologique.

Dans les années quatre-vingt, d'autres méthodes ont été développées, cette fois davantage dans une perspective d'intervention visant l'amélioration des conditions de travail. Plusieurs de ces méthodes semblent davantage destinées aux gens de l'industrie. Nous allons commenter ces différentes méthodes et situer la nôtre en fonction des caractéristiques suivantes : objectifs de la méthode, approche choisie pour évaluer les facteurs de risque, modalité retenue pour la priorisation des problèmes, utilisateurs-cible, type de validation effectuée, importance accordée à la participation, approche choisie pour la recherche de solutions.

Globalement, les méthodes développées peuvent être divisées en deux grandes catégories : la majorité est centrée essentiellement sur la description des facteurs de risque et aucun lien n'est fait avec l'intervention (Braun, 1992; Keyserling et al., 1992, 1993; Lifshitz et Armstrong, 1986; McAtamney et Corlett, 1993; Stetson et al. 1991). D'autres, moins nombreuses, sont davantage des démarches d'intervention qui comportent plusieurs étapes allant jusqu'à l'implantation et l'évaluation des solutions (Drury, 1987; Keyserling et al., 1991, OSHA, 1990; Reynolds et al., 1994). Les objectifs des différentes approches proposées varient donc. Plusieurs proposent un outil de dépistage permettant de cerner les postes à problèmes (Keyserling et al., 1992, 1993; Lifshitz et Armstrong 1986, McAtamney et Corlett, 1993). D'autres proposent plutôt un outil d'analyse visant l'implantation de solutions. Par exemple, la méthode de Reynolds et al. (1994) se veut un outil permettant de générer des données quantitatives pour évaluer l'impact des changements apportés; c'est un outil conçu pour des comparaisons "avant-après".

Les approches choisies pour documenter les facteurs de risque varient également : plusieurs proposent une approche de type "check-list" (liste de vérification), alors que d'autres adoptent davantage une grille d'analyse, où cette fois les facteurs de risque sont liés aux différentes étapes du travail. Il existe ainsi des check-lists basées sur un choix de réponse binaire : oui ou non (Lifshitz et Armstrong, 1986). D'autres check-lists sont plus détaillées et permettent de tenir compte de la durée ou de la fréquence des différents facteurs de risque en offrant trois catégories de choix selon la fréquence ou la durée d'exposition au facteur de risque (Keyserling et al., 1992, 1993). La méthode RULA (McAtamney et Corlett, 1993) propose de décrire la posture et la force en référant à des catégories de posture ou de force pré-déterminées.

Dans d'autres méthodes, il y a au préalable un découpage du travail en fonction des différentes opérations effectuées. Après quoi, pour chaque opération effectuée, on doit décrire les risques en référant à des catégories pré-établies de posture ou de force (Armstrong, 1982; Braun, 1992; Reynolds et al., 1994). Keyserling et al (1991) propose également de décrire les facteurs de risque en fonction de différentes étapes mais, cette fois, selon une procédure ouverte et non en référant à des catégories pré-établies. Dans

une perspective d'intervention, les méthodes qui procèdent par un découpage préliminaire en opérations sont plus utiles car, à la différence des *check-lists* elles permettent de relier les problèmes aux activités effectuées.

Selon les différentes méthodes, des efforts ont été apportés pour quantifier la démarche et développer un système de priorisation. L'approche la plus simple est la détermination d'une cote globale basée sur la sommation des réponses positives données aux questions de la *check-list* (Lifshitz et Armstrong, 1986). D'autres procèdent également avec une cote globale, qui est pondérée selon la durée ou la fréquence des facteurs de risque (Keyserling et al., 1992, 1993). Dans les deux cas, la cote globale vise à situer un poste par rapport à d'autres et sert surtout à déterminer les postes qui doivent faire l'objet d'une analyse plus approfondie. Certains chercheurs ont développé des approches plus sophistiquées qui visent à déterminer quels aspects d'un poste devraient prioritairement faire l'objet d'une intervention. Reynolds et al., (1994) proposent comme mode de priorisation une approche quantitative basée sur le calcul d'une formule intégrant la fréquence, la posture et les exigences de force. McAtamney et Corlett (1993), pour leur part, arrivent à une cote globale par le biais d'une série de différents tableaux de cotation. Comme le soulignent eux-mêmes les auteurs, les bases scientifiques des modalités de quantification ne sont pas toujours claires.

Plusieurs des chercheurs ne précisent pas toujours clairement à qui sont destinées les méthodes proposées. Certaines méthodes semblent plutôt destinées à des experts (Armstrong et al., 1982; Keyserling, 1986; Stetson et al., 1991). À la lecture des articles, on comprend que d'autres approches sont davantage destinées à des gens de l'industrie peu formés en ergonomie (Braun, 1992; Keyserling, 1991; Lifshitz et Armstrong, 1986; McAtamney et Corlett, 1993; Reynolds et al., 1994). Finalement, les listes de vérification de Keyserling (1992, 1993) sont très clairement destinées à des travailleurs d'industries.

Différentes approches ont été utilisées pour valider les méthodes proposées. Certains ont abordé l'aspect validité en utilisant différentes approches. Lifshitz et Armstrong (1986) ont comparé, pour plusieurs postes, l'incidence des traumatismes répétés à la cote obtenue avec leur *check-list*. McAtamney et Corlett (1993) ont, pour leur part, établi des comparaisons entre les douleurs rapportées à différents postes et la cote déterminée à partir de différents tableaux. Keyserling et al., (1992, 1993) ont choisi quant à eux de comparer les résultats obtenus par les travailleurs avec leurs *check-lists* à ceux obtenus par des experts en ergonomie. Certains chercheurs ont abordé les aspects reproductibilité, soit inter-observateurs soit intra-observateur (Keyserling, 1986; McAtamney et Corlett, 1993).

D'autres chercheurs ne mentionnent pas vraiment l'aspect validation. Ainsi, la méthode en 10 étapes proposée par Reynolds et al. (1994) ne semble pas avoir fait l'objet de validation auprès des usagers non plus que la méthode "ouverte" proposée par Keyserling (1991) et la grille d'identification des facteurs de risque développée par Braun (1992).

Dans les quelques démarches où l'on aborde la recherche de solutions, on ne précise guère la méthode adoptée pour cet aspect, mais on insiste sur l'utilisation de prototypes et sur l'importance d'effectuer une seconde évaluation du poste pour objectiver les gains apportés et corriger les derniers problèmes au poste (Keyserling, 1991; Reynolds et al., 1994). En ce qui concerne la recherche de solutions, la démarche de Reynolds et al. (1994) est la seule qui introduit de façon systématique la notion de coût-bénéfice.

Aux dires des auteurs, plusieurs de ces approches reposent sur une démarche participative impliquant notamment les travailleurs (Keyserling et al. 1991, 1992, 1993, McAtamney et Corlett, 1993; Reynolds et al., 1994). Cependant, aucun ne précise les modalités de participation et le rôle donné aux travailleurs. À l'exception de Keyserling (1992), qui rapporte des résultats d'entretiens auprès des usagers, il faut constater que les différentes méthodes reposant sur la participation n'ont pas fait l'objet d'une validation auprès des usagers. Ainsi, au premier abord certaines méthodes, dont les formules proposées par Reynolds, nous apparaissent complexes et fastidieuses pour des usagers non formés à l'ergonomie.

En résumé, plusieurs des approches proposées pour les gens de l'industrie sont centrées exclusivement sur l'identification des facteurs de risque et ont des objectifs de dépistage et non pas d'analyse détaillée d'un poste. Par ailleurs, les quelques démarches complètes, de l'identification des facteurs de risque à l'évaluation des solutions, n'ont pas vraiment fait l'objet d'une évaluation et, à certains aspects, nous apparaissent trop complexes pour être utilisées par des gens non formés en ergonomie.

1.2 Caractéristiques de la démarche adoptée dans le projet

Voyons comment notre approche se situe face à celles décrites précédemment. À l'instar de Reynolds et al. (1994) et de Keyserling (1991), la méthode que nous avons développée n'est pas conçue pour être utilisée sur un large échantillon de postes afin de déterminer ceux qui sont à risque. Il s'agit d'une méthode qui doit être utilisée pour des postes dont on sait, sur la base d'autres données, qu'ils sont à risque et doivent être corrigés. C'est une méthode, à la base, destinée à des non-experts en ergonomie et qui est spécifique au travail répétitif. La méthode est conçue pour une analyse complète, de l'identification des problèmes à la recherche et à l'implantation des solutions.

La première étape est basée sur la recherche d'informations préliminaires à partir d'entretiens auprès des travailleurs du poste et du contremaître. Les informations recherchées sont les suivantes : caractéristiques des travailleurs du poste (âge, sexe, grandeur, expérience, accidents passés); douleurs ressenties, étapes perçues comme les plus difficiles, sources de variations au niveau des modèles produits, de la cadence, des matériaux et des équipements utilisés. Suite à ces entretiens, un plan d'échantillonnage doit être établi. Cela implique de déterminer quels travailleurs seront observés/filmés et de déterminer dans quelles conditions de production les observations seront effectuées. Outre le fait d'intégrer les perceptions des travailleurs, le but de ces deux premières étapes est d'intégrer dès le départ, dans notre analyse du poste, les grandes sources de variations dans le travail. C'est là un des aspects les plus originaux de notre démarche. En effet,

seuls quelques auteurs mentionnent les variations dans le travail, mais ne donnent pas de consignes claires pour les intégrer à l'analyse. Keyserling et al. (1991) disent qu'il est important d'identifier dans quelles conditions sont faites les observations car il peut y avoir des variations. Ils ne disent pas, cependant, comment dans les solutions on doit tenir compte des conditions qui n'ont pas fait l'objet d'observations. Reynolds et al. (1994), pour leur part, abordent la question des variations entre les travailleurs d'un même poste. Pour tenir compte de cet aspect, ils disent qu'il est utile d'observer différents travailleurs et de choisir, pour l'analyse, un travailleur expérimenté n'ayant pas de "mauvaises habitudes".

Avec notre approche, les variations sont intégrées dès le départ, afin d'en tenir compte pour l'identification des facteurs de risque et pour la recherche de solutions. Il est important au niveau du diagnostic de tenir compte des différents problèmes rencontrés pour l'ensemble de la production; il est également indispensable pour les solutions de tenir compte des variations afin de développer des solutions qui seront adaptées à l'ensemble des situations.

Après les entretiens et le plan d'échantillonnage, la troisième étape de notre approche porte sur l'identification des facteurs de risque et sur la priorisation des problèmes. Pour identifier les facteurs de risque, une grille d'analyse spécifique au travail répétitif a été développée. Notre approche, à l'instar d'autres auteurs, est basée sur un découpage préalable du cycle en opérations; par la suite, pour chaque opération, les différents facteurs de risque sont identifiés en référence à des catégories préétablies. Cette grille se rapproche beaucoup de celle de Braun (1992) à l'exception que la nôtre intègre la posture du dos et des membres inférieurs. Pour l'étape de priorisation, au contraire de Reynolds et al. (1994) et de McAtamney et Corlett (1993), nous avons choisi une approche strictement qualitative. La consigne donnée aux usagers est de tenir compte des caractéristiques des facteurs de risque : intensité, durée, fréquence, des douleurs rapportées et des perceptions des travailleurs. Il nous a semblé plus opportun d'utiliser une approche qualitative basée sur la compréhension plutôt qu'une approche quantitative basée sur l'utilisation de tableaux ou de formules.

La quatrième étape de notre méthode consiste à identifier quels sont les déterminants des différents facteurs de risque observés : outils de travail ? mode opératoire ? alimentation en matériel ?, dimensions du poste ?, etc. Cette étape d'identification des déterminants des facteurs de risque n'est pas abordée dans aucune des méthodes citées plus haut.

La cinquième et dernière étape de la démarche porte sur la recherche de solutions leur implantation et leur évaluation. Comme cela a été mentionné antérieurement, l'aspect recherche de solutions a été peu abordé dans les approches commentées. Nous avons tenté de formaliser un peu cette étape. Ainsi, la recherche de solutions est toujours amorcée par un exercice de "brainstorming" suivi d'une analyse critique des différentes idées émises. Par la suite, différents scénarios de solutions émergent et sont ensuite concrétisés et mis en forme. Pour cette étape, nous favorisons l'utilisation d'outils concrets : maquettes de dimensions réduites ou grandeur nature, simulations sur le terrain, etc. À l'instar de Keyserling (1991) et de Reynolds et al. (1994), nous utilisons, quand c'est possible, des prototypes avant l'implantation définitive des solutions. De façon systématique, quand les solutions sont implantées, une évaluation est effectuée.

Ainsi, notre méthode d'analyse de postes se distingue des autres, notamment, par l'intégration des sources de variations dans le travail par le biais des entretiens et du plan d'échantillonnage. De plus, la méthode intègre une étape d'identification des déterminants des facteurs de risque et la priorisation s'effectue essentiellement sur une base qualitative. Finalement, des efforts ont été faits dans le but de formaliser le processus de recherche de solutions.

Notre approche en est une d'ergonomie participative. L'approche est basée sur la complémentarité entre les connaissances des travailleurs et des représentants techniques. Après une période de formation et d'encadrement, les groupes ont le mandat d'utiliser la méthode d'analyse pour corriger des postes à problèmes. Dans cette étude, au contraire de celles citées antérieurement, une attention particulière a été accordée à la compréhension du processus participatif. Au niveau de la validation, nous avons adopté, d'une part, une approche similaire à Keyserling (1992, 1993) en comparant les résultats obtenus par les groupes pour l'identification des facteurs de risque aux résultats obtenus par les ergonomes. Le but de cette comparaison est de s'assurer que les usagers ne sous-estiment ou ne surestiment pas de façon importante les différents facteurs de risque. De plus, en guise de validation, les résultats obtenus aux postes de travail ont été analysés systématiquement. Outre les effets sur les postes et la comparaison des résultats des groupes à ceux des ergonomes, l'essentiel de la validation a porté sur le processus participatif. Le rôle des ergonomes a été documenté et les difficultés rencontrées par les groupes avec la méthode d'analyse de postes ont été décrites. Par ailleurs, l'évolution des groupes est analysée, l'objectif étant de déterminer le degré d'autonomie atteint par les groupes en cours de projet. Finalement, en collaboration avec un andragogue, les représentations des participants face à différents aspects de la démarche ont été analysées.

Objectifs spécifiques du projet

Le but du présent projet était donc de valider une démarche d'intervention participative dans deux industries du secteur électrique. Les objectifs spécifiques étaient les suivants :

- améliorer des postes de travail à risque dans les deux industries et évaluer l'impact des changements apportés;
- évaluer dans quelle mesure les groupes peuvent identifier de façon fiable les différents facteurs de risque présents aux postes;
- identifier les aspects de la méthode d'analyse de poste qui sont les plus aisés ou les plus difficiles pour les groupes de travail.
- documenter l'évolution des groupes en cours de projet afin de déterminer leur degré d'autonomie au niveau de l'analyse de postes;
- décrire le rôle des ergonomes dans cette démarche d'ergonomie participative.

Après la description de la méthodologie, la présentation des résultats comporte quatre sections majeures. La première est consacrée aux sept postes analysés en cours de projet. Une vue d'ensemble des sept postes étudiés est d'abord présentée, après quoi deux des postes analysés font l'objet d'une description. Les cinq autres postes analysés sont décrits à l'annexe 1. La deuxième section porte sur la comparaison des résultats obtenus par les groupes de travail à ceux obtenus par les ergonomes. La troisième section des résultats porte sur le rôle des ergonomes et l'évolution des groupes de travail; les interventions des ergonomes pour les différentes étapes de la méthode d'analyse de postes sont résumées. Une présentation plus détaillée des interventions des ergonomes fait l'objet d'une deuxième annexe. Finalement, la quatrième section des résultats traite des représentations des participants face à différents aspects de la démarche d'intervention.

Suite à la description des résultats, une discussion est présentée; en conclusion à cette discussion, des hypothèses sont émises afin de dégager les grandes conditions de succès d'une démarche d'ergonomie participative.

2- Méthodologie

Dans ce chapitre, les usines et les groupes de travail sont décrits. La formation donnée aux groupes est présentée et l'outil d'analyse de postes utilisé est expliqué. Par la suite, les différents objets d'évaluation de la démarche sont décrits. L'évaluation a porté sur quatre aspects : les résultats obtenus au niveau des postes étudiés, la comparaison de résultats obtenus par les ergonomes et ceux obtenus par les groupes de travail, le rôle des ergonomes et l'évolution des groupes lors du processus participatif et, finalement, les représentations des participants face à la démarche d'intervention.

2.1 Groupes de travail et usines à l'étude

L'usine 1 est une usine de fabrication de luminaires de quelque 175 travailleurs. Environ 40% des postes sont des postes d'assemblage de projecteurs divers, le travail d'assemblage se fait généralement en position assise et les pièces assemblées sont en général de petites dimensions. Les autres postes sont répartis principalement entre les départements suivants : usinage, polissage, peinture, réception de marchandise et expédition. L'usine 2, d'environ 100 travailleurs, est vouée à la fabrication de produits de télécommunication ; on y retrouve plusieurs postes d'assemblage organisés soit en postes individuels, soit en lignes de production. Le travail d'assemblage se fait le plus souvent en position assise et en général, tout comme à l'usine 1, les composantes assemblées sont de faibles dimensions.

Dans les deux usines, les groupes de travail ont été organisés selon la structure présentée à la figure 2.1. Dans chaque usine un groupe d'ergonomie, constituant le noyau de base, a été formé. À l'usine 1, le groupe était formé d'un technicien en génie industriel et de deux travailleurs, dont un était représentant syndical au comité de santé-sécurité; vers la fin du projet, ce travailleur a été muté et remplacé alternativement par deux travailleurs. À l'usine 2, le groupe initial était formé de trois travailleurs, dont un représentant syndical du comité de santé-sécurité, de deux ingénieurs et d'un professionnel en éducation physique. En cours de projet, deux travailleurs ont dû quitter le groupe (à cause de mutation) et une nouvelle travailleuse s'est intégrée au groupe.

Comme l'indique la figure 2.1, lorsqu'un poste spécifique était étudié, un ou deux travailleurs du poste, de même que le chef d'équipe se joignaient au groupe de base pour toute la durée de l'analyse de leur poste. Par ailleurs, dépendant des solutions discutées, différents spécialistes de l'usine étaient consultés pour la mise en forme des solutions. Dans chaque usine, deux ergonomes ont accompagné les groupes durant toute la durée du projet. Un ergonome travaillait aux deux usines tandis que les deux autres ergonomes ont été affectés à une seule et même usine durant tout le projet.

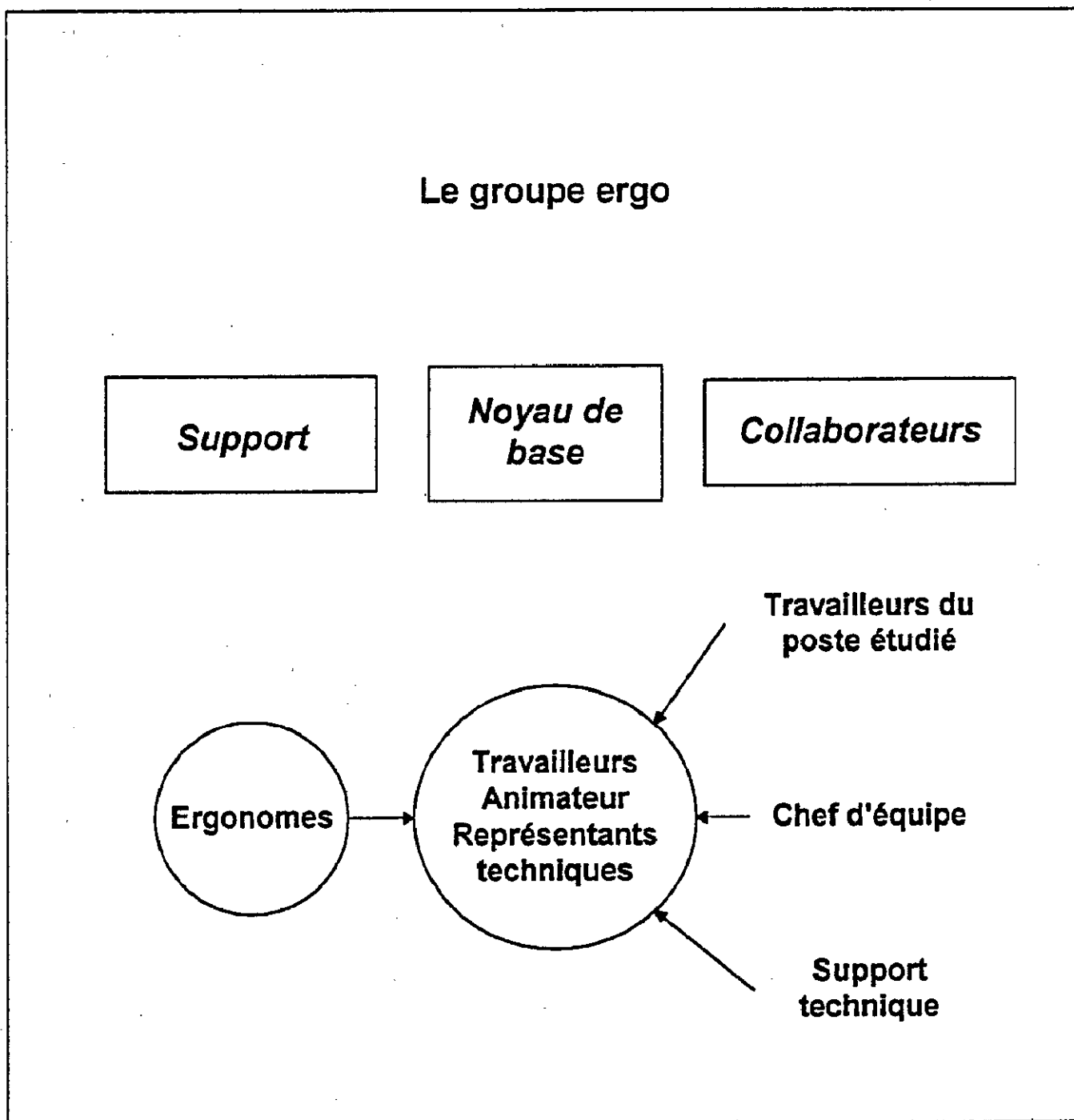


Figure 2.1 Structure des groupes d'ergonomie

Comme cela sera expliqué dans une prochaine section, le rôle des ergonomes a fait l'objet d'une évaluation particulière. Le rôle des ergonomes s'est modifié en cours de projet. Au début du projet, les ergonomes assumaient le rôle d'animation ou de coordination des groupes. Par la suite, dans les deux usines, un membre du groupe a pris en charge la fonction d'animation. À l'usine 1, le technicien en génie industriel était animateur du groupe, alors qu'à l'usine 2 cette fonction a été assumée par une ingénieure.

2.2 Formation donnée et outil d'analyse de postes

Au début du projet, les ergonomes ont donné aux groupes de travail une formation de neuf heures. Les trois premières heures portaient sur des notions générales d'ergonomie et sur des connaissances de base concernant les LATR. Les trois heures suivantes étaient consacrées à l'explication du guide d'analyse de postes. Le reste de la formation consistait en des travaux pratiques portant, entre autres, sur l'utilisation de la grille d'analyse développée par l'IRSST; ces activités s'effectuaient à partir de vidéos de postes de travail.

L'outil d'analyse de poste utilisé dans ce projet a été publié dans un rapport précédent (St-Vincent et al., 1993). Dans le présent rapport la méthode d'analyse de poste utilisée sera résumée; les lecteurs voulant plus de détails sont priés de se référer au rapport précédent. L'outil d'analyse comporte cinq modules correspondant aux différentes étapes de la démarche ergonomique.

Le module 1 a pour objet le recueil d'informations préliminaires qu'il faut connaître pour amorcer l'analyse d'un poste et qu'il faudra considérer pour la recherche de solutions. Le recueil de ces informations se fait à l'aide de questionnaires simples adressés à quelques travailleurs du poste et au superviseur. Une fiche synthèse permet de résumer, pour la présentation au groupe, 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 rapportés par les travailleurs;
- identifier les principales sources de variations dans les conditions de production : incidents, variations dans les modèles fabriqués, dans les matériaux de base utilisés, dans le rythme de production, etc.

Le module 2 a pour but d'aider les usagers à faire un plan d'échantillonnage pour les observations. Il s'agit d'une étape intermédiaire entre les entretiens et l'observation des activités de travail. Le but de ce module est de planifier les observations filmées, c'est-à-dire établir dans quelles conditions de production elles seront effectuées et identifier les travailleurs qui seront filmés. Les consignes de base sont de faire des observations dans les conditions de production les plus fréquentes, mais également de considérer d'autres conditions jugées difficiles par les travailleurs. Par exemple, si plusieurs modèles sont produits et que des modèles présentent des difficultés différentes, il faudra considérer

plusieurs modèles pour régler le maximum de problèmes au poste. Il est aussi recommandé quand c'est possible de filmer différents travailleurs pour mettre à jour les variations au niveau des modes opératoires.

Le module 3 porte sur l'identification des facteurs de risque présents au poste. Cette étape s'effectue principalement à partir des vidéos du poste et à l'aide d'une grille d'observation (voir figure 2.2). L'analyse s'effectue sur un cycle de base identifié comme étant représentatif. D'autres cycles sont ensuite considérés pour mettre à jour les variations. La procédure consiste à découper le cycle de base en fonction des différentes actions effectuées. Une action correspond à une étape de la production bien circonscrite. Une fois le découpage en actions effectué, il faut identifier les différents facteurs de risque associés à chaque action. Les facteurs de risque considérés sont ceux couramment reconnus : la posture, la force, la présence de pressions mécaniques. Outre ceux-ci, il faut mentionner la présence possible d'autres facteurs de risque : travail statique, froid, vibrations et tout autre problème (même ceux non considérés comme facteur de risque pour les LATR). Une attention est également apportée aux problèmes associés aux outils de travail (moment de torsion des tournevis pneumatiques inadéquat, système de retenu des outils ("balancer"), vibrations, etc.).

Pour la posture, une attention particulière est apportée aux membres supérieurs (épaule, poignet, avant-bras). Cependant, le cou, le dos et les membres inférieurs doivent également être considérés. Pour la flexion et l'abduction des épaules de même que pour la flexion du dos, des cotes ont été introduites. Pour l'épaule, il y a un problème de niveau 1 quand la flexion ou l'abduction est comprise entre 45 et 90 degrés; il y a problème de niveau 2 quand il y a flexion ou abduction supérieure à 90 degrés. Pour le dos, la cote est de 1 quand la flexion est comprise entre 20 et 45 degrés et elle est de 2 quand la flexion excède 45 degrés. Lorsqu'il y avait ambiguïté entre les cotes 1 et 2 la consigne était de noter 1,5. Pour la flexion du cou, un seuil a été donné : on note une flexion lorsque celle-ci est supérieure à 20 degrés. Pour les autres postures (poignet, pronation, supination, flexion latérale et torsion du dos, etc.) aucun seuil ou catégories n'ont été introduits : on doit noter ces postures lorsqu'on les détecte.

La force est évaluée le plus souvent de façon qualitative; les usagers ont à juger si une force significative ou non est requise. À cette rubrique, trois réponses sont possibles : on juge qu'il y a exigence de force; on juge que l'action n'implique aucune force significative ou alors on note force "indéterminée" lorsqu'on croit qu'il y a peut-être exigence de force. Quand il y a des exigences de force, il faut documenter le type de prise utilisé et distinguer s'il s'agit d'une prise en force ("power grip") ou d'une prise en pincement ("pinch grip").

Les pressions mécaniques sont également évaluées de façon qualitative : on doit juger si oui ou non il y a pressions mécaniques et indiquer la région où s'exerce ces pressions.

L'analyse détaillée des facteurs de risque se fait à partir d'un cycle de base jugé représentatif. Quand d'autres conditions de production doivent être analysées, une stratégie différente est adoptée afin de réduire le temps d'analyse. Pour ces autres conditions, seules les actions qui semblent à priori à risque sont retenues. La procédure est alors la suivante : un cycle de base est choisi, la bande vidéo est arrêtée pour chaque action et l'on doit se prononcer si on retient ou non l'action en se basant sur la présence des facteurs de risque et sur les résultats d'entretien. Seules les actions retenues sont notées dans la grille.

L'étape suivant l'identification des facteurs de risque est l'étape de **priorisation**. Comme plusieurs actions peuvent présenter des facteurs de risque, il est important pour orienter la recherche de solutions de prioriser les problèmes. Les critères en fonction desquels on doit prioriser sont les suivants. On doit tenir compte des caractéristiques du facteur de risque : amplitude, fréquence, durée et on doit également tenir compte des perceptions et des douleurs des travailleurs concernés. Ainsi, au terme de l'analyse des facteurs de risque, on doit décider si on retient ou non les différentes actions pour la recherche de solutions. On doit donner une cote de priorité pour chaque action retenue. La cote 1 est donnée aux problèmes identifiés comme majeurs; lors de la recherche de solutions il est impératif de trouver des correctifs à ces problèmes. La cote 2 est donnée aux problèmes qu'on juge aussi important de corriger; lors de la recherche de solutions des efforts sont apportés dans ce sens. Finalement, la cote 3 est donnée aux problèmes qu'on juge de moindre importance. Si on le peut, et si cela ne nécessite pas un investissement trop important, on réglera ces problèmes lors de la recherche de solutions.

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 identifiés (force, posture, pressions mécaniques, etc.) 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 de solutions. C'est le module le moins formalisé de la démarche d'analyse. La recherche de solutions est généralement amorcée en fonction des problèmes cotés de priorité 1. On initie le travail par un processus de "brainstorming", le but est d'émettre différentes idées, concepts, scénarios de solution. Aux étapes subséquentes, l'approche est plus critique. On analyse les avantages/désavantages des pistes de solutions les plus intéressantes. Les critères en fonction desquels on réfère pour les solutions ont fait l'objet d'une analyse particulière qui est présentée à la section 5 des résultats. On retient finalement les scénarios de solutions les plus prometteurs et on procède à la mise en forme des solutions. À cette étape, comme on le verra dans la section des résultats, des moyens concrets sont utilisés : maquettes, prototypes, simulations, essais. De plus, lorsque c'est nécessaire, il est recommandé de travailler en collaboration avec différents spécialistes de l'usine : mécaniciens, techniciens, ingénieurs, etc.

2.3 Éléments d'évaluation de la démarche

La démarche d'intervention a été évaluée relativement à quatre aspects différents : les solutions apportées aux postes et leur impact sur les facteurs de risque; la comparaison des résultats obtenus lors de l'analyse des postes par les ergonomes à ceux obtenus par les groupes; l'analyse du rôle de l'ergonome et l'évolution du fonctionnement des groupes; l'analyse des représentations des participants face à l'ensemble de la démarche d'intervention. Dans les lignes qui suivent la méthodologie utilisée pour ces différents aspects d'évaluation est détaillée.

2.3.1 Résultats obtenus au niveau des postes analysés

Les résultats obtenus au niveau des postes de travail ont été documentés systématiquement autant au niveau des solutions développées que sur leur impact sur les facteurs de risque. Quand les solutions étaient implantées aux postes, un suivi systématique était effectué. Le poste était filmé une seconde fois et les facteurs de risque réévalués. Cette évaluation était réalisée de façon qualitative à l'aide de la grille d'analyse. Un jugement était porté sur les différentes solutions implantées : soit le facteur de risque était réduit ou éliminé, soit il était inchangé, soit il s'était amplifié. De plus, des travailleurs des postes analysés étaient interrogés afin de connaître leur appréciation quant aux changements apportés. Dans l'usine 1, trois postes de deux stations de travail ont été analysés, alors qu'à l'usine 2 quatre postes ont été analysés. Dans la section des résultats, une synthèse du travail effectué au niveau des 7 postes sera d'abord présentée, suivra ensuite une présentation plus détaillée de deux des postes analysés. Le travail effectué sur les cinq autres postes sera décrit en annexe.

2.3.2 Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes de travail

Un des aspects de la validation a été de comparer les résultats obtenus par les groupes de travail avec ceux obtenus par les ergonomes. Cette comparaison a été effectuée pour l'identification des facteurs de risque de même que pour les cotes de priorité accordées aux différentes actions. L'objectif de cette comparaison est de vérifier si, avec l'outil d'analyse de postes, les groupes ont tendance à négliger ou à surestimer les différents facteurs de risque. La comparaison est effectuée en référence aux experts parce qu'il n'existe pas d'autres standards auxquels nous pourrions référer.

L'identification des facteurs de risque a été réalisée par les groupes et les ergonomes avec la même grille d'analyse et en suivant les mêmes consignes. La priorisation a été effectuée en utilisant les mêmes cotes de priorité. Pour chaque poste, les ergonomes ont procédé à l'évaluation des facteurs de risque et à l'étape de priorisation avant les membres des groupes. La comparaison des résultats pour les facteurs de risque et les cotes de priorité a été effectuée pour chaque action identifiée avec la grille d'analyse. À l'usine 1, pour les trois postes, un total de 113 actions a été documenté, alors qu'à l'usine 2, pour les quatre postes analysés, 46 actions ont été identifiées. Dans les deux usines, la comparaison a été effectuée pour l'ensemble des postes et pour chaque poste en

particulier. Les résultats obtenus lors de cette comparaison ont été exprimés de façon similaire à Keyserling (1993). On parle de concordance quand les ergonomes et les groupes ont noté exactement la même chose soit en ce qui concerne l'absence de facteur de risque ou la présence d'un risque donné. Pour l'étape de priorisation, il y a concordance si les cotes de priorités données sont les mêmes ou si les ergonomes et les groupes ont coté l'action non prioritaire. La notion de faux-négatifs correspond aux cas où les experts ont identifié un facteur de risque ou ont donné une cote de priorité alors que les groupes n'ont rien identifié ou n'ont pas jugé l'action prioritaire; les faux-négatifs représentent donc les facteurs de risque négligés par les groupes. La notion de faux-positifs correspond aux cas inverses : les groupes ont identifié un facteur de risque ou ont donné une priorité alors que les ergonomes n'ont identifié aucun facteur de risque ou n'ont donné aucune priorité à l'action concernée. Ces faux-positifs donnent donc une idée des facteurs de risque surestimés par les groupes. Finalement, nous avons introduit la notion d'erreur d'identification; il s'agit cette fois des cas où les ergonomes et les groupes ont identifié un facteur de risque ou donné une cote de priorité, cependant, la modalité diffère. Par exemple, les experts ont identifié une torsion du dos alors que les groupes ont noté une flexion latérale, ou encore les ergonomes ont donné à l'action une cote de priorité 3 alors que les groupes ont coté l'action de priorité 1.

2.3.3 Rôle des ergonomes et évolution des groupes d'ergonomie

Comme cela a été mentionné, à l'usine 1, trois postes de deux stations de travail ont été analysés alors qu'à l'usine 2, quatre postes ont été étudiés. Le rôle de l'ergonome s'est modifié au cours de la démarche. Ainsi, en ce qui concerne le rôle de l'ergonome auprès des groupes on distingue deux grandes étapes (voir figure 2.3). Dans une première étape, le rôle de l'ergonome est majeur, il agit comme participant, animateur, facilitateur mais également comme formateur. Dans une seconde étape, des responsabilités plus grandes sont données aux groupes et les ergonomes se sont donné la consigne de se retirer le plus possible, de répondre aux questions du groupe et d'intervenir seulement au besoin lorsqu'ils jugent que c'est nécessaire pour le bon fonctionnement des opérations.

La première étape, celle où le rôle de l'ergonome est majeur, a été maintenue pour toute l'analyse du premier poste à l'usine 1 et pour l'analyse des deux premiers postes à l'usine 2. Cette différence s'explique par le fait qu'à l'usine 1 le premier poste comportait deux stations distinctes et a été plus long à analyser. Lors de cette première étape, les ergonomes assumaient l'animation des groupes, la conduite de réunion, et amorçaient l'analyse des postes. Ainsi, les ergonomes faisaient les entretiens auprès des travailleurs, guidaient pour le plan d'échantillonnage et filmaient dans les conditions choisies. Les membres des groupes étaient impliqués activement dans les derniers modules de la méthode : l'identification des facteurs de risque et des déterminants de même que les étapes de priorisation et de recherche de solutions. De plus, à divers moments lors de la recherche de solutions, les ergonomes produisaient différents documents qui synthétisaient de façon schématique les diverses pistes de solutions discutées avec leurs avantages et désavantages.

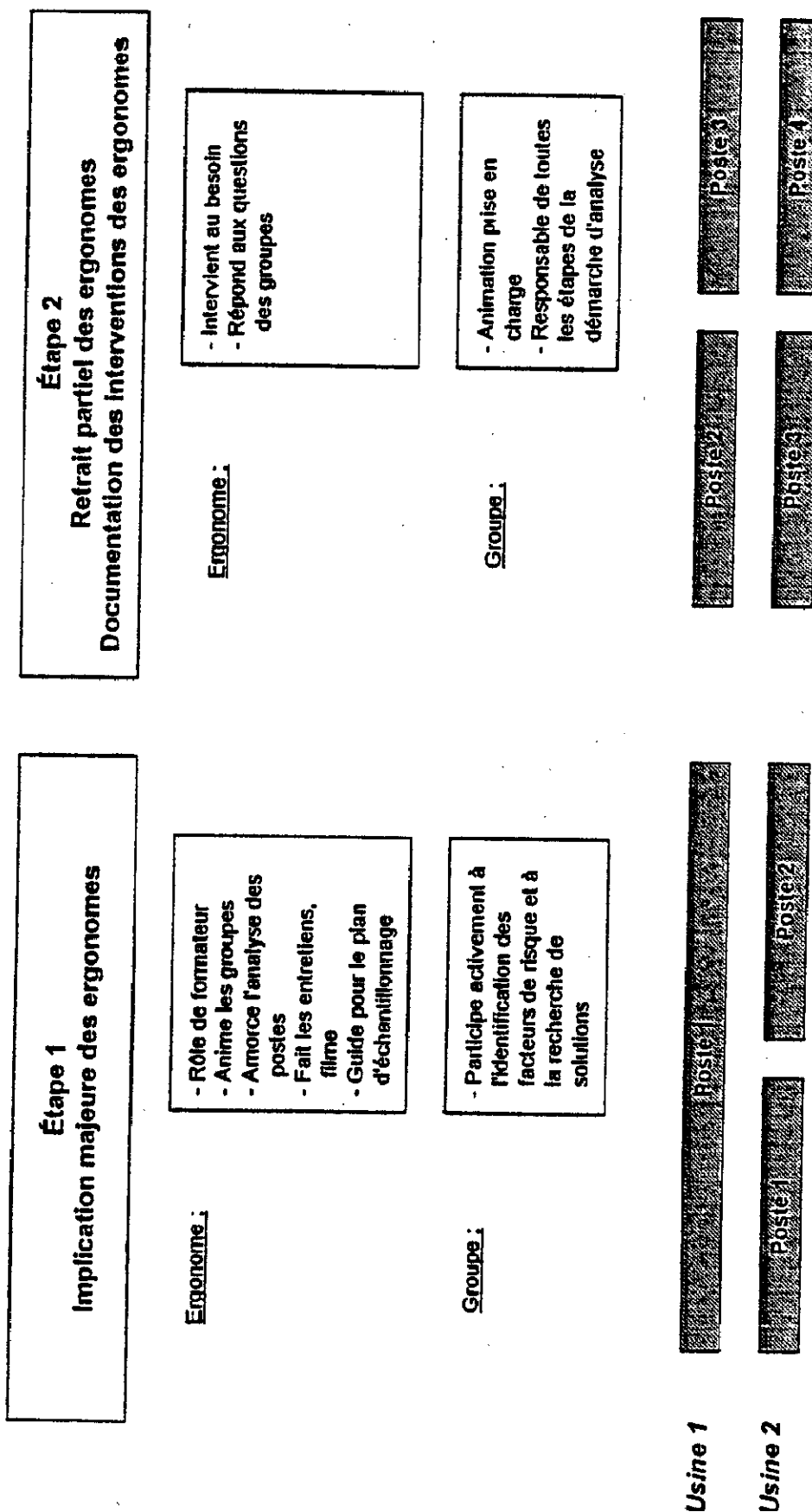


Figure 2.3 Rôle de l'ergonome et des groupes durant la réalisation du projet

Dans les deux usines, la deuxième étape, celle où les ergonomes sont plus en retrait, a été maintenue pour les deux derniers postes étudiés. Pour les deux derniers postes, un animateur a été désigné pour chacun des groupes de travail. Une courte formation a été donnée à ces animateurs : un document synthèse de la démarche à suivre leur a été fourni et leur rôle d'animateur leur a été expliqué. Les fonctions d'animation ont été expliquées selon le modèle présenté à la figure 2.4. Comme l'illustre cette figure, la fonction d'animation demandée implique différents volets : l'animateur doit faire périodiquement des synthèses des discussions lors des réunions, il doit orienter le déroulement des discussions et voir à ce que tous les participants expriment leur opinion. Par ailleurs, au début de chaque réunion, il doit présenter un ordre du jour et faire le lien avec les réunions antérieures. Finalement, il doit planifier les réunions subséquentes et déléguer, au besoin, des actions aux membres des groupes. Il doit également tenir le dossier du poste analysé à jour. Lors de cette deuxième étape, outre la fonction d'animation, le groupe devait assumer d'autres responsabilités. Les membres des groupes faisaient les entretiens et filmaient dans les conditions choisies. Ils avaient également le mandat d'assumer les autres étapes de la démarche d'analyse.

À la deuxième étape, pour les deux derniers postes, outre le fait de répondre aux questions, les ergonomes s'étaient donné la consigne de se retirer au maximum et d'agir de plus en plus en observateur. Cependant, lors des réunions, les ergonomes intervenaient au besoin quand ils le jugeaient nécessaire pour le bon déroulement de la démarche d'analyse.

Dans les deux usines, pour les deux derniers postes étudiés, les interventions des ergonomes durant les réunions de travail ont été systématiquement documentées. Les réunions étaient enregistrées, et, à partir des bandes, les interventions des ergonomes étaient transcrites pour analyse ultérieure.

Les interventions des ergonomes ont été décrites en fonction de quatre objectifs. En premier lieu, ces interventions ont été décrites dans un but descriptif. Il apparaissait important de départir le rôle des ergonomes de celui des groupes. Les interventions des ergonomes ont également été décrites dans le but de cerner les éléments de la démarche d'analyse de postes les plus difficiles pour les groupes. En effet, en décrivant les interventions des ergonomes, l'analyse des notions sur lesquelles ils doivent insister, revenir fréquemment, permet de mettre à jour les difficultés des groupes. En troisième lieu, les interventions des ergonomes ont été décrites dans le but de formaliser le rôle des ergonomes lors de l'étape de recherche de solutions. On sait, en effet, que les premières étapes de l'analyse de poste sont déjà bien formalisées dans le guide d'analyse de postes, alors que ce n'est pas le cas pour la recherche de solutions. Un des buts de cette analyse était donc de mieux formaliser cette étape dans l'objectif ultérieur d'améliorer les outils de formation pour les groupes de travail. Finalement, ces interventions ont été décrites dans le but de mieux comprendre l'évolution des groupes entre les deux derniers postes analysés. En voyant comment les interventions des ergonomes se transforment (en nombre et en contenu), il devient possible d'évaluer comment les groupes évoluent.

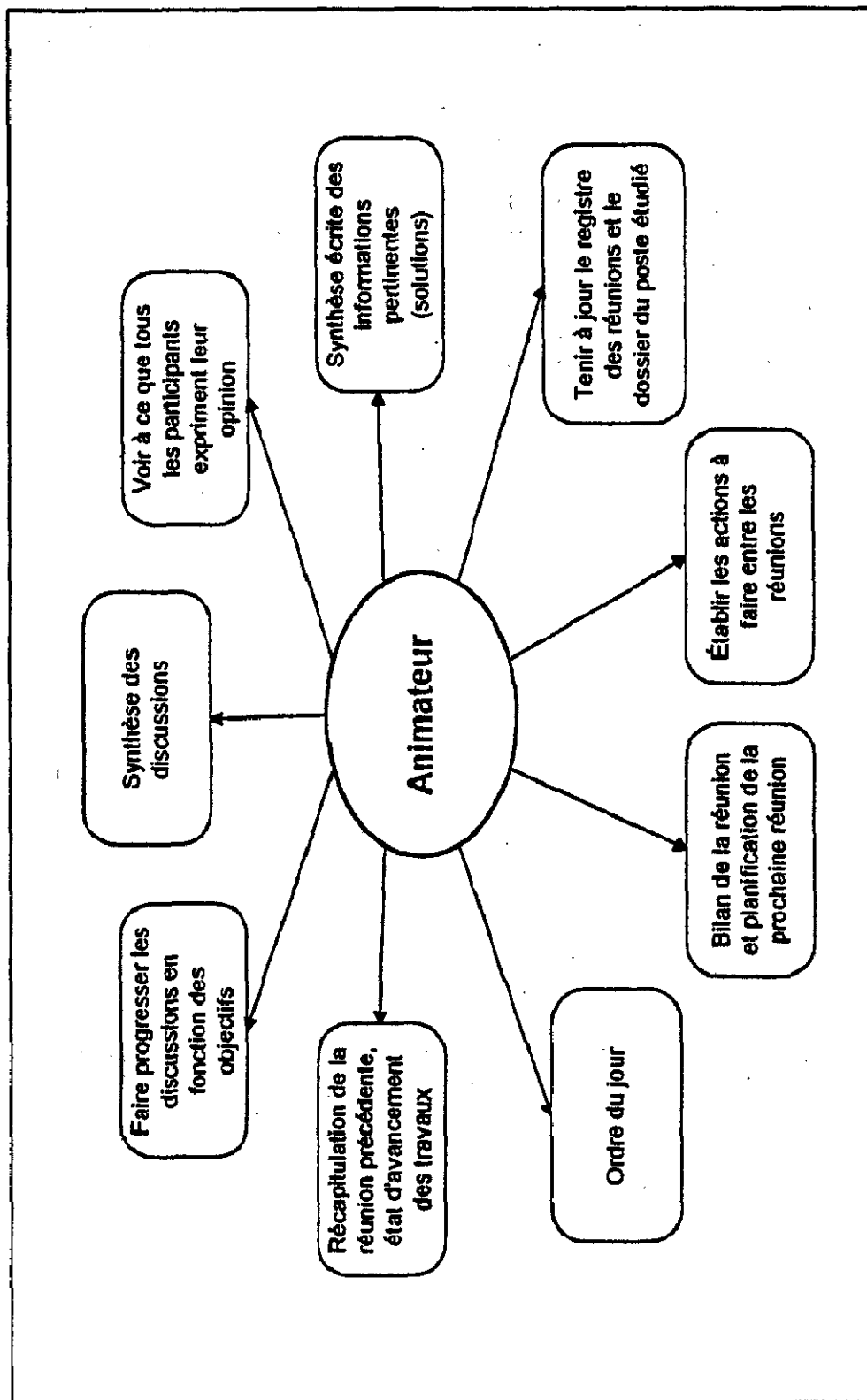


Figure 2.4 Fonctions de l'animateur

Pour fins d'analyse, les interventions des ergonomes ont été séparées en deux grandes catégories : les interventions d'animation reliées à la conduite de réunions et les interventions "d'experts" qui touchent davantage à la démarche ergonomique d'analyse. Les interventions d'animation ou de conduite de réunion ont été regroupées en trois classes : les interventions de synthèse et les interventions de déroulement visant à orienter les discussions; finalement, la catégorie "autres" regroupe diverses interventions, comme par exemple, celles visant à susciter la participation des différents membres du groupe.

Les interventions de contenu, ou interventions "d'experts", ont été traitées différemment selon qu'il s'agissait de la recherche de solutions ou des étapes précédentes de l'analyse. Comme les quatre premiers modules de la démarche d'analyse sont bien formalisés, pour ces étapes, les interventions des ergonomes ont été classées en fonction des critères, des éléments de contenu, définis par ces modules. Par exemple, lors des réunions portant sur la grille d'analyse, les interventions des ergonomes pouvaient être reliées à l'étape du découpage en action, ou aux étapes d'identification des facteurs de risque, soit au niveau du cou, des épaules ou des pressions mécaniques, etc. Pour l'étape des entretiens, les interventions des ergonomes consistaient souvent en des explications portant sur les diverses questions demandées : variations au niveau de la cadence, douleurs ressenties, etc. Pour les étapes d'identification des déterminants et de priorisation, les interventions pouvaient être reliées au concept même de déterminant, à l'explication des cotes de priorité, etc.

Comme l'étape de recherche de solutions étaient moins formalisée, pour classer les interventions des ergonomes, il n'a pas été possible de référer à des critères établis *a priori*; une approche différente a donc été choisie. Dans le but de modéliser le rôle des ergonomes pour l'étape de recherche de solutions, les commentaires des ergonomes ont été listés et classés en fonction de 11 thèmes. Il s'agit de thèmes auxquels il faut référer pour évaluer une solution, comme par exemple, la compatibilité avec l'activité, l'impact sur les facteurs de risque, etc. Le modèle résultant de cette analyse sera présenté à la section des résultats.

Les auteurs sont conscients que pour vraiment bien décrire l'évolution des groupes lors de l'étape de recherche de solutions, l'idéal aurait été d'analyser le contenu des interventions faites par les membres des groupes lors des réunions de travail. Cette avenue n'a pas été retenue car elle était beaucoup trop laborieuse; cela aurait impliqué de faire les verbatim de plus de trente réunions, sans compter les difficultés à traiter ces données. Cette question du fonctionnement des groupes lors de la recherche de solutions a cependant été abordée. Dans les deux usines, pour le dernier poste étudié, une évaluation qualitative du comportement des groupes a été réalisée. À la fin de chaque réunion, un bilan était fait de la fonction d'animation et du questionnement des groupes lors de la recherche de solutions.

2.3.4 Description des représentations des membres des groupes face à différents aspects de la démarche

Un des aspects de la validation a consisté à décrire les perceptions, les représentations des participants face à différents aspects de la démarche d'intervention. Pour s'assurer d'une meilleure objectivité, les représentations ont été décrites en collaboration avec un andragogue externe au projet. Pour atteindre les objectifs de la recherche, un cadre théorique explicatif permettant d'accéder aux facteurs d'ordre socio-psycho-pédagogique pouvant expliquer le succès d'un projet comme celui en cours a été utilisé. Plus précisément, l'andragogue, dans son analyse, a tenu compte des travaux sur les représentations sociales d'Abric, (1987), d'Erich (1985), de Moscovi, (1969) et de ceux de Tardif (1992) pour ce qui est de la psychologie cognitive.

Dans le cadre de l'analyse effectuée, les représentations comprennent deux volets : une capacité subjective d'agir et des conditions objectives d'actualisation de cette capacité. Le premier volet fait référence "à l'ensemble organisé des informations, attitudes, croyances qu'un individu ou un groupe élabore à propos d'un objet, d'une situation, d'un concept, d'autres individus ou d'autres groupes. C'est donc la vision subjective et sociale de la réalité " (Abric, 1987). La capacité objective, pour sa part, fait appel à la culture et au soutien organisationnel, de même qu'au rôle du personnel d'encadrement et des employés.

Outre l'apport des représentations sociales et de la psychologie cognitive, les données issues de l'andragogie ont été prises en compte. L'andragogue a référé, dans son analyse, aux six postulats formulés par Knowles (1987) à l'endroit des adultes. Selon ce dernier, les adultes 1) ont besoin de savoir pourquoi telle ou telle chose doit être apprise; 2) désirent être autonomes; 3) veulent faire valoir leur expérience qui croît avec l'âge; 4) sont favorablement disposés pour apprendre lorsque le besoin d'augmenter leurs habiletés se fait sentir; 5) aiment aborder les expériences d'apprentissage avec l'idée de résoudre les problèmes; et 6) apprennent en fonction de motivations intrinsèque et extrinsèque. Cet apport permet de tenir compte des caractéristiques des participants et de vérifier la cohérence interne des activités de formation proposées.

Les représentations des membres des groupes ont été décrites à deux moments : au début du projet, après le premier poste analysé, et à la fin du projet au terme de l'analyse du dernier poste. Dans les deux cas, les représentations ont été dégagées selon la même méthodologie. Ainsi, les représentations ont été décrites à partir d'entrevues semi-dirigées effectuées en entreprise par l'andragogue auprès de tous les participants des groupes d'ergonomie; chaque entrevue durait environ une heure.

Une grille d'entrevue a été réalisée par l'andragogue et les chercheurs du projet. Les indicateurs choisis visaient à documenter les représentations de la population face aux aspects suivants : la tâche d'ergonome "empirique", sa nature, ses moyens, les conditions subjectives et objectives de réalisation; l'autonomie perçue par les participants, c'est-à-dire leur capacité de faire face au travail proposé. Ont été également documentées les représentations face à la démarche proposée par les chercheurs en ce qui concerne la formation donnée et les outils de travail proposés; les attentes envers l'équipe d'experts et l'appréciation des réunions de travail. Finalement, les impacts et les enjeux perçus par les participants, leur adhésion au projet de même que leurs attentes ont été pris en compte.

Le traitement des données a été fait par l'andragogue en utilisant la technique d'analyse de contenu. On a utilisé des étapes suggérées par Miles et Huberman (1984) : repérage, codification et conceptualisation. Le repérage consiste à identifier les parties de la transcription qui touchent spécifiquement les différents indicateurs. La codification consiste à inscrire dans la marge d'un segment d'une phrase ou d'un paragraphe un code qui permet de classer le texte selon son contenu sémantique. Cette codification peut être marquée par une appréciation subjective. Pour réduire cet aspect, une distinction a été établie entre les codes inductifs et déductifs. Les codes inductifs résultent de ce que les personnes ont dit lors des entrevues, tandis que les codes déductifs eux, lorsque les propos semblent obscurs, permettent de codifier à partir du cadre théorique implicite. La codification a permis la conceptualisation, c'est-à-dire, la transformation des codes en concepts.

Pour l'analyse des représentations, l'andragogue a tenu compte de la formation antérieure des participants en ergonomie. On a d'une part, les deux ingénieurs, le technicien en génie industriel et le professionnel en éducation physique qui, avant le projet, avaient déjà eu une formation en ergonomie. On retrouve d'autre part, les opérateurs qui n'avaient jamais eu avant le projet une formation en ergonomie.

Dans la section des résultats, nous présentons les données obtenues à la fin du projet en indiquant, lorsque c'est pertinent, l'évolution survenue entre le début et la fin du projet au niveau des représentations des participants.

3- Résultats

Dans ce chapitre nous présentons d'abord une synthèse de l'ensemble des postes étudiés dans les deux usines; nous présentons par la suite plus en détails deux des sept postes étudiés lors du projet. Dans une section subséquente, la comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et par les groupes de travail est exposée. Par la suite, le rôle des ergonomes et l'évolution des groupes en cours de projet sont présentés. Finalement, les représentations des participants face à différents aspects de la démarche d'intervention sont décrites.

3.1 Postes étudiés dans les deux usines

Au total, dans les deux usines, sept postes de travail ont été analysés. Dans cette section, des résultats concernant l'ensemble de ces postes sont d'abord présentés. L'objectif est de donner au lecteur une image globale du travail effectué au niveau des postes de travail. Par la suite, chacun des postes fera l'objet d'une présentation individuelle. Ainsi, le lecteur intéressé au cheminement suivi pour chacun des postes et qui désire avoir une meilleure connaissance du travail effectué à ces postes est prié de se référer à leur description individuelle. Deux postes seront présentés dans le rapport principal, alors que l'analyse des cinq autres postes sera présentée en annexe.

Dans cette section, une brève description des postes ainsi que des problèmes rencontrés à ces postes seront d'abord présentés; par la suite, une synthèse des facteurs de risque identifiés aux postes et des solutions apportées sera effectuée. Finalement, nous traiterons de l'utilisation de maquettes, prototypes, essais et simulations pour la concrétisation des solutions aux différents postes.

3.1.1 Description des postes, problèmes rencontrés, état du dossier au terme du projet

À l'usine 1, trois postes de deux stations de travail ont été analysés (voir tableau 3.1). Le premier poste comprend une station d'assemblage de réflecteurs encastrés reliée à une station d'emballage du produit. Le second poste consiste en trois mini-lignes d'assemblage de deux stations où l'on complète essentiellement l'assemblage de projecteurs. Le troisième poste est situé en aval du précédent; il regroupe deux stations, l'une où l'on teste les projecteurs, l'autre où on les emballe. Pour ces trois postes, plusieurs problèmes reliés aux dimensions du poste et à l'alimentation en matériel ont été identifiés. Au poste 1, outre ces problèmes, on retrouvait une action particulièrement à risque : l'assemblage du déflecteur ("buffle") au réflecteur qui requiert une force considérable.

Tableau 3.1 Usine 1 - Description des postes étudiés, des problèmes rencontrés et état du dossier au terme du projet.

Poste	Brève description du poste	Principaux problèmes	État du dossier au terme du projet
Poste 1 Poste des "chapeaux" assemblage et emballage des produits encastrés	Le poste comporte deux stations. A la première, on fait différentes actions d'assemblage d'un réflecteur encastré. A la deuxième station, on emballe le produit et on l'empile sur des palettes.	Il y a plusieurs contraintes posturales associées à la prise et au dépôt du matériel aux stations d'assemblage et d'emballage. A l'assemblage, l'action de fixer un déflecteur au réflecteur est particulièrement à risque en raison de contraintes posturales, de force et de pressions mécaniques.	Suite à l'analyse, il y a eu réaménagement complet du poste. Les solutions ont été implantées, des réajustements ont été faits et un suivi a été effectué.
Poste 2 Assemblage final des projecteurs	Le poste consiste en trois mini lignes d'assemblage de deux stations reliées par un convoyeur. En amont on commence l'assemblage du réflecteur; en aval, on complète l'assemblage et on fait les connexions nécessaires.	Il y a, d'une part, des contraintes posturales reliées à l'alimentation en matériel et à l'aménagement général du poste. Il y a, d'autre part, plusieurs problèmes reliés à l'assemblage des pièces qui occasionnent souvent des exigences de force localisée, des pressions mécaniques et des contraintes posturales.	Quelques solutions ont été implantées, en fonction desquelles un suivi a été effectué. Plusieurs solutions développées par le groupe sont encore à implémenter.
Poste 3 Test et emballage des projecteurs	Le poste comporte deux stations. A la première, on teste le produit, à la seconde on l'emballage.	Comme dans les postes précédents, il y a des contraintes posturales reliées à l'alimentation en matériel et à l'aménagement du poste. Un des problèmes majeurs se trouve à la station du test. On doit insérer le projecteur à l'intérieur d'un rail. Cette action exige de la force et s'effectue avec des postures contraignantes des membres supérieurs.	Le poste a été complètement réaménagé. La majorité des solutions ont été implantées et un suivi a été effectué.

Au poste 2, en plus des problèmes reliés à l'aménagement du poste, le groupe a identifié plusieurs actions d'assemblage comme étant à risque. Ces diverses actions demandent l'exercice de force localisée à laquelle s'ajoutent, le plus souvent, des pressions mécaniques et des postures contraignantes des membres supérieurs. Au poste 3, en plus des problèmes d'aménagement, une action était particulièrement problématique. Pour tester le produit, le travailleur doit insérer un projecteur à l'intérieur d'un rail placé approximativement à la hauteur des épaules; cette action exige un effort avec une posture très contraignante de l'épaule et du poignet.

Au terme du projet, à toutes fins pratiques, les postes 1 et 3 avaient été complètement réaménagés et un suivi avait été effectué. Quant au poste 2, plusieurs solutions reliées aux problèmes d'aménagement avaient été implantées. D'autres solutions davantage reliées aux problèmes d'assemblage restaient cependant à être implantées. Souvent, ces solutions étaient plus longues à concrétiser parce qu'elles visaient des modifications du produit.

À l'usine 2, durant le projet, quatre postes ont été analysés par le groupe d'ergonomie (voir tableau 3.2). Le premier poste consistait en une ligne d'assemblage de parafoudres comportant 5 stations : 3 stations d'assemblage, une station de test et une station d'emballage. L'analyse de ce poste a été confiée au groupe parce qu'un réaménagement de cette ligne était prévu. Les postes d'assemblage présentaient plusieurs problèmes. Des problèmes reliés à la ligne elle-même ont été identifiés; les travailleurs se plaignaient du fait de ne pouvoir contrôler leur rythme de travail. Par ailleurs, l'insertion de rondelles à l'aide d'un outil conçu à cet effet était problématique, de même que des actions de vissage demandant une force significative et s'accompagnant de postures contraignantes. Au terme du projet, la ligne a été réaménagée en postes individuels. Le groupe a développé des solutions qui ont amélioré significativement l'aménagement général du poste, les actions de vissage et de manutention; il a également concrétisé une solution qui permet d'évacuer le produit de façon sécuritaire. Suite à l'implantation des solutions, un suivi a été effectué.

Les deux postes suivants étaient des postes très similaires. Ce sont des postes dits de "filage" où l'essentiel du travail consiste à couper et à dégainer des fils électriques pour ensuite les connecter à des terminaux. L'administration avait le projet de regrouper ces deux postes de travail et elle a demandé au groupe de développer des solutions qui pourraient convenir aux deux postes. Un des problèmes communs aux deux postes, mais plus marqué pour le premier poste, en était un d'inconfort postural marqué. Ainsi, au premier poste de filage, la surface de travail est un convoyeur de hauteur élevée (33 pouces); par ailleurs, placée à 4 pouces du convoyeur, la surface des terminaux où l'on doit connecter les fils fait huit pouces de hauteur. Ainsi, de façon générale, les opérateurs travaillent en hauteur et doivent réajuster leur chaise à plusieurs reprises pour avoir une posture acceptable des membres supérieurs en raison de la hauteur couverte par les terminaux. Les autres problèmes majeurs sont les efforts et les postures contraignantes associés aux actions de coupe et de dégainage des fils. Au terme du projet, un prototype de table a été développé et essayé par des travailleuses du poste. Il s'agit d'une table à hauteur réglable par un mécanisme pneumatique, cette table est également munie de billes

Tableau 3.2 : Usine 2 - Description des postes étudiés, des problèmes rencontrés et état du dossier au terme du projet.

Poste	Breve description du poste	Principaux problèmes	État du dossier au terme du projet
Poste 1 Assemblage des parafoudres (le "Carbon")	Il s'agit d'une ligne d'assemblage de 5 stations. Aux trois premières stations, on assemble le produit, à la 4 ^e station on teste le produit et à la dernière station on l'emballage.	Il y a des problèmes reliés à la ligne elle-même: on aimerait des postes individuels. Lors de l'assemblage, il y a des problèmes pour insérer des rondelles au produit à l'aide d'un outil conçu à cet effet. Les actions de vissage sont aussi à risque: elles sont répétitives, occasionnent des contraintes aux épaules et des exigences de force. La circulation des pièces est également problématique.	Suite à l'analyse, la ligne a été transformée en postes individuels, les solutions ont été implantées, des ajustements ont été faits et un suivi a été effectué.
Poste 2 Poste de filage-1 (le "Paf")	C'est un poste individuel (dépendant de la production, de 5 à 10 travailleuses occupent le poste). La surface de travail est un convoyeur sur lequel est déposé un bloc de terminaux. En bref, le travail consiste à préparer les câbles, à couper, à dénager et à connecter des fils aux terminaux.	Il y a un problème majeur d'inconfort postural dû à un convoyeur trop élevé et aux dimensions du produit. Les actions de coupe et de dénager des fils sont à risque en raison surtout d'exigences de force et de postures contraignantes du poignet.	Au terme du projet, il était décidé d'éliminer une partie des convoyeurs et de travailler sur une table réglable munie de billes rétractables pour faciliter la manipulation des blocs. Un prototype de table a été essayé par les travailleuses du poste. De plus, un nouvel outil à dénager a été conçu et essayé par les travailleuses. Il reste à implanter ces solutions sur une plus large échelle.
Poste 3 Poste de filage-2 (le "MPC")	C'est un poste similaire au précédent, occupé par environ trois travailleuses. Le bloc de terminaux est beaucoup plus volumineux et les connexions s'effectuent différemment.	Le poste est similaire au précédent et présente, en gros, les mêmes problèmes, bien que les problèmes d'inconfort postural soient moindres en raison de la conception différente du produit.	Une modification du bloc a été effectuée pour faciliter le travail. Quant au reste, la table à billes et l'outil à dénager conviennent également pour ce poste.
Poste 4 Poste de l'assemblage des couvercles (le "DVO")	Le poste comprend deux stations de travail et un convoyeur. Les tables sont placées perpendiculairement au convoyeur. Le travail consiste à assembler le couvercle au boîtier de la prise du téléphone et à le déposer sur le convoyeur.	Les principaux problèmes sont associés au dépôt du matériel sur le convoyeur (contraintes posturales) et à l'approvisionnement en matériel (force, contraintes posturales)	Au terme du projet, des simulations avaient été effectuées et certains éléments de solution ont été implantés en fonction desquels un suivi a été effectué. Il reste à implanter plusieurs éléments de solution développés par le groupe. L'implantation a été rapportée car le poste a été démantelé en cours de projet.

rétractables qui permettent de manipuler le produit, qui est lourd, en le glissant. Par ailleurs, en collaboration avec un ingénieur de l'IRSST et le CRIQ (Centre de recherche industriel du Québec), un prototype d'un nouvel outil à dégainer a été développé et essayé par des travailleuses du poste. À la fin du projet, il restait à implanter ces solutions sur une plus large échelle.

Le dernier poste analysé à l'usine 2 comprend deux stations d'assemblage et un convoyeur relié à une ensacheuse. Deux travailleurs réguliers et trois temporaires occupent ce poste. Le travail consiste à assembler le couvercle au boîtier d'une prise de téléphone murale et à déposer le produit sur un convoyeur en direction de l'ensacheuse, dernière étape avant l'emballage final. Les principaux problèmes de ce poste étaient les postures contraignantes reliées au dépôt du produit sur le convoyeur et l'approvisionnement en matériel. Au terme du projet, des simulations avaient été effectuées et une proposition globale de solutions avait été concrétisée par le groupe. Finalement, seulement quelques solutions ont été implantées car le poste a été déménagé, ce qui a retardé l'implantation des solutions.

3.1.2 Facteurs de risque identifiés dans les deux usines

Les tableaux 3.3 et 3.4 présentent, pour chacune des usines, l'occurrence des différents facteurs de risque observés par les experts avec la grille d'analyse pour chacun des postes et pour l'ensemble des postes. À l'usine 1, pour les trois postes analysés, 113 actions ont été décrites avec la grille alors qu'à l'usine 2, pour les trois postes, 46 actions de travail ont été documentées. Dans les deux usines une proportion élevée de ces actions s'accompagne d'au moins un facteur de risque (86% et 80%). Pour les deux usines, ce sont les postures contraignantes des épaules qui sont les plus fréquentes; dans les deux cas, plus de la moitié des actions s'accompagnent de problèmes aux épaules. À l'usine 1, les postures contraignantes du cou et les exigences de force viennent en second lieu. Ces problèmes (cou et force) sont particulièrement marqués pour le second poste analysé, celui de l'assemblage final des projecteurs. L'occurrence des problèmes aux poignets et au dos est moindre et ils sont répartis plus également entre les trois postes. L'occurrence des pressions mécaniques est relativement faible et concerne surtout les postes 2 et 3.

À l'usine 2, ce sont les problèmes au dos, au cou et les exigences de force qui viennent en second lieu. Les problèmes au cou sont plus typiques du poste 1, alors que les postures contraignantes du dos et les exigences de force sont plus marquées pour le poste 2. Les postures contraignantes des poignets sont dans l'ensemble peu fréquentes (17%), et sont associées en particulier au poste 2.

Pour terminer, notons qu'à l'usine 2, les problèmes de pressions mécaniques sont vraiment marginaux, alors que pour les deux usines, l'occurrence de problèmes aux avant-bras est très faible.

3.1.3 Pistes de solutions développées pour les postes étudiés

Les tableaux 3.5 et 3.6 résument les principaux éléments de solutions apportées aux différents postes de travail.

Tableau 3.3 : Usine 1 - Occurrence des principaux facteurs de risque

	Poste 1 (Assemblage et emballage des produits encastrés)		Poste 2 (Assemblage final des projecteurs)		Poste 3 (Test et emballage des projecteurs)		Total des 3 postes	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Nombre d'actions	36	100 %	49	100 %	28	100 %	113	100 %
Actions avec facteur de risque	27	75 %	46	94 %	24	86 %	97	86 %
Épaules	18	50 %	23	47 %	18	64 %	59	52 %
Poignets	6	17 %	14	29 %	7	25 %	27	24 %
Dos	10	28 %	8	16 %	6	21 %	24	21 %
Cou	14	39 %	26	53 %	3	12 %	43	38 %
Avant-bras	0	—	0	—	2	7 %	2	2 %
Force	5	14 %	21	43 %	8	29 %	34	30 %
Pressions mécaniques	1	3 %	11	22 %	5	18 %	17	15 %

Tableau 3.4 : Usine 2 - Occurrence des principaux facteurs de risque

	Poste 1 (Assemblage des parafoudres)		Poste 2 (Filage -1)		Poste 3 (Filage -2)		Poste 4 (Assemblage des couvercles)		Total des 4 postes	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Nombre d'actions	12	100 %	12	100 %	13	100 %	9	100 %	46	100 %
Actions avec facteur de risque	11	92 %	10	83 %	11	85 %	5	56 %	37	80 %
Épaules	9	75 %	5	42 %	8	61 %	3	33 %	25	54 %
Poignets	1	8 %	4	33 %	2	15 %	1	11 %	8	17 %
Dos	6	50 %	6	50 %	3	23 %	1	11 %	16	35 %
Cou	8	67 %	3	25 %	1	8 %	0	---	12	26 %
Avant-bras	2	17 %	1	8 %	1	8 %	0	---	4	9 %
Force	2	17 %	5	42 %	4	31 %	0	---	11	24 %
Pressions mécaniques	1	8 %	0	---	0	---	0	---	1	2 %

Une première constatation s'impose : dans tous les cas, pour régler les problèmes identifiés, plusieurs avenues de solutions ont été développées pour chacun des postes. Plus de douze catégories de solutions sont présentées aux tableaux 3.5 et 3.6.

Dans les deux usines, pour chacun des postes, différents éléments de solutions portaient sur les dimensions des postes et sur la disposition du matériel de base ou de l'alimentation en matériel.

Quelques éléments de solutions ont porté sur des modifications du produit. Ainsi, à l'usine 1, pour le poste 2, différentes modifications du produit ont été planifiées afin de réduire les exigences de force, les pressions mécaniques et les postures contraignantes associées à différentes actions d'assemblage.

Dans différents cas, les pistes de solutions portaient sur l'amélioration, la conception ou l'achat d'outils de travail. Ainsi, au poste 1 de l'usine 2 et au poste 2 de l'usine 1, tous les outils pneumatiques ont fait l'objet de modifications importantes. À cette rubrique, il faut souligner le développement d'un prototype d'outil à dégainer qui a été amené comme un élément de solution clé pour les deux postes de filage de l'usine 2.

Nous avons fait une catégorie de solution spéciale pour le développement "maison" de nouveaux dispositifs, surfaces de travail ou équipements. Ce type de solution est particulièrement fréquent à l'usine 1. Par exemple, pour régler des problèmes posturaux au poste 1, les mécaniciens de l'usine ont développé une distributrice de boîtes, de même qu'une table tournante joignant une station d'assemblage à une station d'emballage. Pour régler un problème majeur au poste 3, soit le test des projecteurs, à la demande du groupe de travail, un mécanicien a développé un système de cavités épousant la forme du boîtier des projecteurs. Cela permet aux opérateurs d'insérer le projecteur dans la cavité sans effort.

On est également intervenu, mais moins souvent, au niveau des modes opératoires. Pour des actions spécifiques, il a été possible de modifier et de tester de nouvelles méthodes de travail.

Dans certains cas, une des avenues de solution touchait comme tel le processus de production. Par exemple, à l'usine 1, il est prévu de combiner en un seul test, deux tests électriques de façon à réduire les efforts et les manipulations. Il s'agit cependant d'une solution complexe qui n'a pas encore été implantée.

Dans certains cas, des aides à la manutention ont été développées, en particulier, à l'usine 2 où différents types de chariots ont été proposés pour la manutention du produit.

À l'usine 2, pour le poste 1, une des avenues de solution a été de combiner en un seul poste les opérations d'assemblage faites anciennement à deux postes différents, allongeant ainsi le cycle de travail. Il s'agit d'un des rares cas où il a été possible de modifier le paramètre répétitivité.

Tableau 3.5 : Usine 1 - Principaux éléments de solution développés pour les différents postes

	Poste 1 Poste des chapeaux Assemblage et emballage des produits encastrés	Poste 2 Assemblage final des projecteurs	Poste 3 Test et emballage des projecteurs
Dimensions du poste	Élévation d'un convoyeur.	Table de travail plus haute.	Tables moins larges.
Alimentation en matériel, positionnement des pièces	Par différentes actions, rapprochement de la plupart des pièces du travailleur.	Nouveaux contenants suspendus, table d'apport pour rapprocher le matériel du travailleur.	Rails d'assemblage rapprochés du travailleur. Un petit convoyeur rapproche le panier de pièces du travailleur.
Modification du produit		Transformateurs à fils plus courts. Nouvelles rondelles pour diminuer la friction entre deux pièces. Nouvelle douille s'assemblant par simple pression.	
Amélioration des outils actuels		Rapprochement du support à outils, nouveau système de retenue ("balancier")	
Conception, achat d'un nouvel outil		Nouveaux fusils pneumatiques munis d'un ajustement du moment de torsion, gaine absorbante pour la poignée des fusils, nouvelle pièce recourbée.	
Développement "maison" de nouveaux dispositifs, surfaces de travail ou équipements	Fabrication d'un support pour contenir le papier journal. Fabrication d'un table tournante qui fait la jonction entre la station d'assemblage et d'emballage. Fabrication d'une distributrice de boîtes.	Développement de nouveaux gabarits d'assemblage, modification de gabarits actuels.	Conception d'une nouvelle table de travail dotée d'un système de cavités épousant la forme des réflecteurs. L'insertion des réflecteurs dans les cavités se fait sans effort.

Tableau 3.5 : Usine 1 - Principaux éléments de solution développés pour les différents postes (suite)

	Poste 1 Poste des chapeaux Assemblage et emballage des produits encastrés	Poste 2 Assemblage final des projecteurs	Poste 3 Test et emballage des projecteurs
Mode opératoire		Pour un modèle où on travaillait en position debout, on peut travailler maintenant en position assise - développement d'un nouveau mode opératoire pour une action d'assemblage précise.	Retrait d'une action au cycle pour un modèle (l'action de fixer un réflecteur au projecteur).
Modification du processus de production			Combinaison de deux tests électriques en un seul.
Aide à la manutention	Chariot élévateur pour élever et abaisser une palette.		
Automatisation	Presse pneumatique pour insérer le déflecteur au réflecteur.	Étampage automatique des boîtes.	
Modification d'une machine.	Ajustement des lames où doivent être insérés les réflecteurs - modification de l'inclinaison d'une ensacheuse.		Modification et inclinaison d'une ensacheuse.

Tableau 3.6 : Usine 2 - Principaux éléments de solution développés pour les différents postes

	Poste 1 Assemblage des parafoudres	Poste 2 Poste de flage-1	Poste 3 Poste de flage-2	Poste 4 Poste de l'assemblage des couvercles
Dimensions du poste	Reprochement des rails où l'on fait l'assemblage du travailleur.	Table de travail réglable en hauteur. Nouvelles chaises avec une plus grande plage d'ajustement.	Table de travail réglable en hauteur. Chaises avec une plus grande plage d'ajustement.	Augmentation de la profondeur de la table de travail.
Alimentation en matériel, positionnement des pièces	Matériel placé dans des conteneurs rapprochés du travailleur. Réduction du nombre de pièces par boîte	Matériel positionné plus près de la table de travail.		Les tablettes supérieure et inférieure d'une étagère sont réservées au produit plus légers. Les paniers servant à l'entreposage des pièces sont plus légers. Un rebord est prévu autour de la table pour empêcher les pièces de tomber.
Modification du produit			Le support du bloc de terminaux a été modifié pour avoir une plage de pivotement plus grande.	Des modifications aux vés ont été proposées pour les empêcher de tomber.
Amélioration des outils actuels	Inspection et réparation des outils pneumatiques. Installation d'un pontographe pour supporter l'outil.			
Conception, achat d'un nouvel outil	Conception d'un nouvel outil pour la pose de rondelles ("washers").	Conception d'un nouvel outil pour couper et dégainer.	Conception d'un nouvel outil pour couper et dégainer.	

Tableau 3.6 : Usine 2 - Principaux éléments de solution développés pour les différents postes (suite)

	Poste 1 Assemblage des parafoudres	Poste 2 Poste de filage-1	Poste 3 Poste de filage-2	Poste 4 Poste de l'assemblage des couvercles
Développement "maison" de nouveaux dispositifs, surfaces de travail ou équipements	Développement d'un système de chute pour évacuer les produits assemblés. Fabrication d'un dispositif de retour du produit lors de l'assemblage.			
Allongement du cycle de travail	Ligne transformée en postes individuels. Le nombre d'actions dans le cycle est augmenté.			
Mode opératoire		Adoption d'un nouveau mode opératoire pour une activité de travail spécifique.		Pour un modèle, le travailleur fait maintenant face au convoyeur. Le dépôt des pièces s'effectue donc face au convoyeur.
Modification du processus de production		Élimination d'une partie des convoyeurs. Essai d'une table réglable en hauteur par un mécanisme pneumatique. Pour faciliter l'évacuation du produit, la table est munie de billes rétractables.	Élimination d'une partie des convoyeurs. Essai d'une table réglable en hauteur par un mécanisme pneumatique. Pour faciliter l'évacuation du produit, la table est munie de billes rétractables.	
Aide à la manutention	Chariots spéciaux pour acheminer les contenants vers des étagères d'entreposage.	Pour la manutention du produit (des blocs), des chariots de hauteur variable pouvant être mis au même niveau que la table de travail sont prévus.	Pour la manutention du produit (des blocs) des chariots de hauteur variable pouvant être mis au même niveau que la table de travail sont prévus.	Transport des pièces et du produit à l'aide de chariots pour diminuer les efforts.

À l'usine 1, dans deux cas, il y a eu automatisation d'une action jugée très pénible par les travailleurs. Dans un cas on a automatisé une action d'assemblage et dans l'autre on a automatisé l'étampage de boîtes de cartons.

Finalement, à l'usine 1, quelques solutions ont consisté à modifier une machine existante afin de faciliter le travail

3.1.4 Maquettes, simulations, prototypes et essais effectués pour concrétiser les solutions

Comme cela a été mentionné antérieurement, pour la concrétisation des solutions, nous avons beaucoup favorisé l'utilisation d'outils concrets. Selon les cas, pour concrétiser les solutions, des maquettes, des simulations, des essais ont été réalisés ou alors des prototypes ont été développés et testés. Les tableaux 3.7 et 3.8 présentent les différents outils utilisés pour chacun des postes dans les deux usines.

Ainsi, à l'usine 2, pour le poste 1, une simulation d'un réaménagement prévu par l'administration a été réalisée afin d'anticiper les problèmes reliés à ce plan de réaménagement. Toujours au même poste, avant d'implanter les solutions, deux prototypes représentant des concepts différents de solution ont été mis à l'essai par les travailleurs. À la même usine, comme cela a été mentionné, pour les deux postes de filage, un prototype de table de travail et un prototype d'outil à dégainer ont été testés par les travailleuses du poste. Finalement, pour le dernier poste, le groupe a développé en salle de réunion (à l'aide de cartons), un concept d'une nouvelle table de travail. Cette maquette a servi à la fabrication d'une table de grandeur nature qui a été essayée puis rejetée par les travailleurs du poste.

À l'usine 1, pour les postes 1 et 2, des maquettes en trois dimensions (reproduisant les différentes composantes du poste) ont été utilisées en salle de réunion pour amorcer le développement des solutions. Au poste 1, pour établir les spécifications d'une table ronde (joignant une station d'assemblage à une station d'emballage), une table de carton a été utilisée sur le terrain. Par ailleurs, dans cette usine, tous les principaux éléments de solutions ont été mis à l'essai sur le terrain avant leur implantation définitive.

3.1.5 Durée des analyses de postes

Le tableau 3.9 présente le nombre de réunions consacrées aux différents modules de la démarche d'analyse ainsi que le nombre total de réunions consacrées à l'analyse de chaque poste dans les deux usines. Rappelons que les réunions duraient de 1 à 2 heures, selon les cas. Il apparaît clairement que le nombre de réunions nécessaires à l'analyse complète d'un poste est moindre à l'usine 2 (de 10 à 13 réunions). À l'usine 1, deux postes ont nécessité 18 et 20 réunions. Il apparaît également que ce sont la recherche de solutions et le suivi apporté aux postes qui sont les étapes les plus longues. Selon les cas, il faut de 4 à 8 réunions pour concrétiser les solutions. Dépendant de l'état d'avancement du dossier, il a fallu de 2 à 6,5 réunions pour le suivi. Bien entendu, les

Tableau 3.7 Usine 1 - Maquettes, simulations, prototypes, essais effectués pour chacun des postes

Poste 1 Poste des "chapeaux" Assemblage et emballage des produits encastrés	• Une maquette en trois dimensions reproduisant les différentes composantes du poste a été utilisée. • Les spécifications de la table tournante joignant les stations d'assemblage et d'emballage ont été données sur la base d'une simulation avec une table en carton. • La plupart des solutions ont été testées par les travailleurs avant leur implantation finale. • La presse devant assembler le déflecteur au réflecteur a fait l'objet des tests particuliers.
Poste 2 Assemblage final des projecteurs	• Une maquette en trois dimensions reproduisant les différentes composantes du poste a été utilisée. • Différents modes opératoires pour des actions spécifiques d'assemblage ont été testés par les travailleurs. • Des gabarits, des tournevis pneumatiques et des systèmes de retenu ("balancer") ont été essayés par les travailleurs.
Poste 3 Test et emballage des projecteurs	• Un prototype d'un nouveau type de rails pour effectuer les tests a été essayé par les travailleurs. Ces rails comportent des cavités qui épousent la forme des réflecteurs, le travailleur n'a plus à exercer de force et la posture est améliorée. • Une nouvelle machine à étiqueter les boîtes a été testée.

Tableau 3.8 Usine 2 - Maquettes, simulations, prototypes, essais effectués pour chacun des postes.

Poste 1 Assemblage des parafoudres	• Une simulation du réaménagement initialement proposé a été effectuée afin d'anticiper les problèmes reliés à ce réaménagement. • Avant d'implanter des solutions définitives, deux prototypes ont été développés et mis à l'essai. Un de ces prototypes simulait le réaménagement prévu initialement, le second simulait la proposition du groupe d'ergonomie (rails et système de chute).
Poste 2 Poste de filage-1	• Pour vérifier qu'un mécanisme à billes rétractables était réaliste pour notre produit, nous avons fait des tests à une autre usine où ce mécanisme existait. • Un prototype d'une nouvelle table de travail a été essayé par les travailleuses du poste. Cette table se règle en hauteur par un mécanisme pneumatique et est dotée de billes rétractables pour faciliter la manutention du produit. • Un prototype d'un nouvel outil à dégainer a été développé et essayé par des travailleuses du poste.
Poste 3 Poste de filage-2	• Pour s'assurer des dimensions requises pour la nouvelle table de travail, des simulations ont été effectuées à l'aide d'un carton reproduisant le support pivotant sur lequel le bloc est installé. • La table réglable et l'outil à dégainer ont également été essayés par des travailleurs du poste
Poste 4 Poste de l'assemblage des couvercles	• Le groupe a proposé une nouvelle table de travail (en forme de demi-lune) permettant de travailler face au convoyeur. De chaque côté, on prévoit des supports à inclinaison variable permettant d'y poser les contenants de pièces. La forme de cette table a été développée en réunion à partir d'un modèle en carton. Par la suite, un prototype grandeur nature a été essayé par plusieurs travailleurs du poste.

Tableau 3.9 Nombre de réunions consacrées aux différentes étapes de la démarche d'analyse dans les deux usines.

	Usine 1			Usine 2			
	P-1	P-2	P-3	P-1	P-2	P-3	P-4
Modules 1 et 2 Présentation des entretiens et plan d'échantillonnage.	0,5	1	1	0,5	1	2	2
Module 3 Identification des facteurs de risque.	1,5	3,5	2,5	1	1	1,5	1,5
Modules 4 et 5 Identification des déterminants et priorisation.	1	1,5	1,5	1	0,5	1	0,5
Module 5 Recherche de solutions.	8	7,5	7	4	6,5	5	7
Suivi sur les éléments de solutions.	2	6,5	6	4,5	1	1,5	3
Nombre total de réunions.	13	20	18	11	10	11	14

postes dont la majorité des solutions ont été implantées ont nécessité plus de réunions de suivi. Quant aux premiers modules, ils sont moins longs à finaliser. La présentation des entretiens et le plan d'échantillonnage requièrent le plus souvent une seule réunion. L'identification des facteurs de risque avec la grille d'analyse nécessite de 1 à 3,5 réunions. À l'usine 1, cette étape a été plus longue pour les deux derniers postes parce qu'ils étaient caractérisés par beaucoup de variations; en conséquence, il a fallu visionner plusieurs cycles. La priorisation des problèmes et l'identification des déterminants requièrent en général de 0,5 à 1,5 réunions.

En résumé, l'expérience montre qu'il faut plus d'une dizaine de réunions pour compléter l'analyse d'un poste, de l'étape des entretiens à l'implantation et au suivi des solutions. Les étapes les plus longues de l'analyse sont la recherche de solutions et les activités de suivi.

3.2 Exemple 1 : Analyse ergonomique des postes d'assemblage et d'emballage des réflecteurs encastrés

3.2.1 Choix du poste

Ce poste a été identifié comme prioritaire par le groupe d'ergonomie. C'est un poste considéré à risque et qui n'a pas été revu depuis plusieurs années. Il a donc semblé propice d'amorcer la collaboration avec l'IRSST par l'étude de ce poste.

3.2.2 Description du poste

Le poste comporte deux stations : une station d'assemblage qui est reliée à une station d'emballage du produit. Le travail à la station d'assemblage s'effectue comme suit (voir figure 3.1) : l'opérateur prend un réflecteur placé dans un plateau à sa gauche; il y colle deux étiquettes, puis positionne le réflecteur sur une machine ("le pose-ressorts"). Il prend et met des ressorts sur le réflecteur et il les assemble en actionnant la machine (voir figure 3.2) . Il retire le réflecteur de la machine et fixe, à la main, un déflecteur ("buffle") au réflecteur. Il dépose finalement le réflecteur assemblé à sa droite. Un cycle de travail caractéristique prend environ 20 secondes. Il y a deux grands types de modèles produits, le second modèle se distingue par le fait qu'à la place des ressorts, un collet est assemblé au réflecteur au moyen d'œilletons à l'aide d'une machine spéciale : "le pose-œilletons".

Les actions effectuées au poste d'emballage sont les mêmes, quels que soient les modèles produits. Le travail s'effectue comme suit (voir figure 3.3). L'opérateur prend une boîte de carton placée à sa droite, il forme la boîte et la glisse sur un gabarit jouxtant une emballeuse; il prend ensuite, devant lui, du papier journal qu'il insère à l'intérieur de la boîte. Puis, il prend un réflecteur assemblé et l'insère dans un sac de plastique placé dans une distributrice (l'ensacheuse). Finalement, il insère le réflecteur dans la boîte, y met une feuille d'instruction et ferme la boîte qu'il glisse vers l'emballeuse. Ce cycle de travail dure environ 30 secondes. À différents moments, quand suffisamment de boîtes



Figure 3.1 : Vue d'ensemble du poste d'assemblage des réflecteurs. Notez l'effort requis pour fixer le déflecteur au réflecteur.



Figure 3.2 : Assemblage de ressorts à l'aide du "pc ressort".

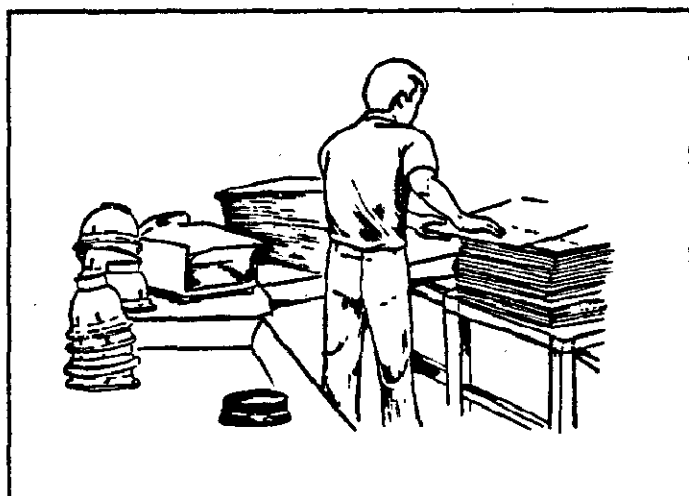


Figure 3.3 : Vue d'ensemble du poste d'emballage des réflecteurs. Notez la torsion accompagnant la prise des

sont accumulées sur le convoyeur jouxtant l'emballuse, le travailleur se rend à l'amont du convoyeur et prélève cinq boîtes qu'il va déposer sur une palette. Il effectue généralement cinq à six répétitions de cette manutention.

3.2.3 Entretien et plan d'échantillonnage

Au moment d'amorcer l'étude de ce poste, un des travailleurs réguliers était absent en raison de problèmes aux bras. Une travailleuse régulière, un travailleur remplaçant et le chef d'équipe ont été interrogés. La travailleuse a déjà eu un accident au dos en transportant un plateau (tray) de déflecteurs; le travailleur remplaçant s'est plaint, pour sa part, de douleurs aux poignets de même que de douleurs aux genoux et aux pieds. Une des étapes rapportées comme étant difficile par les travailleurs est spécifique aux modèles à œillets, elle consiste à retirer le réflecteur des tiges de la machine (le pose-œillets). Par ailleurs, une étape reconnue comme pénible par le travailleur absent est la fixation du déflecteur au réflecteur pour les modèles avec ressorts.

Sur la base de ces informations, des séquences vidéo ont été tournées avec la travailleuse de l'assemblage pour les deux grands types de modèle : les réflecteurs avec ressorts et les réflecteurs avec œillets. De plus, le travailleur remplaçant a été filmé à la station d'emballage.

3.2.4 Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation

Le tableau 3.10 résume les actions priorisées suite à l'analyse effectuée avec la grille, il indique également les facteurs de risque et les déterminants associés à ces actions. Au poste d'assemblage, une seule action a été cotée de priorité 1, il s'agit de l'action consistant à fixer le déflecteur au réflecteur (voir figure 3.1). Cette action a été retenue en raison d'exigence de force, de pressions mécaniques et de contraintes au dos. Ces facteurs de risque sont associés, d'une part, à la conception du produit (force) et d'autre part, à la dimension du poste (dos). Une action a été cotée de priorité 2; il s'agit de l'action consistant à retirer le réflecteur du "pose-œillets", ce problème a été relié à la conception de la machine.

Les autres actions retenues, qu'il s'agisse du poste d'assemblage ou d'emballage, sont en général reliées à la prise ou au dépôt du matériel ou du produit; selon les cas, ces actions ont été cotées de priorité 2 ou 3. Ainsi, plusieurs des problèmes au poste actuel découlent de la localisation du matériel et des équipements. En effet, cet aménagement engendre différentes contraintes posturales affectant principalement les épaules et le dos et, à un moindre degré, les poignets. Bien que ces contraintes posturales soient plus ou moins importantes selon la hauteur des empilements et le lieu de prise du matériel et du produit, on peut tracer le portrait général qui suit.

Au poste de l'assemblage, il y a fréquemment des contraintes au niveau du dos et des épaules pour saisir les réflecteurs et les déflecteurs qui sont placés dans des paniers respectivement à la gauche et à la droite de la travailleuse (voir figure 3.4). Il y a également des contraintes au niveau des épaules lors du dépôt du produit assemblé. Lors

de l'utilisation du pose-œilletons, on retrouve des problèmes au niveau de l'épaule pour prendre les étiquettes et les collets.

Au poste de l'emballage, la prise du produit assemblé occasionne une flexion de l'épaule (voir figure 3.5), la prise des boîtes engendre une torsion du dos (voir figure 3.3), alors que la mise en sac du produit provoque une abduction de l'épaule et une flexion du poignet (voir figure 3.6). La prise du papier journal implique des mouvements répétés des doigts de même que des contraintes aux épaules et au dos (voir figure 3.7). La prise des boîtes terminées sur le convoyeur ainsi que le dépôt de celles-ci sur la palette occasionnent à la fois des postures contraignantes aux épaules et au dos (voir figure 3.8).

Finalement, en plus de ces difficultés, un problème lié au statisme a été identifié lors de la pose des ressorts; vu la surface de travail élevée, ce problème est relié au maintien des avant-bras.

3.2.5 Recherche de solutions

Comme la majorité des problèmes étaient reliés à l'aménagement des deux postes, le groupe a décidé de revoir complètement cet aspect afin d'améliorer les postures pour les différentes actions du cycle. La recherche de solutions a été amorcée à l'aide d'une maquette en trois dimensions reproduisant les différentes composantes du poste. Avec la progression des réunions, pour concrétiser les solutions, il y a eu du travail sur le terrain pour s'assurer des dimensions grandeur nature. La fabrication d'une table tournante joignant les deux stations a fait l'objet de simulations à l'aide d'un modèle grandeur nature en carton.

Au terme des discussions, le groupe est arrivé à une proposition globale de solution qui est la suivante. L'idée générale du réaménagement est d'éliminer la table de travail actuelle et de la remplacer par plusieurs surfaces indépendantes dans le but d'accommoder le travail tant à l'assemblage qu'à l'emballage. Les principales modifications sont exposées dans les paragraphes qui suivent.

Ainsi, dans le nouvel aménagement du poste d'assemblage, le pose-ressorts, l'étiqueteuse et les ressorts seront disposés sur une nouvelle table à roulettes. Les plateaux de réflecteurs et de déflecteurs seront divisés en deux, ce qui facilitera leur manutention. Ils seront empilés sur des chariots élévateurs (lifts manuels) à roulettes. Le travailleur pourra donc avoir accès aux déflecteurs et aux chapeaux situés à l'arrière, en déplaçant les chariots vers l'avant, ce qui évitera les extensions de l'épaule.

Pour réduire les efforts reliés à l'assemblage du réflecteur au déflecteur, les gens de l'usine ont imaginé d'automatiser cette action. Selon cette proposition, la travailleuse place le déflecteur sur le réflecteur et dépose le tout sur un tapis roulant placé à sa droite (voir figure 3.9). Le produit est alors acheminé vers une presse qui fixe le déflecteur au réflecteur. À la sortie de la presse, le produit assemblé est acheminé vers une table

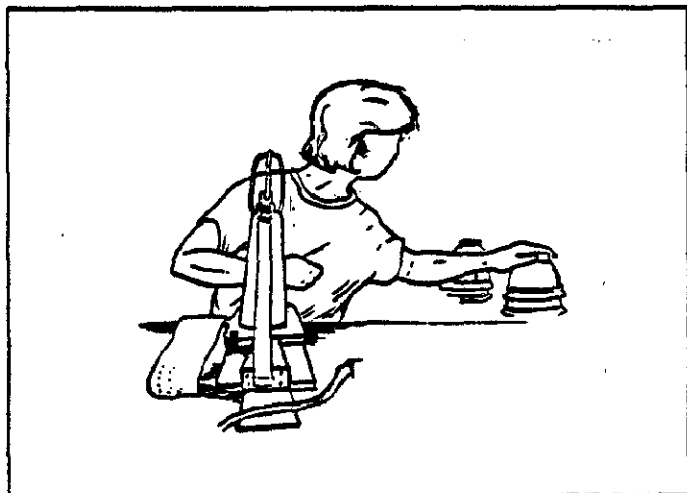


Figure 3.4 : Poste d'assemblage - Notez la flexion de l'épaule associée à la prise du réflecteur.

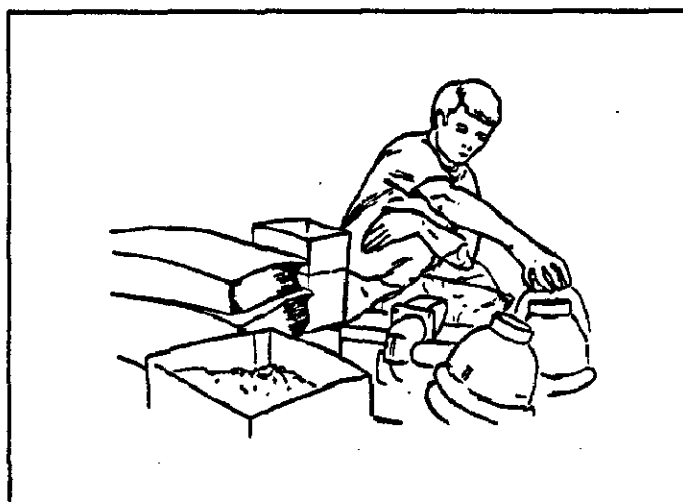


Figure 3.5 : Poste d'emballage - Notez la flexion de l'épaule associée à la prise du réflecteur.



Figure 3.6 : Notez la flexion du poignet associée à la mise en case du produit.

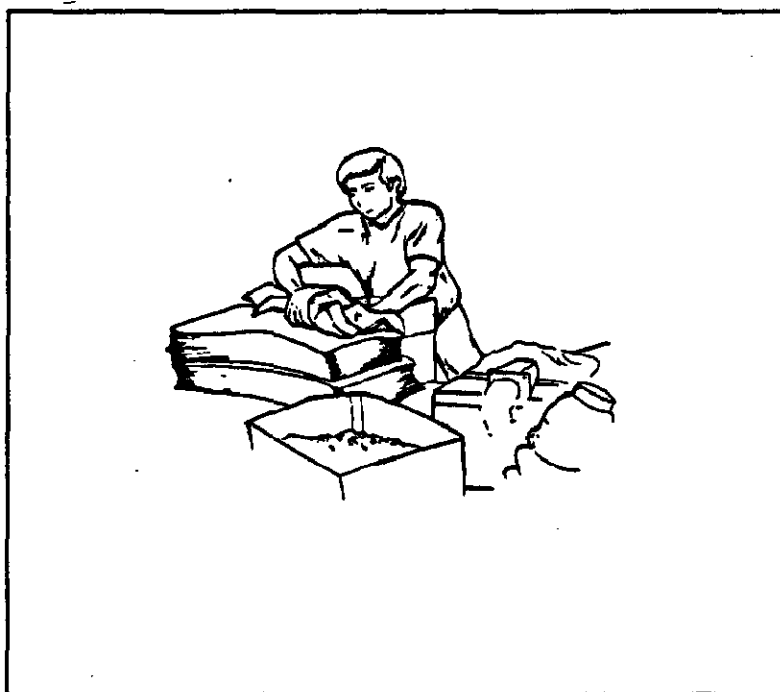


Figure 3.7 : Prise des jouaux à l'emballage - Notez la flexion du dos.

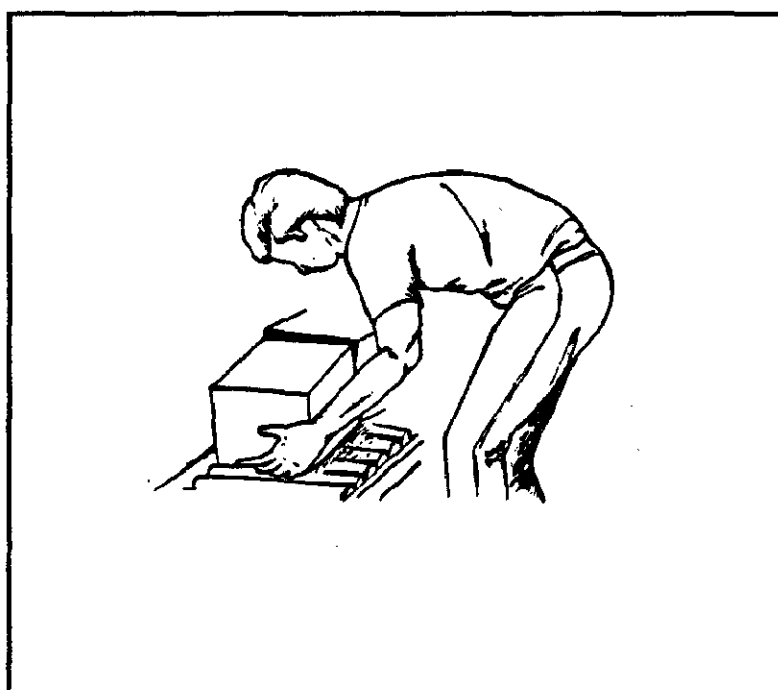


Figure 3.8 : Poste de l'emballage - Notez la flexion sévère accompagnant la prise des boîtes sur le convoyeur.

tournante (voir figure 3.10). Celle-ci permettra également à l'emballeur d'accéder facilement au produit assemblé. Au cours du projet, un prototype de cette solution a été développé et testé par des travailleurs.

Pour réduire l'effort nécessaire pour dégager le réflecteur (voir figure 3.11) lors de l'utilisation du pose-œilletons, les quatre tiges du support seront modifiées. Un bac avec une glissoire acheminera les collets près de la travailleuse et une étiqueteuse double sera installée à ce même poste.

Au poste d'emballage, le travailleur déposera sa boîte sur une petite table à côté de l'emballeuse. Un gabarit sera installé sur une planchette amovible ce qui laissera au travailleur le choix de s'en servir ou pas. L'ensacheuse sera modifiée de façon à ce que le moteur et le soufflet prennent le moins de place possible, afin de pouvoir rapprocher les autres composantes du poste. De plus, l'ensacheuse sera inclinée et abaissée pour réduire l'encombrement et améliorer la posture du poignet lors de l'ensachage (voir figure 3.12). Les journaux seront disposés dans un support à hauteur réglable permettant de les présenter au travailleur toujours à la même hauteur. Il est prévu par ailleurs de revoir complètement le procédé d'emballage et d'éliminer complètement le papier journal. Les boîtes de carton seront disposées dans un support à poussoir et seront déposées sur la tranche (voir figure 3.12). Ce support permettra de rapprocher les boîtes vers l'avant du travailleur et éliminera les postures contraignantes du dos et de l'épaule.

L'aval du convoyeur sera élevé pour faciliter la prise des boîtes à déposer sur la palette. (voir figure 3.13) Ceci sera fait en haussant la sortie de l'emballeuse mais en gardant l'entrée de celle-ci à peu près au niveau actuel. D'autre part, la palette sur laquelle les boîtes sont empilées sera placée sur un chariot élévateur ce qui permettra de travailler toujours à une hauteur convenable.

3.2.6 État de réalisation au terme du projet et suivi effectué

Comme l'indique le tableau 3.10, au terme du projet, la très grande majorité des solutions proposées par le groupe avaient été implantées; avec trois exceptions cependant. Les tiges du "pose-œilletons" visant à faciliter le retrait des réflecteurs ont été modifiées sans toutefois donner le résultat escompté. Cette modification doit être revue. Par ailleurs, les demi-plateaux prévus pour les réflecteurs et les défecteurs n'avaient pas été implantés, cette solution doit être implantée dans un futur assez rapproché. Finalement, le papier journal n'a pas été remplacé, l'usine a développé un projet à long terme visant à revoir son procédé d'emballage qui est commun à plusieurs stations.

Après l'implantation des solutions, un suivi du réaménagement a été effectué. La travailleuse régulière du poste a été interrogée et le travail a été de nouveau filmé pour les deux principaux modèles. À l'aide des vidéos, les différentes actions ont été analysées et les ergonomes ont évalué de façon qualitative l'impact au niveau du facteur de risque : soit il n'y a pas eu de changement, soit il y a eu amélioration ou alors il y a eu aggravation. De plus, une rencontre réunissant le groupe d'ergonomie, le chef d'équipe et deux

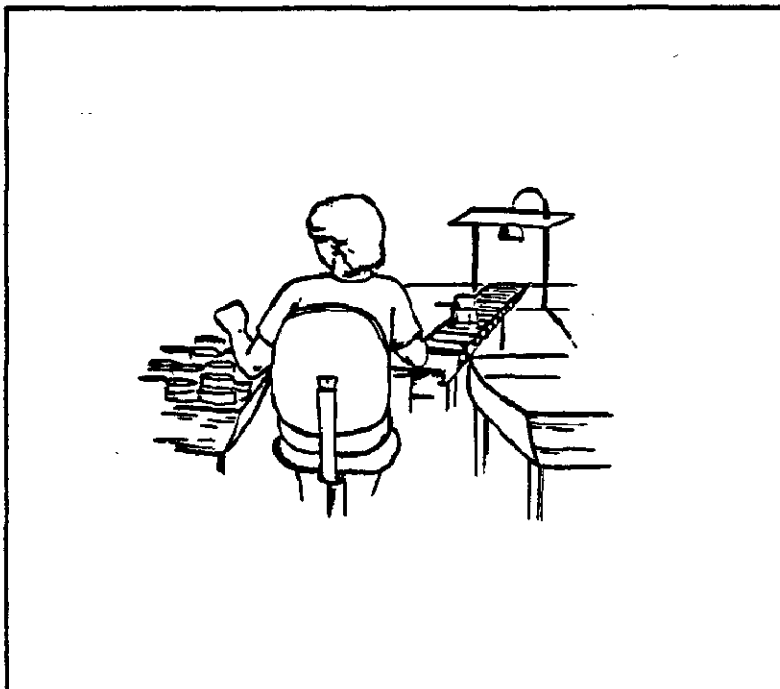


Figure 3.9 : Réaménagement du poste de l'assemblage. La travailleuse dépose le réflecteur et le déflecteur sur un tapis roulant, l'assemblage sera effectué par une presse.

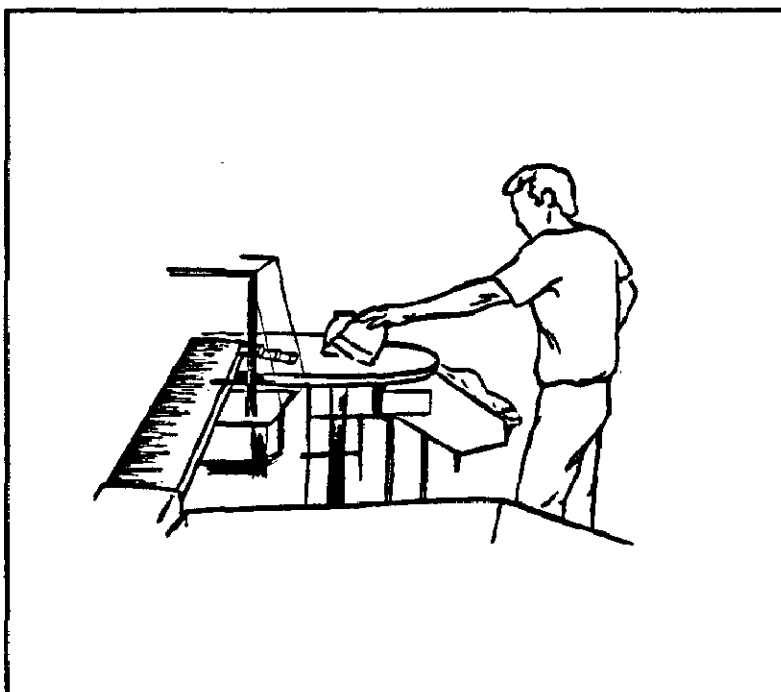


Figure 3.10 : Réaménagement du poste d'assemblage des réflecteurs - Notez la table tournante joignant la station d'assemblage à la station d'emballage.

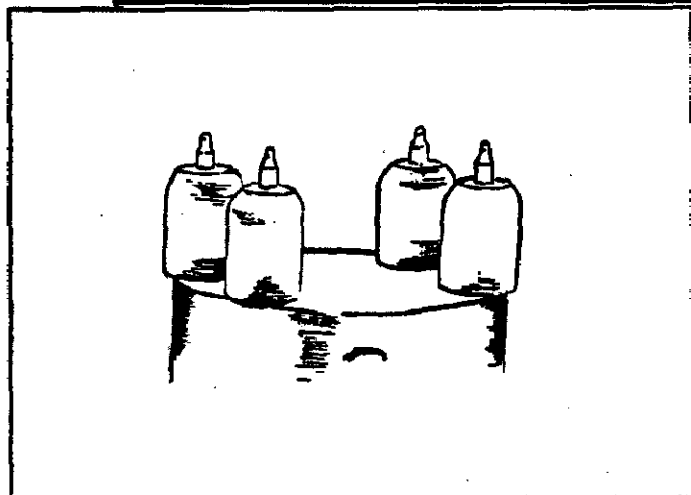


Figure 3.11 : Représentation schématique des tiges du support du "pose-œillets".

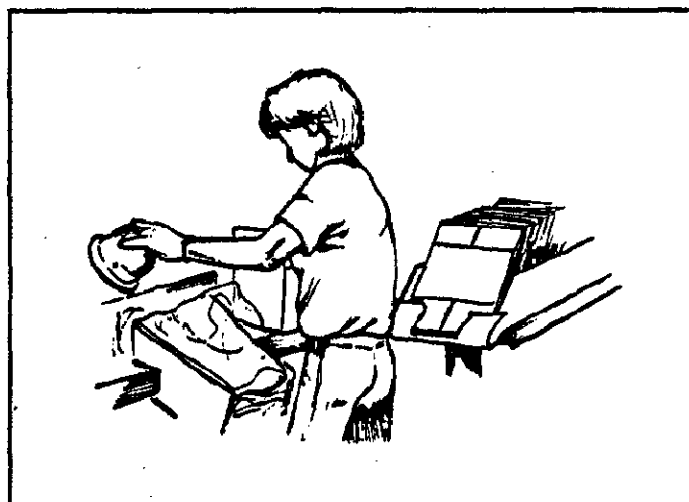
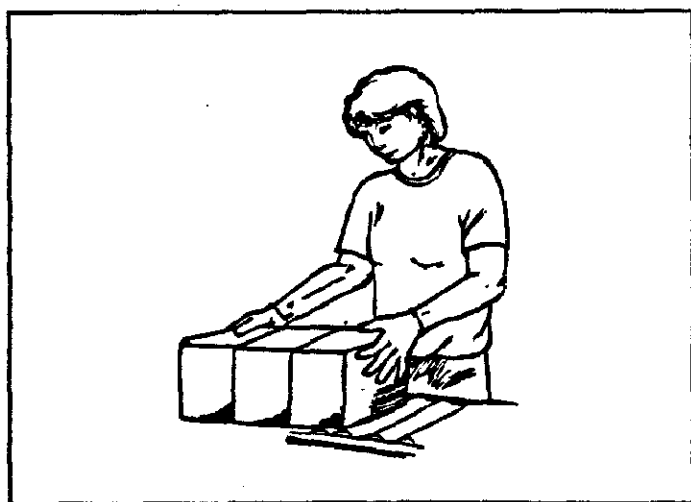


Figure 3.12 : Réaménagement du poste de l'emballage - Notez l'inclinaison de l'ensacheuse et l'installation d'une distributrice de boîtes.



travailleurs du poste a été consacrée à l'analyse des vidéocassettes et les participants ont jugé, à leur tour, des effets produits au niveau des facteurs de risque.

La dernière colonne du tableau 3.10 résume les impacts observés au niveau des facteurs de risque pour les différentes actions priorisées. Les facteurs de risque reliés à l'action cotée de priorité 1, l'insertion du déflecteur au réflecteur, ont été à toutes fins pratiques éliminés. Il n'y a plus de force requise car l'action est automatisée; de plus, la posture du dos est grandement améliorée car le tapis roulant est placé à proximité de la travailleuse. Les facteurs de risque reliés au retrait du réflecteur du "pose-œillels" ont été peu améliorés car les modifications effectuées sur la machine n'ont pas vraiment facilité cette action; il est prévu de revoir, à court terme, ces modifications.

Quant aux autres actions elles sont pour la plupart associées à la prise ou au dépôt du matériel qui s'accompagnent de postures contraignantes. Comme l'indique le tableau 3.10, dans la majorité des cas, il y a eu réduction de l'amplitude des postures, tel qu'on a pu en juger à l'observation des vidéos. Il y a cependant quelques exceptions pour lesquelles les contraintes posturales sont demeurées inchangées. Les facteurs de risque reliés à la prise du déflecteur et du réflecteur sont demeurés inchangés, principalement parce que les demi-plateaux n'ont pas été implantés. Par ailleurs, la prise du produit à l'emballage a peu été améliorée en raison, cette fois, d'un mode opératoire différent de celui anticipé lors du développement des solutions. En effet, la table tournante avait été développée dans l'esprit que le poste serait occupé par deux travailleurs : un à la station d'assemblage, l'autre à la station d'emballage. Or, comme un des travailleurs réguliers était toujours absent, au moment du suivi, le poste était occupé uniquement par une travailleuse. Celle-ci procédait d'abord à l'assemblage de plusieurs réflecteurs, puis se déplaçait à la station d'emballage. Il y avait donc accumulation de produits sur la table tournante. Lorsque la travailleuse prélevait les réflecteurs placés au centre de la table il y avait flexion de l'épaule. Dans le scénario envisagé, les réflecteurs ne devaient occuper que le périmètre de la table. On peut penser que lorsque le poste sera de nouveau occupé par deux travailleurs, les contraintes reliées à la prise du réflecteur à la station d'emballage seront réduites.

Au niveau des contraintes posturales, les effets les plus marqués ont été observés au niveau de la prise des boîtes sur le convoyeur qui s'effectue maintenant avec une posture du dos près de la neutralité. Un effet marqué est aussi observé au niveau du dépôt des boîtes sur la palette qui s'effectue maintenant avec des postures très acceptables.

La travailleuse régulière a été interrogée quant aux changements apportés au poste de travail; elle s'est dit globalement très satisfaite des transformations effectuées. Outre les problèmes techniques reliés au "pose-œillels", il a été très difficile de faire ressortir les aspects négatifs du réaménagement. Les modifications les plus appréciées par la travailleuse sont l'automatisation de la pose du déflecteur et les améliorations effectuées pour la manutention des boîtes, dont le haussement du convoyeur.

Tableau 3.10 Poste d'assemblage et d'emballage des produits encastrés (chapeaux)

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
Assemblage			
1	Fixer le déflecteur au réflecteur	- Posture du dos - Force - Pressions mécaniques	- Conception du produit (force) - Dimension du poste (dos)
2	Enlever le réflecteur du pose-oeillets	- Force	- Conception de la machine
3	Prendre et déposer le matériel à l'assemblage (réflecteurs, déflecteurs, produit, collets, étiquettes)	- Postures du poignet, de l'épaule et du dos	- Alimentation en matériel - Dimension du poste
Emballage			
2	Prendre le matériel à l'emballage (boîtes de carton, produit assemblé)	- Posture des épaules et du dos	- Alimentation en matériel
2	Prendre le papier journal	- Mouvement des doigts, posture de l'épaule et du dos - Force	- Conception du produit - Alimentation en matériel
2	Prendre les boîtes sur le convoyeur	- Posture du dos	- Alimentation en matériel
2	Déposer les boîtes sur la palette	- Posture des épaules, du dos et des jambes	- Dimension du poste
3	Ensacher le produit	- Posture du poignet, des épaules et du dos	- Alimentation en matériel

Synthèse des problèmes et solutions proposées lors de l'analyse du poste

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉTAT DE RÉALISATION DES SOLUTIONS	ÉVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUE
		La travailleuse est satisfaite des modifications, particulièrement pour fixer le déflecteur au réflecteur et pour prendre et déposer les boîtes sur la palette
- Presse pneumatique qui assemble le déflecteur au réflecteur. Le produit assemblé chemine ensuite par convoyeur jusqu'à une table tournante	- Implanté	- Postures moins contraignantes du dos - Élimination des efforts et des pressions mécaniques
- Ajustement des tiges du support du pose-oeillets pour faciliter le retrait du réflecteur	- Implanté mais nécessite ajustement	- Force similaire (nécessite encore des ajustements)
<i>Pour rapprocher les sites de prise et de dépôt du matériel :</i> - Étiqueteuse double près du travailleur - Demi-plateaux remplis sur des chariots élévateurs à roulettes - Table de travail moins encombrante - Distributrice de pièces (ressorts, collets) - Convoyeur à tapis (pour déposer le produit et l'acheminer vers l'emballage)	- Implanté - Chariots implantés - Pas de demi-plateaux - Implanté - Implanté - Implanté	- Postures similaires pour la prise des réflecteurs et déflecteurs - Postures moins contraignantes pour le dépôt du produit, la prise des étiquettes et la prise des collets
- Table tournante qui fait circuler le produit à proximité de l'emballleur - Distributrice de boîtes avec poussoir, près du travailleur	- Implanté - Implanté	- Postures similaires pour la prise du produit - Postures moins contraignantes pour la prise des boîtes
- Recherche d'une autre procédure pour emballer - Support à journaux réglable en hauteur et disposé face au travailleur (en attendant une autre façon d'emballer)	- Démarche à long terme, non terminée - Implanté	- Mouvements des doigts et force similaires - Postures moins contraignantes du dos et des épaules
- Haussement du convoyeur	- Implanté	- Nette diminution des contraintes posturales au dos (posture à peu près neutre)
- Chariot élévateur modifié pour élever la palette et l'abaisser facilement	- Implanté	- Nette diminution des contraintes posturales au dos et aux jambes - Postures moins contraignantes pour les épaules
- Modification de l'ensacheuse, inclinaison et relocalisation près du travailleur	- Implanté	- Postures moins contraignantes pour le poignet, les épaules et le dos

3.3 Exemple 2 : Analyse ergonomique du poste des parafoudres

Un réaménagement du poste était déjà prévu par les gens de l'industrie, alors ils ont demandé au comité d'analyser le poste avant son réaménagement. Ce poste ne présente pas un taux élevé d'accidents, puisqu'aucun n'a été rapporté depuis deux ans. Par ailleurs, les membres du comité soulignent que le roulement du personnel pour ce poste et les autres de cette mini-chaîne d'assemblage est élevé et que le travail y est qualifié de répétitif.

3.3.1 Description du poste

Le poste choisi fait partie d'une mini-chaîne d'assemblage composée de cinq postes. La chaîne comprend trois postes d'assemblage, un de test, et un d'emballage du produit. Le comité d'ergonomie a analysé plus en détail les postes d'assemblage. Le produit consiste en une base (3"x3"x2") de plastique moulé dans laquelle le travailleur visse et place des pièces. Le nombre de pièces varie en fonction du modèle. Le produit final sert de parafoudre pour les lignes téléphoniques.

L'assemblage s'effectue en position assise à une table. La figure 3.14 illustre l'aménagement des trois premiers postes d'assemblage. Le premier travailleur prend les bases et les place, quatre à quatre, sur les rails avant et arrière. Ensuite, selon le modèle, il positionne et visse les fusibles avec un tournevis pneumatique. Il insère les premières rondelles sur les boulons à l'aide d'un outil, nommé la flûte, conçu spécialement pour cet usage. La flûte, telle qu'illustrée par la figure 3.15, sert de distributrice de rondelles. Une fois l'insertion des rondelles complétée, le travailleur pousse les bases vers le poste suivant. Les bases sont acheminées manuellement d'une station de travail à l'autre via deux rails fixés au milieu de la table de travail.

Le deuxième et le troisième travailleur complètent l'assemblage des bases. Ils exécutent les mêmes opérations. D'abord, ils complètent l'insertion des rondelles avec la flûte. Ils posent et vissent les écrous avec l'outil pneumatique et ils placent les caoutchoucs à la main. Ensuite, ils poussent les bases vers le poste du test.

3.3.2 Réaménagement prévu par l'entreprise

Les responsables du département proposent de revenir au mode de production qui existait avant la chaîne d'assemblage, soit des postes individuels. L'objectif étant de réduire les fluctuations de la production causées par l'intégration et la formation fréquente de nouveaux travailleurs et de permettre aux travailleurs d'assembler les bases à leur propre rythme.

Il est prévu d'exécuter toutes les étapes de l'assemblage des bases à partir de cabarets, en remplacement des rails actuels. Les cabarets vides sont alors placés à droite du travailleur sur un petit chariot. Le travailleur prend un cabaret à droite et il le place devant

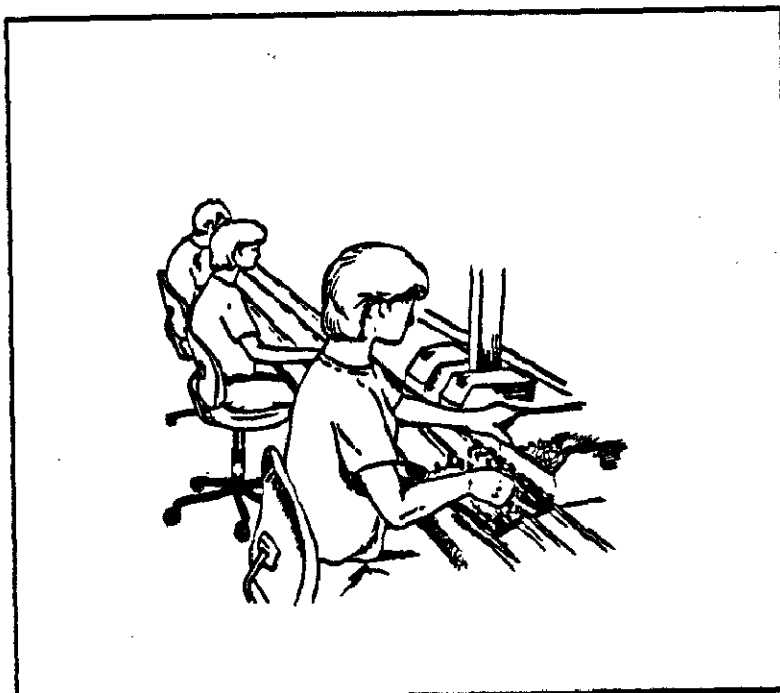


Figure 3.14 : Vue d'ensemble des trois premiers postes de la mini-chaine d'assemblage des parafoudres.

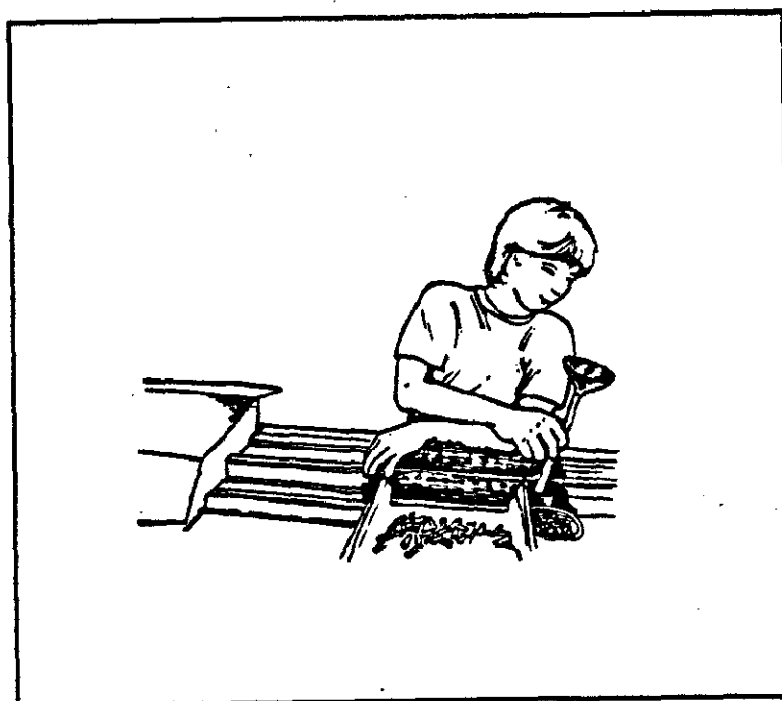


Figure 3.15 : Insertion des rondelles à l'aide de la flûte - Notez que la travailleuse doit retenir les bases avec la main gauche.



Figure 3.16 : Aperçu du réaménagement prévu par l'entreprise - Notez la torsion du dos lors du dépôt du cabaret.

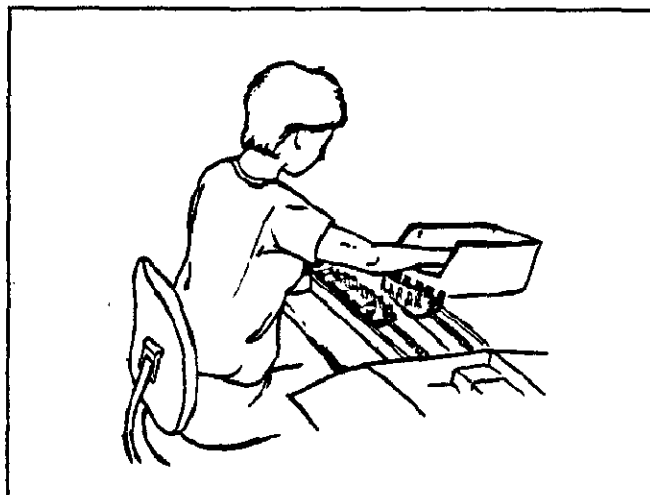


Figure 3.17 : Notez la flexion de l'épaule lors de la prise des pièces d'assemblage.

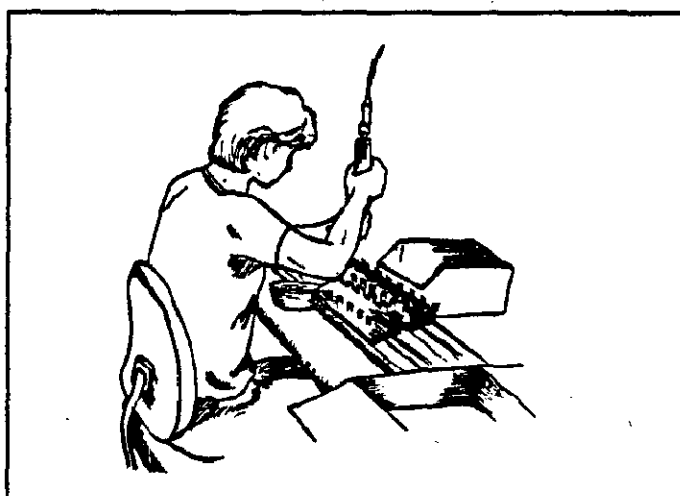


Figure 3.18 : Le vissage des fusibles et des écrous occasionne la flexion des épaules.

lui sur la table pour procéder aux étapes déjà décrites de l'assemblage. Ensuite il prend le cabaret, rempli de bases assemblées, et il le dépose sur un chariot placé à sa gauche. La figure 3.16, donne un aperçu du réaménagement tel que prévu par l'entreprise. Les postes du test et de l'emballage ne sont pas modifiés mais relocalisés à proximité des postes d'assemblage.

3.3.3 Démarche d'analyse

Le poste a été analysé par le comité d'ergonomie de l'entreprise 1 selon la méthode présentée précédemment. Au départ, les cinq modules de base pour l'analyse du poste ont été complétés. De plus, une simulation du réaménagement prévu par l'entreprise a été réalisée et des prototypes des propositions de solutions ont fait l'objet d'essais par les travailleurs. Ensuite une proposition globale de réaménagement portant sur la table d'assemblage et la circulation du produit a pu être développée. Après l'implantation de la proposition de solution du comité, il a été possible de procéder à une nouvelle analyse du poste afin de faire une évaluation et d'effectuer les réajustements nécessaires.

3.3.4 Entretiens préliminaires

À l'étape des entretiens, les cinq travailleurs du département dont trois femmes et le chef de groupe ont été rencontrés. Les travailleurs occupent ces postes depuis un mois, sauf une travailleuse, en place depuis huit mois. Ils sont des travailleurs réguliers à l'emploi de l'entreprise depuis une dizaine d'années en moyenne. Ils espèrent tous changer de poste prochainement. Ils n'ont pas eu d'accident à ce poste. Ils ressentent tous des douleurs qu'ils attribuent à leur travail. Quatre d'entre eux rapportent des douleurs à l'épaule. L'omoplate et le cou ont été mentionnés deux fois et la paume de la main une fois. L'étape de travail reconnue comme la plus douloureuse est pour quatre travailleurs la manipulation de la flûte, lors de la pose des rondelles. De plus, deux travailleurs qualifient les actions reliées à la prise du matériel comme étant douloureuses. Finalement, l'action de visser les fusibles a été associée à des douleurs par un travailleur.

Le travail varie en fonction des modèles. Les modèles une paire, moins courants maintenant, sont jugés les plus difficiles. Les travailleurs occupent par rotation, tous les postes de la chaîne. Des trois postes d'assemblage, le premier poste est jugé le plus pénible car il donne la cadence à la chaîne.

Les travailleurs trouvent que les rails et les pièces placées à l'arrière des rails sont trop éloignés d'eux. Ils doivent continuellement allonger les bras pour prendre des pièces, deux travailleurs associent à ces gestes leurs douleurs à l'épaule. Ils ont pallié ce problème en se procurant de petits contenants, mais uniquement pour les pièces de petites dimensions (rondelles, écrous). Selon eux, la qualité intrinsèque des pièces n'entraîne pas de problème d'assemblage. Le poids des boîtes de base (30 lb) dépassant les normes admises dans l'entreprise (22 lb), il est prévu de réduire la quantité de bases par boîte.

Au niveau des outils, l'utilisation de la flûte et du tournevis pneumatique occasionne des difficultés. Les travailleurs mentionnent trois problèmes au niveau du maniement de la flûte : les rondelles ne se vident pas de façon uniforme, il y a engorgement au remplissage et elles sont trop lourdes. Les travailleurs associent leurs douleurs à l'épaule à l'utilisation des flûtes. Les outils pneumatiques sont positionnés trop haut, il faut exercer des forces pour les rapprocher de la pièce à visser et pour visser.

3.3.5 Plan d'échantillonnage

Les travailleurs des trois postes d'assemblage ont été filmés. Les modèles choisis sont parmi ceux que l'entreprise produit le plus fréquemment, il s'agit des deux paires avec et sans fusibles. Le modèle une paire jugé plus difficile n'a pas été filmé parce que les responsables du département croient que sa fréquence de production va encore diminuer.

Le chef d'équipe et la travailleuse la plus expérimentée ont accepté de collaborer à une simulation du futur poste d'assemblage, tel que prévu par les responsables du département.

Ces observations filmées ont pour objectif de servir de support à l'identification des facteurs de risque actuels et anticipés par le réaménagement à l'aide de la grille d'analyse du module 3.

3.3.6 Identification des facteurs de risque et priorisation des problèmes

L'identification des facteurs de risque et la priorisation des problèmes ont été réalisées en deux volets : le premier, selon l'activité réelle de travail et le second, relatif à la simulation du réaménagement prévu.

A) Activité réelle de travail : chaîne d'assemblage

Un cycle de base du poste 1 a été identifié comme étant représentatif de l'activité de travail et utilisé pour l'identification des facteurs de risque. L'observation d'autres cycles des postes 2 et 3 a permis de compléter l'analyse. La durée du cycle est de 2 minutes 26 secondes pour le poste 1 et de 1 minute 39 secondes pour le poste 2. La synthèse des entretiens et l'identification des facteurs de risque a permis de prioriser les actions les plus à risque et d'orienter la recherche de solutions. Le tableau 3.11 résume pour les actions cotées de priorité 1, 2 et 3, les problèmes associés, leurs déterminants et les solutions proposées, ainsi que l'évolution du facteur de risque après l'implantation des solutions.

L'action mettre les rondelles avec la flûte et tenir les bases a été cotée de priorité 1. Cette étape de travail a été estimée la plus difficile par les travailleurs. Elle entraîne des postures contraignantes à l'épaule dominante, au dos et au cou ainsi que l'exercice de force en raison du poids de la flûte, jugée par les travailleurs de non négligeable. On observe également du travail statique lors du maintien prolongé de l'épaule en flexion (14 à 39 secondes) pour l'insertion des rondelles. La surface glissante des rails oblige le travailleur à tenir les bases avec sa main libre, pour les empêcher de glisser vers l'autre poste (figure 3.15).

Les actions de prise du matériel ont été regroupées sous le vocable : **Prendre pièces d'assemblage**. Ces actions sont jugées de priorité 2 en raison surtout des postures contraignantes aux épaules, mais aussi parce que ces postures se répètent fréquemment au cours d'un cycle (voir figure 3.17). Par exemple, pour assembler un modèle deux paires avec fusibles, il faut prendre 8 bases, 32 fusibles, 8 rondelles de retenu, 20 écrous, et 8 caoutchoucs. Les travailleurs attribuent à ces actions une part de leurs douleurs aux épaules et trouvent le matériel trop éloigné d'eux.

Les actions, **visser fusibles et écrous**, ont été cotées de priorité 2, car ces actions occasionnent des postures contraignantes au niveau des épaules et du cou (voir figure 3.18). De plus, le vissage des pièces implique une répétition rapide des mêmes gestes. Pour assembler un modèle deux paires, il faut visser 32 fusibles, dans un temps observé de 20 secondes et 20 écrous en 11 secondes. Certains travailleurs soutiennent que la pénibilité reliée à ces actions réside dans l'effort déployé en poussée, lors du vissage de la pièce.

Finalement, l'action **prendre outil** a été évaluée de priorité 3, car cette action implique une flexion marquée de l'épaule dominante.

B) Simulation du réaménagement prévu : poste individuel

Lors de cette simulation un cycle de base de l'activité d'assemblage a été analysé pour l'identification des facteurs de risque. L'introduction de cabarets, comme nouveau mode d'acheminement des bases, favorise des postures contraignantes au niveau des épaules et des torsions du dos. On observe l'exercice de force lors de la prise et du dépôt des cabarets en raison du poids des cabarets (voir figure 3.16). Les actions **prendre et déposer les cabarets** ont été jugées de priorité 1.

Les travailleurs aux postes individuels devront **s'approvisionner en bases et transporter les bases assemblées au poste du test**. Actuellement, le premier travailleur de la chaîne et le chef d'équipe assument cette tâche d'acheminement des bases. Les rails permettent de faire suivre les bases entre les postes de travail. Pour les travailleurs, ces nouvelles activités de manutention des bases, de priorité 2, occasionnent l'exercice de force supplémentaire.

Concernant les autres actions de travail, les facteurs de risque demeurent identiques à ceux décrits précédemment.

3.3.7 Déterminants

Comme l'indique le tableau 3.11, les dimensions du poste actuel et l'alimentation en matériel sont les déterminants à l'origine de plusieurs contraintes posturales. En effet, les rails d'assemblage et le matériel de base, trop éloignés des travailleurs, obligent ceux-ci à faire des gestes de plus grande amplitude.

Tableau 3.11 : Poste d'assemblage des parafoudres - Synthèse des problèmes

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
1	Mettre rondelles et tenir bases	- Posture de l'épaule, du dos et du cou - Force	- Utilisation de l'outil - Dimensions du poste - Rails glissants - Poids de la flûte
2	Prendre pièces d'assemblage	- Posture de l'épaule, du dos et du cou	- Alimentation en matériel
2	Visser fusibles et écrous	- Posture de l'épaule et du cou - Force	- Dimensions du poste - Utilisation de l'outil
3	Prendre outil	- Posture de l'épaule et du cou	- Ajustement du dispositif de retenu de l'outil

Synthèse des problèmes anticipés lors de la simulation

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
1	Prendre et déposer les cabarets de bases	- Posture de l'épaule et du dos - Force	- Disposition relative des surfaces de travail - Poids des cabarets
2	Manutention des boîtes de bases et transport des bases assemblées	- Force	- Poids des boîtes de bases - Poids des contenants de bases assemblées

et solutions proposées lors de l'analyse du poste

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUE
- Conception de nouvelles flûtes. - Rails d'assemblage rapprochés du travailleur. - Dispositif de retenue des bases lors de l'assemblage.	Contraintes posturales : - Réduction au niveau de l'épaule, plus importantes lorsqu'il s'agit du premier rail. - Réduction marquée pour le dos. - Aucun changement pour le cou. Force : Poids de l'outil identique.
- Matériel placé dans des contenants à proximité du travailleur.	Contraintes posturales : - Réduction au niveau de l'épaule, plus importantes lorsque le contenant de pièces est le plus rapproché. - Réduction marquée pour le dos, dans le cas de toutes les actions. - Aucun changement pour le cou.
- Rails d'assemblage rapprochés du travailleur. - Inspection et réparation des outils pneumatiques - Utilisation d'un pantographe pour supporter l'outil et le positionner droit.	Contraintes posturales : - Réduction marquée pour l'épaule. - Aucun changement pour le cou. Force : Réduction selon les commentaires des travailleurs.
- Installation d'un pantographe pour maintenir l'outil à la portée du travailleur.	Contraintes posturales : - Réduction au niveau de l'épaule. - Réduction marquée pour le cou.

du réaménagement proposé par le département et solutions proposées

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUE
- Assemblage des bases effectué sur des rails fixés sur la table de travail. - Évacuation des bases sur rails via un système de chute.	Contraintes posturales : - Par rapport à l'aménagement prévu, l'adoption des rails et de la chute ont entraîné une réduction marquée des contraintes au niveau du dos et de l'épaule. Force : Il n'y a plus de force requise pour évacuer les bases.
- Quantité de bases par boîte réduite de 90 à 48. - Chariot pour acheminer contenants de bases assemblées vers étagères d'entreposage.	Force : Réduction des efforts du fait de la diminution du poids des contenants.

L'utilisation des outils génère à la fois des postures contraignantes et l'exercice de force. La flûte doit être maintenue à une certaine hauteur et avec un angle particulier d'inclinaison pour que son contenu se déverse uniformément. Dans le cas de l'outil pneumatique, il faut tirer sur l'outil pour l'amener et le maintenir à la zone de vissage, le tenir serré afin de l'insérer bien droit et ainsi pousser sur la pièce à visser. Le **dispositif de retenu de l'outil** ("balancer") immobilise l'outil en position trop élevée et très à l'avant du travailleur.

La simulation a montré que de nouvelles contraintes posturales pourraient être introduites lors de la prise et du dépôt des cabarets. Les torsions observées lors du dépôt des cabarets sont associées à la **disposition relative des surfaces de travail** prévue lors du réaménagement.

L'exercice de force origine du **poids des objets** manipulés. Il s'agit des cabarets, des boîtes de base, et des bases assemblées qu'il faudra acheminer vers les autres postes. Ces actions seront exécutées par chaque travailleur des postes de l'assemblage.

3.3.8 Recherche de solutions

Au départ, le comité convient du remplacement de la chaîne par des postes individuels et de l'utilisation des tables actuelles dont la hauteur est variable, comme surface de travail.

Puisque la simulation a montré que le projet de réaménagement de l'entreprise pouvait introduire des contraintes importantes, la recherche de solutions a d'abord été axée sur la circulation des bases et le choix d'un support d'assemblage. Ensuite, le comité s'est penché sur la résolution des problèmes associés aux actions jugées les plus à risque. Le tableau 3.11 présente une synthèse des principales propositions de solutions.

A) Circulation des bases et des supports d'assemblage

La synthèse du "brainstorming" initial fait ressortir les principales possibilités de solutions dont se dégagent trois scénarios d'aménagement. L'objectif poursuivi est de réduire les facteurs de risque déjà identifiés et d'éviter d'en introduire de nouveaux.

Le premier scénario proposé, par les ingénieurs, vise une automatisation complète de la circulation des bases. Tous les postes d'assemblage seraient reliés par un convoyeur central qui acheminerait les bases vers les postes du test et de l'emballage. Sur la table de travail serait installé un rail unique, pour le montage des bases et leur évacuation vers le convoyeur central.

Le deuxième scénario, a été élaboré par les ergonomes et enrichi par d'autres membres du comité, il prévoit le transport manuel des bases à l'aide d'un chariot. Ce scénario comprend un rail unique sur la table de travail qui permet l'évacuation des bases, via une chute, dans un contenant d'entreposage (voir figure 3.19). Ensuite, chaque travailleur transporterait ses contenants de bases vers des étagères pour que le travailleur du test s'y approvisionne.

Finalement, le troisième scénario est le maintien par les responsables du département de leur proposition de réaménagement initiale.

À la suite de l'élaboration et de la présentation de ces scénarios, la discussion s'engage sur les avantages et les désavantages de chacun. Chaque proposition est remise dans le contexte de l'analyse initiale et de la simulation en poste individuel. L'exercice consiste à imaginer, selon le scénario présenté, l'activité future des travailleurs du département. Ensuite le comité cherche à prévoir les répercussions des changements proposés sur l'activité de travail et les facteurs de risque.

Le premier scénario axé sur l'installation de convoyeurs automatisés suscite de vives discussions entre les gens du département, les ergonomes et certains membres du comité. Cette proposition jugée idéale par les membres du comité d'ergonomie, est difficilement applicable dans le contexte actuel. Elle est finalement rejetée à cause de son coût trop élevé, de l'espace insuffisant dans le département, de la difficulté de tenir l'inventaire du nombre de pièces produites, du rodage et de l'entretien qu'un tel système demanderait.

La deuxième proposition a finalement reçu l'assentiment de la majorité des membres du comité, mais au préalable, il a fallu s'assurer que la chute n'altérerait pas la qualité des bases assemblées. Pour la circulation des bases, il est prévu de mettre en place le système Kamban déjà implanté dans l'usine et qui a pour effet de simplifier l'inventaire des pièces. Ce système comprend l'installation d'étagères qui servent d'entreposage aux bacs de bases déjà assemblées, en attente d'être testées. Les rails et la chute facilitent l'évacuation des bases et éliminent les problèmes associés aux cabarets. Enfin cette proposition cadre mieux dans les perspectives de réaménagement de l'entreprise et aura donc plus de chance d'être réalisée rapidement et sans trop de modifications.

La troisième proposition est celle du département. Ses avantages et désavantages ont été rediscutés avec le chef d'équipe et la gérante lors des réunions du comité. Les facteurs de risque issus de l'analyse de la simulation, tableau 3.11, résument bien les réserves du comité pour cette proposition.

B) Prise des pièces d'assemblage

Afin de contrer les problèmes posturaux occasionnés par l'éloignement des rails et des matériaux de base, le comité propose de rapprocher les rails ou tout autre support à proximité du travailleur. En conséquence, le matériel actuellement placé à l'arrière des rails pourra être rapproché du travailleur. Le comité délimite un espace sur la table pour chaque pièce nécessaire à l'assemblage. Il est convenu de placer les boîtes de base sur un support incliné, à gauche et à l'avant du travailleur. De réduire la taille des contenants de petites pièces, de poser les fusibles et les caoutchoucs sur un plateau muni d'un bras articulé.

C) Utilisation des outils

Pose des rondelles et maintien des bases

Récemment de nouvelles flûtes améliorées ont été fabriquées pour un autre département de l'usine. Selon l'ingénieur de projet ces flûtes sont plus performantes, les plans étant disponibles, il a été décidé d'en commander quatre pour le poste des parafoudres.

De plus, il est décidé d'agir au niveau des rails en les rapprochant du travailleur afin de diminuer l'amplitude des contraintes posturales et d'ajouter un dispositif de retenue des bases pour ne plus avoir à retenir les bases au moment de la pose des rondelles (voir figure 3.20).

Vissage des fusibles et des écrous

Le comité estime que le rapprochement des rails contribuera aussi pour ces actions, à réduire l'amplitude des postures contraignantes. Au niveau des outils, ceux-ci devront faire l'objet d'inspections régulières et être réparés s'ils présentent des problèmes de fonctionnement. Le comité pense qu'un pantographe offrirait l'avantage de supporter le poids de l'outil, de le maintenir droit et de diminuer l'effort pour visser (voir figure 3.21).

D) Manutention des boîtes de base

Le comité décide d'entériner les démarches amorcées par le personnel du département afin de réduire le poids des boîtes de base à 22 lb, poids maximal normalisé dans cette entreprise. En conséquence, le nombre de bases par boîte, des modèles deux paires, va passer de 90 à 50. Par ailleurs, l'utilisation de chariots pour acheminer les contenants de bases assemblées, a pour objectif de réduire l'exercice de force lors du transport des bases assemblées, vers le lieu d'entreposage.

E) Simulations

L'objectif des simulations consiste à demander aux travailleurs de faire l'essai au poste de travail ou dans le département, des propositions de solutions élaborées par le comité d'ergonomie, afin de mieux les évaluer.

Prototypes

Avant d'implanter définitivement une solution, deux prototypes ont été mis en place dans le département. Il s'agit de deux postes individuels aménagés selon : la deuxième proposition, celle retenue par le comité d'ergonomie et la troisième proposition, celle des responsables du département. L'objectif des essais est de comparer l'utilisation des cabarets versus l'utilisation du rail d'assemblage et de la chute d'évacuation.

Au départ, le rail unique pour l'assemblage a été converti en rail double par les travailleurs qui préfèrent deux rails pour assembler le plus possible de bases à la fois. Les travailleurs qui ont procédé aux essais sont favorables majoritairement au maintien des rails pour l'assemblage et à l'installation d'une chute pour l'évacuation des bases.

Tests de qualité des bases

La simulation de la chute avait aussi pour objectif de vérifier le maintien de la qualité des bases. En effet, il est important de s'assurer que les bases ne sont pas affectées par la chute et l'entreposage en vrac. L'ingénieur responsable de la fabrication de ce produit doit donner son autorisation pour que ces modifications soient introduites dans le processus de production. Après avoir effectué des tests électriques le comité est autorisé à proposer la chute pour le réaménagement.

Appui-bras pour l'insertion des rondelles

La gérante du département propose l'essai de nouveaux appuis-bras. L'objectif étant de réduire les contraintes posturales à l'épaule lors de l'utilisation de la flûte. Finalement, les appuis-bras n'offrent pas la mobilité attendue et ils limitent les mouvements des travailleurs. Ils ne conviennent pas pour cette application.

Pantographe

L'installation d'un pantographe pour tenir le tournevis pneumatique répond aux attentes du comité. Le pantographe (tel qu'illustré à la figure 3.21) remplit bien son rôle de maintien de l'outil et il permet de visser très droit. Toutefois il doit être installé de façon à se déployer complètement au-dessus de l'emplacement des bases. Au départ il n'y aura qu'un pantographe d'installé pour que les travailleurs puissent se familiariser davantage à ce nouveau dispositif.

3.3.9 Proposition finale de réaménagement

À la suite des simulations, une proposition finale de réaménagement a été élaborée et présentée au directeur de l'usine, par les membres du comité d'ergonomie et les responsables du département. Cette proposition est résumée à la colonne, solutions proposées, du tableau 3.11.

3.3.10 Suivi

À la suite du réaménagement du département des parafoudres, le comité d'ergonomie a procédé à une analyse de suivi des postes d'assemblage réaménagés. L'objectif du suivi est de réévaluer les postes afin de vérifier si les solutions implantées ont diminué les facteurs de risque, si d'autres problèmes n'ont pas été introduits et de réaliser les réajustements nécessaires.

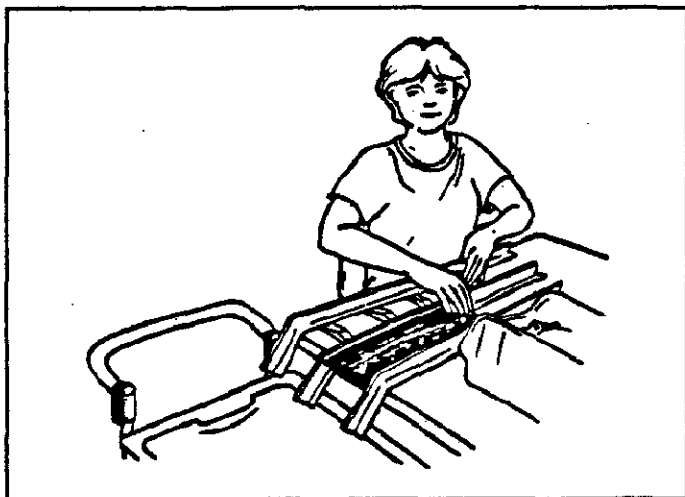


Figure 3.19 : Vue d'ensemble du réaménagement effectué. On remarque au premier plan, les rails et la chute qui servent à l'évacuation des bases.

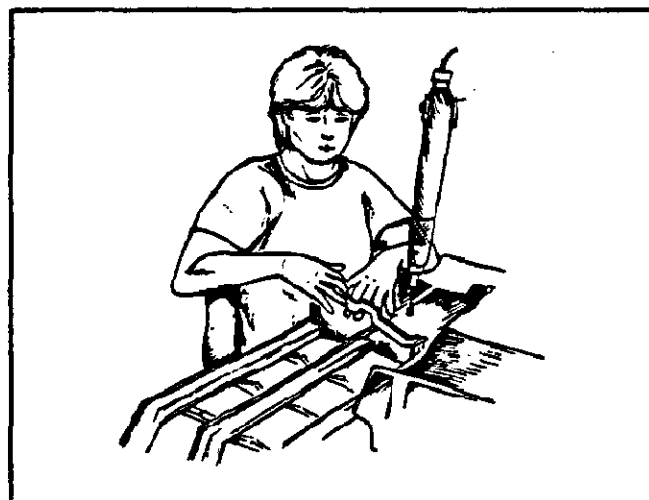


Figure 3.20 : La travailleuse lève le dispos de retenue des bases pour leur évacuation

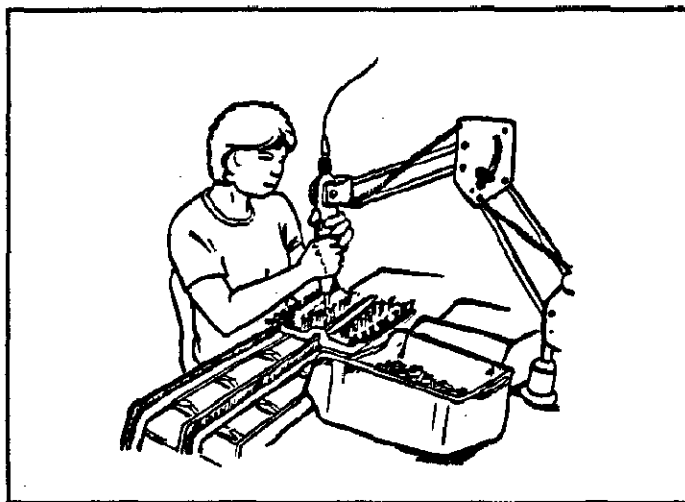


Figure 3.21 : Vue du poste réaménagé - Notez le rapprochement des rails et l'installation du pantographe qui diminuent les contraintes au niveau de l'épaule et les exigences de force, lors des actions de vissage.

Deux membres du comité ont procédé à des entretiens avec les trois travailleurs du poste et ils ont filmé la station de travail réaménagée. De plus, le comité a effectué les démarches nécessaires à la réalisation des réajustements au poste de travail. Il a aussi organisé une rencontre de formation-information pour le personnel du département, car aucun des travailleurs présents au suivi, n'avaient participé à l'analyse ergonomique du poste. Cette réunion avait pour objectif de présenter l'état du poste avant le réaménagement, de décrire les faits saillants du réaménagement et d'expliquer l'état des démarches qui se poursuivent dans le cadre des activités de suivi du comité.

A) Entretiens

Les travailleurs se disent satisfaits en général du nouvel aménagement de leur poste de travail. Ils apprécient la transformation de la chaîne en des postes individuels. De plus, l'allongement du cycle de travail, selon eux, dilue dans le temps la répétition des actions de vissage et de maniement de la flûte. Les améliorations techniques telles que le système de retenu des bases et la chute sont vues comme des transformations positives. Par ailleurs, les travailleurs font état de certains problèmes qui subsistent au poste de travail, principalement au niveau des outils. Ils expliquent que les pantographes ne sont pas bien centrés au-dessus des bases, ce qui les oblige à tirer sur l'outil pour pouvoir visser les fusibles les plus éloignés. Certains tournevis pneumatiques sont défectueux et le travailleur doit pousser pour visser les fusibles et les écrous. À la suite du suivi, les problèmes reliés aux outils pneumatiques et aux pantographes ont été réglés.

Les nouvelles flûtes n'offrent pas les avantages anticipés. Selon les travailleurs, elles fonctionnent moins bien que les anciennes. Les flûtes présentent les mêmes problèmes au niveau du remplissage, de la distribution des rondelles et de leur poids.

B) Comparaison des facteurs de risque

À partir de séquences vidéo prises de l'activité de travail au poste réaménagé, il a été possible de comparer les facteurs de risque identifiés sur ces séquences à ceux déjà observés, lors de la première analyse. Le tableau 3.11, présente l'évolution du facteur de risque de chaque action en utilisant des critères qualitatifs pour en rendre compte. En effet, l'expression, réduction du facteur de risque, signifie qu'une diminution de l'amplitude de la contrainte a été observée. Une réduction marquée, exprime que le facteur de risque n'a pas été observé sur la séquence analysée. La mention, aucun changement, signifie que la situation demeure identique à celle rencontrée avant le réaménagement. Il n'y a pas eu observation de l'augmentation de l'amplitude d'un facteur de risque.

Il ressort de la comparaison des facteurs de risque, effectuée après les réajustements, une diminution des contraintes posturales au niveau du dos et des épaules, pour l'ensemble des actions. Pour le cou, les exigences posturales sont demeurées identiques, sauf dans le cas de la prise de l'outil où il y a eu amélioration. Selon les travailleurs, l'exercice de force a été réduit dans la majorité des actions sauf lors de l'utilisation de la flûte.

En se reportant au tableau 3.11, il apparaît pour l'action **mettre les rondelles et tenir les bases**, que le rapprochement des rails du travailleur a favorisé la diminution de l'amplitude des postures du dos et de l'épaule. Cette diminution étant plus marquée lorsque le travailleur utilise le rail le plus près de lui. Il n'y a pas eu de réduction des contraintes posturales au niveau du cou. Par ailleurs, les exigences de force et de maintien des postures contraignantes n'ont pas été réduites pour l'insertion des rondelles en raison des difficultés rencontrées pour l'amélioration de l'outil.

Pour l'action de **prise de matériel**, les postures de l'épaule diminuent d'amplitude, surtout lorsque les contenants de matériel sont davantage rapprochés du travailleur. Les flexions latérales observées lors de la prise des bases dans la boîte sont éliminées car les bases sont placées sur la table. Les contraintes posturales pour le cou demeurent identiques.

Les actions **visser les fusibles et les écrous**, sont améliorées au niveau postural et des exigences de force (voir figure 3.21). En effet, l'acquisition de nouveaux outils et l'installation des pantographes ont contribué à maintenir l'outil droit, à le supporter et selon les travailleurs à réduire les forces à exercer au vissage. De plus, la **prise de l'outil** s'effectue sans contrainte, car l'outil est maintenu à la portée du travailleur.

Les actions de **prise et de dépôt des cabarets** sont remplacées par l'action de pousser les bases pour les évacuer. L'utilisation des rails et du système de chute n'entraîne pas, sur les séquences observées, de postures contraignantes au niveau du dos et des épaules. De plus, cet aménagement élimine l'exercice de force relié au transfert des cabarets.

L'exercice de force occasionné par la **manutention des contenants de bases** est allégé, selon les travailleurs, par la diminution du nombre de bases par boîte et par l'utilisation de chariots.

3.4 Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes de travail

Comme cela a été expliqué à la section méthodologie, les résultats obtenus par les ergonomes lors de l'analyse des postes ont été comparés à ceux obtenus par les groupes de travail. Cette comparaison a été effectuée, d'une part, pour l'identification des facteurs de risque avec la grille d'analyse et a été réalisée, d'autre part, pour l'étape de priorisation. Le but de la comparaison est de vérifier si, avec l'outil, les usagers négligent ou surestiment les facteurs de risque.

3.4.1 Identification des facteurs de risque

Pour chaque action documentée avec la grille d'analyse, les facteurs de risque notés par les ergonomes ont été comparés à ceux identifiés par les groupes de travail. Rappelons qu'à l'usine 1, pour les trois postes analysés, au total 113 actions ont été identifiées alors qu'à l'usine 2, pour les quatre postes analysés, au total, 46 actions ont été identifiées. Le tableau 3.12 présente les résultats obtenus pour les deux usines pour les postures des épaules, du dos, des poignets, du cou et pour les exigences de force. Les postures des avant-bras et les pressions mécaniques ont été exclues de la comparaison car l'occurrence de ces facteurs de risque était trop faible dans les deux usines.

Comme l'indique le tableau 3.12, les cas où il y a concordance entre les ergonomes et les groupes, varient de 65 à 85 %. C'est pour la posture du dos, dans les deux usines, et pour la posture des poignets, dans l'usine 1, que les résultats sont les meilleurs. Bien que les différences ne soient pas si marquées, dans l'ensemble, la concordance est plus élevée à l'usine 2. Les erreurs d'identification sont les cas où les ergonomes et les groupes ont tous deux identifiés un facteur de risque, mais il y a une différence au niveau de la modalité; par exemple, il s'agit des cas où les ergonomes ont identifié une torsion du dos alors que les groupes ont noté une flexion latérale. Dans l'ensemble, ces erreurs sont inférieures à 10 %. C'est pour les postures des épaules et du dos que ces erreurs d'identification sont les plus nombreuses. À l'usine 1, pour l'épaule, ces erreurs atteignent 15 %; dans la majorité des cas, il y a eu confusion entre les cotes 1 et 1.5 (4/17) et entre les cotes 2 et 1 (5/17). Quant aux erreurs d'identification effectuées pour la posture du dos, aucune tendance ne se dégage.

L'occurrence de faux-négatifs est importante à considérer, car il s'agit des cas où les ergonomes ont identifié un facteur de risque alors que les groupes n'ont rien noté. Ces cas sont toujours inférieurs à 20 %. C'est pour le paramètre force que les cas de faux-négatifs sont les plus nombreux. Dans la très grande majorité, il s'agit de cas où les experts avaient indiqué "force indéterminée", ce qui signifie que les ergonomes suspectaient une exigence possible de force alors que les groupes ont jugé qu'il n'y avait pas de force significative pour l'action considérée. Les faux-négatifs observés pour la posture des épaules proviennent en grande majorité d'actions où les experts avaient noté des flexions ou abductions de faible amplitude (cote 1, 7/10). Pour la posture des poignets à l'usine 1 et pour la posture du cou à l'usine 2, il s'agit majoritairement de cas où les experts avaient identifié une flexion.

Les cas de faux-positifs sont ceux où les groupes ont identifié un facteur de risque alors que les ergonomes n'ont rien noté. Ces cas, à l'exception de la posture du cou, sont toujours inférieurs à 10 %. À l'usine 1, les faux positifs pour la posture du cou atteignent 23 %. Il s'agit très majoritairement de cas où les groupes ont noté une flexion du cou alors que les ergonomes n'ont rien noté à cet effet. Ce phénomène s'explique en partie par le fait que le groupe notait la posture du cou systématiquement pour chaque action ; les ergonomes, eux, avaient tendance à poser un jugement global quant à la flexion du cou et la notait moins systématiquement pour chaque action.

Tableau 3.12 : Comparaison des résultats obtenus entre les ergonomes et les groupes pour les deux usines

	Épaules						Dos						Poignets						Cou						Force					
	Us-1			Us-2			Us-1			Us-2			Us-1			Us-2			Us-1			Us-2			Us-1			Us-2		
	N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%	
Concordance	75	68%		33	72%		92	81%		38	81%		82	72%		39	85%		74	65%		31	67%		75	68%		36	76%	
Erreur d'identification	17	15%		5	11%		17	15%		4	9%		5	4%		3	6%		6	5%		3	7%		9	8%		1	2%	
Faux-négatifs	10	9%		6	13%		8	7%		2	4%		16	14%		2	4%		7	6%		6	13%		21	19%		5	11%	
Faux-positifs	11	10%		2	4%		9	8%		2	4%		10	9%		2	4%		26	23%		6	13%		8	7%		4	9%	

Pour raffiner l'analyse, les résultats obtenus pour chacun des postes dans les deux usines ont été considérés. Les tableaux 3.13 et 3.14 présentent ces résultats. Comme l'indique le tableau 3.13, les résultats obtenus à l'usine 1 varient selon les postes. Dans l'ensemble, la concordance entre les ergonomes et les groupes est plus élevée pour le premier poste. Aux postes 2 et 3, il y a une proportion plus élevée de faux-négatifs pour le paramètre force. Il s'agit presque toujours de cas où les ergonomes ont noté la possibilité d'exercice de force, alors que le groupe a jugé que l'action n'impliquait pas de force significative. De façon générale, pour le poste 3, et à un moindre degré pour le poste 2, la proportion de faux-positifs est plus élevée. C'est vrai en particulier pour les postures du cou et du dos. Pour le cou, le plus souvent le groupe a noté une flexion alors que pour le dos le groupe a noté une torsion tandis que les ergonomes n'ont rien identifié. Il semble donc qu'avec le temps, à l'usine 1, la proportion de faux-positifs tend à augmenter.

Les résultats obtenus pour l'usine 2 sont difficiles à interpréter en raison du faible effectif pour chacun des postes. En ce qui concerne le niveau de concordance entre les ergonomes et les groupes, il n'y a pas de tendance claire entre les quatre postes étudiés. Notons qu'en ce qui concerne les faux-négatifs, les plus mauvais résultats ont été obtenus au poste 1 pour le cou et au poste 2 pour la force. Quant aux faux-positifs c'est également pour le cou (poste 2) et pour la force (poste 3) que les proportions sont plus élevées.

En résumé, dans les deux usines, la concordance ergonomes-groupes est en général assez bonne. Sauf pour les épaules et le dos, où il y a quelquefois confusion entre les cotes, les erreurs d'identification sont toujours inférieures à 15 %. Les faux-positifs sont également peu nombreux, à l'exception du cou, ils sont inférieurs à 10%. Les faux-négatifs attirent davantage notre attention, car ils correspondent aux facteurs de risque négligés par les groupes. Ces cas de faux-négatifs sont toujours inférieurs à 20%. C'est pour le paramètre force qu'ils sont le plus élevés, il s'agit presque toujours de cas où les ergonomes ont noté "force indéterminée". L'analyse des résultats pour chacun des postes indique qu'à l'usine 1, avec le temps, la proportion de faux-positifs augmente.

3.4.2 Étape de priorisation

À chaque action décrite avec la grille d'analyse, une cote de priorité était identifiée. La cote 1 est réservée aux problèmes les plus graves qu'on doit absolument tenter de régler; c'est en fonction de ces actions qu'on oriente d'abord la recherche de solutions. La cote 2 est attribuée aux actions qui sont moins problématiques, mais pour lesquelles des efforts de correction doivent être faits, ces actions sont donc prises en compte pour la recherche de solutions. La cote 3 est donnée aux actions qui posent un problème jugé beaucoup moins important que pour les deux cas précédents; si on le peut, on tente de trouver des solutions à ces problèmes. Finalement, les actions restantes ne sont pas priorisées et ne sont pas retenues pour la recherche de solutions. Cette étape de priorisation a été effectuée indépendamment par les ergonomes et les groupes de travail. À l'instar des facteurs de risque, une comparaison a été effectuée entre les résultats obtenus par les ergonomes et ceux obtenus par les groupes de travail. Les résultats issus de cette comparaison pour les

Tableau 3.13 : Usine 1 - Comparaison des résultats obtenus pour l'identification des facteurs de risque pour les trois postes étudiés

	Poste 1 (chapeaux)		Poste 2 (assemblage final)		Poste 3 (emballage)	
	N=36		N=49		N=28	
	N	%	N	%	N	%
Concordance						
Épaules	25	69,5%	35	71,4%	15	53,6%
Dos	30	83,3%	43	87,8%	17	60,7%
Cou	29	80,5%	28	57,2%	17	60,7%
Poignets	31	86,1%	34	69,4%	17	60,7%
Force	30	83,3%	29	59,2%	16	57,2%
Erreur d'identification						
Épaules	4	11,1%	7	14,3%	6	21,4%
Dos	2	5,6%	2	4,1%	2	7,1%
Cou	2	5,6%	4	8,2%	0	—
Poignets	0	—	4	8,2%	1	3,6%
Force	2	5,6%	6	12,1%	1	3,6%
Faux-négatifs						
Épaules	3	8,3%	5	10,2%	2	7,1%
Dos	3	8,3%	3	6,1%	2	7,1%
Cou	4	11,1%	3	6,1%	0	—
Poignets	5	14,0%	6	12,2%	5	17,9%
Force	3	8,3%	12	24,5%	6	21,4%
Faux-positifs						
Épaules	4	11,1%	2	4,1%	5	17,9%
Dos	1	2,8%	1	2,0%	7	25,0%
Cou	1	2,8%	14	28,6%	11	39,3%
Poignets	0	—	5	10,2%	5	17,9%
Force	1	2,8%	2	4,1%	5	17,9%

Tableau 3.14 : Usine 2 - Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes pour chacun des postes étudiés.

	Poste 1 (Carbon)		Poste 2 (PET)		Poste 3 (MPC)		Poste 4 (DVO)	
	N=12		N=12		N=13		N=9	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Concordance								
Épaules	9	75%	9	75%	10	77%	5	56%
Dos	11	92%	9	75%	10	77%	8	89%
Cou	4	34%	5	42%	13	100%	9	100%
Poignets	11	92%	9	75%	11	85%	8	89%
Force	12	100%	9	75%	8	61%	8	89%
Erreur d'identification								
Épaules	2	17%	1	8%	1	8%	1	11%
Dos	1	8%	1	8%	1	8%	1	11%
Cou	2	17%	1	8%	0	—	0	—
Poignets	0	—	2	17%	1	8%	1	11%
Force	0	—	0	—	0	—	0	—
Faux-négatifs								
Épaules	1	8%	1	8%	2	15%	2	22%
Dos	0	—	1	8%	1	8%	0	—
Cou	4	33%	2	17%	0	—	0	—
Poignets	0	—	1	8%	1	8%	0	—
Force	0	—	3	25%	2	15%	0	—
Faux-positifs								
Épaules	0	—	1	8%	0	—	1	11%
Dos	0	—	1	8%	1	8%	0	—
Cou	2	17%	4	33%	0	—	0	—
Poignets	1	8%	0	—	0	—	0	—
Force	0	—	0	—	3	23%	1	11%

deux usines sont présentés au tableau 3.15. Les résultats diffèrent entre les deux usines à l'étude. En ce qui concerne la concordance ergonomes-groupes, elle est plus forte à l'usine 2. Il apparaît cependant qu'à cette usine la proportion de faux-négatifs est la plus élevée (18,9%). L'analyse montre que la majorité de ces cas de faux-négatifs (6/7) sont des cas où les experts avaient coté l'action de priorité 2 alors que le groupe ne l'avait pas retenue pour la recherche de solution. Il apparaît que la majorité de ces cas (5/6) proviennent du poste 3.

À l'usine 2, les faux-négatifs sont en proportion moins élevée (7,9%), la majorité de ces cas (6/9) sont des actions que les ergonomes avaient coté 3 et que les groupes n'ont pas retenu. La proportion de faux-positifs est plus élevée à l'usine 1 (12,4%). Le plus souvent (13/14), il s'agit d'actions que les ergonomes n'avaient pas retenues, mais que les groupes avaient coté de priorité 2 ou 3. Ce qui différencie surtout les deux usines, c'est la proportion d'erreurs d'identification qui est beaucoup plus considérable à l'usine 1 (30%). Ces cas correspondent aux actions que les ergonomes et les groupes ont priorisées, mais avec des cotes différentes. Une analyse plus détaillée des résultats montre qu'à l'usine 1, il s'agit très majoritairement (30/34) de cas où, relativement aux ergonomes, les groupes ont surestimé la cote de priorité (dans 12 cas, les groupes ont donné une cote 1, alors que les ergonomes ont coté l'action de priorité 2, dans 11 cas, les groupes ont coté 2, alors que les experts ont coté 3, dans les cas qui restent, les groupes ont coté 1 et les experts ont coté 3). La comparaison effectuée pour chacun des postes montre que ce phénomène de surestimation est particulièrement marqué au dernier poste analysé. À l'usine 2, ces erreurs d'identification sont moins importantes; par ailleurs, l'analyse détaillée ne montre aucune tendance, dans à peu près la moitié des cas les groupes ont surestimé la priorité et dans l'autre moitié des cas ils ont sous-estimé la priorité.

En résumé, pour l'étape de priorisation, il y a une concordance plus élevée entre le groupe et les ergonomes à l'usine 2. À cette usine, il y a une proportion non négligeable de faux-négatifs qui sont associés principalement au poste 3. À l'usine 1, ce qui apparaît surtout ce sont les erreurs d'identification qui s'expliquent presque entièrement par une surestimation de la cote de priorité par le groupe relativement à la cote donnée par les ergonomes. Ce phénomène de surestimation est spécifique à l'usine 1 et est présent en particulier au dernier poste étudié.

3.5 Rôle des ergonomes et évolution des groupes

Comme cela a été expliqué à la section méthodologie pour les deux derniers postes étudiés, les commentaires des ergonomes lors des réunions de travail ont été documentés systématiquement. Ces interventions ont été traitées différemment selon qu'il s'agissait de la recherche de solutions ou de l'analyse précédant celle-ci. Dans les lignes qui suivent nous présentons d'abord les interventions des ergonomes lors des réunions portant sur les quatre premiers modules de la méthode d'analyse : entretiens et fiche synthèse; plan d'échantillonnage; découpage en actions et identification des facteurs de risque; identification des déterminants et priorisation des problèmes. Nous enchaînons en présentant les interventions des ergonomes pour toute l'étape de recherche de

solutions. Nous terminons en présentant un bilan qualitatif du comportement des groupes lors du dernier poste analysé.

Tableau 3.15 : Comparaison des résultats obtenus par les ergonomes et les groupes pour les deux usines lors de l'étape de priorisation

	Usine 1		Usine 2 ¹	
	(N=113)		(N=37)	
	N	%	N	%
Concordance	56	49,6%	21	56,7%
Faux-négatifs	9	7,9%	7	18,9%
Faux-positifs	14	12,4%	4	10,8%
Erreur d'identification	34	30,1%	5	13,5%

¹ À l'usine 2, l'effectif est diminué car la priorisation pour le poste 4 n'a pas été effectuée indépendamment par les ergonomes; seuls les trois premiers postes sont donc considérés.

3.5.1 Interventions des ergonomes pour les étapes d'analyse précédant la recherche de solutions : les quatre premiers modules de la méthode d'analyse de postes

Les tableaux A-6 et A-7 présentés en annexe résument pour chacune des deux usines le nombre et le contenu des interventions effectuées pour chacune des différentes étapes de l'analyse. Dans cette section, les interventions associées à chaque étape seront résumées et une synthèse de l'ensemble de ces interventions sera ensuite présentée. Pour le détail des interventions, le lecteur doit se référer aux tableaux A-6 et A-7.

A) Entretiens auprès des travailleurs et contremaîtres

Dès l'avant-dernier poste, les usagers se montrent à l'aise avec les questionnaires et les objectifs visés par ceux-ci. Des interventions reliées à la méthode d'analyse ou des interventions de formation plus générale sont quand même nécessaires. La formulation de certaines questions est mal comprise par les membres des groupes. Dans les deux usines, les problèmes sont similaires. Il faut expliquer les questions visant à décrire les sources de variations au niveau du travail, en particulier les variations au niveau de la cadence et des équipements/matériaux/outils. Il faut expliquer qu'en ce qui concerne la

cadence, on veut savoir si, dépendant des modèles ou des niveaux de production, il y a des conditions où le rythme de travail est plus exigeant. En ce qui concerne les matériaux/outils, il faut rappeler aux membres des groupes que l'interviewer doit passer en revue les différents équipements et matériaux pour vérifier s'il y a des problèmes de fonctionnement ou de qualité associés aux divers équipements et outils. Dans les deux usines, les membres des groupes comprennent mal qu'il faut préciser certaines caractéristiques associées aux douleurs rapportées (ex : faire préciser la fréquence et l'intensité des douleurs). À l'avant-dernier poste, en particulier pour l'usine 1, il y a également des interventions d'animation dans le but d'aider le travailleur à préciser ses réponses et dans le but également de faciliter le déroulement de l'entretien. L'ergonome doit également rappeler qu'il faut dire aux travailleurs interrogés quel est le but des questionnaires et leur donner des garanties quant à la confidentialité. Dans les deux usines, il y a progression entre les deux derniers postes analysés. Mais au dernier poste, certains rappels sont quand même requis. En somme, outre les problèmes reliés à la formulation de certaines questions, les questions sur les douleurs, les variations au niveau de la cadence, les variations au niveau des matériaux/outils/équipements, au dernier poste étudié, dans les deux usines, l'étape des questionnaires semble bien intégrée.

Dès l'avant-dernier poste, l'étape de présentation des entretiens au groupe via la fiche synthèse pose peu de problèmes. Au dernier poste, à toutes fins pratiques, aucun commentaire des ergonomes n'est requis. Certains rappels ont cependant dû être faits à l'avant-dernier poste. À l'usine 2 en particulier il a été utile de rappeler le but de ces entretiens et d'expliquer qu'on recueille des informations pour s'informer du travail réel des opérateurs qui diffère de la vision théorique qu'on a du travail prescrit. À l'usine 1, on doit insister sur l'importance des informations concernant les caractéristiques des travailleurs : expérience, âge, etc.

B) Plan d'échantillonnage

Dans les deux usines, la même situation prévaut. À l'avant-dernier poste, la notion de plan d'échantillonnage est peu assimilée; il faut réexpliquer complètement cette notion. Il faut expliquer le lien entre les entretiens et l'étape de planification des observations. On doit faire comprendre que s'il y a divers modèles posant différents types de problèmes, il est important pour un bon diagnostic de considérer ces différents problèmes. De même, si les travailleurs ont des modes opératoires différents, il est important de comprendre ces variations pour développer des solutions réalistes. On doit donner les grandes lignes pour guider le choix des différentes situations à analyser. En ce qui concerne l'usine 2, il y a évolution entre les deux postes; la notion qu'il est important de planifier les observations et de considérer différentes situations de production et différents travailleurs semble mieux intégrée. À l'usine 1 cependant, cette évolution est moins marquée et même au dernier poste, il faut réexpliquer le concept du plan d'échantillonnage. Il faut également réexpliquer qu'on choisit différents modèles seulement s'ils présentent des problèmes significatifs qui diffèrent des autres modèles. Il faut rappeler ici que les deux derniers postes étudiés à l'usine 1 présentaient d'importantes sources de variations au niveau des modèles produits et des problèmes rencontrés. En résumé, la notion de plan d'échantillonnage, cette étape de planification des observations, est difficile à intégrer pour les groupes de travail.

C) Grille d'analyse : découpage du cycle en actions

Dans les deux usines, dès l'avant-dernier poste les groupes sont très à l'aise avec cette étape du découpage du cycle en actions. Cela réfère pour eux à des notions très concrètes du travail qu'ils connaissent. Dans les deux usines, il faut quand même faire quelques rappels. Il faut expliquer les principes de base du découpage en actions : on ne doit pas trop regrouper, car il faut pouvoir identifier des postures, des forces reliées à des actions précises. Inversement, il ne faut pas découper trop finement pour chaque changement de posture. Il faut plutôt référer aux différentes étapes de l'assemblage et de la production. On doit également expliquer comment procéder lorsqu'il y a répétition d'actions (on ne récrit les actions que si les facteurs de risque diffèrent). On doit aussi préciser qu'il faut également tenir compte des activités connexes comme les actions de préparation du matériel, d'approvisionnement en matériel. Pour les deux usines, il y a une évolution entre les deux postes. Au dernier poste, il faut toutefois rappeler quelques principes de base et redonner des précisions pour les situations plutôt atypiques : les activités connexes, comment traduire les différences au niveau des côtés droit et gauche. Par ailleurs, dans les deux usines, l'animateur est très à l'aise avec cette étape du découpage en actions. Il sait comment s'y prendre pour faire progresser les groupes. On remarque, en effet, qu'au dernier poste, aucune intervention d'animation n'est requise pour cette étape.

D) Grille d'analyse : Identification des facteurs de risque

Dans les deux usines, les groupes abordent cette étape avec beaucoup de confiance. Les membres des comités ont une compréhension globale de cette étape. Ils savent qu'ils doivent, au terme de cette étape, identifier les problèmes de force, posture, pressions mécaniques associés aux différentes actions. Dans les deux cas, cependant, à l'avant-dernier poste, lorsqu'on amorce cette étape pour la première fois sans le support des ergonomes, il faut expliquer la majorité des notions reliées à la grille : les critères pour la posture du poignet, la pronation/supination de l'avant-bras, les relations prise/force, la notion de pressions mécaniques, etc. À l'usine 1, pour l'avant-dernier poste, comme il y a plusieurs modèles à considérer, il faut quatre réunions pour cette étape d'identification des facteurs de risque. Il est important de souligner que lors des trois dernières réunions il faut revenir systématiquement sur les relations prise/force et sur la notion de pressions mécaniques.

Dans les deux usines, on doit également amorcer l'animation pour donner à l'animateur un modèle de questionnement. On doit demander, pour telle action identifiée, s'il y a des problèmes au niveau des poignets, du cou, des épaules, s'il y a des problèmes au niveau de la force, des pressions mécaniques, etc. On passe ensuite à l'action suivante et on reprend le même questionnement. Cette façon de procéder aide beaucoup le groupe à compléter l'étape d'identification des facteurs de risque.

Au dernier poste, lors de la première réunion portant sur l'identification des facteurs de risque, il faut également rappeler plusieurs notions de base. Cependant, lors des réunions subséquentes ces rappels sont moins nombreux. À l'usine 1, outre la notion de

pronation/supination, il faut surtout expliquer des cas un peu atypique : pressions mécaniques au niveau des cuisses, efforts et surutilisation des doigts. À l'usine 2, lors des deux dernières réunions, il faut expliquer les différences entre force et pressions mécaniques et réexpliquer les différentes catégories pour la posture des épaules.

En ce qui concerne l'évolution entre les deux postes, il y a une différence entre les deux usines. À l'usine 1, bien qu'il faille faire quelques rappels, dans l'ensemble le groupe semble à l'aise avec la grille et l'animateur sait comment faire progresser cette étape de l'analyse. Il y a cependant un problème qui est spécifique à cette usine. Pour les deux derniers postes, comme cela a été mentionné, il y a plusieurs modèles à considérer. Or, l'animateur et le groupe avaient beaucoup de difficultés avec la façon de procéder pour considérer ces différents modèles. Il fallait les guider quant au moment où il était pertinent de voir un nouveau modèle ou un travailleur différent. Il fallait expliquer que lorsqu'on voit un modèle différent on se centre sur les problèmes non encore considérés. Lorsqu'on visionne d'autres travailleurs, il faut se centrer sur les variations au niveau des modes opératoires, variations qu'il est important de comprendre.

À l'usine 2, il y avait moins de variations et seulement deux modèles étaient considérés, le groupe semblait mieux intégrer cette notion de variations. Quant au remplissage de la grille comme tel, contrairement à l'usine 1, même pour le dernier poste, il y avait encore des difficultés. Des rappels ont été nécessaires, il a fallu notamment réexpliquer les différents critères pour l'évaluation de la posture des épaules. D'autre part, l'animateur éprouvait des difficultés à faire progresser le groupe. Personne n'a eu le réflexe de faire des arrêts sur l'image et de questionner sur la présence, ou non, des différents facteurs de risque.

En résumé, dans l'ensemble, les deux groupes montrent une compréhension globale de l'étape d'identification des facteurs de risque avec la grille d'analyse. Dans les deux usines certaines notions sont plus difficiles à intégrer : les relations force/prise et la notion de pressions mécaniques. À l'usine 1, la notion de pronation/supination a de plus posé problèmes, alors qu'à l'usine 2 les catégories pour la posture de l'épaule étaient mal intégrées. À l'usine 2, il y avait de plus une lacune au niveau de l'animation pour cette étape, alors qu'à l'usine 1 il y avait des difficultés considérables pour tenir compte des sources de variations.

E) Identification des déterminants et priorisation des problèmes

Dans les deux usines, à l'avant-dernier poste, il faut tout expliquer quant au remplissage de la fiche synthèse, c'est-à-dire quant à l'identification des déterminants et quant à la priorisation des problèmes. Il faut, dans les deux cas, expliquer cette notion de déterminant, expliquer le but de la priorisation, les différentes cotes et les critères à partir desquels on doit prioriser. Quant à cette étape, dans les deux cas, à l'avant-dernier poste, l'animation est également déficiente. L'animateur est mal à l'aise et ne sait comment s'y prendre pour faire progresser cette étape.

Dans les deux usines, au dernier poste, il y a une nette évolution. L'animateur est plus à l'aise pour compléter cette étape. Toutefois à l'usine 1, comme il y a plusieurs modèles, il faut guider le groupe pour indiquer quand c'est le moment d'identifier les déterminants et de prioriser les problèmes. Un autre phénomène est spécifique à l'usine 1. Avec ce groupe, il faut réexpliquer à différentes reprises l'idée de la priorisation et les critères à suivre. Ce groupe a tendance à vouloir tout retenir et, en comparaison aux ergonomes, à surestimer les problèmes. Finalement, même si dans l'ensemble, au dernier poste, cette étape semble mieux intégrée, dans les deux usines il faut réexpliquer la notion de déterminants et en particulier qu'il peut y avoir plusieurs déterminants associés à un problème particulier.

F) Synthèse pour les premières étapes de l'analyse

On peut résumer les résultats obtenus de la façon suivante.

Les questionnaires à adresser aux travailleurs et aux chefs de groupes ne posent pas de problèmes majeurs. La formulation de certaines questions apparaît cependant plus ambiguë aux deux groupes : les précisions demandées sur les douleurs, les variations quant à la cadence, les variations quant aux outils/équipements/matériaux.

La notion de plan d'échantillonnage est une des notions les plus difficiles à intégrer. Ce n'est pas évident pour les groupes qu'il faut se questionner sur les conditions de production dans lesquelles il est préférable de faire les observations et sur le choix des travailleurs à filmer.

Le découpage du cycle en actions est l'une des notions les plus faciles pour les groupes. Très rapidement, les participants sont à l'aise avec cette étape, sans doute parce qu'elle correspond à quelque chose de très concret pour eux.

De façon générale, même si des rappels sont nécessaires, les groupes ont une compréhension globale de l'étape d'identification des facteurs de risque. Trois notions apparaissent plus difficiles à assimiler : les relations force/prise, les pressions mécaniques et la pronation/supination. Le plus gros problème observé à l'usine 1, c'est de procéder avec cette étape en intégrant les sources de variations. À l'usine 2, une bonne part des problèmes étaient reliés surtout à des lacunes au niveau de l'animation.

Quant à la fiche synthèse finale, c'est-à-dire l'identification des déterminants et la priorisation, ces notions ont demandé beaucoup d'explications à l'avant-dernier poste. Au dernier poste, les deux groupes semblaient beaucoup plus à l'aise, bien qu'il ait fallu réexpliquer que plusieurs déterminants peuvent être associés à une même action. Un phénomène relatif à la priorisation est spécifique à l'usine 1, où les participants ont tendance à retenir la majorité des actions et, relativement aux ergonomes, à surestimer les problèmes observés.

De l'ensemble de ces résultats se dégagent deux constats majeurs.

À l'avant-dernier poste (poste 3 pour l'usine 2, poste 2 pour l'usine 1), malgré qu'ils se soient donné la consigne d'être plus en retrait, les ergonomes demeurent très présents. Dans les deux usines, au dernier poste, il y a globalement beaucoup d'évolution quant à la prise d'autonomie par les groupes. Toutefois, les experts font encore des interventions significatives. Les notions qui semblent les plus difficiles sont la prise en compte des sources de variations au niveau du plan d'échantillonnage et de l'analyse des facteurs de risque. Toutefois, les problèmes rencontrés sont fonction de la complexité des postes analysés. Le concept et les critères de priorisation sont des notions qui sont également plus difficiles à intégrer en particulier à l'usine 1.

3.5.2 Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions

Comme cela a été détaillé dans la section méthodologie, pour la recherche de solutions, les interventions des ergonomes ont été traitées selon deux avenues. Une première analyse est centrée sur le contenu des interventions des ergonomes en vue de modéliser leur mode d'intervention. Les interventions des ergonomes ont été catégorisées en fonction des différents thèmes abordés lors de la recherche de solutions. Un second traitement a été effectué sur la quantité des interventions effectuées de façon à objectiver l'évolution entre les deux derniers postes de travail. Par ailleurs, dans les deux usines, lors du dernier poste étudié, une évaluation qualitative du fonctionnement des groupes a été réalisée. Nous avons évalué dans quelle mesure le rôle d'animation était intégré par le groupe et nous avons décrit quel type de questionnement était fait par le groupe pour la recherche de solutions.

A) Contenu des interventions effectuées par les ergonomes lors de l'analyse des deux derniers postes

La figure 3.22 présente, de façon schématique, le contenu des interventions des ergonomes lors de l'analyse des deux derniers postes de travail. Dans le but de modéliser le rôle des ergonomes, ces interventions ont été réparties en fonction de 11 thèmes différents. Dans les lignes qui suivent les grandes catégories d'intervention seront décrites et dans chaque cas des exemples seront présentés. Le lecteur intéressé peut référer à l'annexe II pour le détail des interventions des ergonomes quant aux différentes rubriques.

Bien qu'on soit dans un processus de recherche de solutions pour diminuer les lésions musculo-squelettiques liées au travail répétitif, les discussions ont touché à bien d'autres aspects que les impacts sur les facteurs de risque.

Une part importante des interventions a porté sur la **compatibilité des solutions discutées avec l'activité de travail et sur leur impact sur les méthodes de travail**. Par exemple, dans le cadre du poste d'assemblage final de réflecteurs, on discutait, pour

diminuer l'effort requis, de l'insertion d'une douille dans le réflecteur à l'aide d'un outil spécial. Pour orienter les discussions, l'ergonome a rappelé que pour réaliser cette action, l'opérateur a besoin de bien voir, alors que l'outil tel que proposé nuirait aux exigences de vision. Dans le même contexte, l'ergonome a rappelé que l'utilisation d'un tel outil ajouterait des actions de travail : prendre et déposer l'outil. Dans l'autre usine on discutait d'une table à billes rétractables devant faciliter la manutention du produit assemblé fixé sur un support de poids et de volume considérables. Lorsque le mécanisme des billes est activé, le support peut glisser sur la table et être ainsi facilement transférée à un chariot. Le groupe était à planifier la disposition des billes et avait planifié un seul site d'évacuation. L'ergonome a alors rappelé qu'il faudrait prévoir plus de flexibilité et planifier que le support puisse être évacué de différentes façons. Au poste de test et d'emballage de projecteurs, la solution discutée impliquait de fournir deux nouvelles tables de test qui seraient, avec le scénario proposé, éloignées l'une de l'autre. L'ergonome a commenté à l'effet que la solution était peu réaliste : les tables doivent être rapprochées car durant l'activité, il y a beaucoup d'interactions entre les deux travailleurs du poste. L'ergonome a rappelé l'importance de prendre en compte cette dimension du travail d'équipe.

Lors des discussions sur les solutions, plusieurs interventions des ergonomes ont porté sur la **précision des problèmes actuels aux postes étudiés**. Selon les cas, l'ergonome devait rappeler les problèmes déjà identifiés ou alors susciter des discussions sur des problèmes non discutés lors de l'identification des facteurs de risque. Dans un cas, par exemple, on revient sur un film visionné lors d'une réunion antérieure, l'ergonome aide alors à préciser les problèmes qui avaient été identifiés. Dans un autre cas, on discute de la manipulation de bacs qui sont positionnés sur des étagères. L'ergonome intervient pour bien faire comprendre qu'il y a actuellement un problème aux épaules pour les rangées du haut et un problème au dos pour les rangées du bas.

Dans le même ordre d'idées, des interventions sont requises pour faire ressortir des **Informations supplémentaires sur le travail**, informations qui n'étaient pas pertinentes pour l'identification des facteurs de risque, mais qui le devenaient pour la recherche de solutions. Par exemple, on discute de l'activité d'assemblage d'une douille. Le groupe croit que pour faciliter cette activité, il faudrait des repères visuels. L'ergonome demande si dans la situation actuelle, les fils constituent un repère pour savoir comment orienter la douille. Autre exemple, on cherche à planifier la manutention de bacs pour s'approvisionner en matériel. Pour planifier le nombre de pièces par bac, l'ergonome questionne sur la fréquence à laquelle les opérateurs doivent actuellement aller chercher des bacs.

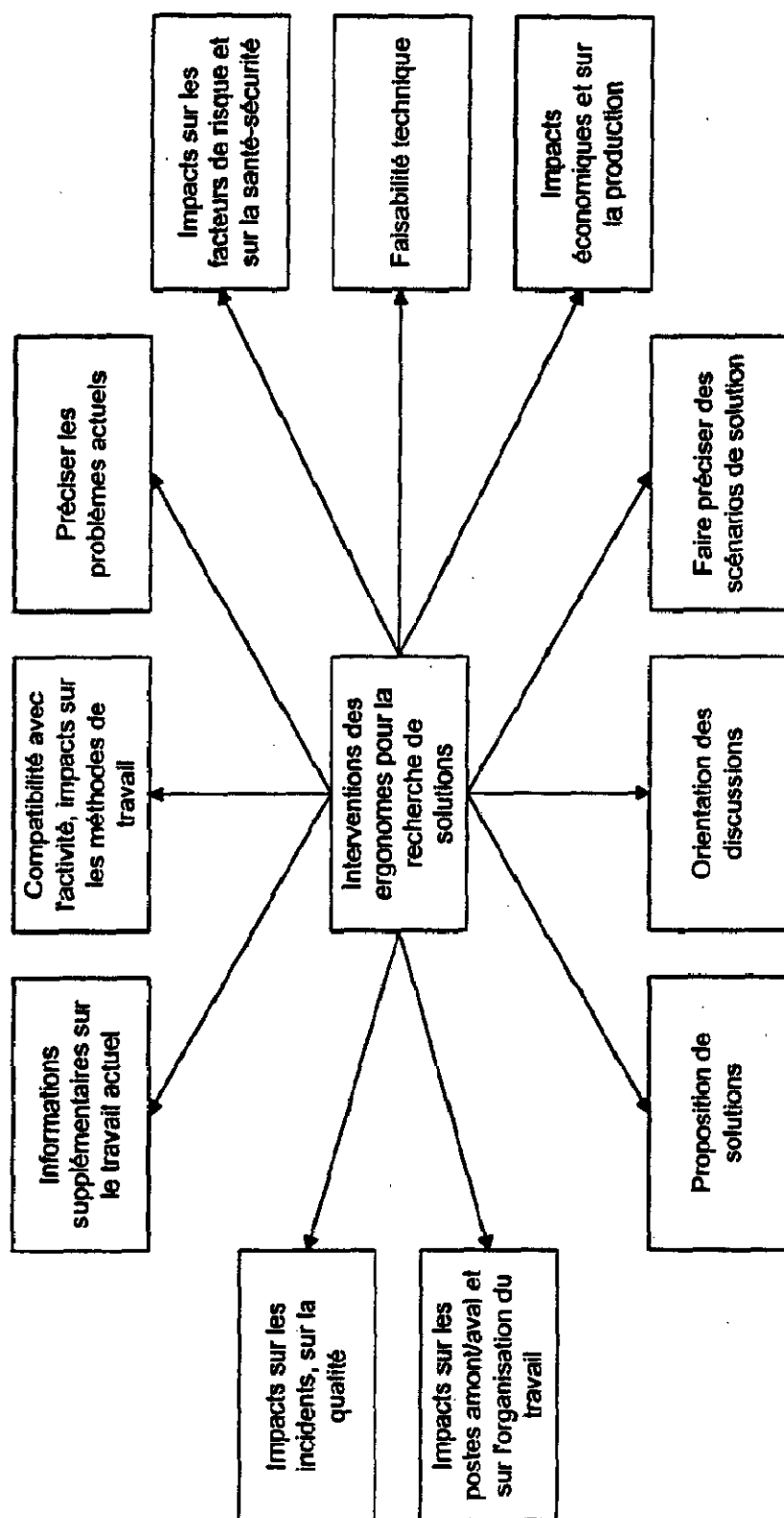


Figure 3.22 Structuration des interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions

Bien entendu, lors de la recherche de solutions, des discussions portent sur l'impact au niveau des facteurs de risque. D'une part, il est important d'anticiper si la solution va régler le problème ciblé et de vérifier, d'autre part, qu'elle n'entraînera pas de nouveaux problèmes. Par exemple, on discute de la manipulation des bacs, l'ergonome souligne qu'avec le scénario proposé il faudra, pour sortir le bac d'une étagère, le tirer à une hauteur vraiment trop élevée, ce qui occasionnera des problèmes à l'épaule. Lorsqu'on anticipe l'impact des solutions proposées, on aborde également les questions de santé/sécurité qui débordent des facteurs de risque associés aux problèmes musculo-squelettiques. Par exemple, lors d'une réunion où l'on discute d'un scénario impliquant que le travailleur ait les jambes sous le convoyeur, l'ergonome demande s'il n'y aurait pas un problème de sécurité avec le mécanisme d'avancement du convoyeur.

Le rôle de l'ergonome implique également d'aborder les questions reliées à la faisabilité technique des solutions. Par exemple, pour améliorer un poste, il était question de jumeler deux tests électriques; à différentes reprises l'ergonome rappelle qu'il s'agit d'une solution techniquement complexe et qu'il serait important d'en discuter avec un spécialiste. Dans un autre cas, on discute d'une solution qui implique d'intégrer un nouveau convoyeur pour la circulation de pièces entre différentes stations de travail. L'ergonome souligne alors qu'il s'agit d'une solution complexe avec beaucoup de mécanique qui peut entraîner des incidents et pour laquelle il faut prévoir une alternative en cas de panne; il ajoute qu'il s'agit également d'une solution qui apparaît bien complexe en regard du problème posé.

Dans la mise en forme des solutions, l'ergonome intègre également les impacts sur la production et les impacts économiques. En guise d'exemple, pour améliorer un poste on discute de la possibilité d'acheter un nouvel outil qui coûte 1 500 \$; cet outil permettrait de régler les facteurs de risque et, en plus, de combiner deux opérations en une seule. L'ergonome croit, qu'avec ses caractéristiques, l'outil augmenterait la productivité et qu'ainsi, les gains réalisés compenseraient beaucoup le coût de l'outil.

Le rôle de l'ergonome consiste également à anticiper les impacts sur les incidents et la qualité. Par exemple, lors du développement d'un scénario de solution, on propose de faire circuler un produit d'une station à une autre par pièce unitaire plutôt qu'à l'intérieur de bacs. L'ergonome demande si, avec une telle procédure, il n'y aura pas des problèmes d'accumulation, en particulier quand un des opérateurs doit faire des tâches connexes. Dans un autre cas, on discute d'une nouvelle procédure pour insérer une douille dans un réflecteur, l'ergonome demande si on a vérifié que cette procédure est compatible avec la qualité.

Bien que l'on centre les discussions sur le poste à améliorer, il faut des interventions pour anticiper les impacts des solutions sur les postes en amont ou en aval, de même que les impacts sur l'organisation du travail. Par exemple, pour éviter une opération difficile à un poste à l'étude, le groupe discute de la possibilité d'emballer une pièce en forme détachée plutôt que d'assembler cette pièce au produit final. Cela impliquerait de faire une nouvelle opération d'emballage à un poste en amont. L'ergonome précise alors qu'il faut d'abord s'assurer que cela n'entraînera pas de problèmes à l'autre poste. Dans un autre

cas, les travailleurs rapportent que, dernièrement, il y a eu un changement de modèles sur les lignes sans préavis et que cela occasionne des difficultés dans le travail. L'ergonome suggère d'établir des procédures pour qu'à l'avenir il y ait une meilleure coordination entre les gens de l'ingénierie, les travailleurs des postes et le groupe d'ergonomie.

Bien que cela ne soit pas sa fonction principale, l'ergonome intervient également à l'occasion pour faire des propositions de solutions, au même titre que les membres des groupes. Par exemple, pour une action qui implique des pressions au haut de la main mais qui nécessite de la dextérité, l'ergonome propose d'utiliser des gants coupés. Dans un autre cas, pour améliorer le confort à une station d'assemblage, l'ergonome propose un siège assis-débout.

Finalement, le rôle d'animation assumé par l'ergonome est particulier lorsqu'il s'agit de la recherche de solutions. Outre les activités de synthèse, l'ergonome fait des interventions pour orienter le déroulement des discussions et fait d'autres interventions pour aider le groupe à préciser les scénarios de solutions. Comme exemple d'intervention de déroulement, citons un cas où pour aborder la recherche de solutions à un poste donné l'ergonome fait la distinction entre les problèmes de dimensions, d'alimentation en matériel et les problèmes d'assemblage comme tel; l'ergonome demande au groupe par laquelle de ces deux catégories de problème on doit amorcer la recherche de solutions. En ce qui concerne la précision des scénarios, donnons comme exemple un cas où le groupe est à planifier une table de travail. L'ergonome, pour concrétiser le travail, fait préciser au groupe tous les outils qui sont utilisés au poste pour qu'on tienne compte de leur positionnement.

B) Évolution des interventions entre les deux derniers postes de travail pour l'étape de recherche des solutions

Les tableaux 3.16 et 3.17 décrivent, pour les deux usines, le nombre d'interventions effectuées par les ergonomes lors des différentes réunions de recherche de solutions pour les deux derniers postes étudiés. Les interventions ont été classées selon qu'il s'agissait d'interventions d'animation ou d'interventions d'experts portant, non pas sur le déroulement des réunions, mais plutôt sur le contenu, la démarche d'analyse ergonomique. Les interventions d'animation ont été classées selon qu'il s'agissait d'interventions de synthèse ou d'interventions visant à faire progresser le déroulement des réunions ou à faire préciser les scénarios de solutions.

Les résultats diffèrent selon les deux usines à l'étude. À l'usine 1, entre les deux derniers postes, le nombre d'interventions d'animation chute considérablement; on constate également à la lecture des tableaux présentés que les interventions "d'expert" chutent également de façon significative entre les deux postes. À l'usine 2, les interventions d'animation diminuent de façon très considérable entre les deux derniers postes alors que les interventions "d'expert" demeurent en quantité significative.

En résumé, ces tableaux montrent qu'à l'avant-dernier poste, les ergonomes sont très présents au niveau de l'animation et au niveau du contenu des discussions. Au dernier

poste, dans les deux usines, les experts sont moins actifs en ce qui concerne l'animation. De plus, à l'usine 1, les experts sont plus en retrait pour le contenu des discussions alors qu'ils restent présents à cet effet à l'usine 2.

3.5.3 Comportement des groupes lors du dernier poste pour la recherche de solutions

Comme cela a été expliqué dans la section méthodologie, lors du dernier poste, une évaluation qualitative du comportement du groupe a été effectuée. Il s'agit d'une évaluation globale de la fonction d'animation et des critères auxquels les groupes réfèrent lors de la discussion des solutions. Il faut rappeler qu'il ne s'agit pas d'une évaluation systématique réalisée à partir d'une grille, mais d'une évaluation globale de chaque réunion.

Les tableaux A-8 et A-9 (présentés en annexe) résument les résultats obtenus. Dans les deux usines, on constate que l'animateur du groupe intègre la plupart des fonctions d'animation. Dans la majorité des cas, il ouvre la réunion en faisant un ordre du jour et en faisant un lien avec les réunions antérieures. L'animateur fait également des interventions de synthèse de façon périodique et il voit au bon déroulement des discussions. Dans plusieurs cas, il conclut la réunion en faisant une synthèse finale et en planifiant le contenu de la prochaine réunion. Dans certains cas également, l'animateur délègue des actions aux membres du groupe. À l'usine 1, comme il y a plusieurs modèles à considérer, l'animateur éprouve à l'occasion des difficultés dans l'orientation du déroulement des réunions. À l'usine 2, à deux reprises, l'animateur délégué a été remplacé par un des membres des groupes.

Quant aux critères auxquels le groupe réfère pour la recherche de solutions, on constate que certains éléments du mode d'intervention des ergonomes ont été repris par le groupe. Ainsi, dans les deux usines, lorsqu'ils discutent des solutions, les membres des groupes anticipent les incidents, ils intègrent les exigences du travail en équipe et les tâches connexes, ils tiennent compte des variations au niveau de la production, ils réfèrent aux facteurs de risque et aux questions plus larges de santé et de sécurité. On a noté cependant à l'usine 1, que quelquefois, les références à l'activité semblaient peu nombreuses. Un phénomène est spécifique à l'usine 2. Comme pistes de solutions, les participants ont référé souvent à des aides à la manutention et à des convoyeurs techniquement assez complexes. Or, dans l'ensemble, les références aux incidents liés à ces solutions techniques n'étaient pas très nombreuses.

En résumé, cette évaluation montre que la fonction d'animation, pour la recherche de solutions, est très bien intégrée par les groupes de travail. L'évaluation suggère également que le mode d'intervention des ergonomes est en partie assimilé par les groupes. Il apparaît cependant à l'usine 1, que les références à l'activité semblent parfois insuffisantes alors qu'à l'usine 2, les groupes ont tendance à sous-estimer les incidents reliés aux solutions techniques.

Tableau 3.16 a : Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions - Usine 1, poste 2

	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6	R-7	R-8	R-9
Interventions d'animation									
Synthèse	15	24	17	12	7	8	6	10	4
Déroulement	30	14	9	10	11	13	17	16	8
Autres	6	9		5	4	1	1	1	4
Total Animation	51	47	26	27	22	22	24	27	16
Interventions d'expert	17	19	21	14	18	11	14	13	10

Tableau 3.16 b : Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions - Usine 1, poste 3

	Réunion 1	Réunion 2	Réunion 3	Réunion 4	Réunion 5	Réunion 6
Interventions d'animation						
Synthèse	3	2	4	1	1	3
Déroulement	1	8	7	9		3
Autres	3	2			1	
Total Animation	7	12	11	10	2	6
Interventions d'expert	7	7	10	4	2	2

Tableau 3.17 a : Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions
Usine 2, poste 3

	Réunion 1	Réunion 2	Réunion 3	Réunion 4	Réunion 5
Animation					
Synthèse	10	9	3	5	10
Déroulement	7	13	9	13	8
Autres		2	1	4	
Total - Animation	17	24	13	22	18
Intervention d'experts	8	12	15	24	1

Tableau 3.17 b : Interventions des ergonomes lors de la recherche de solutions
Usine 2, poste 4

	Réunion 1	Réunion 2	Réunion 3	Réunion 4	Réunion 5	Réunion 6
Animation						
Synthèse	2	2		2	3	6
Déroulement		1	4	6	2	
Autres	3	1				6
Total - Animation	5	4	4	8	5	6
Interventions d'experts	10	11	14	2	16	5

3.6 Représentations des participants quant à différents aspects de la démarche d'intervention

Comme cela a été expliqué à la section méthodologie, les représentations des participants face à différents aspects de la démarche ont été dégagées en collaboration avec un andragogue. Deux séries d'entretiens ont été effectuées auprès de tous les membres des groupes par l'andragogue à l'aide d'une grille d'entrevue élaborée en collaboration avec les ergonomes. Nous présentons, ici, les résultats obtenus à la fin du projet en indiquant, lorsque c'est pertinent, l'évolution survenue entre le début et la fin du projet au niveau des représentations des participants. Rappelons que dans l'analyse des résultats, l'andragogue a tenu compte de la formation antérieure des participants en ergonomie. Il y a, d'une part, les opérateurs n'ayant jamais eu auparavant de formation en ergonomie; il y a, d'autre part, les deux ingénieurs, le technicien en génie industriel et le professionnel en éducation physique qui dans le passé avaient déjà eu une formation en ergonomie. Les résultats sont présentés en fonction des différents thèmes abordés dans la grille d'entrevue.

3.6.1 Tâche d'ergonome

Dès la première évaluation, les participants exprimaient des représentations très positives par rapport à la tâche d'ergonomie qui leur était proposée. À la fin du projet, ces représentations sont en général renforcées. À cet effet, un seul élément original est noté : la tâche d'ergonome semble bien comprise et apprise pour la majorité, à l'exception de deux participants qui se sont joints plus tard aux groupes d'ergonomie. Comme cela avait été observé à la première évaluation, l'ergonomie est considérée comme une démarche appuyée sur des connaissances acquises soit par formation ou alors issues de l'expérience de travail. À la fin du projet, on voit toujours l'ergonomie comme un élément clé pour l'amélioration des conditions de sécurité et une bonne méthode afin d'éviter les accidents et la souffrance des opérateurs.

«L'ergonomie ..., moi je vois ça comme une grosse amélioration du travail : améliorer les positions de travail, qu'il y ait moins de blessures et que le travail soit plus facile. Parce que là avant on avait pas d'outils de travail. Avec l'IRSST il y a plein de petites choses qu'on peut améliorer. Puis ils nous ont montré des méthodes pour faire nos analyses.»

Comme au début du projet, les mêmes différences émergent entre opérateurs et ingénieurs. Pour ceux qui ont une formation antérieure en ergonomie, les ingénieurs, le projet est l'occasion d'appliquer sur le terrain des connaissances acquises lors de leur formation antérieure. Le projet semble leur avoir apporté un élément original : la découverte ou la confirmation de l'importance de la dimension équipe dans le travail d'ergonomie et l'importance, dans la conception et la modification des postes, de l'utilisation de la connaissance collective, principalement celle possédée par les opérateurs.

Pour les participants sans formation préalable, il semble que ce projet d'ergonomie ait permis d'organiser des savoirs pratiques quelquefois désarticulés et souvent inexprimés. Ils reconnaissent eux aussi la dimension pratique de l'ergonomie et l'importance du travail collectif.

«Absolument, un travail d'équipe, on ne peut pas aller sans demander l'avis de l'opérateur. Il y a tout le temps des petits détails qu'on va oublier, mais l'opérateur lui le sait où c'est le plus important. Donc, il faut absolument impliquer tout le monde, ça va vraiment bien. On a fait des petites erreurs au début, les premiers postes, mais je pense que c'est normal. On impliquait le monde comme dans le mauvais temps, on s'apercevait qu'on aurait dû les impliquer avant. Il y a des choses qu'on n'a pas sues, puis il a fallu réajuster nos choses. Le monde, plus tu les impliques de bonne heure, plus ils savent le procédé qu'on fait. Ça fait que c'est beaucoup mieux.»

3.6.2 Perception de la capacité subjective d'assumer le travail d'ergonomie

Quant à la capacité subjective d'effectuer cette tâche d'ergonomie, dès le début du projet, tous se sentaient capables d'y faire face soit maintenant, soit à la fin du projet. Pour les ingénieurs et techniciens ayant eu une formation antérieure, la question ne se posait pas : pour eux il semble que le travail d'amélioration de postes de travail soit déjà un acquis. Pour les opérateurs n'ayant jamais reçu de formation, au début du projet, ils se disaient confiants qu'avec le temps ils acquerraient l'autonomie suffisante. À la fin du projet, pour la majorité, il n'y a plus d'hésitation. Au terme de l'expérience, ils se sentent capables de faire face à l'analyse et à la modification de postes.

«Je pense qu'au départ, je me sens assez solide pour partir l'analyse, aller chercher les renseignements à gauche, à droite, que ça soit l'électricien, l'ingénieur, n'importe quoi. Un coup qu'on a identifié un des problèmes x, on a juste à aller voir la personne ressource pour nous aider à régler le problème.»

Il y a cependant une certaine hésitation pour deux membres qui se sont joints plus tard au projet.

«...personnellement, je ne suis pas encore assez qualifiée pour travailler seule, je ne pourrais pas. Peut-être qu'avec les autres personnes qui font partie du groupe, ils ont eux plus de connaissances que moi. Peut-être que ça pourrait fonctionner.»

Donc, chez la majorité des participants, un sentiment d'autonomie s'est développé tout au long du projet. Ils se rendent compte qu'ils ont développé, par le contact quotidien avec les postes de travail et par les échanges avec les autres participants, un savoir empirique. Savoir qui reste latent ou non utilisé dans l'entreprise en l'absence d'un mécanisme qui permet de l'exprimer. Le projet d'ergonomie participative a joué ce rôle.

«Oui, sans le savoir, je l'étais un peu ergonomiste, dans le sens où j'ai toujours été un peu partisan de ce qu'on peut appeler la loi du moindre effort. Donc, sans le savoir, je faisais un peu ça. C'est pour ça qu'on est venu me chercher, parce qu'on me disait

tu es toujours bien installé pour travailler, tu n'a pas l'air à forcer (...). Moi je m'arrange pour faire le moins d'effort possible, puis donner le maximum. C'est que sans le savoir, j'en faisais un peu, après ça j'ai appris le terme ergonomie. Je ne connaissais pas ça du tout, du tout.»

L'expérience a donné aussi aux opérateurs une plus grande sécurité pour utiliser un langage spécifique, pour "nommer" leur savoir d'expérience. Cette nouvelle capacité de verbalisation augmente leur confiance dans le cheminement proposé. Ils considèrent, à la fin du projet, qu'ils ont une maîtrise plus grande de la pratique de l'ergonomie.

Parmi les autres acquisitions identifiées par ces participants, on trouve l'accès à une démarche systématique de travail, à une méthode :

«Mais là, j'ai appris des méthodes d'analyse et des façons de voir les choses que je ne connaissais pas. Avant je les voyais, mais d'une façon différente, par un trop grand chemin peut-être. Maintenant, je peux aller plus directement sur les choses fatigantes, je sais plus comment les regarder, puis comment les analyser qu'avant.»

Au début du projet, les opérateurs exprimaient une certaine dépendance face aux ergonomes du projet. À la fin du projet, cette dépendance tend à disparaître. Dans les cas où elle persiste, cette dépendance se manifeste comme une difficulté à se détacher de l'équipe. La capacité d'intervention est exprimée plus comme une capacité collective d'intervention plutôt qu'individuelle. Les opérateurs demeurent toutefois conscients de leurs limites en tant qu'ergonomes empiriques.

«Disons assez à l'aise, mais où on a des manques, en tout cas pour moi, c'est pour faire le suivi après, voir si on ne s'est pas trompé à quelque part.»

Aussi bien pour les ingénieurs et les opérateurs, il est clair que l'ergonomie présente différents niveaux de complexité et que la capacité qu'ils ont développée permettra de résoudre les problèmes simples d'ergonomie, ceux qu'ils rencontrent fréquemment dans leur milieu de travail.

3.6.3 Conditions objectives de réalisation

Au début du projet, tous les participants étaient confiants qu'ils auraient le support et les conditions nécessaires pour appliquer concrètement leur capacité d'ergonomes empiriques. À la fin du projet, les participants se montrent à cet égard satisfaits. Trois éléments ressortent de leur discours : complémentarité au sein des équipes de travail, support de la direction et implication des autres travailleurs syndiqués.

Selon les participants, le travail d'équipe semble prendre une grande importance.

«On parle de groupe, on parle d'équipe, c'est sûr que c'est important.»

«T'as comment gérer le groupe puis la démarche. La démarche je ne pense pas que ce soit un problème, parce que ça cadre bien, on sait où on s'en va, puis tout ça. Mais au niveau de la gestion du groupe, ça aussi c'est important.»

Au sein des équipes, on trouve une synergie positive produite par l'implication active des différents membres. Cette complémentarité est exprimée par les participants. Elle est exprimée en terme de satisfaction par le support mutuel donné au comité et au projet, à partir des différentes positions occupées au sein de l'entreprise. Ce support mutuel est aussi considéré comme un atout pour la réalisation des objectifs.

«Une bonne communication, un support de la direction, un bon animateur, puis des gens qui sont choisis, puis qui sont près des gens qui sont dans l'usine. Puis il faut qu'il y en ait qui sache prendre des responsabilités.»

Quant au support accordé par la direction, au terme du projet, tous se montrent satisfaits, ils perçoivent que leurs propositions de solution sont bien accueillies. Toutefois, ils sont conscients que ces propositions doivent avoir un certain réalisme pour en justifier les coûts.

«Il faut vraiment que la compagnie s'implique, je veux dire qu'on fasse pas un paquet d'études puis que ça traîne sur une tablette, puis personne ne les fasse faire.»

Au début du projet, les opérateurs faisaient état de l'importance du support des employés. Ils disaient qu'il était essentiel "d'aller les chercher" et de les impliquer le plus possible dans le projet. À cet effet, les opérateurs des comités sont conscients qu'il y a eu une évolution.

«Les gens pensaient qu'on perdait notre temps. Houp! quand ils ont vu ça, wow! c'est ça que vous faites ? Oui c'est ça qu'on a fait, on a dessiné des tables puis on analysé une série de questionnements, puis là c'est vraiment que les gens commencent à nous approcher un peu plus dans l'usine pour nous parler des problèmes, tu sais.»

«Ils nous en parlent de leurs problèmes : "moi ma machine est trop haute". Puis, il y a beaucoup de gens qui ont soulevé des questions.»

«Je trouve que les gens ont changé leurs attitudes, en un an les gens sont plus réceptifs. On les sent qu'ils ont le droit de parole là, ils sont moins timides, ils veulent, ils s'expriment.»

«Oui parce que c'est une solution trouvée par eux. On impose rien, c'est eux qui trouvent leurs propres suggestions.»

Les opérateurs des groupes de travail sont conscients que les comités suscitent des attentes chez les employés pour l'amélioration des postes. Il est signalé que la satisfaction de ces attentes est une condition au maintien du support des employés.

«Avec les employés aussi, ils ont bien hâte de voir la solution implantée.»

«(...) quand ils voient, comme là ils ont vu la table, là ils y croient plus, tu sais. En réalité, ils disent, vous allez pas là pour rien. Vous travaillez fort, quand ils voient les choses qui sont appliquées.»

3.6.4 Démarche et outils d'analyse de poste

Relativement à la première série d'entretiens, à la fin du projet, l'appropriation de la démarche et des outils d'analyse a été examinée en profondeur. Les premières observations sont confirmées. L'approche participative et la méthode d'analyse sont vues comme un cheminement qui permet de dépasser l'intuition et le volontarisme individuel pour proposer un travail systématique d'étude, d'analyse et de modification des postes. Ce processus d'appropriation et de découverte est plus facilement exprimé par les opérateurs qui n'avaient pas eu dans le passé une formation en ergonomie.

«Évidemment participative. Puis la deuxième, c'est l'innovation à cause de l'outil. Moi ce que j'ai beaucoup aimé, c'est plus comment c'est très facile à comprendre, puis ça donne une idée quand même assez vite.»

«Plus facile à utiliser, puis on ramasse disons les pires situations, on perd moins notre temps sur des choses qui sont moins dangereuses, moins agresseurs.»

«Disons, la méthode que j'avais un peu avant c'était plutôt, je m'arrangeais avec les moyens du bord tout simplement, j'allais pas chercher, questionner les ingénieurs pour un problème, j'essayais par moi-même.»

L'expérience a permis à ces participants sans formation préalable, d'avoir la possibilité d'accéder à une méthode qui structure le travail ergonomique et qui le met à leur portée. Tout en s'appropriant la méthode, ils ont la possibilité de s'approprier aussi un nouveau langage qu'ils qualifient de "scientifique" et qui était jusque là méconnu.

Tout comme au début du projet, au terme de l'expérience, les ingénieurs mettent plus en évidence leur perception de la complémentarité entre l'approche proposée dans le projet et d'autres approches déjà connues. Se définissant eux-mêmes comme des connaisseurs, ils voient la méthode comme un instrument simple et efficace. Il a été signalé aussi que la méthode proposée a permis d'apporter des modifications aux pratiques actuelles des entreprises. Ce qui permet de penser que l'appropriation de l'approche et des outils de travail s'est réalisée.

Consultés sur les éventuelles faiblesses de la démarche, seul un participant s'inquiète de la longueur que peuvent prendre les analyses.

Par ailleurs, on a essayé de vérifier la maîtrise des différentes étapes de la méthode. On observe en général, que les participants ont un souvenir global des différentes étapes. Par contre, plusieurs ont de la difficulté à les énumérer. Il semblerait que la difficulté ne se

trouve pas dans l'application stricte de la méthode sinon dans la verbalisation exacte de la séquence et des étapes. C'est-à-dire, tous les participants, sauf ceux qui se sont joints aux équipes en cours de route, pouvaient décrire la démarche mais sans identifier les limites entre une ou l'autre étape.

En ce qui concerne l'importance relative des étapes, en général, il y a conscience que chaque étape est importante. Mais des participants ont signalé certaines étapes qui pour eux étaient plus importantes : recherche de solutions, grille d'analyse, filmage.

«Les étapes les plus importantes, elles sont toutes importantes. Il y a des étapes qui sont plus faciles à contrôler.»

«Non, elles sont toutes aussi importantes. Elles ne peuvent pas y aller une sans les autres.»

«Je ne crois pas, je pense que c'est un tout, c'est une boucle qui vient rejoindre l'autre. Ça ne tournerait pas rond si il y avait un bout qui n'était pas là.»

«Moi je trouve que c'est cette grille-là qui est primordiale.»

Les observations faites au début du projet sont renforcées : les participants sont satisfaits des outils de travail proposés par l'IRSST. Il y a unanimité sur leur pertinence et sur la possibilité qu'ils ont eu de s'en approprier.

«C'est sûr que quand on fait les entretiens, on y met un peu de nous-mêmes dedans, on pose pas les questions exactement comme elles sont écrites. C'est ça, on mélange ça dans une conversation, comme vous et moi on fait.»

«Oui c'est facile de filmer, mais d'après la fiche synthèse qu'on a, on sait la place où il faut filmer.»

L'examen de chacun des modules de la démarche confirme les affirmations précédentes. Leurs remarques sur d'éventuelles faiblesses ou modifications sont peu nombreuses. Celles qui apparaissent réfèrent au temps exigé. Par ailleurs, on reconnaît que les différents modules ont tous leur utilité.

«Oui, jusqu'à maintenant, comme on dit on ne connaît pas de meilleur. C'est excellent pour moi, je veux dire avec l'expérience, le temps, on va peut-être trouver des défauts, mais pour l'instant tout est parfait.»

3.6.5 Formation

Comme cela avait été dit au début du projet, en ce qui concerne la formation donnée initialement, en général les participants sont satisfaits de son contenu et de l'approche pédagogique utilisée. Ils voient dans cette période de formation un point de départ positif qui leur a permis de s'approprier un ensemble de connaissances soit ignorées, soit

oubliées. Le volume de connaissances nouvelles est naturellement plus important chez les participants sans formation préalable en ergonomie. Cependant, ces mêmes participants disent qu'ils possédaient une connaissance globale des contenus traités lors de cette période de formation.

«C'est sûr que moi ce que j'ai appris, j'en retire beaucoup parce que je suis capable de l'appliquer personnellement.»

Il y a quelques suggestions. Pour quelques-uns, les notions transmises sont suffisantes, pour d'autres, il serait intéressant d'y revenir constamment; certains voudraient en avoir plus.

«Je me demande si ça serait vraiment utile de connaître encore plus sur la physiologie et les problèmes musculaires.»

«Il y avait le petit bout du développement de la maladie, la maladie, qu'est-ce qu'il se passe avec le muscle, côté technique j'aurais aimé ça.»

3.6.6 Image sociale et image de soi

Tout comme c'était le cas au début, à la fin du projet, les participants qui ont le statut d'employé réitèrent que, suite à la formation reçue et suite à leur participation au comité, ils observent qu'il se produit une modification de la perception qu'ils ont d'eux, de leurs supérieurs et de leurs pairs. Ils se sentent plus respectés, plus écoutés, plus consultés.

«Ça te permet souvent de mieux comprendre, parce que étant assis avec des gens de production et les concepteurs qui sont souvent les ingénieurs, ça te permet de voir les deux côtés complètement différents.»

«Personnellement, moi ça me fait évoluer intérieurement, comme je te disais c'est que mes connaissances sont vraiment pas fortes, j'ai fait juste une sixième année. Ça fait que en fait de connaissances j'en ai pas bien, bien, je trouve que ça m'a apporté beaucoup intérieurement, tout ça.»

«C'est très valorisant faire cela, parce que tu sais pour la position qu'on a comme employé dans l'usine.»

«Le monde l'apprécie, la haute direction l'apprécie beaucoup. Puis quand monsieur XX passe, notre directeur, il n'est pas obligé de dire bonjour à tout le monde. Puis moi quand il me voit il est super content.»

Cette perception des modifications de leur image sociale, produit en eux de la satisfaction, un renforcement positif de leur propre image et un renforcement de leur motivation à s'impliquer dans le travail d'ergonome empirique.

Par ailleurs, l'expérience a modifié leur regard par rapport au travail, ils perçoivent avoir un plus grand contrôle sur leur propre travail.

«On est beaucoup plus intéressé au travail, chaque produit que je vais faire, je vais le regarder en me disant qu'est-ce que je ferais bien pour que ce soit encore mieux, pour que je force mieux.»

«Il faut être positif, et vouloir changer, et avoir une ouverture d'esprit. Il faut apprendre qu'il n'y a rien d'impossible. C'est pas parce que ça fait 10 ans qu'on travaille de la même façon, qu'il n'y a pas eu de blessé, que ça veut pas dire que la méthode ne peut pas changer.»

3.6.7 Rôle des ergonomes

Comme c'était le cas lors des premières entrevues, qu'ils aient ou non une formation antérieure, les participants voient dans la fonction des experts un rôle d'initiateurs, de formateurs et d'accompagnateurs. Tel que convenu dès le départ du projet, ils s'accommodent bien du retrait progressif des ergonomes. On observe parfois quelques appréhensions.

«Moi, je voudrais qu'ils restent avec nous autres. Oui, parce que leur participation a été très bonne. Je pense qu'ils ne peuvent pas faire plus que ce qu'ils ont fait, parce qu'ils ont dirigé la première étape, puis ils nous ont laissé aller un peu plus dans les autres étapes.»

«Sur la formation et le suivi, peut-être plus longtemps. Ça ferait sûrement mon affaire si les gens de l'Institut, plus de projets, pas nécessairement plus longtemps, mais plus de projets pour nous donner une bonne base solide, avant qu'on se ramasse à voler de nos propres ailes.»

3.6.8 Réunions du comité

Tel que signalé lors de la première observation, les réunions ont constitué des moments de travail en équipe et des moments de formation. Ces rencontres permettent d'avancer dans la réalisation des travaux, d'échanger et par le fait même, de se former mutuellement.

«Chaque réunion amenait quelque chose de nouveau quand même, autant au point de vue solution, ça nous amenait une solution sur les questions qu'on se posait.»

Des commentaires sur le fonctionnement laissent voir certains points d'ombre sur cet aspect.

«C'est important que le groupe soit encadré, ah oui. Sinon ça n'avance pas. Puis il faut que les gens sentent que tout le monde s'implique à 100 %.»

On signale aussi quelques lacunes dans la conduite de réunions.

«Les gens dans l'usine ont peut-être de la misère à faire une synthèse, puis à revenir sur les points. Puis il y en a qui n'ont pas de leadership pour animer un groupe.»

«Bien c'est que dès que je manquais, bien l'équipe avait de la misère un petit peu à fonctionner.»

Encore une fois, il y a des différences entre les ingénieurs et les opérateurs. Pour ces derniers, les réunions étaient des moments de travail mais aussi d'échanges et, par le fait même, de formation. Pour les ingénieurs, les réunions auront principalement le caractère de moments de travail qui permettent de faire avancer les différents dossiers.

3.6.9 Impacts

On a essayé de connaître quelle était la perception des participants en ce qui concerne l'impact du projet. Leurs réponses sont intéressantes.

Ils perçoivent des impacts sur l'organisation du travail qui se traduisent par des améliorations des postes et moins d'absentéisme. Sur la culture organisationnelle, ils y voient un changement dans l'esprit de collaboration et une plus grande communication entre employés et cadres :

«Puis il y a beaucoup de collaboration à ce moment, les contremaîtres, le président, tout ça. On sent que c'est beaucoup plus appuyé.»

En rapport aux relations de travail, on souligne que :

«Ça a amené beaucoup le travail d'équipe, les gens sont plus ouverts.»

«Ça a ouvert beaucoup de social entre le bureau et l'usine. On était plus fermé avant, chacun avait son petit travail, maintenant on est plus ensemble, ça a regroupé plus les gens.»

3.6.10 Enjeux et attentes

Les participants ont livré leurs représentations quant aux enjeux soulevés par un tel projet et quant à leurs attentes pour le futur.

En ce qui concerne les enjeux, ils réitérent ce qu'ils avaient mentionné au début du projet. Il est clair pour eux que, le développement d'une approche comme celle de l'IRSST, est une occasion pour les entreprises de diminuer leur taux d'accident, d'améliorer leur situation en santé et sécurité au travail. Mais c'est bien sûr aussi une occasion d'améliorer le travail. Par ailleurs, un tel projet éveille également des attentes de participation qu'il faut, comme entreprise, satisfaire.

«Je pense qu'ils étaient très, très enchantés, ils nous ont même demandé de présenter ça, de faire des conférences un peu partout pour promouvoir ce qu'on fait. Je pense que c'est réellement leur bébé, le groupe d'ergonomie ils veulent le promouvoir partout.»

«Quand un groupe comme ça est formé, quand il y a du travail comme ça qui est fait, c'est positif. Il y a un effet positif qui s'installe, parce qu'il y a quelque chose qui bouille dans la marmite.»

À la fin des entrevues, les participants ont été questionnés plus directement sur certaines dimensions de l'expérience : la formation, le support des experts, le support de la compagnie et l'engagement personnel. Leurs réponses confirment en grande partie ce qu'ils ont dit au début du projet.

Les attentes par rapport à la formation donnée portent principalement sur la possibilité d'aller plus loin et d'approfondir certains aspects de même que sur la possibilité de continuer en équipe les discussions concernant les problèmes rencontrés. Ils souhaitent également recevoir plus de documentation et signalent l'importance de donner plus de formation aux opérateurs :

«Moi ce que j'aimerais, c'est que ceux qui sont avec moi sur mon poste, aient la même formation. Parce que c'est nous autres qui placent les postes de travail, je trouve ça important que les chargés d'opération aient une formation similaire. Peut-être pas la grille d'analyse, tout ça, mais une formation en ergonomie, ça aiderait beaucoup les employés.»

Sur l'équipe de l'IRSST, il y a une grande satisfaction et un peu de nostalgie devant leur départ.

«Disons, on aimerait bien qu'elles restent dans notre groupe. C'est une chose qui n'est peut-être pas possible, comme ils nous ont dit. Mais je trouve que c'est important qu'elles soient là aussi, oui.»

Les participants s'attendent à ce que les experts restent en contact avec eux et de cette façon assurent un suivi éloigné, principalement pour les cas complexes.

Comme c'était le cas au début du projet, les attentes envers les entreprises vont dans le sens de continuer tel qu'ils le font actuellement. Dans ce sens les participants, sans exception, attendent de leurs compagnies des comportements spécifiques qui vont permettre :

- que la participation des employés et des cadres soit maintenue;
- que les analyses de postes et les changements ergonomiques nécessaires soient acceptés;
- que les dirigeants continuent à être ouverts à l'ergonomie.

Finalement, les participants ont été interrogés quant à leurs attentes relatives à eux-mêmes. Les réponses ne sont pas nombreuses, mais on peut retrouver dans leurs récits quelques indices :

- l'intention de répandre l'expérience, c'est-à-dire sensibiliser les autres départements de l'entreprise aux problèmes ergonomiques; l'intention de se rapprocher des autres employés afin de modifier leur attitude face à l'ergonomie;
- l'intention d'approfondir leur formation et de continuer à participer au comité.

À la fin de l'entrevue on a demandé s'ils recommanderaient à une autre entreprise de s'engager dans une démarche similaire. Leurs réponses sont, sans équivoque, positives. Tous seraient prêts à recommander la méthode et l'approche participative appliquée dans leur industrie. Interrogés sur leurs raisons, ils signalent leur satisfaction et d'autres ajoutent :

«(...) probablement une des méthodes, une des choses à faire pour améliorer le tout. Ça peut probablement améliorer autant la production que la santé des employés.»

«Effectivement, ça va leur apporter à long terme s'ils peuvent mieux contrôler des problèmes qui peuvent causer des blessures, des mouvements répétitifs, de l'absentéisme.»

4- Discussion

Dans cette section, nous rappellerons les faits saillants de l'étude en les situant par rapport aux travaux des autres chercheurs. Les principaux éléments de l'étude seront traités : les postes étudiés; la comparaison des résultats des groupes à ceux des ergonomes; le rôle des ergonomes dans la démarche d'ergonomie participative de même que l'évolution des groupes; les représentations des participants face à la démarche d'ergonomie participative. Nous terminerons en proposant des hypothèses sur les conditions de succès d'une démarche d'ergonomie participative.

4.1 Postes étudiés

Lors de cette étude, dans les deux usines, sept postes de travail ont fait l'objet d'une analyse. Des solutions ont été mises en forme pour chacun des postes. Pour trois des postes, la majorité des solutions proposées ont été implantées. Pour un poste, le poste d'assemblage final de l'usine 1, une partie des solutions a été implantée, alors que les autres solutions développées devaient être implantées à court terme. Pour deux postes, les postes de filage de l'usine 2, des prototypes de solution ont été testés auprès des travailleurs; au terme du projet, il restait à planter définitivement ces solutions. Finalement, pour un dernier poste, l'implantation des solutions a été reportée en raison d'un déménagement.

Pour les sept postes, plusieurs des problèmes identifiés étaient des problèmes posturaux reliés principalement aux dimensions du poste et à l'alimentation en matériel. Ces problèmes ont été corrigés en revoyant l'aménagement général du poste et le positionnement du matériel. Outre les problèmes posturaux reliés à l'aménagement, il y a eu plusieurs actions priorisées en raison d'exigence de force localisée, de pressions mécaniques et/ou de postures contraignantes. Il s'agit, pour la plupart, d'actions reliées à l'assemblage de petites pièces. Ces problèmes ont été réglés de diverses façons. Plusieurs actions ont été prises au niveau des outils de travail, (modification d'outils existants, achat ou conception de nouveaux outils). Ainsi, au poste 2 de l'usine 1, la plupart des outils pneumatiques ont été modifiés. Pour les deux postes de filage de l'usine 2, des efforts importants ont porté sur la conception d'un nouvel outil à dégainer. Les problèmes reliés aux actions d'assemblage ont également été corrigés, soit en modifiant le produit (ex. : nouvelle douille au poste 2 de l'usine 1), le processus de production (ex. : combinaison de deux tests électriques en un seul) ou en automatisant des actions d'assemblage (ex. : presse permettant d'assembler le déflecteur au réflecteur). Plus rarement, les problèmes associés aux actions d'assemblage ont été corrigés en modifiant le mode opératoire. De façon également peu fréquente les solutions ont porté sur la modification de machines actuelles (ex. : modification d'une ensacheuse, modification des tiges du "pose-œilletons" pour le poste d'assemblage des réflecteurs).

Dans les deux usines, des problèmes associés à la manutention du produit ont également été identifiés. Ces problèmes ont été corrigés, notamment, en introduisant des aides à la manutention adéquates (ex. : chariots à hauteur variable pour les postes de filage, chariot élévateur pour manipuler une palette).

Dans les deux usines, mais surtout à l'usine 1, les gens de l'industrie se sont impliqués eux-mêmes dans la fabrication de "dispositifs-maison" comme éléments de solutions, soit pour corriger des actions d'assemblage, soit pour améliorer l'aménagement général du poste. À cette rubrique mentionnons le système de rails à cavités pour le poste de test des réflecteurs, la table tournante et la distributrice de boîtes pour le poste d'assemblage des réflecteurs.

La plupart des postes étaient caractérisés par du travail répétitif. En général, les cycles excédaient 30 secondes; il arrivait souvent, cependant, que plusieurs actions se répètent à l'intérieur d'un même cycle. Tout comme dans notre première étude (St-Vincent et al., 1993), ce paramètre répétitivité a été peu modifié en raison de l'implication de tels changements. Au poste des parafoudres, la ligne de production a été transformée en postes individuels. Cela a contribué à donner plus d'autonomie aux travailleurs du poste et à allonger le cycle de travail. Il faut rappeler, cependant, que même après améliorations, le poste demeure encore à caractère répétitif.

Relativement à la première étude effectuée (St-Vincent et al., 1993), davantage d'efforts ont été investis dans la recherche et l'implantation de solutions. Même si tous les problèmes identifiés n'ont pu être corrigés, la majorité ont fait l'objet d'une amélioration. En fait, la majorité des problèmes cotés de priorité 1 et 2 ont été grandement améliorés.

Au niveau des solutions apportées, il ressort donc une grande diversité de moyens et la mise à contribution de la créativité des gens de l'industrie dans la concrétisation des solutions comme en témoignent les "dispositifs maison" et les prototypes conçus par les gens de l'entreprise.

Dans ce projet, relativement à l'étude antérieure, une part importante des efforts portaient sur l'implantation et l'évaluation des solutions. Quand c'était possible, une attention importante a été accordée au suivi des postes modifiés. Ce suivi avait en fait trois objectifs : apporter les dernières modifications que nécessite tout réaménagement de poste; donner l'information et la formation nécessaires aux travailleurs du poste; et, finalement, évaluer l'impact des changements sur le travail par des entretiens auprès des travailleurs du poste et par une évaluation des effets sur les facteurs de risque. Le réaménagement du poste des parafoudres a impliqué une rencontre avec tous les travailleurs du poste, car il s'agissait en majorité de nouveaux travailleurs qui n'occupaient pas le poste lors de l'analyse initiale. Le groupe d'ergonomie a expliqué les raisons pour lesquelles les modifications avaient été apportées en montrant aux travailleurs des vidéocassettes illustrant le travail avant les améliorations et après les améliorations. De plus, une formation a été donnée relativement à l'utilisation d'un nouveau pantographe.

Cette façon de procéder contribue beaucoup à l'acceptation du changement chez les travailleurs. Par ailleurs, le suivi est indispensable, car l'expérience montre que tout réaménagement demande des réajustements finaux pour que la production soit vraiment efficace.

Dans les cas où un suivi a été effectué, les travailleurs se sont montrés en général satisfaits des transformations. Dans les cas où un mécontentement était exprimé, dans la mesure du possible, des réajustements étaient effectués. Le plus souvent, comme on a pu l'évaluer avec la grille d'analyse, il y avait diminution du facteur de risque et, dans certains cas, aucun changement. Dans aucun cas, il n'a été observé d'aggravations du facteur de risque. La méthode utilisée pour réaliser le suivi présente cependant deux lacunes. Avec l'outil d'analyse utilisé, il était impossible de quantifier les changements apportés au niveau des facteurs de risque. Les effets produits au niveau de la force et des pressions mécaniques sont évalués de façon subjective, à l'aide de données concrètes et à partir des perceptions des travailleurs. Les effets sur la posture sont évalués avec la grille d'analyse en comparaison à la situation au poste antérieur. Cette grille, on le sait, ne permet pas de quantifier l'amplitude des postures. On peut donc déterminer s'il y a ou non amélioration, toutefois celle-ci est difficilement quantifiable. La deuxième lacune est que dans cette étude, il n'y a pas de données systématiques portant sur les impacts des changements sur des indicateurs de santé/sécurité, tels les accidents, maladies professionnelles ou douleurs. Une telle évaluation, basée sur des indicateurs de santé, était non réaliste dans le cadre du projet. D'une part, il est arrivé à quelques reprises que lors de l'implantation des solutions, les travailleurs occupant le poste n'étaient pas les mêmes que ceux qui occupaient le poste au début de l'analyse. De plus, dans quelques cas, il y avait uniquement de un à trois travailleurs occupant le poste, ce qui constitue un échantillon beaucoup trop restreint pour faire une évaluation portant sur des indicateurs de santé. Finalement, les solutions ont pour la plupart été implantées en fin de projet. Or, on sait que pour utiliser les douleurs comme objet d'évaluation, il faut attendre un certain temps; on suggère de laisser écouler environ une période de trois mois.

Comme le suggèrent différents auteurs (Keyserling, 1991; Reynolds et al., 1994), la mise en forme de solutions s'est faite avec l'aide d'outils concrets : maquettes, simulations sur le terrain, essais, prototypes. Pour les deux premiers postes étudiés à l'usine 1, des maquettes en trois dimensions ont été utilisées pour amorcer le réaménagement des postes. Pour le poste 1 à la même usine, une maquette en carton a été utilisée pour concevoir la table tournante jouxtant la station d'assemblage à la station d'emballage. Par ailleurs, à la même usine, la plupart des solutions ont fait l'objet d'essais auprès des travailleurs avant l'implantation finale. À l'usine 2, le réaménagement prévu pour le poste des parafoudres a fait l'objet d'une simulation qui a permis d'en faire ressortir les principales lacunes. De plus, avant l'implantation des solutions, deux prototypes représentant des concepts de solution différents ont été mis à l'essai auprès des travailleurs. Par ailleurs, pour les postes de filage, des prototypes d'une table de travail et d'un outil à dégainer ont été développés et mis à l'essai. Pour le dernier poste étudié, un prototype d'une table permettant de travailler face au convoyeur a été développé, essayé et rejeté par les travailleurs.

Ces outils concrets de travail sont certes indispensables à la mise au point de solutions adaptées à la réalité de travail; ils ont également d'autres finalités. La mise à l'essai de prototypes favorise l'implication ou la participation des travailleurs du poste à la recherche de solutions. On sait que dans la structure adoptée pour ce projet, il y avait un groupe de travail stable, constitué notamment de deux ou trois travailleurs, qui tenait lieu de noyau dur. Lors de l'analyse d'un poste spécifique, un travailleur du poste (ou plus rarement deux) joignait le groupe pour toute la durée de l'analyse. Ainsi, il était impossible d'impliquer tous les travailleurs du poste lors des différentes étapes de l'analyse. Le développement et l'essai de prototypes permettaient précisément d'impliquer la plupart des travailleurs du poste, d'aller chercher leur expertise et de les mettre à contribution pour la mise en forme finale des solutions. Cette façon de procéder permettait également que les solutions soient bien acceptées par la majorité des travailleurs. On sait, en effet, qu'un travail de réaménagement de poste se bute souvent à un phénomène de résistance aux changements (Kuorinka, Forcier (Dir) et al., 1995).

Les outils concrets utilisés pour la mise en forme de solutions étaient également indispensables aux membres des groupes de travail. Ces outils contribuent beaucoup à donner un substrat concret aux discussions des groupes. Comme le soulignent Garrigou et al. (1995), plusieurs expériences à caractère participatif où on se limitait à demander aux travailleurs leur "opinion" ont donné des résultats décevants. Les outils de travail comme les maquettes permettent de centrer les discussions autour de situations concrètes et permettent facilement de mettre les travailleurs en contexte. De cette façon, il est beaucoup plus facile de référer concrètement aux activités réelles de travail et de se questionner sur les impacts que peuvent avoir diverses modifications. Ces outils de travail permettent en quelque sorte d'appréhender le travail futur, comme le veut le modèle de Daniellou et al., (1990).

En terme de facteurs de risque, pour les deux usines, les problèmes à l'épaule dominaient. Ceux-ci sont le reflet des fréquents problèmes posturaux reliés à l'aménagement du poste et à l'alimentation en matériel. Venaient, en second lieu, les problèmes de force associés aux activités d'assemblage et les problèmes au cou et au dos fréquemment reliés aussi aux aménagements des postes.

Bien que beaucoup d'efforts aient été investis pour rendre le travail des groupes le plus efficace possible, notamment par la désignation d'un animateur au sein des groupes, il apparaît que le travail d'amélioration de postes est relativement long. Sur la base de cette étude, il ressort qu'il faut entre 10 et 13 réunions pour en arriver à des propositions de solutions pouvant être implantées; pour deux postes il a fallu 18 et 20 réunions, car ils comportaient plusieurs sources de variations. Comme l'indiquent les résultats présentés, la recherche de solutions et les activités de suivi sont celles qui demandent le plus de temps. Il serait donc inopportun de vouloir réduire les étapes menant à l'identification et à la priorisation des problèmes. Comme dans l'ensemble, le travail de groupe était relativement efficace, il faut en conclure que les durées requises dans cette étude constituent une réalité incontournable. Ces durées s'expliquent par le fait que la méthode d'intervention utilisée implique de revoir un poste en profondeur; il s'agit là d'une approche

différente de celle utilisée souvent, où il s'agit de corriger rapidement les problèmes les plus criants. Plusieurs raisons expliquent que la recherche de solutions, soit une étape longue. Avant de s'assurer qu'une solution conviendra, il faut souvent faire des vérifications auprès d'autres services (ingénierie, marketing, service de qualité). Il faut également tester les solutions sur le terrain et fréquemment aussi, contacter différents fournisseurs. Il y a donc souvent des délais avant d'obtenir l'information désirée.

4.2 Comparaison des résultats obtenus par les groupes à ceux obtenus par les ergonomes

Un des objets de la validation consistait à vérifier si les usagers pouvaient identifier de façon fiable les facteurs de risque à l'aide de l'outil d'analyse de postes. Pour cet aspect, nous avons adopté la même approche que celle utilisée par Keyserling (1992, 1993) pour valider deux check-lists. Nous avons comparé les résultats des groupes à ceux des ergonomes. Cette approche présente évidemment des lacunes : les évaluations des experts ergonomes ne peuvent être considérées comme vérité absolue. Cependant, cette approche a été retenue car il n'existait pas d'autres références pouvant servir d'étalon (en d'autres mots, il n'y avait pas de "golden standard"). L'autre lacune de cette approche est que les ergonomes étaient présents lorsque les groupes identifiaient les facteurs de risque; ils ont donc pu inconsciemment influencer les résultats des groupes. Nous étions conscients de cette lacune et c'est pour cette raison que nos évaluations des facteurs de risque étaient faites le plus longtemps possible à l'avance de celles des groupes. Par ailleurs, dans la mesure du possible, nous nous sommes efforcés de ne pas influencer les résultats des groupes. Pour les autres objectifs du projet, il était important d'assister aux réunions, car nous voulions documenter les difficultés expérimentées par les groupes.

Dans l'ensemble, dans les deux usines, il y a une bonne concordance entre les groupes et les ergonomes : de 66% à 85%, dépendant des paramètres et des usines. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans la première étude de validation de l'outil d'analyse (St-Vincent et al., 1993) où, selon les paramètres, la concordance groupe-ergonomes variait de 61% à 84%. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Keyserling (1992) pour l'évaluation des problèmes aux membres supérieurs. Pour 10 des paramètres considérés par cet auteur, les cas où il y avait concordance 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 les auteurs le soulignent dans la discussion, ce manque de concordance 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 variations 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. Il pouvait arriver cependant que les groupes et les ergonomes n'utilisent pas de façon rigoureuse exactement les mêmes cycles de travail.

Comme cela a déjà été mentionné, une importance particulière est accordée à la sous-estimation des facteurs de risque, c'est-à-dire aux cas de faux-négatifs (cas où les groupes n'ont rien identifié alors que les ergonomes ont noté un facteur de risque). Dans la présente étude, ces cas sont toujours inférieurs à 20%. C'est pour la force que les cas de faux-négatifs sont les plus prévalents; à l'usine 1, ils atteignent 19%. Dans la très grande majorité, il s'agit de cas où les ergonomes avaient noté "force indéterminée" alors que les groupes n'avaient identifié aucune exigence de force. Ce phénomène s'explique sans doute par des limites inhérentes à l'évaluation subjective de la force. Comme les ergonomes procédaient à leur analyse avant les groupes, pour identifier les exigences de force à l'aide de la grille, ils se basaient sur les entretiens préliminaires et sur le visionnement des vidéocassettes. Ils n'avaient donc pas accès aux commentaires des membres des groupes lors de l'analyse des facteurs de risque et lors de la recherche de solutions. Or, il est souvent difficile d'évaluer uniquement à partir de vidéocassettes les exigences de force, en particulier, lorsqu'il s'agit d'assemblage de petites pièces. Il est souvent nécessaire de faire appel aux perceptions des travailleurs occupant le poste. Ainsi, les ergonomes, dans le doute, ont souvent mentionné "force indéterminée" parce que pour eux il était possible que l'action exige de la force. Ce jugement devait être validé par des travailleurs du poste.

Il faut remarquer au sujet des faux-négatifs une amélioration pour la posture de l'épaule par rapport à notre étude antérieure (St-Vincent et al., 1993). Dans cette première étude, les cas de faux-négatifs pour la posture des épaules excédaient 20 %. Dans la présente étude, ils sont de 9% à l'usine 1 et de 13% à l'usine 2. Pour corriger la lacune identifiée dans la première étude, il avait été décidé d'introduire deux catégories d'amplitude pour juger la posture de l'épaule. En effet, il avait été observé que souvent les postures de l'épaule d'amplitude inférieure à 90 degrés étaient négligées par les groupes. Dans la deuxième étude, la cote 1 est donnée à des postures dont l'amplitude varie entre 45 et 90 degrés, alors que la cote 2 est donnée aux postures excédant 90 degrés. Il semble donc, comme cela avait été prévu, que l'introduction de cotes pour la posture de l'épaule ait aidé les groupes à moins sous-estimer les problèmes d'épaule.

À l'exception de la posture du cou, les cas où les groupes, relativement aux ergonomes, surestiment les facteurs de risque (cas de faux-positifs) sont toujours inférieurs à 10%. Pour la posture du cou, à l'usine 1, ces cas atteignent 23% alors qu'à l'usine 2, ils atteignent 13%. Ces cas s'expliquent au moins en partie par des différences entre les ergonomes et les groupes dans la façon de remplir la grille. Comme il s'agissait majoritairement de travail assis effectué avec une légère flexion du cou, à moins de postures autres, les ergonomes ont plutôt posé un jugement global sur la posture du cou en terme de travail statique. Les groupes, eux, ont été plus systématiques et ont noté la posture du cou pour chaque action.

En définitive, si on se base sur la comparaison effectuée entre les résultats des ergonomes et ceux des groupes, il est possible de conclure que les usagers peuvent avec l'outil d'analyse identifier les facteurs de risque de façon relativement fiable.

Il a également été jugé intéressant de comparer les résultats des groupes et des ergonomes, cette fois, au niveau des priorités accordées à chaque action. Cette étape de priorisation s'avère importante car la grille elle-même n'est pas discriminante, la plupart des actions présentant au moins un facteur de risque. Les priorités accordées sont donc utiles pour orienter la recherche de solutions. Les résultats montrent, qu'en ce qui concerne les priorités, il y a concordance ergonomes-groupes dans près de 50% à l'usine 1 et dans 57% des cas à l'usine 2. À l'usine 2, les cas de non-concordance se répartissent entre les faux-négatifs, les faux-positifs et les erreurs d'identification. La proportion de faux-négatifs (18,9%) demeure quand même assez élevée. Comme cela a été expliqué à la section des résultats, les cas de faux-négatifs proviennent principalement du poste 3. Un examen des données recueillies à ce poste montre qu'il y a plusieurs faux-négatifs associés aux actions de préparation du câble. Pour cette étape du travail, les ergonomes ont donné un poids égal aux différentes actions de préparation du câble. Les membres du groupe, eux, ont retenu uniquement les actions qui leur apparaissaient de plus grande importance. À l'usine 1, la situation est différente, les cas de non-concordance se retrouvent en majorité au niveau des erreurs d'identification (30%). Un examen attentif des données montre qu'il s'agit presque toujours de cas où, relativement aux ergonomes, les groupes ont surestimé la priorité. Ce phénomène a bien sûr été observé au niveau des discussions du groupe. Malgré de fréquentes interventions des ergonomes à ce sujet, il apparaît que les membres du groupe perçoivent l'étape de priorisation de façon différente. Il s'agit très souvent de cas où, par exemple, il y avait une posture contraignante observée mais celle-ci était peu fréquente et de courte durée. Pour les ergonomes, un tel cas est généralement de priorité 3 ou alors non priorisé, alors que pour les membres du groupe un tel cas peut être priorisé 1 ou 2. Il apparaît en fait que le groupe de travail de cette usine avait le désir d'améliorer au maximum la plupart des problèmes identifiés. Des postures contraignantes étaient pour eux difficilement acceptables et ils jugeaient, indépendamment de la fréquence et de la durée, devoir faire des efforts pour les corriger. Il s'agit d'une conception un peu différente de celle présentée, où l'on cherchait à rentabiliser l'étape de recherche de solutions. Il est possible que ce phénomène explique en partie les durées d'analyse plus longues à cette usine.

4.3 Rôle des ergonomes et évolution des groupes

Un des objectifs du projet était de décrire le rôle des ergonomes dans cette démarche d'ergonomie participative. Il s'agit là d'un des éléments les plus originaux de l'étude. En effet, à l'exception de Garrigou et al., (1995), qui ont cherché à formaliser le rôle des ergonomes dans une démarche participative d'ergonomie de conception, peu d'auteurs se sont penchés sur la question. Le plus souvent, on souligne que le rôle de l'ergonome est un de facilitateur sans préciser davantage cette fonction ni le rôle joué dans la prise d'autonomie par les groupes (Wilson, 1991). Dans cette étude, le rôle des ergonomes a été décrit en documentant leurs interventions lors des réunions pour les deux derniers postes étudiés dans chaque industrie.

Pour les premiers modules de la démarche qui sont assez bien formalisés (questionnaires, fiche synthèse des entretiens, plan d'échantillonnage, identification des facteurs de risque et priorisation), nous avons fait l'hypothèse que les interventions des ergonomes permettraient de mettre en relief les difficultés des groupes par rapport à ces différentes étapes de la méthode d'analyse de postes. Comme cela a été expliqué pour les deux derniers postes, la consigne donnée était de répondre aux questions des groupes et d'intervenir seulement lorsque c'était nécessaire. Il s'agit là d'un critère quelque peu subjectif et il est possible que dans certains cas les interventions des ergonomes aient devancé le cheminement des groupes. Ainsi, une intervention jugée nécessaire par l'ergonome aurait pu être plus tard récupérée par le groupe. Dans l'ensemble, cependant, nous pensons que l'analyse des interventions des ergonomes, les aspects sur lesquels ils ont dû davantage insister, permettent de mettre en relief les principales difficultés rencontrées par les groupes.

Certaines étapes de la méthode d'analyse apparaissent particulièrement faciles pour les membres des groupes, il s'agit des entretiens préliminaires et du découpage du cycle de travail en actions comme le demande la grille d'analyse. Au dernier poste, peu d'interventions ont été requises pour ces modules. L'étape d'identification des facteurs de risque, l'étape d'identification des déterminants et l'étape de priorisation sont des étapes qui ont été assimilées, mais avec un peu plus de difficultés par le groupe. Pour ce qui est de la grille d'observation, à la fin du projet, les groupes comprennent l'objectif général et sont relativement à l'aise avec cette étape. Il persiste certains problèmes d'ordre technique; il y a souvent confusion entre les notions de force, de pression mécanique et la notion de prise. De plus à l'usine 2, les cotations pour la posture de l'épaule ne sont pas parfaitement assimilées et, à cette même usine, il persiste un malaise quant à l'animation de cette étape. L'étape d'identification des déterminants était à la fin du projet assez bien assimilée, il fallait rappeler cependant que plusieurs déterminants peuvent être associés à un même facteur de risque. Quant à l'étape de priorisation, outre les difficultés rencontrées à l'usine 1 quant au concept de priorité, cette étape ne présentait aucun problème majeur.

L'élément le plus difficile à assimiler, principalement à l'usine 1, est la prise en compte des sources de variations lors du plan d'échantillonnage et lors de l'identification des facteurs de risque. Ces notions semblaient moins bien comprises à l'usine 1. Plusieurs raisons expliquent ce phénomène. Les postes étudiés à cette usine présentaient vraiment plusieurs sources de variations. Plusieurs modèles étaient produits, et souvent les problèmes différaient selon les modèles. Ainsi, en raison de la complexité inhérente aux postes étudiés, la prise en compte des variations devenait alors un concept plus difficile à appliquer. Par ailleurs, d'autres difficultés sont reliées à l'outil d'analyse comme tel. Avec notre outil, la prise en compte des variations s'effectue de façon plutôt qualitative; il n'y a pas de méthodologie très stricte pour intégrer les variations, car il est difficile de vraiment formaliser cette étape. La consigne générale est de considérer les situations les plus fréquentes et celles occasionnant le plus de difficultés. Lorsqu'il y a plusieurs modèles, il est suggéré de considérer divers modèles si on appréhende que des problèmes différents se présentent. À l'usine 1, les participants du groupe savaient qu'ils

devaient choisir dans quelles conditions filmer, mais il y avait ambiguïté sur comment y parvenir. Une autre difficulté reliée à la méthode concerne la quantité de papier à remplir. Quand plusieurs modèles ou travailleurs doivent être considérés, il faut remplir plusieurs grilles et plusieurs fiches synthèse. Même si une procédure accélérée est adoptée quand on visionne plusieurs cycles, il n'en demeure pas moins que les documents de support deviennent assez considérables. Ainsi, lorsqu'il y a plusieurs sources de variations, la gestion de ces variations se complexifie du fait de l'accumulation des grilles et des fiches synthèse.

Il n'est pas surprenant outre-mesure que la prise en compte des variations constitue le concept le plus difficile pour les groupes car il s'agit en fait d'un des aspects les plus complexes de la pratique de l'ergonomie même pour les experts. Cela est vrai surtout de l'ergonomie d'origine francophone qui, au contraire d'autres écoles, accorde une place centrale aux différentes sources de variations du travail.

On a constaté, par ailleurs, que même si certaines difficultés sont présentes pour le plan d'échantillonnage, c'est-à-dire pour la planification des observations, les sources de variations sont souvent prises en compte spontanément lors de la recherche de solutions. Par exemple, en discutant une solution donnée, les participants vont référer aux différents modèles et préciser les cas où la solution discutée ne s'applique pas. On ne peut donc écarter le fait qu'une méthode moins formalisée que la nôtre, sans plan d'échantillonnage, aurait également pu donner des résultats satisfaisants. Ce n'était pas l'objet de la présente étude mais cette hypothèse ne peut être rejetée.

Les interventions des ergonomes pour l'étape de recherche des solutions ont moins été utilisées pour mettre en relief les difficultés des groupes que pour formaliser comme tel le rôle de l'ergonome dans la démarche de recherche de solutions. Pour cette étape, les résultats montrent que les ergonomes tiennent deux fonctions majeures. D'une part, ils aident les participants à travailler en situations concrètes de sorte à faciliter les références à l'activité de travail. Cela se fait par l'utilisation d'outils de travail : maquettes (de dimensions réduites ou grandeur nature), prototypes, simulations, etc. Par ailleurs, quand on travaille en salle de réunion, très souvent, des pièces ou des matériaux sont utilisés pour concrétiser les discussions. Le deuxième rôle qui est ressorti en est un de questionnement pour concrétiser la mise en forme des solutions. Comme le montrent les résultats, bien que le projet soit relié à la prévention des atteintes musculo-squelettiques, les interventions sont beaucoup plus larges que la seule discussion des impacts sur les facteurs de risque. Beaucoup d'interventions portent sur la compatibilité avec l'activité de travail et les modes opératoires; il s'agit alors de voir si les solutions proposées sont compatibles avec l'activité de travail; cela implique de prévoir l'activité de travail futur. Plusieurs interventions visent à rechercher des informations additionnelles sur le travail actuel et les problèmes rencontrés au poste. D'autres interventions sont reliées aux incidents, il s'agit alors d'anticiper les incidents que pourraient causer diverses solutions. L'ergonome questionne également les impacts sur la qualité, sur l'organisation du travail, sur les postes en amont et en aval de même que les impacts économiques ou sur la production. Finalement, les aspects reliés à la faisabilité technique sont également

abordés. L'ergonome intervient à certaines reprises pour faire des propositions de solutions, mais il s'agit d'un rôle assez marginal. Ce travail de proposition de solutions est davantage réalisé par les participants des groupes. Bien sûr, dans le questionnement des ergonomes, les impacts des solutions sur les facteurs de risque sont également abordés; à cette rubrique, les aspects plus larges de santé/sécurité sont également considérés.

Dans le projet, des efforts ont été investis pour documenter l'évolution des groupes de travail durant la démarche. Il s'agit également d'un aspect original. Outre Kuorinka et al., (1993) et Garrigou et al., (1995), peu d'auteurs se sont intéressés à cette question. Pour les quatre premiers modules de la démarche d'analyse, les interventions des ergonomes ont permis de mettre en relief dans quelle mesure les participants maîtrisaient les différents aspects de la démarche. Pour la recherche de solutions deux types de données ont été utilisées pour décrire l'évolution des groupes. D'une part, nous avons décrit la quantité des interventions d'animation et des interventions d'expert faites par les ergonomes pour les deux derniers postes étudiés. Cette analyse montre que le nombre d'interventions d'animation chute beaucoup au dernier poste et que les interventions d'expert décroissent à l'usine 1, mais restent assez marquées à l'usine 2. Cette première analyse confirme, qu'à la fin du projet, le rôle de l'ergonome est beaucoup moins marqué. Par ailleurs, une évaluation qualitative du comportement des groupes a été faite. Comme cela a été expliqué dans les résultats, cette analyse montre que la fonction d'animation est vraiment transférée au sein des groupes et que le mode d'intervention des ergonomes pour la recherche de solutions est en partie intégrée par les groupes. On constate certaines lacunes : à l'usine 2, les participants, surtout les ingénieurs, proposent souvent des solutions techniques et ont tendance à négliger les incidents pouvant être reliés à ces solutions de même que leur compatibilité à l'activité. À l'usine 1, on constate à certaines reprises que les références à l'activité sont insuffisantes. Par exemple, on projette de donner une activité de travail à un poste en amont sans vraiment se questionner sur les impacts pour ce poste.

L'approche utilisée pour décrire l'évolution des groupes et le rôle des ergonomes présente des limites. Pour une analyse plus approfondie, il aurait fallu procéder à une analyse de contenu des interventions des participants des deux groupes de travail. Cette approche a été utilisée par Garrigou (1992) pour mettre à jour l'évolution des représentations de concepteurs et d'opérateurs dans le cadre d'une démarche participative d'ergonomie de conception. Le chercheur a basé son analyse sur deux réunions de travail : l'une en début de projet et l'autre en cours de projet, après que les participants aient été exposés à l'approche des ergonomes. Dans cette étude, nous voulions poser un jugement sur un plus grand nombre de réunions et il fallait attendre au moins l'analyse d'un premier poste pour que les participants connaissent bien l'approche proposée. Une analyse de contenu portant sur plusieurs réunions aurait été trop laborieuse compte tenu du contexte du projet réalisé. Il n'en demeure pas moins que l'évolution des représentations des membres des groupes de travail lors d'une démarche participative demeure un sujet qui pourrait être approfondi lors d'études ultérieures. Une deuxième lacune tient au fait que les ergonomes du projet ont eux-mêmes décrit leur propre rôle, ce qui peut introduire des biais. Dans les travaux de Garrigou et al., (1992), la même lacune s'applique. Il pourrait être utile dans de

futures études que le rôle des ergonomes soit cette fois décrit par un observateur externe familier avec les concepts d'ergonomie.

La question se pose à savoir si après une telle période d'encadrement les groupes sont autonomes dans l'analyse de poste. L'étude montre, qu'au terme du projet, les participants maîtrisent la plupart des éléments de la méthode d'analyse, qu'ils assument la fonction d'animation et qu'ils ont intégré au moins en partie le mode d'intervention des ergonomes pour la recherche de solutions. C'est donc dire sans aucun doute que les groupes ont acquis beaucoup d'autonomie au cours de la démarche. Il apparaît, cependant, à l'avant-dernier poste et dans une moindre mesure au dernier poste, que les ergonomes étaient plus présents que ce que nous avons estimé. Cela laisse croire qu'il est préférable que les groupes demeurent en contact avec un expert. Dans le cadre du projet cela est possible car les ergonomes de l'Association sectorielle du secteur continuent à supporter les groupes dans leur travail d'analyse de postes après la fin du projet. Il s'agit d'un support beaucoup moins marqué que celui accordé durant le projet, qui revêt surtout un caractère ponctuel. Par ailleurs, l'analyse des représentations des participants montre que ceux-ci sont conscients que différents niveaux de complexité peuvent être rencontrés et que pour les problèmes plus complexes une expertise externe peut être requise. C'est à la même conclusion qu'arrivent Gadbois et al., (1995) suite à l'application d'une démarche participative où des gens de l'industrie, peu formés en ergonomie, ont reçu des bases en analyse du travail afin d'améliorer les conditions d'exécution du travail dans leur milieu respectif. Suite à l'expérience, les auteurs concluent qu'il est important que les participants puissent à l'occasion consulter un expert.

4.4 Représentations des participants

Les représentations des participants ont été décrites en fonction de deux objectifs majeurs : documenter les perceptions des participants face à différents aspects de la démarche et mettre à jour certains impacts d'une démarche participative qui débordent les impacts obtenus sur les seuls postes de travail. Ce volet du projet a été fait en collaboration avec un andragogue (spécialiste en éducation aux adultes) familier avec les objectifs de l'ergonomie. L'idée d'utiliser un collaborateur externe était d'éviter les biais qui auraient pu survenir si les ergonomes du projet avaient eux-mêmes interrogé les participants. Au cours de la démarche participative, il se crée des liens entre les chercheurs et les membres des groupes, ce qui aurait pu fausser les réponses des participants. L'autre intérêt de cette collaboration était d'intégrer la vision d'un spécialiste en formation sur notre démarche qui est en partie une approche de formation continue.

Les résultats issus des entretiens effectués mettent à jour des représentations positives sur la plupart des aspects de la démarche. Nous rappellerons rapidement les faits saillants des résultats obtenus. Pour tous les participants, les représentations de la tâche d'ergonomie demandée sont très positives; tous voient l'ergonomie comme une approche qui va permettre d'améliorer le travail de même que le confort et la santé des travailleurs. Outre deux participants qui se sont joints plus tard au projet, tous se sentent capables d'accomplir le travail et d'utiliser l'outil d'analyse de postes. À cet égard, il est intéressant de confronter les résultats issus du discours des participants aux résultats issus de

l'analyse des réunions. L'analyse des réunions a en effet mis à jour certaines lacunes dans l'utilisation de l'outil d'analyse et a montré, en particulier pour les ingénieurs de l'usine 2, des difficultés à prendre en compte, les incidents pouvant être reliés à des solutions à caractère technique.

Le discours des participants montre que ceux-ci ont développé un sentiment d'autonomie tout au long de la durée du projet. Quant aux conditions objectives de réalisation les participants, en fin de projet, se sont montrés satisfaits. Le support accordé par la direction est adéquat, le support mutuel accordé en réunion permet du travail efficace, et la participation des autres travailleurs syndiqués est jugée satisfaisante. Il ressort clairement des entretiens que l'attitude des autres travailleurs a évolué en cours de projet. Il semble, qu'au départ, certains étaient sceptiques et percevaient les réunions des groupes comme des pertes de temps. La mise en application de solutions concrètes a contribué à modifier cette première perception et a permis aux groupes d'ergonomie d'acquérir une bonne crédibilité auprès des autres travailleurs. On souligne également que les travailleurs s'impliquent davantage et parlent maintenant de leurs problèmes aux membres des groupes de travail. Il s'agit là d'un aspect important d'une démarche d'ergonomie participative où des efforts doivent être faits pour vraiment impliquer les travailleurs qui ne participent pas aux réunions habituelles des groupes. Quant à la démarche et à l'outil d'analyse de poste, tous mentionnent leur satisfaction et insistent sur la simplicité des outils proposés. Selon l'andragogue, les réponses données par les participants montrent une compréhension globale des différentes étapes de l'analyse même si les liens entre les différents modules sont quelquefois difficiles.

Ces entretiens ont permis de mettre à jour des impacts d'une démarche participative autres que ceux observés au niveau des postes. Ainsi, comme on peut en juger à partir des témoignages reçus, cette démarche induit chez les travailleurs un renforcement de leur image, image de soi et image sociale. Ils se sentent maintenant mieux considérés par la direction mais aussi par les autres travailleurs. La démarche participative induirait également une amélioration au niveau des communications entre différents intervenants de l'usine et au niveau du travail d'équipe. Ainsi, on souligne une meilleure collaboration avec les ingénieurs et une meilleure communication entre les "gens de plancher" et les "gens de bureau". Certains éléments de réponse laissent également penser que la démarche participative modifie la conception que les opérateurs ont de leur propre travail. Ils sentent maintenant qu'ils ont plus de contrôle sur leur travail et qu'ils peuvent apporter des changements pour faciliter le travail. Par ailleurs, il semble que le travail d'ergonomie a permis de changer les représentations des travailleurs quant à la façon d'aborder l'amélioration de postes. Certaines réponses laissent croire que les participants ont intégré au moins en partie le mode d'intervention des ergonomes lors de la recherche de solutions. Ainsi, aux questions demandant aux participants s'ils se sentent à l'aise avec la méthode et quelles sont les forces de la méthode proposée, les réponses suivantes ont été obtenues :

«...Ça m'a donné des méthodes pour analyser des situations de travail. Un cheminement de questions, qu'avant on ne faisait pas. On se les posait peut-être les

mêmes questions, mais dans un ordre tout à fait différent et pas méthodique. Aujourd'hui, on sait plus comment développer les affaires.»

«Je pense que c'est la méthode de questionnement qui fait la force. Si tu te questionnes tout croche, si tu commences par la fin au lieu de commencer par le commencement, tu n'arriveras pas à une solution qui sera vraiment la meilleure. Je pense qu'il faut y aller étape par étape, puis tu te bâtis ton château, il est solide.»

Des différences ont émergé entre les participants ayant eu dans le passé une formation en ergonomie (principalement les ingénieurs) et ceux n'en ayant jamais eu (principalement les travailleurs). Pour les ingénieurs ce qui ressort surtout c'est la possibilité d'appliquer concrètement des connaissances acquises dans le passé, mais surtout la reconnaissance de l'importance d'impliquer les opérateurs dans le processus de transformation du travail. Pour les opérateurs ce qui ressort c'est principalement que l'expérience participative leur a permis de formaliser les connaissances qu'ils avaient déjà et de les mettre à contribution dans le travail d'amélioration de postes. Ainsi, selon l'andragogue, on peut parler d'acquis pratiques pour les ingénieurs et d'acquis théoriques pour les travailleurs.

4.5 Généralisation de la démarche

Une des raisons d'approfondir la validation de notre démarche participative était de vérifier si celle-ci était applicable à d'autres industries du secteur électrique. La première étude avait donné des résultats encourageants mais d'autres études étaient requises pour vérifier si l'approche avait un potentiel de généralisation. Les résultats obtenus dans cette étude montre que la démarche est tout à fait applicable dans les deux industries à l'étude. Par ailleurs, parallèlement à notre recherche, les ergonomes de l'Association sectorielle du secteur ont appliqué la même démarche dans six autres industries du secteur. Il apparaît donc que l'outil d'analyse développé et que l'approche participative appliquée sont généralisables à plusieurs industries du secteur électrique. Il est probable, bien que cela doive être vérifié, que la même démarche est également applicable à d'autres secteurs caractérisés par du travail répétitif.

4.6 Conditions de succès d'une démarche d'ergonomie participative

Le projet d'ergonomie participative mené dans cette étude peut être considéré globalement comme une expérience réussie autant au niveau des résultats obtenus sur les postes que des perceptions des participants. Sur la base des différents résultats obtenus dans cette étude, il est possible de dégager des hypothèses expliquant les conditions de succès d'une démarche d'ergonomie participative.

Des intérêts sérieux de part et d'autre

Une expérience d'ergonomie participative exige des efforts autant pour l'employeur que pour les membres des groupes de travail. Pour qu'une telle expérience soit réussie, il faut, d'une part, un intérêt sérieux de la direction pour améliorer son dossier santé/sécurité de même que les conditions d'exécution du travail. Il faut aussi une volonté de donner aux participants les moyens d'appliquer la démarche, qu'il s'agisse des libérations accordées aux travailleurs ou des sommes investies pour l'implantation des solutions. Dans le projet présenté, cette condition a été remplie dans les deux usines. D'une part, l'employeur était motivé par la démarche et a accordé le support requis aux membres des comités. D'autre part, les participants des groupes étaient dans l'ensemble très motivés et étaient prêts à investir l'énergie requise pour mener le projet à terme.

Une complémentarité des savoirs en jeu

Une deuxième condition de succès serait qu'il se crée une bonne complémentarité entre représentants techniques et opérateurs. Par la formation et la méthode d'analyse à leur disposition de même que par les mises en situation concrètes, les travailleurs ont vraiment pu mettre à contribution leurs connaissances du travail. Par ailleurs, les représentants techniques ont également mis à contribution leur expertise tout en reconnaissant le rôle fondamental des connaissances des travailleurs. Ainsi, il s'est créé au sein des comités des échanges efficaces entre les différents participants. Rappelons que plusieurs expériences participatives qui consistaient uniquement à demander aux travailleurs "leur opinion" ont donné des résultats bien décevants (Garrigou et al., 1995). Pour réussir, nous croyons qu'il faut donner les moyens qui permettront vraiment de mettre à jour les connaissances des opérateurs.

Un cheminement d'analyse et des outils de travail concrets

L'étude consistait à valider une méthode d'analyse. Il ne s'agissait donc pas d'une étude comparative entre différentes méthodes. Il s'est avéré cependant très utile pour les participants de pouvoir référer à une méthode qui circonscrit très clairement les différentes étapes à réaliser. Cela permet de situer les participants et cela contribue à les sécuriser dans leur démarche. Une autre condition de succès serait donc de doter les groupes d'une méthode de travail clairement définie. De plus, l'utilisation d'outils concrets pour la recherche de solutions (maquettes, simulations, essais, prototypes) a permis de générer des solutions réalistes, d'orienter les discussions sur des situations concrètes et de mettre à contribution les connaissances des opérateurs.

La satisfaction des attentes

L'amorce d'une démarche participative suscite beaucoup d'attentes autant chez l'employeur que chez les travailleurs. Il est fondamental pour la survie de la démarche que ces attentes soient en partie comblées, sinon la démarche risque d'échouer. On a discuté plus haut comment il était important d'arriver à des résultats concrets pour gagner la crédibilité des autres travailleurs. Il a également été mentionné que pour que l'expérience

soit réellement participative, il était important d'impliquer au maximum les autres travailleurs. Cet aspect a été vérifié dans le présent projet. Dans les deux usines, l'implantation des solutions au premier poste étudié a contribué à donner aux groupes de travail la crédibilité requise autant auprès de l'employeur qu'auprès des travailleurs.

L'initiation par un expert

À l'instar de Gadbois et al.(1995), nous croyons qu'il est préférable qu'une telle démarche soit initiée par un expert en ergonomie. La présence de l'expert au départ du processus apparaît indispensable pour transmettre aux participants des connaissances et une méthodologie d'analyse de postes. La présence d'un expert externe à l'entreprise facilite la mise en branle du processus parce qu'il est moins impliqué dans les interactions sociales inhérentes à l'entreprise.

L'importance d'un animateur

Le travail d'analyse de postes est un travail long. Il est important pour rentabiliser le travail d'avoir un coordonnateur ou un animateur qui voit au fonctionnement du groupe. Les différents rôles d'un tel animateur ont été expliqués au volet méthodologie, rappelons seulement qu'il s'agit de présenter un ordre du jour pour chaque réunion, de faire progresser les discussions, d'effectuer périodiquement des interventions de synthèse, de faire le lien entre les réunions, et de déléguer, au besoin, diverses actions aux participants pour un suivi sur l'évolution du dossier. Dans une perspective de prise en charge, il est fondamental que l'animateur soit quelqu'un de l'interne; par ailleurs, seul quelqu'un de l'entreprise peut effectuer les différentes tâches inhérentes à cette fonction : contacts avec les fournisseurs ou avec différents services de l'entreprise, démarches pour la libération de travailleurs, etc.

Le respect d'une démarche de formation entre adultes

Selon l'analyse faite par l'andragogue, quant à différents aspects, la démarche suivie dans ce projet respecte les grandes caractéristiques d'une démarche de formation entre adultes; notamment, par le fait que la tâche demandée est perçue de façon très positive, par le fait que le rythme d'apprentissage de chacun est respecté et par le fait que chaque membre trouve sa place au sein de l'équipe et est valorisé pour sa contribution respective. Cette dernière caractéristique pourrait être considérée comme un critère de succès d'une démarche d'ergonomie participative.

5- Conclusion

Cette seconde étude de validation, réalisée dans deux nouvelles industries, montre que l'approche proposée, l'outil d'analyse de postes et la démarche participative, est généralisable à plusieurs industries du secteur électrique. Parallèlement à cette recherche, la même démarche a été appliquée avec succès dans six autres industries du secteur par les ergonomes de l'Association sectorielle.

Dans l'étude présentée, au total, sept postes de travail ont été analysés. Des solutions ont été mises en forme pour tous les postes et plusieurs ont été implantées en cours de projet. Les solutions implantées étaient de divers type. Plusieurs portaient sur les dimensions du poste, le positionnement du matériel et l'aménagement général du poste. D'autres portaient sur les outils de travail, la conception du produit, le processus de production, l'automatisation de certaines actions de travail. D'autres, finalement, portaient sur les modes opératoires, la modification des machines utilisées et la conception d'aides à la manutention adaptées au travail. Dans un cas, une ligne de production a été transformée en postes individuels, ce qui a permis de donner plus d'autonomie aux travailleurs et d'allonger le cycle de travail. Dans les cas où un suivi a été effectué, les résultats indiquaient, le plus souvent, une diminution des facteurs de risque et une satisfaction des travailleurs.

Sur la base d'une comparaison des résultats des groupes de travail à ceux des ergonomes, il est possible de conclure que les participants peuvent, avec l'outil d'analyse, identifier de façon fiable les facteurs de risque présents aux postes.

Dans cette étude, les difficultés rencontrées par les groupes avec la méthode d'analyse ont été documentées. Les résultats montrent que les entretiens préliminaires et le découpage du cycle de base en actions constituent les aspects les plus faciles. L'identification des facteurs de risque avec la grille d'analyse, l'identification des déterminants et la priorisation ont, malgré quelques difficultés, été bien assimilées par les groupes. L'aspect le plus difficile de la démarche porte sur la prise en compte des variations dans la planification des observations et dans l'identification des facteurs de risque.

L'étude a également permis de formaliser le rôle des ergonomes lors de la recherche de solutions. Il apparaît que l'ergonome exerce deux rôles majeurs. D'une part, il met les participants en situation concrète à l'aide d'outils de travail, ce qui permet d'orienter les discussions directement en fonction du travail. En deuxième lieu, son mode d'intervention permet de questionner quant à différents aspects les solutions proposées. Bien que l'impact sur les facteurs de risque soit souvent questionné, de nombreuses références portent sur l'impact des solutions sur l'activité de travail, les modes opératoires, les problèmes rencontrés au poste actuel, les caractéristiques du travail actuel, les incidents, la qualité, la production, la faisabilité technique et les impacts économiques.

L'évolution des groupes au cours de la démarche a également été documentée. Il ressort des résultats, qu'au cours de la démarche, les groupes ont acquis beaucoup d'autonomie : ils maîtrisent la plupart des étapes de l'analyse de postes, ils assument la fonction de coordination des groupes et ils ont intégré, au moins en partie, le mode d'intervention des ergonomes pour la recherche de solutions. Malgré cette prise d'autonomie, il est souhaitable que les groupes demeurent en contact avec un expert pour certains aspects qui s'avèrent plus complexes.

L'analyse des représentations des participants montre que ceux-ci ont une perception très positive de la plupart des aspects de la démarche. Ils perçoivent l'ergonomie comme une méthode qui permet vraiment d'améliorer le travail et de diminuer la souffrance des travailleurs; ils ont le sentiment de pouvoir accomplir ce travail d'ergonomie et d'être supportés dans leur démarche autant par l'employeur que par les autres travailleurs. Les participants se montrent également satisfaits de l'outil d'analyse mis à leur disposition. Au cours de l'expérience, les représentants techniques, dont les ingénieurs, ont dit réaliser l'importance d'intégrer les connaissances des travailleurs dans le processus de transformation du travail. Pour les opérateurs, la formation et le travail au sein des groupes ont permis de formaliser et de structurer des connaissances qui étaient présentes mais peu organisées et inexprimées.

Les entretiens auprès des participants font ressortir d'autres impacts d'une démarche participative. Une telle démarche provoque un renforcement de l'image des travailleurs qui prenaient part aux groupes de travail : image de soi et image sociale. La démarche participative contribue également à améliorer les relations entre différents services des entreprises et facilite le travail d'équipe. Il semble également que l'approche participative modifie chez les travailleurs des groupes leur perception du travail; ils ont le sentiment d'avoir un meilleur contrôle sur leur propre travail. Finalement, les résultats suggèrent que la démarche transforme les représentations des participants quant au travail d'amélioration de postes, elle induirait un nouveau mode de questionnement sur les problèmes et les solutions à apporter.

À partir de l'ensemble des résultats obtenus, nous avons proposé des hypothèses relatives aux conditions de succès d'une démarche d'ergonomie participative.

Une première condition est qu'il faut une volonté commune de la part de l'employeur et des travailleurs à faire de l'ergonomie et à améliorer les conditions de travail. Une seconde est qu'il se crée au sein des groupes une bonne complémentarité entre les représentants techniques et les opérateurs. Une troisième condition veut que les groupes bénéficient d'une méthode d'analyse définissant clairement les différentes étapes à suivre. Il apparaît également fondamental de travailler avec des outils concrets (maquettes, simulations, prototypes, essais) afin de centrer les discussions autour du travail et de vraiment faire ressortir les connaissances des travailleurs. L'utilisation de tels outils, comme les simulations et les prototypes, permet également d'impliquer les travailleurs autres que ceux qui participent aux groupes de travail. Une quatrième condition est que cette démarche permette de répondre aux attentes de l'employeur et des travailleurs autres que ceux des

groupes; à cet égard, l'obtention de résultats tangibles, tôt dans la démarche, permet de gagner la crédibilité requise auprès des travailleurs et de l'employeur.

Il apparaît que l'initiation d'une telle démarche par un expert externe à l'entreprise constitue également un gage de succès. Les résultats montrent aussi que pour être efficace, le travail doit être coordonné par un animateur au sein de l'entreprise. Il semble finalement qu'il est important de respecter dans l'initiation de la démarche les grandes caractéristiques d'une démarche de formation entre adultes : motivation des participants, respect du rythme d'apprentissage, travail orienté vers l'action, valorisation de chacun au sein des groupes pour leur contribution respective.

6- Bibliographie

- ABRIC, J.C., 1987, *Coopération, compétition et représentations sociales*. Suisse, DelVal.
- 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.
- 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.
- CORLETT, E. N., MADELEY, S. J., MANEICA, I., 1979, Posture targetting: a technique for recording working postures. *Ergonomics*, 22, 357-366
- DANIELLOU, F., KERGUEN, A., GARRIGOU, A., LAVILLE, A., 1990 Taking future activity into account at the design stage: Participative design in the printing industry. In: C.M. Haslegrave, J.R. Wilson, E.N. corlett and I. Manenica (Eds.), *Work design in Practice*. Taylor and Francis, London, pp. 189-196
- 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.
- EHRlich, S., 1985, La notion de représentation: diversité et convergences. *Psychologie française*, 30, 3/4.
- GADBOIS, C., VILLATE, R., BOURNE, J.P., VISIER, L., 1995, Appropriation syndicale de l'approche ergonomique et transformation des relations entre les acteurs sociaux, à paraître dans *Relations Industrielles*.
- GARRIGOU, A., 1992, les apports des confrontations socio-cognitives au sein de processus de conception participatifs : le rôle de l'ergonomie. Thèse de Ph.D, Paris: Laboratoire d'Ergonomie et de Neurosciences du Travail, C.N.A.M
- GARRIGOU, A., DANIELLOU, F., GARBALLEDA, G., RUAUD, S., 1995, Activity analysis in participatory design activity, *International Journal of Industrial ergonomics*, 15, 311-327.

- KEYSERLING, W.M., 1986, Postural Analysis of the Trunk and Shoulders in Simulated Real time, *Ergonomics*, 4, 569-583.
- 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., STETSON, D.S., SILVERSTEIN, B.A., BROUWER, M.L., 1992, A Checklist for Evaluating Ergonomic Risk Factors Associated with Upper Extremity Cumulative Trauma Disorders, *Ergonomics*, 9, 283-301.
- 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.
- KARHU, O., KANSI, P., KUORINKA, I., 1977, Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8, 199-210.
- 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.
- KNOWLES, M.S., 1987, Adult Learning in Training and Development Handbook: A guide to Human Resource Development, New York, McGraw-Hill, 108-179.
- KUORINKA, I., PATRY, L., MARTIN, N., 1993, Projet d'ergonomie participative pour la prévention des maux de dos à la société des alcools du Québec, Rapport de recherche, IRSST, 29 p.
- KUORINKA, I., FORCIER, L., (Dir.), Hagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M., Hendrick, H., Caryon, P., Pérusse, M., 1995, WORK RELATED MUSCULO-SKELETAL DISORDERS: A reference book for Prevention, Taylor and Francis, 421 p.
- 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.
- McATAMNEY, L., CORLETT, E.N., 1993, RULA; a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- MILES, M., HUBERMAN, M., 1984, Qualitative Data Analysis: Sourcebook of News Methods. California, Sage Publications, 236 p.
- MOSCOVI, S., 1969, Préface à C. Herzlich : Santé et Maladie, Analyse d'une représentation sociale. Paris, Mouton.

- OSHA, 1990, Ergonomics program management guidelines for meatpacking plants US department of Labor.
- PRIEL, V.Z., 1974, A numerical definition of posture. *Human Factors*, 16, 576-584
- PUNNET, L., KEYSERLING, W.M., 1987, Exposure to Ergonomic Stressors in the Garment Industry: Application and Critique of Job-site Analysis Methods, *Ergonomics*, vol. 30, no.7, 1099-1116
- REYNOLDS, J.L., DRURY, C.G., BRODERICK, R.L., 1994, A field methodology for the control of musculoskeletal injuries, *Applied ergonomics*, 25 (1), 3-16
- 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.
- ST-VINCENT, M., CHICOINE, D., BEAUGRAND, S., 1993, Atteintes musculosquelettiques reliées au travail répétitif dans le secteur électrique, Rapport de recherche, IRSST, 158 p.
- TARDIF, J., 1992, Pour un enseignement stratégique: Les éditions logiques, Montréal, 474 p.
- WILSON J.R., 1991, Participation - A framework and a foundation for ergonomics ?, *Journal of Occupational Psychology*, 64, 67-80.

ANNEXE I

ANALYSE ERGONOMIQUE DE 5 POSTES DE TRAVAIL

TABLE DES MATIÈRES

		Pages
ANNEXE I	ANALYSE ERGONOMIQUE DE 5 POSTES DE TRAVAIL	
1-	Poste de l'assemblage final des projecteurs (Poste 2 - usine 1)	A-1
1.1	Choix du poste	A-1
1.2	Description du poste	A-1
1.3	Entretiens	A-3
1.4	Plan d'échantillonnage	A-3
1.5	Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation	A-4
1.6	Recherche de solutions et suivi effectué	A-5
2-	Poste de test et d'emballage (Poste 3 - usine 1)	A-11
2.1	Choix du poste	A-11
2.2	Description du poste	A-11
2.3	Entretiens	A-12
2.4	Plan d'échantillonnage	A-12
2.5	Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation	A-13
2.6	Recherche de solutions et suivi effectué	A-14
3-	Postes de filage (Postes 2 et 3 - usine 2)	A-21
3.1	Choix des postes	A-21
3.2	Description des postes	A-21
3.3	Entretiens et plan d'échantillonnage	A-22
3.4	Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation	A-25
3.5	Recherche de solutions	A-26
3.6	État des réalisations au terme du projet et suivi effectué	A-30
4-	Poste du couvercle (Poste 4 - usine 2)	A-31
4.1	Choix du poste	A-36
4.2	Description du poste	A-36
4.3	Entretiens et plan d'échantillonnage	A-36
4.4	Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation	A-37
4.5	Recherche de solutions	A-39
4.6	Proposition de solutions du comité d'ergonomie et simulation	A-39
4.7	Solutions adoptées par le personnel du département	A-41
4.8	Évolution du facteur de risque	A-42

ANNEXE II INTERVENTIONS DES ERGONOMES

1- Poste de l'assemblage final des projecteurs (Poste 2 - usine 1)

1.1 Choix du poste

Ce poste a été choisi parce que les gens de l'usine voulaient revoir tous les postes d'assemblage; par ailleurs, pour les membres du groupe, la problématique des tables à l'assemblage présentait un potentiel de généralisation. Il s'est avéré qu'à ce poste des travailleuses présentaient des douleurs et même des lésions attribuables au travail répétitif.

1.2 Description du poste

Il s'agit de mini-lignes d'assemblage comportant chacune deux stations de travail. En amont de la ligne, un premier travailleur commence le montage du projecteur en assemblant des rondelles, écrous, douilles, terminaux, sous-assemblés... Ce produit est ensuite acheminé au deuxième travailleur qui complétera l'assemblage en ajoutant également différentes pièces et en faisant les connexions nécessaires.

Il est difficile de décrire avec précision les actions effectuées au poste car plusieurs modèles sont produits et le travail diffère selon les modèles. Des exemples sont présentés aux figures A-1, A-2 et A-3.

Pour les deux positions, le travail se fait assis à une table, les petites pièces sont disposées sur la table et les pièces plus volumineuses sont dans des plateaux à côté du travailleur. Une machine pour poser les terminaux est placée sur la table principale à la station 1. Des tournevis pneumatiques sont suspendus au-dessus des tables. Pour l'assemblage de certains modèles, des gabarits sont fixés à la table à l'aide d'une serre. Des pinces sont parfois utilisées à la station 2 pour faire les connexions. Lorsque le travailleur de la station 1 termine l'assemblage d'un projecteur, il le dépose dans un panier et celui-ci, une fois rempli, est acheminé par convoyeur à la station 2. De la même façon, lorsque le travailleur de la deuxième station a terminé l'assemblage du produit, il le dépose dans le panier et celui-ci est poussé vers un convoyeur mécanisé qui l'acheminera au poste d'emballage.

Il y a trois mini-lignes, dont deux sont opérées sur une base régulière. Les deux autres servent sporadiquement à la production. Le travail est effectué en majorité par des femmes, un seul homme occupe ce poste sur une base régulière.

Sur ces lignes, le rythme de travail n'est pas imposé par une machine. Le travailleur de la station 1 assemble à un rythme qu'il détermine lui-même; cependant, il est soumis à des contraintes de production de type organisationnel. Le travailleur occupant la station 2 est lié à la production en amont, il ne peut prendre d'avance mais il peut cependant se



Figure A-1 : Opération de vissage sur le réflecteur. L'opération entraîne un effort et une flexion de l'épaule.



Figure A-2 : La travailleuse doit insérer une douille à l'intérieur du réflecteur. L'opération implique un effort, des pressions mécaniques et entraîne une posture contraignante de l'épaule et du poignet.

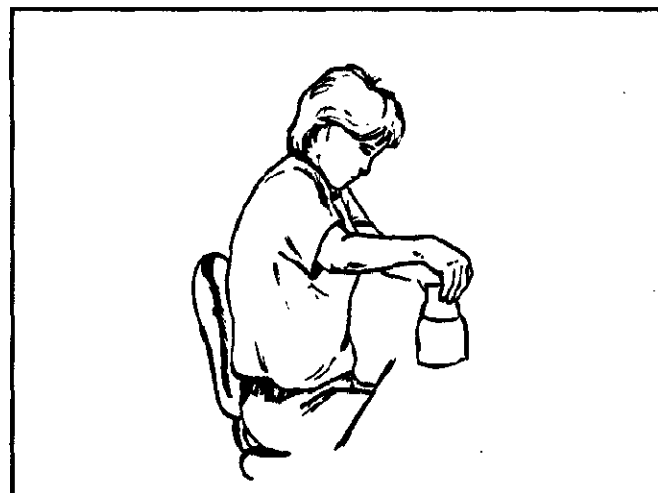


Figure A-3 : La travailleuse doit insérer les fils à l'intérieur du boîtier du réflecteur. L'opération exige de la force avec une posture contraignante du poignet.

permettre quelques accumulations. Dépendant des modèles, aux deux stations le cycle de travail varie entre 30 secondes et une minute et demie.

1.3 Entretiens

Trois travailleuses (régulières) du poste ont été interrogées. Elles avaient toutes trois neuf années d'expérience à ce poste. Aucune n'avait eu d'accident pertinent avec la problématique des LATR; cependant, toutes les trois ont dit ressentir des douleurs au-dessus des mains. Deux ont mentionné des douleurs au poignet. Finalement, deux travailleuses ont rapporté des maux de dos et l'une d'elle, des douleurs aux jambes. Durant l'analyse de ce poste, deux travailleuses ont dû s'absenter temporairement en raison de problèmes aux mains et poignets.

Vu la très grande variation dans la production des modèles, les travailleuses ont dit avoir du mal à associer leurs douleurs à un modèle ou à une étape particulière du travail. Les travailleuses ont surtout parler des étapes ou postures de travail communes à plusieurs modèles, par exemple, l'estampillage des boîtes, les postures assise ou debout prolongées et les postures difficiles pour le dos reliées à l'aménagement physique du poste.

De la même façon, il a été difficile pour les travailleuses de dire quelles étaient les étapes les plus difficiles. Une travailleuse n'a donné à ce sujet aucune indication; les deux autres ont mentionné l'estampillage des boîtes, la posture debout ou assise prolongée, la manipulation des gros transformateurs et le fait de se retourner pour prendre et déposer les pièces.

Des questions ont porté sur la variation rencontrée avec les outils, les équipements et les matériaux de base. Au niveau des outils utilisés, les travailleuses ont mentionné que les tournevis pneumatiques étaient parfois trop forts et parfois pas assez. Certaines travailleuses utilisent des outils qu'elles se sont elles-mêmes achetés. Certains problèmes surviennent à cause de la qualité des sous assemblages : douilles difficiles à rentrer, fils trop courts pour poser les terminaux. À cela s'ajoute la variation dans la qualité de la peinture qui exige une inspection visuelle.

Les variations dans la cadence ont été également questionnées mais peu d'information a été recueillie. Les travailleuses ont indiqué que certains modèles sont de cadence plus rapide.

1.4 Plan d'échantillonnage

Ce poste se différencie des autres par le fait qu'il a fallu apporter un très grand soin à la détermination du plan d'échantillonnage vu la très grande diversité des modèles produits.

Ces modèles, sont pour la plupart, très différents les uns des autres au niveau du type de pièces à assembler (forme du projecteur, type de transformateurs (magnétique, électronique), douille, type de connexion, etc.). Ceci se répercute sur l'organisation du poste de travail, les outils utilisés, les méthodes d'assemblage, etc. Suite aux entretiens, il est apparu que le poste d'assemblage final des projecteurs présentait deux catégories de problèmes, soit les problèmes d'aménagement généraux (ameublement, disposition du matériel) et les problèmes d'assemblage proprement dit (actions faites sur le produit).

Pour ce qui est de l'assemblage, plusieurs catégories de modèles présentaient des difficultés différentes et susceptibles de causer des problèmes à la santé des travailleurs. L'analyse d'une seule catégorie de modèles aurait donc très peu amélioré la situation. Par conséquent, le comité a opté pour la stratégie suivante. À l'aide des données d'entretiens et de production et de discussions avec le chef de groupe et un assembleur (membre du comité), les modèles ont été regroupés en fonction de la similarité des problèmes. Cinq classes, totalisant 63% de la production, ont été retenues pour l'analyse en raison de l'importance des problèmes (postures, pressions mécaniques, cadence, qualité...) ou de la fréquence de fabrication. Le modèle le plus problématique de chaque classe a été choisi pour l'analyse. Pour ces cinq modèles, les deux positions de travail ont été analysées puisqu'elles présentaient des problèmes différents. Ainsi, dans l'ensemble, cinq travailleurs ont été filmés pour un total de dix conditions de production (5 modèles, 2 positions).

Les dix situations filmées pour les problèmes d'assemblage fournissaient un matériel suffisant pour l'analyse des problèmes reliés à l'aménagement. Pour évaluer cet aspect deux travailleurs de taille différente ont été observés. Ont été pris en compte un modèle fabriqué en position assise qui exigeait le plus d'espace et des présentoirs spécialisés de même qu'un modèle fabriqué en position debout.

1.5 Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation

Le tableau A-1 présente le détail des actions priorisées, les facteurs de risque associés et leur déterminants. Il n'est pas question ici d'expliquer en détail ces différentes actions car ce serait trop fastidieux pour le lecteur; il s'agit surtout de donner un aperçu général du genre de problèmes identifiés. Comme l'indique le tableau A-1, selon les données des ergonomes, trois actions d'assemblage ont été cotées de priorité 1 et quatre autres de priorité 2. Une action commune à tous les modèles, l'estampillage des boîtes, et la posture générale du cou ont été cotées de priorité 2. Plusieurs actions de prise et de dépôt du matériel ont été cotées de priorité 3. Finalement, deux dernières actions d'assemblage ont été cotées de priorité 3. La lecture du tableau montre que le plus souvent, les actions d'assemblage s'accompagnent de force, de pressions mécaniques et de contraintes posturales au niveau des poignets. Quant aux problèmes reliés à l'aménagement (prise et dépôt du matériel), ils s'accompagnent essentiellement de

contraintes posturales au niveau du dos et/ou des épaules. Les déterminants des problèmes de prise et de dépôt du matériel sont les dimensions du poste et l'alimentation en matériel. Les déterminants des problèmes d'assemblage sont le plus souvent reliés aux outils (incluant les gabarits) ou à la conception du produit.

1.6 Recherche de solutions et suivi effectué

Comme l'indique le tableau A-1, plusieurs modifications ont été proposées pour améliorer l'aménagement et particulièrement pour rapprocher le matériel des travailleurs : une nouvelle table de travail plus grande et légèrement plus haute, des contenants suspendus pour les petites pièces, des tables d'appoint sur roulettes pour mettre les sous-assemblés, des plateaux à sous-assemblés moins grands, une tablette tournante pour les pièces, une tablette abaissable pour le panier de produits, le rapprochement des tables de travail et du convoyeur d'évacuation et l'ajout d'appuis-pieds. Cet aménagement peut s'adapter à l'ensemble des modèles fabriqués; de plus, il permet certaines adaptations selon les travailleurs. Un modèle particulier était auparavant fabriqué en position debout, il est maintenant possible de le faire assis.

Au contraire des problèmes reliés à l'aménagement, pour les problèmes d'assemblage proprement dit, il n'existait pas de solution unique pouvant satisfaire l'ensemble des modèles; seul le cumul de petites modifications apportées à différents modèles peut contribuer à alléger le travail. Le tableau A-1 donne le détail des solutions proposées par le groupe à cet effet; dans le texte nous les présenterons de façon synthétique. Ainsi, plusieurs modifications au niveau des outils, équipements et gabarits ont été proposées : modifications des gabarits d'assemblage, nouveaux outils pneumatiques, nouveau système de retenu ("balancer"), fusils à attache de nylon, machine à estampiller les boîtes. D'autres avenues de solution portaient sur la modification du produit : douille à assemblage par simple pression (et non à pince), transformateurs à fils plus courts, rondelles de nylon pour diminuer la friction entre les pièces, diminution de la peinture dans les trous de vis. Par ailleurs, des voies de solutions au niveau des modes opératoires ont également été envisagées : quelques méthodes de travail ont été expérimentées en conjonction avec l'utilisation de nouveaux outils ou gabarits. Finalement, l'éclairage a été ajusté pour aider à la détection des défauts de peinture sur les sous-assemblés.

Les deux dernières colonnes du tableau A-1 indiquent les solutions qui ont été implantées et l'impact observé sur les facteurs de risque. L'évolution du facteur de risque a été évaluée qualitativement à partir des bandes vidéo des nouvelles installations et à partir des commentaires des travailleurs du poste.

Comme l'indique le tableau A-1, au terme du projet, au niveau des actions d'assemblage, les solutions touchant aux outils ou aux équipements avaient, pour la plupart, été implantées (rapprochement du support à outil pneumatique, nouveaux dispositifs de retenu

("balancers"), nouveaux fusils pneumatiques débrayables et réglables, achat d'une machine à estampiller les boîtes...). Cependant, il est plus rare que des solutions touchant des modifications sur le produit aient été implantées (transformateurs à fils plus courts, nouveau type de douille s'assemblant par simple pression...). En ce qui concerne l'aménagement du poste, comme l'indique le tableau A-1, la majorité des solutions décrites ci-dessus avaient été implantées.

La dernière colonne du tableau A-1 indique l'impact observé sur les facteurs de risque. L'évolution du facteur de risque a été évaluée qualitativement à partir des bandes vidéo des nouvelles installations et à partir des commentaires des travailleurs du poste.

Pour les problèmes reliés à l'aménagement, globalement, on observe une diminution des contraintes posturales et les travailleuses se montrent satisfaites. De plus, le plus souvent, elles peuvent maintenant travailler les pieds appuyés et le travail à la riveteuse peut maintenant se faire en position assise. Par ailleurs, les exigences de force et les postures contraignantes reliées à l'estampillage des boîtes sont maintenant éliminées; les travailleuses apprécient grandement cette amélioration.

Dans les cas où il fut possible d'évaluer l'impact sur les facteurs de risque pour les actions d'assemblage, on note également une amélioration. Ainsi, pour l'action de priorité 1, les exigences de force ont été réduites et la posture améliorée. Pour l'action de positionnement des pièces assemblées par glissement l'une sur l'autre, on note une diminution de la force requise et des pressions mécaniques. De plus, grâce à la modification du gabarit, on a réussi à éliminer une étape d'assemblage.

Tableau A-1 : Poste de l'assemblage final des projecteurs

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
1 3	Prendre le fusil pneumatique et visser : (modèle 1) Autres modèles	▸ Posture de l'épaule ▸ Force ▸ Impact ▸ (idem)	▸ Conception du produit ▸ (voir ci-bas) ▸ Outils ▸ Dimension du poste
1	Placer, plier et rentrer les fils dans le boîtier (modèle 3)	▸ Mouvement des doigts, posture des poignets et de l'épaule ▸ Force	▸ Conception du produit
1	Connecter les terminaux (modèles 2 et 5)	▸ Posture du poignet ▸ Force ▸ Pressions mécaniques	▸ Outil ▸ Conception du produit
2	Positionner les pièces assemblées en les glissant l'une sur l'autre (modèles 1 et 2)	▸ Posture des poignets ▸ Force ▸ Pressions mécaniques	▸ Outils ▸ Conception du produit
2	Insérer un déflecteur au réflecteur (modèle 1)	▸ Posture du poignet ▸ Force ▸ Pressions mécaniques	▸ Outil (gabarit)
2	Insérer la prise dans le pied du projecteur (modèle 2)	▸ Posture du poignet ▸ Force ▸ Pressions mécaniques	▸ Conception du produit
2	Insérer la douille dans le support du projecteur (modèle 2)	▸ Posture du poignet et de l'épaule ▸ Force ▸ Pressions mécaniques	▸ Conception du produit

Synthèse des problèmes et solutions proposées lors de l'analyse du poste

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉTAT DE RÉALISATION DES SOLUTIONS	ÉVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUE
▸ Agrandissement des trous du projecteurs pour qu'ils soient conformes au devis ▸ (voir éléments cités pour les autres modèles) ▸ Rapprochement du support à outil pneumatique ▸ Nouveaux dispositifs de retenu ("balancers") à force constante ▸ Nouveaux fusils pneumatiques, droits et à 90°, débrayables et réglables ▸ Gaine absorbante pour la poignée des fusils ▸ Gabarit permettant d'abaisser le produit pour l'assembler	▸ N'est plus nécessaire car il y a moins de peinture dans les trous et les tournevis sont plus puissants ▸ Implanté ▸ Implanté ▸ Implanté ▸ À l'essai ▸ À faire	▸ Postures moins contraignantes de l'épaule ▸ Diminution de l'effort
▸ Transformateurs à fils plus courts	▸ À faire	---
▸ Inclinaison et modification du gabarit d'assemblage pour fournir un appui supplémentaire lors de l'insertion des pièces ▸ Pince recourbée à manche recouvert d'une gaine absorbante ▸ Essais de modification du produit abandonnés	▸ Implanté mais le modèle a changé et cette solution n'est plus valide ▸ À l'essai, la pince ne serait pas assez solide	---
▸ Ajustement du moment de torsion des fusils pneumatiques ▸ Essais de rondelles pour diminuer la friction ▸ Modification du gabarit pour éviter de positionner certaines pièces	▸ Nouveaux fusils réglables achetés ▸ À l'essai ▸ Implanté	▸ Diminution de la force et des pressions mécaniques ▸ Élimination d'une étape d'assemblage
▸ Nouveau gabarit pour tenir le produit et l'assembler sur la table de travail	▸ Implanté mais les travailleuses ne l'utilisent pas. Essai pour combiner les 2 gabarits	---
▸ Plusieurs solutions essayées mais non retenues	---	---
▸ Nouveau type de douille qui s'assemble par une simple pression ▸ Modification du gabarit d'assemblage	▸ Sera essayé ▸ Sera essayé	--- ---

Tableau A-1 : Poste de l'assemblage final des projecteurs

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
2	Étamper les boîtes (tous les modèles)	▸ Posture de l'épaule ▸ Force	▸ Outil ▸ Dimension du poste
2	Général	▸ Cou fléchi ▸ Mauvais appui des pieds	▸ Dimension du poste
3	Prendre et déposer le matériel (tous les modèles)	▸ Posture des épaules et du dos	▸ Alimentation en matériel ▸ Dimension du poste
3	Fixer l'étrier au réflecteur (modèle 1)	▸ Posture de l'épaule et du dos ▸ Force ▸ Pressions mécaniques	▸ Outil
3	Opérer la riveteuse et actionner la pédale (modèle 4)	▸ Travail debout prolongé ▸ Poids du corps sur une jambe	▸ Alimentation en matériel ▸ Dimension du poste

Synthèse des problèmes et solutions proposées lors de l'analyse du poste

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉTAT DE RÉALISATION DES SOLUTIONS	ÉVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUE
▸ Étampage automatique des boîtes ▸ Tablette moins haute	▸ Implanté ▸ La machine est sur une table moins haute	▸ Postures moins contraignantes de l'épaule ▸ Élimination des efforts
▸ Table de travail un peu plus haute ▸ Appui-pieds	▸ Implanté (manque quelques tables) ▸ Implanté	--- ▸ Pieds appuyés
<i>Pour disposer le matériel afin de rapprocher les lieux de prise et de dépôt :</i> ▸ Tablette tournante ▸ Demi plateaux ▸ Contenants suspendus ▸ Petite table d'appoint sur roulettes ▸ Tablette abaissable pour rapprocher le panier de la table ▸ Tables de travail plus grandes et un peu plus hautes ▸ Rapprochement des tables de travail vers le convoyeur arrière pour faciliter l'évacuation des pièces	▸ À faire ▸ Implanté pour plusieurs modèles ▸ Implanté ▸ Implanté mais doivent être plus hautes ▸ À faire ▸ Implanté mais en manque encore quelques unes ▸ Disposition des tables différente rapprochant les travailleuses du convoyeur	▸ Dans l'ensemble, les contraintes posturales sont moins importantes et les travailleuses semblent satisfaites
▸ Nouveau gabarit et nouvelle méthode de travail	▸ Implanté	Cet élément n'a pu être évalué
▸ Demi plateaux (rapproche le matériel du travailleur) ▸ Posture assise ▸ Appui-pieds	▸ Implanté pour plusieurs modèles ▸ Implanté ▸ À faire	▸ Le travail peut maintenant se faire assis ---

2- Poste de test et d'emballage(Poste 3 - usine 1)

2.1 Choix du poste

Comme cela a été mentionné, le poste d'emballage est situé en aval du poste d'assemblage final des projecteurs précédemment décrit. Les changements effectués au poste d'assemblage étaient susceptibles d'influencer le travail effectué à l'emballage. De plus, le poste d'emballage était considéré par le groupe comme un poste à problèmes. C'est pour ces raisons que le poste d'emballage a été analysé.

2.2 Description du poste

L'emballage comporte deux étapes distinctes : les tests et l'emballage proprement dit. De façon générale, le travail consiste premièrement à vérifier la mise à la terre et la qualité des fils en faisant un test diélectrique, deuxièmement à vérifier si le circuit fonctionne normalement en faisant un test opérationnel et finalement à emballer le projecteur dans un sac et dans une boîte. Ces étapes peuvent varier en fonction des modèles. Par exemple, certains modèles ne nécessitent pas de test diélectrique par contre, l'emballer doit compléter l'assemblage de ces modèles en y fixant les déflecteurs. Le type de boîte varie également, certaines se montent par pliage, d'autres doivent être scellées à l'aide d'une emballeuse.

Le travail peut se faire à une, deux ou trois personnes, dépendant du nombre de lignes de production en fonction à l'assemblage des projecteurs. Généralement, il y a un emballeur pour chaque ligne de production à l'assemblage. Il y a une table d'emballage et deux stations de test. À la première station, le travail s'effectue sur une table placée perpendiculairement au convoyeur (relié aux convoyeurs provenant de l'assemblage). Le test opérationnel s'effectue alors sur des rails insérés sur la table. La deuxième station est située face au convoyeur; dans ce cas, le test opérationnel s'effectue sur un rail fixé à une tablette située approximativement à hauteur d'épaule. Pour certains modèles, le test s'effectue sur une autre table avec un gabarit spécialement conçu pour ces modèles.

Plus spécifiquement, nous décrirons de façon plus détaillée le travail effectué aux stations de tests et à l'emballage pour les modèles les plus fréquents. Pour le test, le cycle a été considéré comme le temps requis pour compléter le travail sur un panier de projecteurs. L'opérateur amorce le cycle en prenant deux électrodes pour vérifier chacun des projecteurs du panier en faisant les contacts appropriés, c'est le test diélectrique. Ce test est effectué systématiquement pour chaque projecteur. Par la suite, il prélève quelques projecteurs (deux ou trois à la fois) et les insère à l'intérieur d'un rail qui, dépendant des cas est fixé à une table ou à la tablette située au-dessus du convoyeur. L'opérateur effectue alors le test opérationnel avec un outil spécial en forme de bâton (le "tester"); après quoi, il retire les projecteurs du rail, prend des feuilles d'instructions et les insèrent

dans un sac. L'opérateur dépose les projecteurs ensachés dans le même panier. Ces actions sont répétées de trois à cinq fois. L'opérateur teste donc de 10 à 15 projecteurs par panier; contrairement au test diélectrique, le test opérationnel n'est pas effectué systématiquement pour tous les projecteurs. Pour ce type de modèles, les plus fréquents, un cycle typique dure environ 3 minutes.

Le cycle de travail à l'emballage est beaucoup plus court. L'opérateur prend et forme une boîte qu'il insère à l'intérieur d'un gabarit jouxtant une emballeuse, figure A-4. Il insère ensuite du papier journal dans la boîte. Il prélève un projecteur du panier et l'insère dans la boîte; il ferme alors la boîte et la glisse sous l'emballeuse. Un cycle typique dure environ 15 secondes.

L'emballer dépend du rythme de production de l'assemblage, cependant, plusieurs paniers peuvent être en attente sur le convoyeur.

2.3 Entretiens

Trois travailleurs du poste ont été interrogés : un travailleur régulier, un ex-régulier et un remplaçant. La chef de groupe a été invitée à faire part de ses commentaires lors de la présentation des résultats d'entretiens au groupe de travail, faute de temps pour l'interroger.

Les emballeurs réguliers cumulent neuf ans d'expérience à ce poste alors que le remplaçant a une année d'expérience. Les deux travailleurs réguliers ont eu des accidents, des chocs électriques, en faisant les tests diélectriques. Tous les travailleurs interrogés ont dit ressentir des douleurs. Les douleurs aux poignets sont associées à la prise des journaux à l'emballage et à la fixation des projecteurs sur le rail pour le test opérationnel. Les douleurs à l'épaule seraient également associées à la prise des journaux, alors que celles du bas du dos seraient liées à la prise des boîtes et celles aux jambes, à la posture debout prolongée.

Parmi les étapes et les conditions de production les plus difficiles, les personnes interrogées mentionnent : certains modèles qui sont plus long à faire; d'autres modèles qui sont difficiles à mettre ou à enlever du rail; les modèles avec déflecteurs qui sont difficiles à poser.

2.4 Plan d'échantillonnage

Tout comme pour l'assemblage des projecteurs, la détermination du plan d'échantillonnage a été faite à l'aide des données d'entretiens, des données de production et des commentaires de la chef d'équipe.

Comme à l'assemblage, il y a une grande variété de modèles fabriqués. La stratégie adoptée par le groupe a été de filmer deux modèles et de centrer l'analyse sur un modèle (modèle 1) appartenant à la catégorie des modèles les plus fréquents et de compléter l'analyse avec un modèle testé sur une table avec gabarit spécial (modèle 2). Ce modèle par ailleurs présente des difficultés pour l'insertion du déflecteur au projecteur. Pour compléter ces analyses, il a été décidé, bien que ces modèles n'aient pas été filmés faute de temps, de tenir compte des caractéristiques de trois autres catégories de modèles : un modèle plus difficile à insérer sur les rails, un modèle plus long à faire et un modèle plus exigeant au niveau de la cadence. Ainsi, la grille d'analyse a été remplie de façon systématique pour les deux premiers modèles. Les caractéristiques propres aux trois autres modèles ont été considérées dans l'identification des problèmes et bien sûr dans la recherche de solutions.

2.5 Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation

Les modèles les plus fréquents (catégorie du modèle 1) présentent quatre types de problèmes (voir tableau A-2). Le test opérationnel a été coté de priorité 1. Comme cela a été mentionné, lorsque deux travailleurs occupent le poste, un opérateur travaille à une table et l'autre travaille face au convoyeur qui achemine les paniers de l'assemblage à l'emballage. C'est cette dernière position qui pose le plus de problèmes. À cette position, pour effectuer les tests opérationnels, le travailleur doit fixer et retirer le projecteur du rail qui est situé comme nous l'avons dit, à hauteur d'épaule. Le mouvement de rotation requis pour cette opération exige de la force, et sollicite les poignets et les avant-bras (figure A-5). La hauteur entraîne, de plus, des problèmes au niveau de l'épaule. Par ailleurs, pour les projecteurs placés à l'extrémité du rail, il peut y avoir une abduction sévère de l'épaule. Ces problèmes ont été associés à la conception du produit et aux dimensions du poste.

Le test diélectrique a été coté de priorité 2 (figure A-6). À la station qui fait face au convoyeur, le travailleur effectue les tests diélectriques directement dans le panier placé sur le convoyeur; il doit se pencher pour une durée assez longue pour atteindre les projecteurs les plus éloignés (flexion du dos et de l'épaule). Ces problèmes sont reliés principalement à la conception du produit et aux dimensions du poste.

Les deux autres types de problèmes sont reliés au dépôt et à la prise de matériel de même qu'à l'ensachage du produit. En effet, les outils de travail et le matériel (électrodes, bâton de tests, sacs, feuille d'instructions, rail) sont disposés sur une tablette à la hauteur des épaules du travailleur, ce qui occasionne de fréquentes flexions de l'épaule. Quant à l'action d'ensachage, outre les contraintes posturales au dos et aux épaules, l'inclinaison du sac entraîne des contraintes au niveau des poignets.

Quant aux modèles de catégorie 2, l'assemblage des déflecteurs aux réflecteurs a été coté de priorité 2. Le test de ces modèles se fait sur une table avec un gabarit spécialement conçu pour ces modèles. Pour saisir les déflecteurs placés sur la table à l'arrière du gabarit, le travailleur effectue une flexion de l'épaule; de plus, la fixation du déflecteur au projecteur entraîne des exigences de force. Pour ces modèles, le test opérationnel a également été coté de priorité 2. Pour effectuer le test opérationnel, le travailleur doit saisir une douille de la main gauche et tester avec le bâton de l'autre main. Le poignet gauche est alors en déviation cubitale et l'épaule droite en flexion; cette opération entraîne également de la force.

Au poste de l'emballage, l'action de prise des journaux a été cotée de priorité 2. Cette action entraîne des contraintes au niveau des épaules; par ailleurs, les journaux se trouvent à la gauche du travailleur, ce qui l'oblige à se retourner. De plus, les entretiens ont révélé que le fait de saisir à répétition le papier du bout des doigts entraîne des douleurs. Pour certains modèles, l'action de faire les boîtes a également été cotée de priorité 2. Cette action occasionne des problèmes au niveau des doigts et des poignets et exige de la force. Ces problèmes sont reliés au produit car la qualité des boîtes est inégale. Finalement, les autres actions cotées de priorité 3 sont reliées à l'aménagement du poste. Ainsi, l'accès à la tablette pour prendre les sacs d'accessoires, occasionne des flexions (et/ou abductions) de l'épaule; certains projecteurs, dans les paniers sont loin du travailleur même si celui-ci tire le panier jusqu'à la table de travail (figure A-7). Les boîtes vides sont mal positionnées et le travailleur doit se pencher pour glisser les boîtes sous l'emballuse.

2.6 Recherche de solutions et suivi effectué

Lors de la recherche de solutions, l'accent a été mis sur le problème coté de priorité 1 : le test opérationnel. Le groupe a d'abord décidé d'éliminer la station de test située face au convoyeur; une nouvelle table de travail a été développée. Ainsi, aux deux stations de test, les opérateurs peuvent maintenant travailler à une hauteur convenable, ce qui améliore de beaucoup la posture. De plus, le groupe voulait développer un procédé qui éliminerait le mouvement de rotation requis pour fixer et retirer les projecteurs du rail. Pour concrétiser cette solution, le groupe a dû faire appel à différents experts de l'usine : deux mécaniciens et un spécialiste en électricité. L'idée développée était de concevoir un système de cavités qui épouseraient la forme des projecteurs de façon à ce que l'opérateur n'ait qu'à déposer le projecteur à l'intérieur de la cavité. Vu la grande variété des modèles, il était difficile de concevoir des cavités qui s'adaptent à toutes les formes de modèles. Il a été imaginé de concevoir des gabarits pouvant s'adapter aux différents modèles; les travailleurs ont rejeté cette idée du fait qu'il aurait fallu beaucoup trop de manipulations. Il a finalement été convenu de fabriquer un système de cavités adapté aux deux catégories de modèles les plus fréquents (dont le modèle 1, voir figure A-8). Un prototype de table a donc été développé et testé par les travailleurs. Le dessus

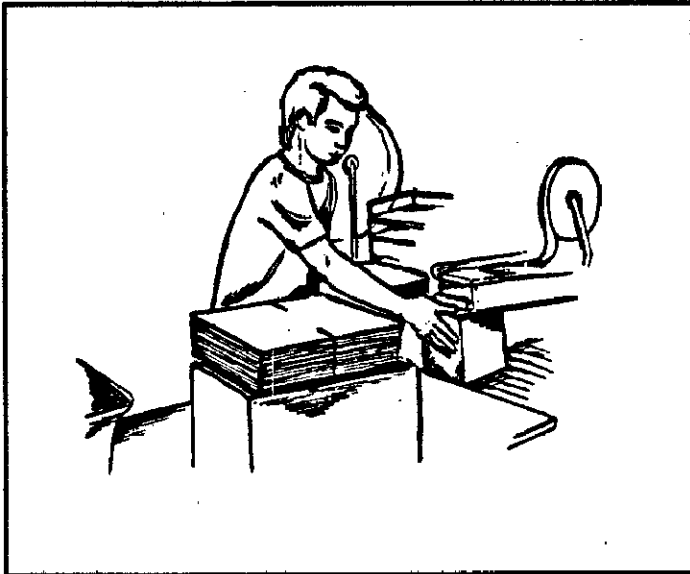


Figure 4 : Vue d'ensemble du poste d'emballage. Le travailleur insère la boîte dans l'emballeuse.

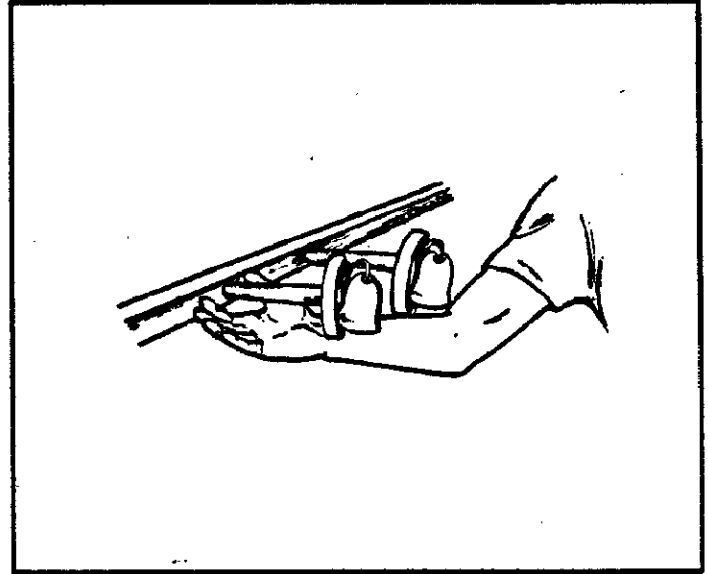


Figure A-5 : Pour faire le test opérationnel, le travailleur doit insérer le projecteur à l'intérieur d'un rail. Cette action exige de la force et entraîne un mouvement de rotation et une posture contraignante de l'épaule et du poignet.

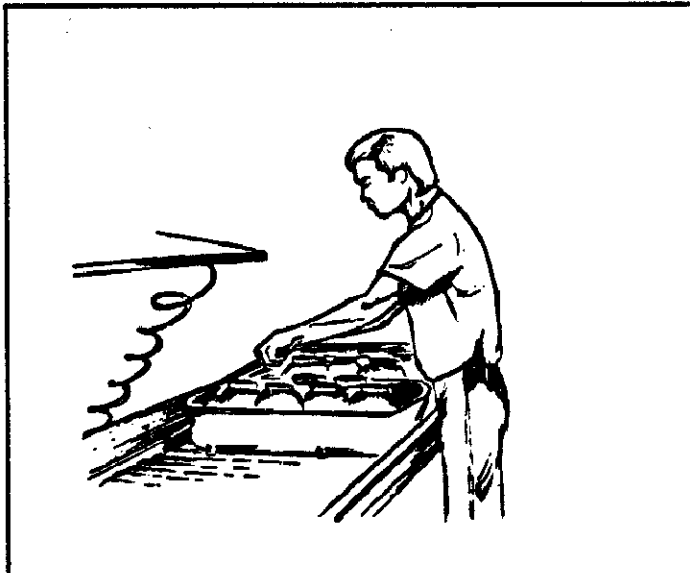


Figure A-6 : Schéma illustrant le test diélectrique.

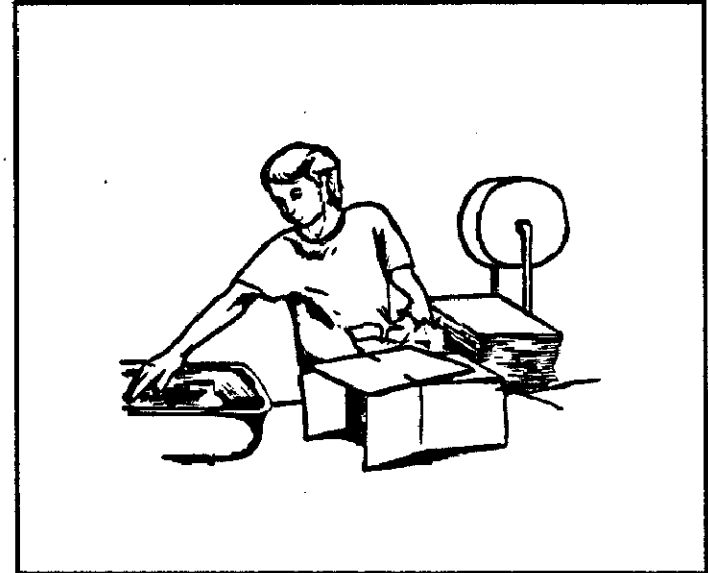


Figure A-7 : Poste de l'emballage, notez la posture de l'épaule lorsque le travailleur prélève un projecteur.

de la table est muni d'environ six rails; sont placés en alternance un rail avec cavités pour les modèles fréquents et un rail traditionnel pour les modèles plus rares, figure A-9. Pour les rails avec cavités, les deux formes de modèles choisis sont placées en alternance. La première cavité d'un rail est donc adaptée à un modèle donné alors que la seconde est adaptée à l'autre type de modèle choisi. Comme l'indique le tableau A-2, cette solution a été implantée. Avec le nouveau rail, l'emballleur n'a plus qu'à déposer le projecteur dans la cavité plutôt que de le tourner. L'emballleur doit faire contact en rentrant le bâton conducteur dans la douille pour tester les modèles fréquents. Pour les deux modèles, le témoin lumineux de la boîte électrique s'allume si le projecteur est bon. Le suivi effectué montre une nette amélioration des postures reliées à ces actions; de plus, la force est pratiquement éliminée pour tester les modèles les plus fréquents.

Pour régler les problèmes reliés au test diélectrique, l'idée originale consistait à jumeler les tests diélectriques et opérationnels sur le même rail afin d'éliminer les manipulations associées au test diélectrique. Un sélecteur de courant permettrait d'alterner les tests diélectrique et opérationnel. La faisabilité de cette solution a été explorée avec l'aide d'un technicien en électricité. Cette solution a été retenue mais n'était pas implantée à la fin du projet. Par ailleurs, pour améliorer la posture lors du test diélectrique actuel, le panier a été rapproché du travailleur. Le suivi a montré une légère amélioration des postures des épaules et du dos pour cette action de test.

Pour régler les difficultés reliées à la prise et au dépôt du matériel de même qu'à l'ensachage, diverses solutions ont été implantées. La station de test située face au convoyeur a été éliminée et la nouvelle table de travail a permis d'améliorer les postures pour la prise du matériel; un espace est réservé sur la table pour mettre les électrodes du test diélectrique et le bâton du test opérationnel. Pour faciliter la prise et le dépôt des projecteurs, une petite section de convoyeur faisant le pont entre le grand convoyeur et la table d'emballage a été installée; cela permet au travailleur d'approcher facilement le panier. Cependant, cette dernière solution n'a pas eu l'effet escompté car les opérateurs préfèrent travailler au centre de la table et demeurent donc un peu éloignés du panier installé sur la nouvelle section de convoyeur. Quant à l'ensachage, la machine à sac a été inclinée (pour améliorer la posture du poignet) et relocalisée près du travailleur. Le suivi effectué montre que ces dernières améliorations entraînent des postures moins contraignantes des poignets, des épaules et du dos.

Quant aux modèles de catégorie 2, pour régler les problèmes associés à l'assemblage des déflecteurs aux projecteurs, il a été demandé au marketing d'emballer le produit sans assembler le déflecteur. Celui-ci serait placé dans un sac à l'assemblage. Cette solution a été testée et rejetée car les boîtes actuelles étaient trop petites pour recevoir les deux pièces non assemblées. Au terme du projet, les gens de l'industrie continuaient à travailler cette solution.

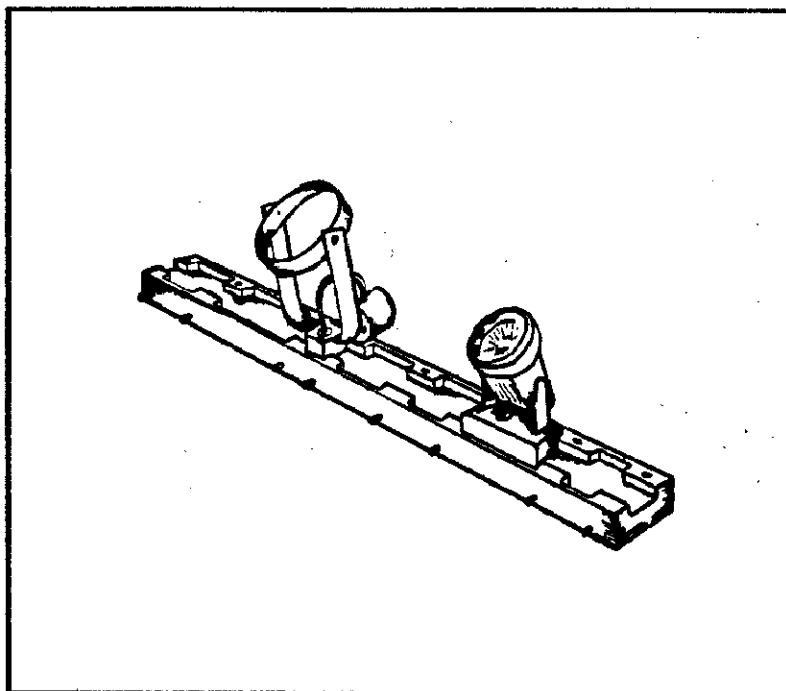


Figure A-8 : Illustration du système de rail à cavités. Les cavités épousent la forme du pied des réflecteurs, ce qui facilite leur insertion.

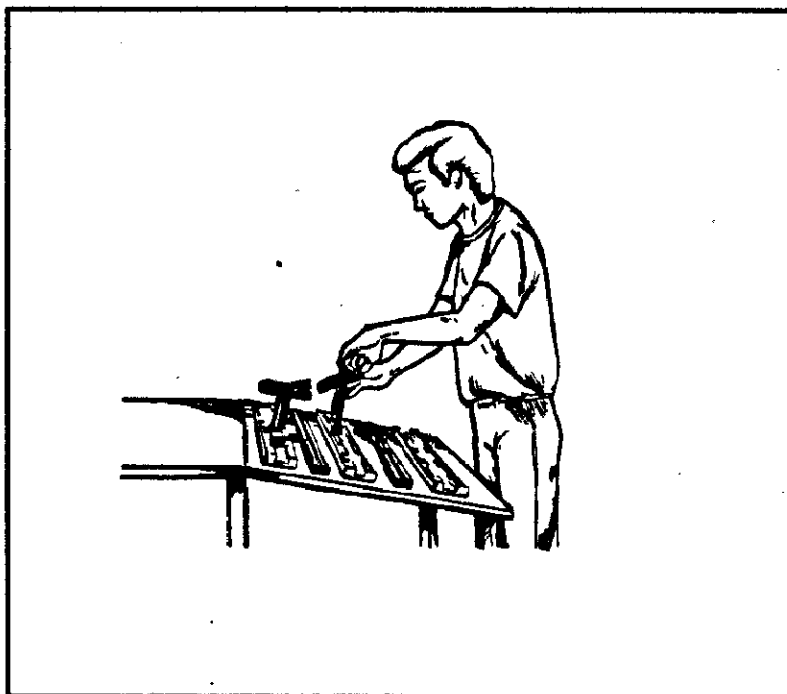


Figure A-9 : Illustration de la nouvelle table de test. Sont placés en alternance les rails à cavités et les rails traditionnels.

Enfin, pour régler les problèmes associés au test opérationnel pour les modèles de catégorie 2, il a été décidé de concevoir une nouvelle table qui permettrait d'améliorer les postures. Au terme du projet cette solution n'avait pas encore été implantée.

Quant au poste d'emballage, pour améliorer les problèmes liés à la manipulation du produit et du matériel (problèmes cotés de priorité 3), l'aménagement à ce poste a complètement été révisé. Une nouvelle table d'emballage a été fabriquée. Les journaux sont maintenant sur une tablette amovible au-dessus de la table et font face au travailleur, celui-ci n'a donc plus à se retourner pour saisir les journaux. La table est accolée à l'emballuse et au convoyeur et la position du gabarit est réglable selon la taille des boîtes. Le travailleur peut alors facilement tirer un panier à sa table et pousser la boîte pleine sous l'emballuse. Les boîtes de carton sont maintenant empilées sur cette même table à la droite, en avant du travailleur. Comme l'a montré le suivi effectué, ces diverses modifications ont eu comme impact d'améliorer les postures des épaules et du dos lors du travail d'assemblage en général.

Des efforts ont également été apportés pour trouver un nouveau procédé d'emballage afin de remplacer le papier journal source de douleurs aux poignets (problème coté de priorité 2). Plusieurs fournisseurs de produits d'emballage ont été contactés. Des essais ont été faits avec différents produits : papier à bulles, papier absorbant multicouche, papier fripé et coupé automatiquement par une machine, papier mousse... Au terme du projet aucune solution n'avait été retenue, les différents procédés essayés étaient jugés trop dispendieux. En fait, l'administration ne voulait pas rendre une décision car ils voulaient consacrer plus de temps et d'énergie pour régler ce problème commun à plusieurs postes de l'usine. Cet aspect a été transformé en projet à moyen terme; des recherches se poursuivent donc pour trouver une solution qui conviendrait.

Enfin, pour régler les difficultés associées aux actions de faire les boîtes (problème coté de priorité 2), des dispositions seront prises pour vérifier la qualité des boîtes qui, comme nous l'avons dit, était variable.

Tableau A-2 : Poste de l'emballage des projecteurs

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
Test			
1	Faire le test opérationnel (Voir explications dans le texte) (la plupart des modèles)	▸ Postures du poignet, de l'avant-bras et de l'épaule ▸ Force	▸ Conception du produit ▸ Dimension du poste
3	Faire le test diélectrique (voir explications dans le texte) (la plupart des modèles)	▸ Posture des épaules et du dos ▸ Travail statique	▸ Dimension du poste
3	Prendre et déposer le matériel, les outils, les produits (la plupart des modèles)	▸ Posture de l'épaule	▸ Alimentation en matériel ▸ Dimension du poste
3	Ensacher le produit (la plupart des modèles)	▸ Posture du poignet, des épaules et du dos	▸ Alimentation en matériel
2	Assembler les déflecteurs aux réflecteurs (modèle 2)	▸ Posture des épaules ▸ Force	▸ Conception du produit ▸ Dimension du poste
3	Faire le test opérationnel (modèle 2)	▸ Posture des poignets et des épaules ▸ Force	▸ Dimension du poste
Emballage			
2	Prendre le papier journal (tous les modèles)	▸ Mouvements des doigts et posture de l'épaule ▸ Force	▸ Conception du produit ▸ Alimentation en matériel
2	Faire les boîtes (modèle 3)	▸ Posture des doigts et des poignets ▸ Force	▸ Conception du produit
3	Prendre les boîtes et le produit (emballage), glisser la boîte sous l'emballuse	▸ Posture des épaules et du dos	▸ Alimentation en matériel ▸ Dimension du poste

Synthèse des problèmes et solutions proposées lors de l'analyse du poste

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉTAT DE RÉALISATION DES SOLUTIONS	ÉVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUE
► Nouveau rail éliminant la rotation et l'effort pour fixer le projecteur (pour les 2 modèles les plus fréquents) ► Rails disposés près du travailleurs sur la nouvelle table de travail pour améliorer la posture de l'épaule	► Implanté ► Implanté	► Nette diminution des contraintes posturales pour les 2 modèles fréquents; ► Postures moins contraignantes pour l'épaule pour les autres modèles; ► Élimination des efforts pour les 2 modèles fréquents.
► Combinaison des tests diélectriques et opérationnels sur un seul et nouveau rail disposé sur la nouvelle table. Le test diélectrique se fait automatiquement (à l'essai). ► Rapprochement du panier de l'opérateur (en attendant l'implantation finale)	► Sera fait dans un deuxième temps, quand le nouveau système de rails aura été mis à l'épreuve ► Nouvelle disposition du panier implantée	— ► Postures un peu moins contraignantes pour les épaules et le dos.
► Nouvelle table de travail pour rapprocher les sites de prise et de dépôt ► Section de convoyeur à rouleaux entre le grand convoyeur et la table	► Implanté	► Postures moins contraignantes de l'épaule pour prendre et déposer les outils et le matériel; postures similaires pour prendre et déposer le produit.
► Installation d'une ensacheuse avec une inclinaison adéquate	► Implanté	► Postures moins contraignantes du poignet, des épaules et du dos.
► Emballer le produit sans assembler les déflecteurs	► Boîtes trop petites, le travailleur continue à les assembler. À suivre.	—
► Conception d'une nouvelle table	► À faire	—
► Recherche d'une autre procédure pour emballer ► Journaux déposés sur une tablette amovible sur la table, face au travailleur (en attendant une autre façon d'emballer)	► Démarche à long terme, non terminée- Implanté mais doit être solidifiée	► Mouvement et posture similaires pour les doigts et les épaules ► Le travailleur n'a plus à se retourner pour prendre les journaux
► Vérifier la qualité des boîtes (???)	► À faire	—
► Table moins large, collée au convoyeur et à l'emballuse pour rapprocher l'opérateur de la zone de travail	► Implanté	► Postures moins contraignantes des épaules et du dos

3- Postes de filage (Postes 2 et 3 - usine 2)

Les postes 2 et 3 sont des postes de filage qui comportent des similitudes au niveau de l'activité de travail, des outils utilisés et de l'aménagement général. Il s'agit de deux postes où sont assemblés des systèmes de protection. Afin d'éviter les répétitions et pour souligner le caractère spécifique de chacun des deux postes, ils seront présentés conjointement. Précisons que chaque poste a fait l'objet d'une analyse complète et distincte, seule l'étape des solutions a permis de mettre en commun des concepts de solutions pouvant s'appliquer dans les deux cas.

3.1 Choix des postes

Au départ, c'est le poste 2 qui a soulevé l'intérêt du comité par la fréquence des accidents recensés dans ce département, pour la période comprise entre 1987 et 1992. De plus, il y a plusieurs postes de filage dans cette entreprise et déjà le groupe prévoyait élargir à d'autres postes l'expertise acquise lors de cette analyse. C'est dans cet esprit que l'analyse du poste 3 a été amorcée, le poste ayant été choisi en raison de sa similitude au poste 2 et aussi parce que l'entreprise entrevoyait la possibilité de jumeler ces deux départements. Le comité avait entre autre pour mandat, lors de l'analyse du poste 3, de vérifier si les solutions proposées au poste 2 s'appliquaient et si oui, dans quelles conditions. Comme il s'agissait, au niveau des solutions entrevues au poste 2, de commander une table de travail sur mesure et de la conception d'un nouvel outil à dégainer, il était important de s'assurer que le futur poste serait adapté à l'activité de travail des deux postes tout en étant le plus polyvalent possible.

3.2 Description des postes

L'assemblage des systèmes de protection est une tâche complexe qui nécessite une formation d'environ trois semaines à l'école de l'entreprise. Le produit final, sert de station de protection des circuits téléphoniques à l'entrée des édifices.

L'assemblage du produit des postes 2 (figure A-10) et 3 (figure A-11) peut se résumer en trois étapes principales : la préparation du câble, la mesure-coupe-dégaine des fils et la connexion des fils aux terminaux. Pour la préparation du câble, la travailleuse fixe le câble dans le boîtier à l'aide d'attaches en plastique ("tie wrap"), elle coupe la gaine du câble et développe les paquets de fils composant le câble, elle sépare les fils et elle fixe les paquets de fils autour du bloc de terminaux. Ensuite elle mesure, coupe et dégaîne les fils à l'aide d'un petit outil à dégainer. À la dernière étape, la travailleuse connecte les fils aux terminaux, avec un outil pneumatique qui enroule la partie du fil préalablement dénudé autour du terminal. La majorité des étapes de l'assemblage s'effectuent en position assise, à partir du convoyeur à rouleaux qui assure l'acheminement du produit aux autres postes du département. Les systèmes de protection sont placés, au poste précédent,

dans un support à base rotative dont le rôle est de faciliter la manipulation du produit qui, à cause du câblage, peut être très volumineux et lourd. Le temps de cycle pour un modèle 100 paires de fils au poste 2 est d'environ 90 minutes et au poste 3 de 40 minutes.

Les différences entre le poste 2 et 3 résident principalement au niveau des dimensions de l'objet de travail, le bloc de terminaux, et du mode vertical ou horizontal d'assemblage. Au poste 2, un bloc de 100 paires (figure A-10), mesure 8" de longueur et 4" de largeur, il s'assemble à l'horizontale, rangée par rangée. Au poste 3, le bloc (figure A-12) mesure 6" de longueur par 8" de largeur et il s'assemble à la verticale.

3.3 Entretiens et plan d'échantillonnage

Au poste 2, quatre travailleuses et le chef de groupe ont été rencontrés. Deux travailleuses rapportent des accidents à la région du poignet/main, tel un nerf pincé et des ligaments déchirés. Deux travailleuses éprouvent des douleurs, l'une au cou et l'autre au dos. Elles mentionnent à l'étape la plus difficile : le dégainage des fils et l'inconfort de la posture assise qui leur procure un sentiment d'instabilité, car elles doivent travailler à la hauteur maximale de leur chaise (figure A-13), et qu'il faut constamment monter et descendre sa chaise pour être à la bonne hauteur de travail. Les travailleuses semblent en effet adapter leur hauteur de travail pour avoir une posture confortable des membres supérieures. Pour assembler un bloc, elles modifient la hauteur de leur chaise 3 à 4 fois, les figures A-14 et A-15 illustrent différentes hauteurs de l'assise, soit une hauteur intermédiaire et une plus basse.

Au poste 3, trois travailleuses et le chef de groupe ont été rencontrés. Deux travailleuses ont eu des accidents, l'une à l'épaule et l'autre au coude. Elles éprouvent toutes des douleurs à la région poignet-avant-bras-coude en plus d'en ressentir soit à l'épaule et au dos, au dos ou au cou selon la personne. Il y a consensus au niveau de l'étape la plus difficile, car toutes ont mentionné le modèle fabriqué à partir de fils 22. Le fil 22 étant d'un calibre plus gros, toutes les étapes de travail exigent davantage d'efforts de la part des travailleuses. De plus, elles ont insisté sur l'inconfort de la posture assise attribuable aux limites de réglage des chaises et à la compression des jambes sous le convoyeur.

La synthèse des entretiens a permis au comité d'élaborer son plan d'échantillonnage. Au poste 2, une travailleuse expérimentée procédant à l'assemblage du modèle considéré le plus difficile, un modèle 100 paires, a accepté d'être filmée. Au poste 3, deux travailleuses expérimentées ont été filmées, l'une assemblant un modèle courant (fil de calibre 24) et l'autre un modèle considéré le plus difficile (fil de calibre 22).

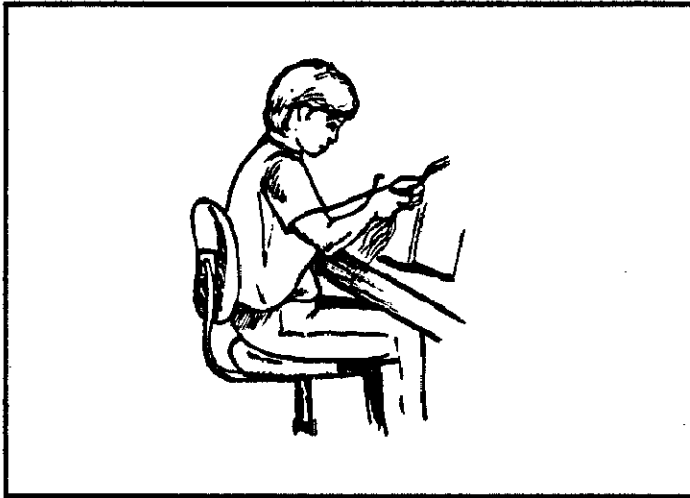


Figure A-10 : Poste 2, vue d'ensemble du poste. Le bloc de terminaux à ce poste mesure 8" de long par 4" de large et il s'assemble rangée par rangée.

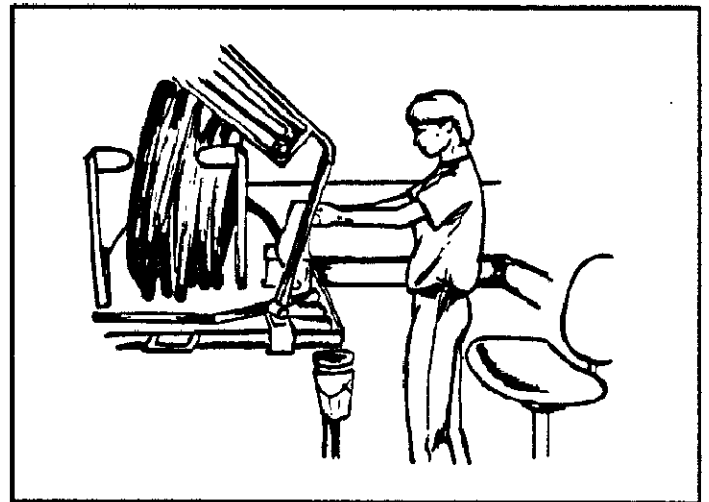


Figure A-11 : Poste 3, vue d'ensemble du poste. La travailleuse préfère être debout pour exercer les forces nécessaires à la préparation du câble.

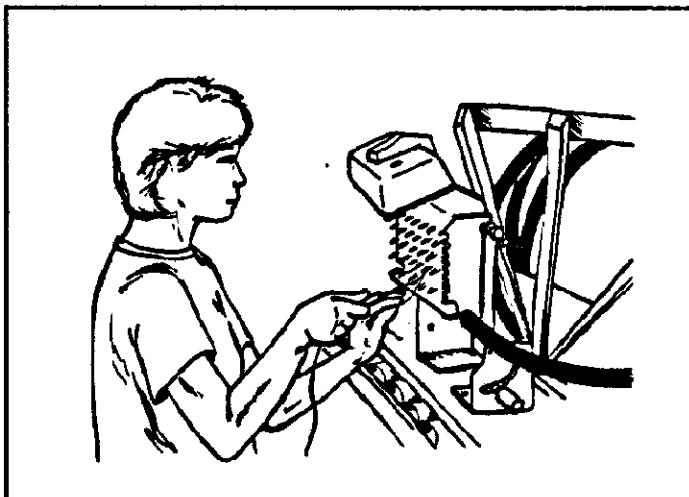


Figure A-12 : Poste 3, le bloc de terminaux à ce poste mesure 6" de long par 8" de large et il s'assemble colonne par colonne.



Figure A-13 : Poste 2, hauteur de l'assise à son maximum.

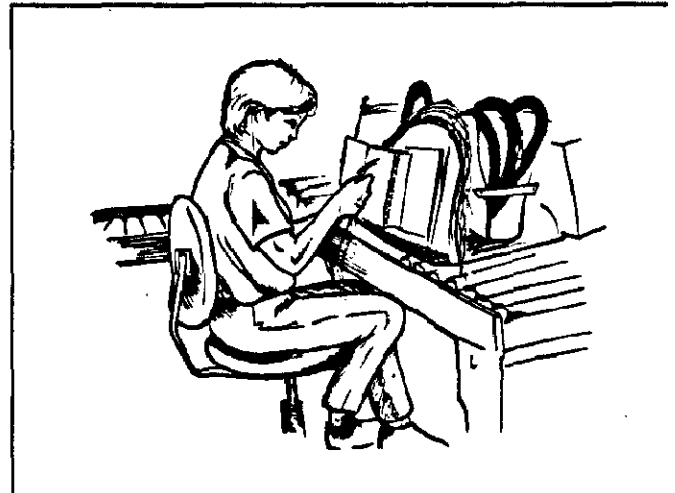


Figure A-14 : Poste 2, hauteur intermédiaire de l'assise.

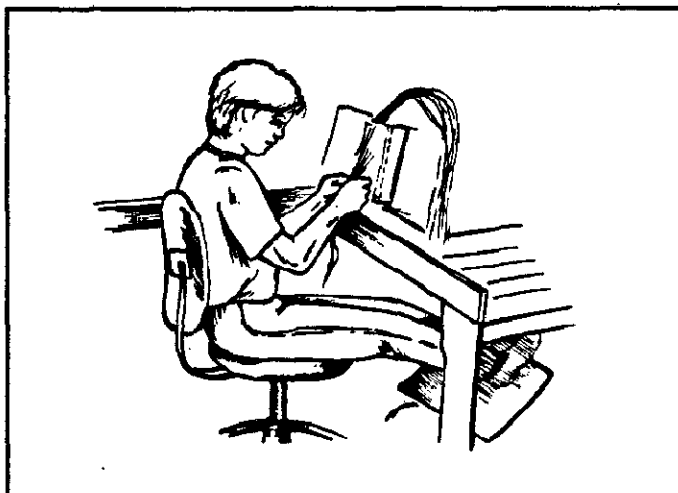


Figure A-15 : Poste 2, hauteur minimum de l'assise.

3.4 Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation

Le tableau A-3 pour le poste 2 et le tableau A-4 pour le poste 3, présentent dans ses premières colonnes, les actions par ordre de priorité, les facteurs de risque correspondants et leurs déterminants. Il ressort de l'analyse de chacun des deux postes que les trois grandes étapes de l'assemblage ont été priorisées ainsi que l'ajustement de la hauteur de l'assise, considéré dans ce cas au même titre qu'une action. Les facteurs de risque, d'un point de vue global, occasionnent des postures contraignantes au cou, au poignet dominant, aux épaules et au dos, des pressions mécaniques à la main et aux cuisses, l'exercice de force et du travail statique des membres supérieurs. Ces facteurs de risque se rapportent en résumé à l'aménagement du poste, à la dimension du produit et aux outils à dégainer. Voici par ordre de priorité et pour chacun des postes, les actions, les contraintes qui y sont associées et leurs déterminants.

Les actions de priorité 1 sont identiques pour les postes 2 et 3. La première de ces actions concerne l'ajustement de la hauteur de la chaise face aux terminaux. L'aménagement général du poste 2 et 3 présentent d'importantes similitudes. Dans les deux cas, la table de travail est un convoyeur sur lequel s'achemine le système de protection à assembler. La travailleuse s'assoit face au bloc de terminaux pour procéder à l'assemblage, le dessus du convoyeur se situe à une hauteur de 33". La zone d'assemblage a une hauteur maximale, au-dessus du convoyeur d'environ 12". Par ailleurs, les différences entre les deux postes résident surtout au niveau de l'objet de travail, le bloc. Au poste 2, la connexion de fils s'effectue à l'horizontale, plutôt qu'à la verticale comme au poste 3. De plus, la zone d'assemblage à partir du convoyeur, a une hauteur minimale de 4" au poste 2 et de 10" au poste 3. Ces différences ont pour effet que les travailleuses du poste 2 doivent modifier fréquemment la hauteur de leur chaise au cours de l'assemblage, parce que la surface d'assemblage couvre environ 8" de long. Alors que les travailleuses du poste 3 ajustent leur chaise, une seule fois, au début du processus de l'assemblage.

Il résulte de la hauteur des surfaces de travail et de l'accès sur le produit aux deux postes des contraintes similaires qui peuvent être pires dans le cas du poste 2, en raison de la fréquence des réglages. De plus, la taille des travailleuses va influencer le type de contraintes posturales. Les travailleuses de petite taille doivent hausser leur chaise au maximum pour assembler le haut du bloc, ce qui leur procure un sentiment d'instabilité surtout lorsqu'elles doivent exercer des forces. Elles ont le haut des jambes compressé par le rebord inférieur du convoyeur (figure A-13). L'appuie-pieds même inversé sur son côté le plus haut ne peut-être atteint que du bout des pieds, réduisant ainsi son rôle de support. La durée de ces postures inconfortables représente 50% du temps de cycle pour les travailleuses de petite taille au poste 2 et toute la durée du cycle au poste 3. Les travailleuses plus grandes ont mentionné qu'une chaise dont la plage d'ajustement serait

plus étendue, les aiderait à se positionner plus bas lors de l'assemblage, réduisant ainsi les contraintes posturales au niveau du cou.

La deuxième action de priorité 1, concerne le dégainage et la coupe des fils (figure A-13) pour les postes 2 et 3. Cette étape de l'assemblage implique du travail statique au niveau des membres supérieurs par le maintien des avant-bras en position de travail sans appui et la répétition des mêmes gestes tout au long du quart de travail, c'est-à-dire plus de 4 modèles 100 paires à dégainer et à couper par jour. Au niveau des outils à dégainer et couper, il en existe deux modèles dans l'entreprise qui sont utilisés, selon le choix de la travailleuse, aux deux postes. Les deux types d'outils génèrent des pressions mécaniques au niveau de la paume de la main et du pouce, des postures contraignantes au niveau du poignet et l'exercice de force lors de la coupe et du dégainage des fils. L'exercice de force pour couper et dégainer s'accroît avec l'augmentation du diamètre du fil.

La seule action de priorité 2, similaire aux deux postes, porte sur la préparation du câble, étape du tout début de l'assemblage. Fixer le câble autour du boîtier, avec des attaches en plastique ("tie wrap"), implique des postures contraignantes des épaules et du dos (figure A-16), car l'accès sur le produit est difficile. De plus, il faut exercer de la force pour s'assurer que les fils du câble ne se déplaceront pas au cours de l'assemblage ces problèmes étant reliés à la conception même du produit.

Finalement, l'action d'enrouler les fils ou la connexion des fils aux terminaux, a été retenue à chaque poste, mais n'a pas été cotée de la même façon par le comité. En effet, pour le poste 2 cette action est de priorité 2 et pour le poste 3 cette action a été cotée de priorité 3. La séquence des actions lors de l'assemblage diffère d'un poste à l'autre. En effet, au poste 2, il y a l'étape du dégainage de tous les fils et ensuite tous les fils sont connectés, alors qu'au poste 3, il y a dégainage d'une colonne de fils suivi de la connexion de ces fils. Ainsi les contraintes au niveau du travail statique des membres supérieures (figure A-17) existent aux deux postes, en raison de l'accès sur le produit, mais se présentent différemment dans la séquence des gestes de travail.

3.5 Recherche de solutions

Les tableaux 3 et 4, présentent l'essentiel des propositions adoptées lors de la recherche de solutions, pour les postes 2 et 3. La recherche de solutions s'est développée autour de deux axes principaux, soit l'amélioration de l'aménagement général du poste et parallèlement de l'outil de travail.

La recherche de solutions concernant l'aménagement général du poste a débuté lors de l'analyse du poste 2 alors que plusieurs scénarios de solutions ont été élaborés. Un premier scénario porte sur la réduction de la hauteur, de la portion du convoyeur qui sert de table de travail. Cette solution n'a pas été retenue pour le poste 2, car elle offrait

qu'une amélioration partielle de la posture assise et ne modifiait en rien l'ajustement fréquent de la hauteur de l'assise. De plus, elle introduisait des problèmes d'acheminement des systèmes, sur des convoyeurs de hauteur non uniforme.

Le comité a donc décidé d'explorer d'autres avenues de solution. Puisque les travailleuses doivent suivre le bloc au cours de l'assemblage, 8" de long par 4" de large, si les dimensions du bloc étaient inversées (4" de long X 8" de large), il était raisonnable de penser que la fréquence d'ajustement de la hauteur de l'assise serait réduite. D'un point de vue théorique peut-être, mais les travailleuses du comité ont tôt fait d'expliquer aux ingénieurs du comité que les problèmes d'apprentissage seraient importants, car il s'agit d'une tâche complexe et que les fils doivent se connecter à un endroit bien spécifique sur le bloc.

Alors le comité a envisagé la nécessité de remplacer une partie du convoyeur actuel par une table de travail. La recherche d'une table adaptée à l'activité de travail comportait plusieurs objectifs dont la réduction des contraintes posturales, des fréquents ajustements de la hauteur de l'assise et de l'exercice de la force. Il était important aussi que cette table soit polyvalente afin qu'elle puisse servir à d'autres postes en cas d'arrêt de ce type de production. Au départ, les spécifications principales de la table sont : d'être réglable en hauteur de façon continue, de permettre aux travailleuses de conserver les pieds au sol et de comporter un plateau qui facilitera la manipulation des systèmes.

La détermination des caractéristiques dimensionnelles, du choix de son mécanisme et du plateau de la table ont nécessité plusieurs simulations. La première simulation a porté sur la hauteur limite de l'assise et de la table, en fonction de la taille des travailleuses actuelles et du produit du poste 2. Cet exercice a permis de fixer la plage de réglage de la table de 23" à 35" en hauteur et la hauteur minimale de la chaise à 14". La deuxième simulation concernait le mécanisme de la table. Le choix du mécanisme pneumatique de la table s'est effectué sur la base d'une comparaison entre différents systèmes, selon des critères tels que : une manipulation simple, la possibilité de travailler avec des systèmes de poids considérables et variables (poste 2 et 3), la fiabilité et la sécurité. De plus, la possibilité de doter la surface du plateau de travail de billes rétractables a été évaluée (figure A-18). Ces billes devaient faciliter la manipulation des systèmes lors des transferts et de la préparation du câble et une fois les billes rétractées, à conserver une bonne adhérence du produit sur la table au moment de l'assemblage. Finalement, il y a eu la détermination de l'emplacement des billes sur la surface du plateau. Il a été décidé après simulation de l'acheminement et de l'évacuation des systèmes que toute la surface du plateau comporterait des billes, afin de ne pas introduire de nouvelles contraintes posturales et de pouvoir placer et évacuer les systèmes (poste 2 et 3) sur tous les côtés de la table.



Figure A-16 : Poste 2, fixer le câble implique des postures contraignantes des épaules et du dos.

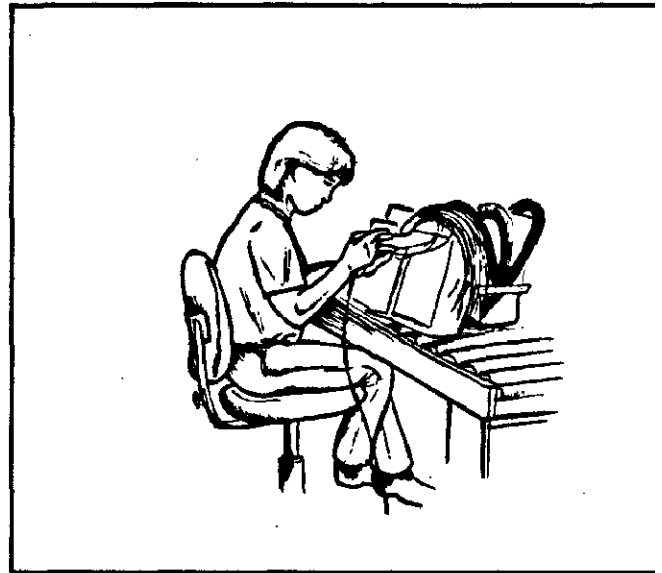


Figure A-17 : Poste 2, la connexion des fils implique du travail statique des membres supérieurs.

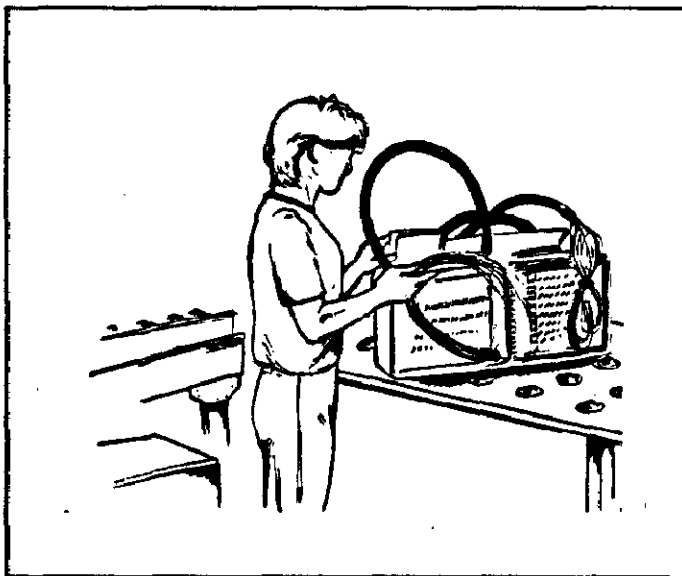


Figure A-18 : Essais portant sur la manipulation d'un bloc sur une table à billes.

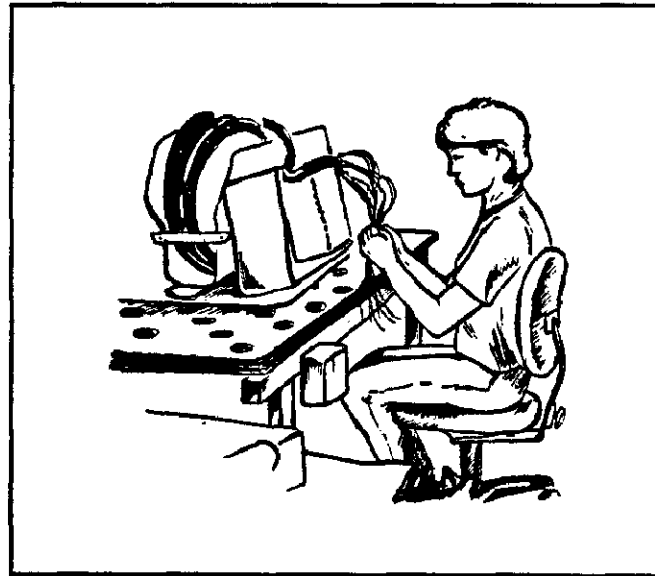


Figure A-19 : Table de travail réglable en hauteur, de façon pneumatique, et dont le plateau de travail est muni de billes rétractables, pour faciliter la manipulation du bloc.

Enfin, la proposition de solutions retenue par le comité, pour le poste 2, comporte quatre aspects principaux au niveau de l'aménagement général du poste. Il s'agit de remplacer la zone du convoyeur servant à l'assemblage par une table de travail. Cette table (figure A-19) est réglable en hauteur de façon continue à l'aide d'un système pneumatique. Le plateau de la table de travail comporte des billes rétractables, ainsi lorsque les billes sont actionnées, il devient possible de manipuler le système simplement en le glissant. La chaise de travail doit pouvoir s'abaisser à 14" du sol, si non un repose-pieds sera fourni et un chariot à hauteur variable pour l'acheminement et l'évacuation des systèmes vers le poste du test. Ce chariot a pour avantage de s'ajuster facilement à la hauteur de la table, pour que les travailleuses n'aient pas à exercer de force lors du transfert du système sur le chariot.

Pour le poste 3, deux propositions de solutions ont été formulées. La première proposition de solution, consiste à faire pivoter le support du bloc pour faciliter l'insertion des fils lors de la préparation du câble et à abaisser le bloc afin d'améliorer la posture de travail. En effet, réduire la hauteur du plan de travail permet également de réduire la hauteur de la chaise et les contraintes qui y sont associées, comme les pressions mécaniques au niveau des cuisses et la sensation d'instabilité. Puisque les travailleuses conservent la même hauteur de travail tout au long de l'assemblage, il n'est pas indispensable d'avoir recours à une table dont la hauteur varie en continue. Il est suggéré également de doter ces postes de chaises dont la plage d'ajustement conviendrait autant aux travailleuses de grande que de petite taille et d'appuie-pieds, pour les travailleuses de petite taille, car le convoyeur conserve sa hauteur initiale d'environ 33". Par ailleurs, le comité maintient que pour une solution plus complète aux problèmes posés par l'aménagement général, il est préférable d'adopter la même table de travail qui a été développée pour le poste 2. Cette deuxième alternative de solution offre plus de flexibilité aux travailleuses dans le choix de leurs postures de travail et ce à toutes les étapes de l'assemblage. De plus, la majorité pourront travailler les pieds au sol, ce qui leur permet d'avoir une meilleure prise lors de l'exercice de force et une meilleure stabilité.

L'amélioration de l'outil de travail a été amorcée au poste 2. Une nouvelle série d'entretiens portant sur l'outil afin de mieux cerner les difficultés engendrées a été faite auprès des travailleuses du poste 2. Les raisons qui expliquent pourquoi certaines travailleuses préfèrent l'outil noir ou rouge ont été davantage détaillées en vue de cerner les caractéristiques que devrait comporter l'outil idéal. Ensuite, le comité a essayé de trouver sur le marché, l'outil idéal, soit un outil léger et peu encombrant qui dégaîne et coupe deux fils à la fois, sans efforts et sans postures contraignantes. Parallèlement à cette recherche, une équipe de mécaniciens ont procédé à des modifications des outils existants, ces outils étaient ensuite essayés par les travailleuses. Finalement aucune de ces démarches n'a donné les résultats escomptés. Les ergonomes ont demandé à une équipe d'ingénieurs de l'IRSST de concevoir un nouvel outil qui réduirait l'exercice de force et les postures contraignantes. L'outil a été développé par cette équipe qui a

travaillé de concert avec des ingénieurs de l'université de Sherbrooke et du CRIQ, selon les méthodes propres à l'ingénierie simultanée (Benoît et Al, 1993). Le comité d'ergonomie et les travailleuses des deux départements du poste 2 et 3 ont été impliquées dans les étapes de développement de ce nouvel outil.

3.6 État des réalisations au terme du projet et suivi effectué

Comme l'indiquent les tableaux 3 et 4, il y a eu raffinement et concrétisation de certains éléments de solution, mais l'implantation globale des solutions préconisées par le comité d'ergonomie, est reportée au réaménagement des départements des postes 2 et 3.

Dans le département du poste 2, une table de travail (figure A-19) répondant aux spécifications du comité est installée pour que les travailleuses puissent l'essayer. Elles se disent satisfaites de la table.

Au poste 3, l'angle de rotation, vers l'avant, du support du bloc a été augmenté afin de faciliter la préparation du câble, il faut maintenant effectuer la même modification sur les autres postes. Par contre, il n'a pas été possible d'abaisser la hauteur du bloc en modifiant le support tel que prévu. Cette constatation invalide la première proposition qui visait une amélioration des contraintes posturales en réduisant la hauteur du bloc. L'entreprise projette donc l'adoption de la deuxième proposition, c'est-à-dire la solution proposée pour le poste 2, comprenant la table et le chariot réglable en hauteur.

Pour les postes 2 et 3, il y a eu développement d'un nouvel outil qui a été testé par quatre travailleuses des deux postes. Cet outil correspond aux attentes des travailleuses du point de vue de sa légèreté et de la réduction des efforts pour couper et dégainer. De plus, l'outil est intéressant car il permet d'utiliser toute la main pour exercer l'effort. Au terme des essais, il subsiste des améliorations à apporter au niveau de son confort dans la main et de sa fiabilité. Ensuite, il sera produit et implanté au niveau des départements des deux postes analysés. D'autre part, le service de l'inspection a vérifié la performance du nouvel outil afin que celui-ci n'altère pas la qualité du produit.

Le comité avait aussi conseillé l'ajout d'appuie-bras aux chaises des deux postes analysés afin de leur permettre d'alléger la charge de travail statique aux membres supérieurs. Les travailleuses croient que ces appuie-bras vont gêner leurs mouvements et ne souhaitent pas que cette solution soit implantée.

Tableau A-3 : Poste 2 - Synthèse des problèmes

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
1	Durant les actions de dégainage et de connexion des fils, il faut ajuster fréquemment la hauteur de la chaise, pour bien se positionner le long du bloc	Selon la hauteur de l'assise et de la taille de la travailleuse : ▸ Posture du cou ▸ Pressions mécaniques au-dessus et sous les cuisses ▸ Inconfort marqué des travailleuses aux hauteurs maximales	▸ Accès sur le produit ▸ Surfaces de travail
1	Dégainer et couper les fils (Skinning)	▸ Travail statique des membres supérieurs ▸ Posture du poignet dominant ▸ Exercice de force ▸ Pressions mécaniques à la main	▸ Accès sur le produit ▸ Conception du produit (type et qualité du fil) ▸ Outil
2	Enrouler fil sur le terminal (Wire wrapping)	▸ Travail statique des membres supérieurs	▸ Accès sur le produit
2	Préparer câble (Dressing)	▸ Posture des épaules et du dos ▸ Force	▸ Accès sur le produit ▸ Conception du produit
2	Séparer les fils 2 à 2 et les enrouler	▸ Posture du poignet	▸ Méthode de travail
3	Prendre matériel	▸ Posture des épaules et du dos	▸ Alimentation en matériel

Annexe 1 : Analyse ergonomique de 5 postes de travail

et solutions proposées lors de l'analyse du poste

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉTAT DE RÉALISATION DES SOLUTIONS
▶ Remplacement du convoyeur actuel par une table dont la hauteur est variable de façon continue, de 23" à 35", à l'aide d'un mécanisme pneumatique ▶ Surface de la table constituée d'un système à billes rétractables afin de pouvoir positionner et manipuler le bloc sans exercice de force ▶ Circulation des blocs entre les différents postes, en aval et en amont, est assurée par des chariots à hauteur variable, pouvant s'adapter à la hauteur de la table ▶ Chaise de travail dont la hauteur minimale sera de 14", afin que les pieds soient dans la majorité des cas au niveau du sol, si non un repose-pieds sera fournit	▶ Au terme du projet, le réaménagement prévu n'a pas encore été effectué donc les convoyeurs existants sont toujours en fonction ▶ Une table de travail répondant aux spécifications du comité a été installée dans le département et essayée par les travailleuses. Cette table est appréciée par les travailleuses
▶ Conception d'un nouvel outil mieux adapté pour le travail	▶ L'outil a été testé par 4 travailleuses. Selon les commentaires des travailleuses, les exigences de force sont réduites, l'outil est léger et adapté aux contraintes de l'activité. À la suite des essais, des améliorations mineures doivent être effectuées ▶ Outil avec les améliorations requises prêt à être fabriqué
▶ Munir la chaise d'appui-bras	▶ Travailleuses ne veulent pas d'appui-bras qu'elles trouvent trop encombrants et peu pratiques du fait des mouvements continus des bras
▶ Système à billes intégré au plateau de la table permet d'orienter le bloc à volonté, afin d'obtenir un meilleur accès sur le produit	▶ Table munie d'un système à billes
▶ Adoption d'un nouveau mode opératoire	▶ Nouveau mode opératoire adoptée d'emblée par la majorité des travailleuses
▶ Rapprocher le matériel de la table de travail	▶ Le rapprochement du matériel sera entièrement complété lors du réaménagement

Tableau A-4 : Poste 3 - Synthèse des problèmes

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
1	Pour les actions de dégainage et de connexion des fils, il faut ajuster la hauteur de la chaise, pour bien se positionner face au bloc	Selon la hauteur de l'assise et la taille de la travailleuse : ▸ Posture du cou ▸ Pressions mécaniques au-dessus et sous les cuisses ▸ Inconfort marqué des travailleuses aux hauteurs maximales	▸ Accès sur le produit ▸ Surfaces de travail
1	Dégainer et couper les fils (Skinning)	▸ Travail statique des membres supérieurs ▸ Posture du poignet dominant ▸ Exercice de force ▸ Pressions mécaniques à la main	▸ Accès sur le produit ▸ Conception du produit (type et qualité du fil) ▸ Outil
2	Préparer câble (Dressing)	▸ Posture des épaules et du dos ▸ Force	▸ Accès sur le produit ▸ Conception du produit
3	Enrouler fil sur le terminal (Wire wrapping)	▸ Travail statique des membres supérieurs	▸ Accès sur le produit

Annexe 1 : Analyse ergonomique de 5 postes de travail

et solutions proposées lors de l'analyse du poste

SOLUTIONS PROPOSÉES	ÉTAT DE RÉALISATION DES SOLUTIONS
Première proposition : ▶ Modifier le support du bloc afin de pouvoir abaisser et pivoter la boîte des terminaux ▶ Chaises de travail dont la plage de réglage permet aux travailleuses de différentes tailles de bien se positionner et appuis-pieds adéquats Deuxième proposition : ▶ Adopter la solution proposée pour le P.E.T. (Table dont la hauteur est réglable automatiquement, plateau de la table munie d'un système à billes, chariot pour transporter les blocs entre les stations de travail)	▶ Modification du support du bloc qui lui assure un angle de pivotement vertical plus grand ▶ Il a été impossible techniquement d'abaisser le support
▶ Conception d'un nouvel outil mieux adapté pour le travail, identique à celui proposé pour le P.E.T., car les actions relatives au filage sont identiques	▶ L'outil a été testé par 4 travailleuses. Selon les commentaires des travailleuses, les exigences de force sont réduites, l'outil est léger et adapté aux contraintes de l'activité. À la suite des essais des améliorations mineures doivent être effectuées ▶ Outil avec les améliorations requises prêt à être fabriqué
Première proposition : ▶ Support dont l'angle d'inclinaison est orienté vers l'avant Deuxième proposition : ▶ Système à billes permet d'orienter le bloc afin d'obtenir un meilleur accès sur le produit	▶ Support a été modifié à un poste de travail à titre d'essai
▶ Munir la chaise d'un appui-bras	▶ Travailleuses ne veulent pas d'appui-bras qu'elles trouvent trop encombrants et peu pratiques du fait des mouvements continus des bras

4- Poste du couvercle (Poste 4 - usine 2)

4.1 Choix du poste

L'ingénieure responsable de l'aménagement du poste de la pose du couvercle, également membre du comité d'ergonomie, a demandé au comité d'analyser ce poste à la suite de l'automatisation de l'opération d'ensachage du produit. En effet, l'installation de la nouvelle ensacheuse comporte la mise en place d'un convoyeur qui modifie l'activité et l'aménagement du poste précédent, soit la pose du couvercle. Certains travailleurs déclaraient avoir des problèmes d'adaptation à leur nouvelle station de travail et qu'avec le temps ils pourraient développer des problèmes à l'épaule ou au dos, compte tenu de l'emplacement du convoyeur. Le comité d'ergonomie a profité du fait que ces modifications étaient récentes et qu'il était possible d'effectuer des réajustements, donc d'agir à titre préventif, pour procéder à l'analyse de ce poste.

4.2 Description du poste

Ce poste, tel qu'illustré par la figure A-20, s'inscrit dans le processus de production d'une prise téléphonique murale. Il s'agit de la dernière étape de l'assemblage, juste avant l'emballage de la prise téléphonique. L'assemblage du produit peut se résumer en trois étapes principales : l'approvisionnement en matériel, la pose du couvercle et le dépôt de la prise sur le convoyeur de l'ensacheuse. Pour l'approvisionnement en matériel, le travailleur prend des bacs, contenant des boîtiers ou des couvercles, sur une étagère située à proximité du poste. Ensuite, il transporte et vide ces contenants sur sa table de travail, formant ainsi deux amoncellements de pièces. Pour la pose du couvercle le travailleur est assis à sa table de travail et il insère le couvercle au boîtier par une pression de la main. À la dernière étape, il dépose l'assemblé sur la courroie du convoyeur, à sa droite ou à sa gauche selon la station de travail. Il existe deux modèles produits, l'un qui s'insère dans le mur, le modèle 1, et un autre qui se place à la surface du mur, le modèle 2.

4.3 Entretiens et plan d'échantillonnage

Au moment des entretiens deux travailleurs et le chef d'équipe ont été rencontrés. Aucun accident n'avait été rapporté depuis l'installation de ce nouveau poste, soit une période d'environ 4 mois de fonctionnement sporadique de l'ensacheuse en raison de son rodage. Les travailleurs disent n'éprouver, depuis le début, aucune douleur à ce poste. Ils mentionnent, tous les deux, à l'étape la plus difficile deux sources d'inconfort : les torsions faites lors du dépôt de l'assemblé sur le convoyeur et l'approvisionnement en matériel car les contenants sont lourds et placés souvent sur les tablettes du haut de l'étagère.

Sur la base de ces informations les deux travailleurs réguliers du poste ont été filmés lors de l'assemblage des deux modèles produits.

4.4 Identification des facteurs de risque, des déterminants et priorisation

Le tableau A-5 présente les actions retenues par le comité par ordre de priorité, les facteurs de risque correspondants et leurs déterminants. Il ressort de l'analyse que les actions d'aller chercher le matériel sur les étagères et de déposer la prise sur le convoyeur ont été cotées de priorité 1 en raison des facteurs de risque identifiés. L'action prendre pièces a été jugée de priorité 2 et insérer les vis de priorité 3. Les priorités attribuées à ces deux dernières actions, font davantage référence à des irritants reliés à l'aménagement de la table de travail et à la conception du produit que le comité a estimé important de corriger.

Pour l'action d'aller chercher le matériel sur étagère, de priorité 1, la manutention des contenants de pièces occasionne l'exercice de force et des postures contraignantes au niveau des épaules et du dos. Ces difficultés s'expliquent, en ce qui concerne la force, par le poids des contenants (26 lbs pour 200 boîtiers), et pour les contraintes posturales, par l'utilisation de la tablette du haut (figure A-21) et du bas comme espace d'entreposage des pièces ainsi que par la taille des contenants. De plus, l'espace pour se déplacer avec les contenants est encombré en plus d'être restreint par la présence d'une colonne. Ces difficultés ont été mentionnées à plusieurs reprises lors des entretiens.

Pour l'action de déposer la prise sur le convoyeur, de priorité 1, des postures contraignantes au niveau des épaules et du dos ont été observées. La répétition de ces postures est importante compte tenu du temps de cycle, d'environ 6 secondes. Au niveau des épaules, le convoyeur étant plus haut que la table de travail, le travailleur doit hausser les épaules pour déposer une pièce sur le convoyeur. Ces contraintes sont plus marquées lorsque le travailleur va porter la prise plus en avant ou en arrière sur le convoyeur. Les contraintes sont marquées également pour le modèle 2, car il doit placer deux objets avec précision sur le convoyeur, afin de prévenir les incidents au niveau de l'ensacheuse. Ces deux objets sont, la prise et son sachet d'adhésif.

Au niveau du dos, des torsions au moment du dépôt de la pièce sur le convoyeur ont été observées. La table d'assemblage étant perpendiculaire au convoyeur, le travailleur doit faire pivoter sa chaise ou faire une torsion pour déposer une pièce sur le convoyeur. De plus, les variations dans l'espace disponible sur la courroie du convoyeur pour aller porter la pièce influence l'adoption de certaines postures du dos. Ces variations de l'espace disponible dépendent de la fréquence des arrêts de l'ensacheuse et des portions de courroie déjà occupées par les pièces produites par l'autre travailleur. Plus le travailleur doit aller porter la pièce loin derrière lui, plus les torsions s'accroissent (figure A-22). Pour

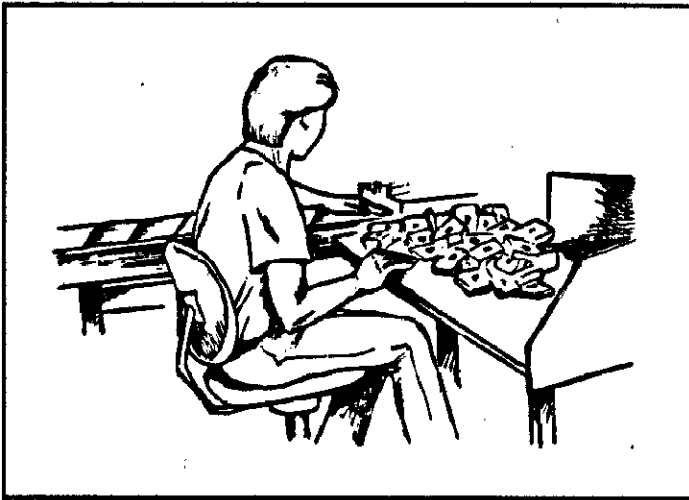


Figure A-20 : Vue d'ensemble du poste.

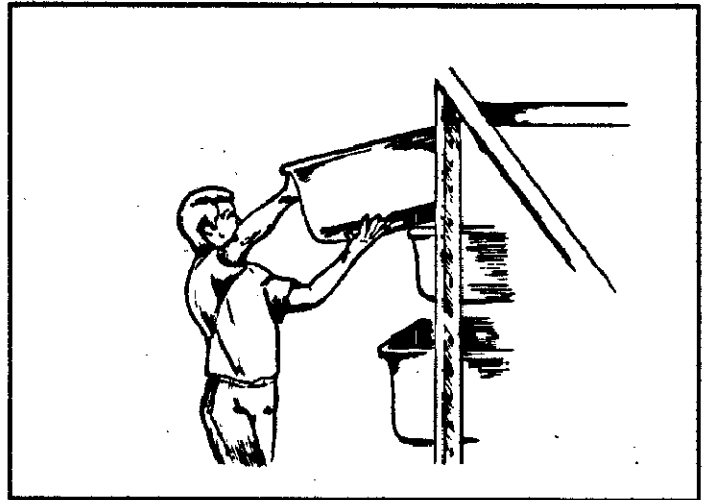


Figure A-21 : La prise du matériel en haut de l'étagère exige de la force et occasionne des contraintes aux épaules et au dos.

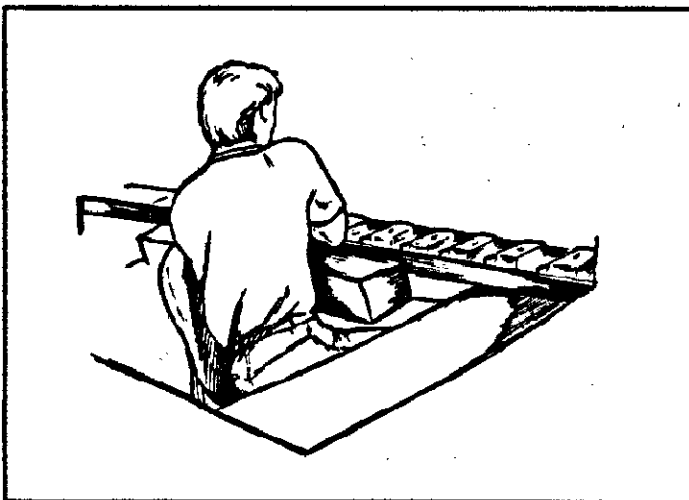


Figure A-22 : Le dépôt de la pièce sur le convoyeur, vers l'arrière, peut occasionner des torsions du dos.

certains travailleurs cette situation nuit à l'adoption d'un rythme constant et d'une méthode de travail régulière.

L'action prendre pièces sur la table de travail, de priorité 2, peut induire des contraintes posturales au niveau des épaules et du dos, lorsque le matériel est hors de la zone d'atteinte du travailleur. Les surfaces de travail ont été aménagées de façon temporaire lors de l'installation de l'ensacheuse et les pièces s'accumulent parfois aux extrémités de la table.

Finalement, l'action de réinsérer les vis, de priorité 3, ne présente pas de facteur de risque mais nuit à l'adoption d'un rythme de travail uniforme et à la manipulation des couvercles du modèle 1, selon les travailleurs. En effet, les vis déjà insérées automatiquement au poste précédent ne restent pas en place et le travailleur doit les récupérer et les réinsérer avant de déposer les prises sur le convoyeur.

4.5 Recherche de solutions

Le tableau A-5 présente les trois étapes principales qui résument le processus de réaménagement du poste. La première étape a consisté en l'élaboration de la proposition de solution du comité et à la simulation de cette proposition. La simulation a porté sur un prototype d'une nouvelle table qui a été placée pour quelques jours dans le département. Ces essais ont suscité des discussions au niveau de l'ensemble du personnel du département, car la table prototype ne faisait pas l'unanimité. Le personnel du département a donc décidé de répliquer à la proposition du comité par l'élaboration et l'implantation de leurs propres solutions. Finalement, le comité a effectué un suivi avec les travailleurs du poste afin d'évaluer l'impact au niveau des facteurs de risque du nouveau réaménagement.

4.6 Proposition de solutions du comité d'ergonomie et simulation

Le comité a élaboré une proposition de solutions, présentée au tableau A-5, visant à réduire les facteurs de risque et les problèmes rencontrés pour chaque action priorisée lors de l'analyse du poste. La recherche de solutions a porté sur les deux problèmes principaux, soit l'approvisionnement en matériel et le dépôt de la prise sur le convoyeur.

La recherche de solutions concernant l'action, aller chercher le matériel sur étagère, avait pour objectifs de réduire les postures contraignantes et l'exercice de force. Le comité a fait des propositions concernant différents aspects de la prise des pièces. La première vise l'emplacement des pièces qui pourrait être mitoyen entre le poste en amont et celui des couvercles, par l'intermédiaire d'une étagère à double entrée placée entre les deux postes. Ainsi les travailleurs du poste en amont entreposeraient d'un côté et les

travailleurs de couvercles s'approvisionneraient de l'autre. De plus, les tablettes du haut et du bas seraient réservées au matériel plus léger, tels les couvercles, tandis que les boîtiers seraient placés au centre. Par ailleurs, le poids des contenants peut être diminué en réduisant le nombre de pièces par contenant et en utilisant des contenants plus légers. Cette question a été longuement discutée avec le chef d'équipe et le travailleur du poste, car la réduction du nombre de pièces par contenants signifie une augmentation de la fréquence des déplacements pour se réapprovisionner et elle implique une nouvelle base chiffrée pour le comptage des pièces. Pour contourner ces difficultés, le comité propose d'utiliser des contenants de dimensions réduites, fait de matériel plus léger et une réduction du nombre de pièces (100 au lieu de 200) par contenants. S'ajoutent à ces changements des chariots pour acheminer ces contenants au poste de travail. Ces chariots permettraient l'entreposage de plusieurs contenants pour éviter au travailleur de se déplacer fréquemment.

Pour l'action, déposer la prise sur le convoyeur, le comité afin de réduire les contraintes aux épaules et les torsions du dos propose de placer le travailleur face au convoyeur de l'ensacheuse. D'autres solutions avaient été envisagées qui comportaient différents systèmes de convoyeurs qui reliaient le poste étudié au poste en amont, mais qui ont été rejetées compte tenu des coûts et de l'espace disponible. La conception d'une nouvelle table, mieux adaptée, correspondait à un compromis acceptable pour les membres du comité, partagés entre une plus grande automatisation et la situation actuelle. Pour concevoir cette table les membres du comité ont utilisé un grand carton sur lequel les zones d'atteintes du travailleur étaient dessinées ainsi que l'emplacement des pièces. À l'étape du prototype, les caractéristiques de la table comportaient : un rétrécissement dans sa partie centrale afin de conserver le travailleur dans sa zone optimale de travail pour le dépôt de la prise, la même hauteur que le convoyeur actuel pour éviter les haussements d'épaules. De plus, il est nécessaire d'y adjoindre une chaise à hauteur réglable et un appui-pieds pour compenser la hauteur plus élevée de la table.

Pour l'action, prendre pièces, la table serait pourvue sur les côtés de supports à inclinaison variable pour que les contenants de pièces soient placés à la verticale.

Pour éviter d'avoir à réinsérer les vis, il faut modifier l'orifice des vis du couvercle au niveau du poste précédent, ce qui selon les ingénieurs de production est facilement réalisable.

À la suite de cette proposition, il y a eu la construction d'un prototype de la table (figure A-23) et sa mise à l'essai dans le département. Les propositions portant sur la manutention des contenants, leur mode d'entreposage et d'acheminement n'ont pas été testées. Il s'agissait donc d'une première étape de la procédure de mise à l'essai de la proposition de solution du comité. Deux travailleurs réguliers du poste ont procédé aux essais, ces travailleurs n'avaient pas participé aux activités du comité d'ergonomie. Selon

eux, la profondeur de la table était trop réduite, elle ne permettait pas d'accumuler des pièces sur la table et de poursuivre l'assemblage des prises lorsqu'il y avait arrêt du convoyeur. Ils trouvaient les contenants placés aux extrémités de la table trop éloignés. Les contenants proposés, plus petits, ne contenaient pas assez de pièces (100 composantes au lieu de 200) ce qui les obligeaient à se lever fréquemment.

Cette proposition de solution ne convenait pas à tous les travailleurs en rotation sur ce poste et elle a suscité une remise en question de la méthode de travail adoptée à ce poste. Le personnel du département s'est réuni pour discuter d'une nouvelle méthode de travail et du type de réaménagement qui conviendrait mieux à leur poste de travail.

4.7 Solutions adoptées par le personnel du département

Le tableau A-5 résume les principaux éléments de la proposition des membres du département. Au départ, la nouvelle méthode de travail adoptée par le département comporte deux types d'aménagement selon le modèle produit. Pour le modèle 1, l'aménagement existant est conservé. Ce modèle représente 50% de la production et est considéré comme le plus facile. Pour le modèle 2, la tâche a été scindée en deux étapes, soit l'assemblage du couvercle et le dépôt de la prise et de l'adhésif sur le convoyeur. Par exemple, un des deux travailleurs réguliers assemble le couvercle au boîtier de la prise, il occupe une des deux tables d'assemblage actuelles et il dépose les prises dans un contenant qu'il transférera sur un chariot. Le travailleur qui a pour fonction d'alimenter le convoyeur vient s'approvisionner en pièces à cet endroit. Ensuite celui-ci s'assoit face et à l'extrémité du convoyeur, un contenant de prises et d'adhésifs de chaque côté de lui, sa tâche consistant à déposer ces deux pièces sur le convoyeur, figure A-24.

À la suite de l'implantation de la nouvelle méthode de travail mise au point par le personnel du département, le comité d'ergonomie a poursuivi sa démarche par une évaluation des changements effectués au poste. Cette étape a permis d'aborder d'autres aspects de la situation de travail moins formalisés par le personnel du département. Ainsi, il y a eu des discussions avec les travailleurs réguliers concernant des améliorations au niveau de la manutention des pièces et de la table actuelle de travail. Les recommandations du comité portant sur la manutention sont sensiblement les mêmes que celles reformulées par le département, sauf qu'il s'avère impossible d'implanter l'étagère à double entrée faute d'espace et de réduire le nombre de pièces par contenant. Au niveau de la table de travail, le personnel trouverait avantageux qu'elle soit plus profonde et que les côtés du plan incliné qui sert aux couvercles soient haussés de quelques pouces afin de prévenir la chute du matériel. La pièce de carton mise autour de la table devrait être remplacée par une structure permanente. L'armature métallique qui sert d'appuie-pieds pourrait être enlevée et remplacée par un véritable appuie-pieds.

4.8 Évolution du facteur de risque

Au terme de ce projet, plusieurs éléments de la proposition de réaménagement n'ont pu être implantés, en raison du déménagement de ce département. Les stations de travail ont été filmées, mais la comparaison des facteurs de risque a porté uniquement sur les étapes du dépôt de la prise sur le convoyeur, pour le modèle 2. Pour cette action, il y a une réduction marquée des contraintes au niveau des épaules et du dos. En effet, le travailleur placé face et à proximité de son plan de travail ne doit plus effectuer de torsions du dos ou de flexions marquées des épaules.

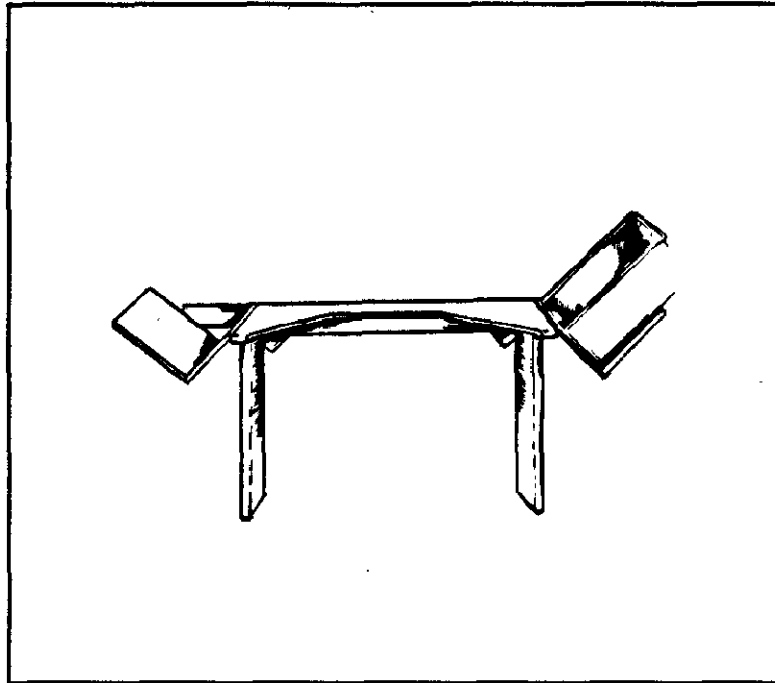


Figure A-23 : Prototype de la table d'assemblage mise à l'essai dans le département.

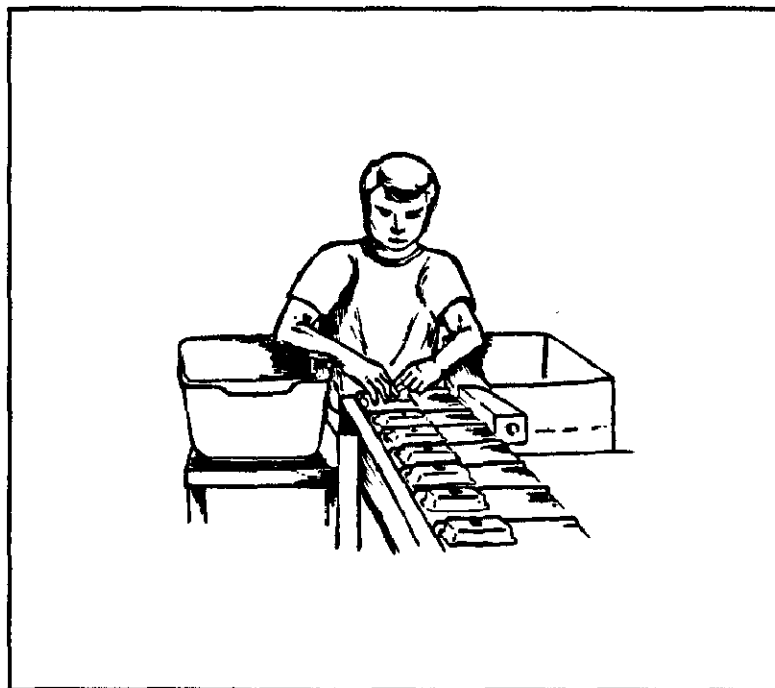


Figure A-24 : Aménagement du dépôt de la prise, du modèle 2, conçu par les travailleurs du département.

Tableau A-5 : Poste 4 - Synthèse des problèmes

PRIORITÉ	ACTIONS	FACTEURS DE RISQUE	DÉTERMINANTS
1	Aller chercher matériel sur étagère	▸ Posture des épaules et du dos ▸ Force	▸ Alimentation en matériel
1	Déposer prise sur convoyeur	▸ Posture des épaules et du dos	▸ Disposition relative des surfaces de travail
2	Prendre pièces	Selon la quantité de matériel sur la table : ▸ Possibilité de postures contraignantes des épaules et du dos	▸ Surfaces de travail
3	Réinsérer vis	▸ Aucun du point de vue musculosquelettique, mais cette action nuit, selon les travailleurs, à l'adoption d'un rythme de travail et à la manutention des couvercles	▸ Conception du produit

Annexe 1 : Analyse ergonomique de 5 postes de travail

et solutions proposées lors de l'analyse du poste

PROPOSITION DE SOLUTIONS ET SIMULATION	SOLUTIONS ADOPTÉES PAR LE PERSONNEL DU DÉPARTEMENT	ÉVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUE
▶ Étagères à double entrée servant, aux travailleurs du poste en amont pour faire passer le matériel aux travailleurs du poste ▶ Réserver les tablettes du haut et du bas pour les couvercles qui sont plus légers ▶ Réduire les dimensions et le poids des contenants et ainsi le nombre de pièces par contenant ▶ Transporter les pièces à l'aide de chariots	▶ Compte tenu de l'espace restreint, l'installation d'étagères à double entrée n'a pu être réalisée ▶ Éviter d'utiliser les tablettes du haut et du bas des étagères d'entreposage ▶ Choisir des contenants plus légers ▶ Réduire l'encombrement au poste de travail afin de faciliter les déplacements ▶ Transporter les pièces à l'aide de chariots	▶ Au terme du projet, ces propositions n'ont pu être mises en place car le département a été déménagé dans une autre usine
▶ Concevoir table de travail en forme de demi-lune pour travailler face au convoyeur : ▶ Le rétrécissement de la partie centrale sert à conserver le travailleur dans la zone optimale de travail ▶ Ajuster la table à la même hauteur que le convoyeur ▶ Chaise à hauteur réglable et appui-pieds pour compenser la hauteur plus élevée de la table	▶ La table en demi-lune a été refusée, par certains travailleurs, car elle introduisait des sources d'inconfort et ne permettait pas l'accumulation du produit assemblé, lors des arrêts de la ligne ▶ Le département a opté pour l'amélioration de la table actuelle par l'augmentation de la profondeur de son plateau, afin de permettre l'accumulation du matériel ▶ Le dépôt de la prise pour le modèle-2 se fait désormais, de face, à l'extrémité du convoyeur et le dépôt des boîtiers du modèle-1 n'est pas modifié	Lors du dépôt de la prise du modèle-1 : ▶ Situation demeure identique ▶ Les autres modifications n'ont pu être exécutées Modèle-2 : ▶ Réduction marquée des contraintes aux épaules et au dos ▶ Espace restreint pour les jambes
▶ Installer des supports à inclinaison variable pour que les contenants de pièces soient placés à la verticale, de chaque côté de la table	▶ Placer un rebord autour de la table et hausser les cotés du plan incliné, pour empêcher le matériel de tomber sur le sol	▶ Ces propositions n'ont pu être mises en place avant le déménagement du département
▶ Modifier l'orifice des vis du couvercle pour les empêcher de tomber lors de l'assemblage	▶ Modifier l'orifice des vis du couvercle pour les empêcher de tomber lors de l'assemblage	▶ Au terme du projet ces propositions n'ont pu être mises en place car le département a été déménagé dans une autre usine

ANNEXE II

Intervention des ergonomes lors des deux derniers postes analysés

Tableau A-6 : Synthèse des commentaires des ergonomes - Usine 1

	Module 1 : Entretiens	Module 4 : Présentation de la fiche synthèse	Module 2 : Plan d'échantillonnage	Module 3 : La grille d'analyse, le découpage en actions
Poste 2	14 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Variations cadence - Variations matériaux, équipements - Questions/douleurs - Confidentialité 4 interventions pour faciliter le déroulement	2 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : Importance des informations sur les caractéristiques des travailleurs Aucun ajout d'information	7 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - il faut expliquer complètement ce qu'est le plan d'échantillonnage - importance de voir différents modèles et différents travailleurs - si les problèmes différent, il faut voir différents modèles - on filme des travailleurs différents, si les méthodes sont différentes - on peut prioriser les différents modèles à observer	9 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Les principes généraux pour le choix des actions - La procédure lorsqu'il y a répétitions d'actions - La procédure pour les activités connexes - La procédure à suivre pour remplir la grille Aucune intervention d'animation
Poste 3	3 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Variations/cadence - Questions/douleur 3 interventions pour faciliter le déroulement	Aucune intervention reliée à la méthode ou à la formation Un seul ajout d'information pour préciser une douleur au poignet	3 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - il faut expliquer à nouveau la notion de plan d'échantillonnage - liens entre les entretiens et la planification des observations Interventions visant à réduire le nombre de modèles	3 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Les principes pour le découpage en actions - La procédure lorsqu'il y a répétition d'actions Aucune intervention d'animation
Évolution	Diminution des interventions de type "méthode/formation". L'étape des questionnaires est bien intégrée. Les difficultés reliées surtout aux questions sur les variations au niveau des équipements (matériaux), de la cadence et aux questions reliées aux douleurs.	Dès le poste 2, la présentation des entretiens ne pose pas de problèmes majeurs, la fiche-synthèse semble bien comprise.	Au poste 3, la notion de plan d'échantillonnage est encore mal comprise. Le groupe ne sait comment enchaîner après les entretiens. Difficultés à citer les modèles qui seront étudiés.	L'animation pour cette étape est très bien intégrée. Entre les deux postes, les questions des participants diminuent. Il n'y a pas de problèmes majeurs pour cette étape. Mais certains thèmes reviennent : demande de précisions sur les principes du découpage en actions et demande d'explication pour les actions connexes.

Tableau A-6 : Synthèse des commentaires des ergonomes (suite), Usine 1

	Module 3 : La grille d'analyse, identification des facteurs de risque	Module 4 : Fiche synthèse (priorisation et déterminants)
Poste 2	4 réunions portent sur cette étape. Réunion 1 : 16 interventions de type "méthode/formation" - Il faut, en réponse à une question de membres du groupe, à peu près tout expliquer. - Comment s'y prendre pour remplir la grille. - Les différentes postures du poignet, la pronation/supination de l'avant-bras, la différence entre flexion et torsion du cou, la notion de prise s'applique seulement quand il y a une force, définition des pressions mécaniques. Pour les 3 autres réunions, le nombre d'interventions de type "méthode/formation" est moins nombreux (respectivement 3, 5 et 8). Il faut systématiquement réexpliquer le fait que la prise s'applique uniquement quand il y a force et définir les pressions mécaniques. Il y a des questions adressées aux experts sur des cas précis, ces questions diminuent avec les réunions. Au niveau animation, à la première réunion, il faut questionner pour aider les gens à remplir la grille, par la suite l'animation pour le remplissage de la grille est prise en charge. Il faut expliquer pourquoi on doit voir différents modèles, comment procéder pour les autres modèles. Dans certains cas, il y a des interventions de questionnement dans le but d'accélérer le déroulement.	Trois réunions pour cette étape Réunion 1 : 15 interventions de type "méthode/formation" Il faut tout expliquer : le but de la fiche-synthèse, définir la notion de déterminants, expliquer les cotes pour la priorisation, expliquer qu'on doit retenir uniquement les actions à risque, comment on doit s'y prendre pour décrire les problèmes associés aux actions à risque. Pour les deux autres réunions, les interventions de type "méthode/formation" diminuent (respectivement 4 et 0). Les interventions sont reliées le plus souvent au choix des déterminants. Dans un cas, on a oublié de mentionner les pressions mécaniques comme un problème. Au niveau animation, à la réunion-1 il y a plusieurs interventions (10), elles ont pour but de questionner pour aider à réaliser cette étape ou alors il s'agit d'interventions visant à faire réduire les cotes choisies par le groupe.
Poste 3	4 réunions portent sur cette étape Réunion 1 : 9 interventions de type "méthode/formation" Il faut expliquer les postures de pronation/supination, les postures de l'épaule, les différences entre la flexion et l'abduction, expliquer la catégorie-1, expliquer la nomenclature pour les membres inférieurs, définir la notion de pressions mécaniques. Pour les trois autres réunions, le nombre d'interventions de type "méthode/formation" diminue (respectivement 5, 0, 0). À la réunion-2, il faut expliquer la pronation-supination, les cas spéciaux où il y a des efforts avec les doigts et pressions mécaniques au niveau des jambes. Pour ce poste, il y a moins de questions relatives à des cas particuliers. Au niveau animation, pour compléter la grille il n'y a aucun problème. Cependant, les ergonomes doivent intervenir systématiquement pour intégrer les sources de variations. Il faut indiquer quand et comment on doit observer un autre travailleur ou un autre modèle.	Trois réunions pour cette étape Réunion 1 : 5 interventions de type "méthode-formation" Il faut aider pour le choix des déterminants, expliquer sur quoi se baser pour prioriser Aux deux autres réunions, le nombre d'interventions de type "méthode/formation" diminue (respectivement 2 et 0). On revient sur les critères de priorisation et les raisons pour lesquelles différents modèles sont étudiés. On explique que les déterminants sont interreliés entre eux. Au niveau de l'animation, il faut guider le groupe. On semblait ne pas savoir quand il était temps de compléter l'étape de priorisation.
Évolution	Il y a une évolution entre les postes, il faut cependant rappeler des notions de base lors du dernier poste. Les notions de prise, la relation force-prise et la pronation/supination sont les éléments qui posent problèmes. Avec le temps on sollicite moins l'avis des ergonomes. Pour le remplissage de la grille, l'animation est prise en charge. Il y a un	Entre les deux postes le nombre d'interventions de type "méthode/formation" diminue, donc plusieurs notions ont été assimilées. Au dernier poste, on doit revenir sur les notions de déterminants et sur les critères de priorisation. Quand il y a plusieurs

Tableau A-7 : Synthèse des commentaires des ergonomes - Usine 2

	Module 1 : Entretiens	Module 1 : Présentation de la fiche synthèse	Module 2 : Plan d'échantillonnage	Module 3 : Le découpage en actions
Poste 3	7 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Variations/matériaux, équipements - Variations/cadence - Durée des douleurs dans les 12 derniers mois Plusieurs questions d'expert pour faire préciser les réponses (24) 9 questions reliées aux variations 3 questions reliées à la cadence Interventions pour accélérer le déroulement (15) 7 interventions reliées aux douleurs	3 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Comment les travailleurs répondent à des questionnaires - Le but des entretiens - Différences entre travail prescrit et travail réel 5 commentaires visant à préciser l'information rapportée	3 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Qu'il faut maintenant choisir qui et quoi filmer - La transition, les liens entre les entretiens et le plan d'échantillonnage Aucune intervention d'animation	6 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Les principes généraux pour le choix des actions - La procédure lorsqu'il y a répétitions d'actions Bien que l'animatrice soit présente, les ergonomes assurent l'animation. Il y a 22 interventions d'animation, il y a plusieurs questions pour aider les gens à opérer. 6 commentaires d'expert - Ex : Expliquer pourquoi il faut diverses prises de vue, pourquoi on considère divers modèles.
Poste 4	4 interventions de type "méthode/formation" - Une intervention reliée à la confidentialité - Trois interventions reliées à la cadence Une seule question d'expert	Aucun commentaire ou ajout d'information	Aucune intervention de type "méthode/formation" 3 interventions d'animation: pour endorcer la prise de décision sur le choix des modèles et des travailleurs à filmer. La notion qu'il faut filmer différents modèles, différents travailleurs semble bien comprise.	2 interventions de type "méthode/formation" Expliquer : - Quoi faire avec les activités connexes (ex. activités d'approvisionnement) - Différences droite vs. gauche Aucune intervention d'animation
Évolution	Diminution des interventions de type "méthode/formation". Au dernier poste, les questionnaires semblent bien intégrés. Les difficultés sont reliées surtout aux questions sur les variations avec les matériaux/équipement et avec la cadence.	Au dernier poste, la présentation des entretiens ne pose pas de problèmes, la fiche- synthèse semble bien comprise	Au dernier poste, la notion de plan d'échantillonnage semble bien comprise	Diminution des interventions de formation, il n'y a pas vraiment de problèmes avec cette étape. Pour le découpage en actions, l'animation est bien intégrée.

Tableau A-7 : Synthèse des commentaires des ergonomes (suite) - Usine 2

	Module 3 : La grille d'analyse, identification des facteurs de risque	Module 4 : Fiche synthèse (priorisation et déterminants)
Poste 3	6 Interventions de type "méthode-formation" Expliquer : - Les critères choisis pour la posture de l'épaule - La pronation-supination - La relation entre prise et force - La notion de travail statique L'animatrice est absente, les ergonomes assument l'animation pour cette étape	6 Interventions de type "méthode-formation" Expliquer : - Le but de cette étape - Le concept de déterminant - La signification des cotes - 1,2,3 - Le fait que l'ergonomie s'intéresse aussi aux problèmes de production Les ergonomes font plusieurs interventions d'animation (32) pour aider le groupe à remplir cette fiche, pour aider à choisir quelles actions retenir.
Poste 4	Il y a deux réunions pour cette étape Réunion-1 10 Interventions de type "méthode-formation" Expliquer - Les critères pour la posture de l'épaule - Le seuil pour la flexion du cou - Comment traiter les variations dans le cycle - Comment faire quand la posture varie en fonction de la production - Que la grille est basée sur une évaluation subjective de la force Les ergonomes font beaucoup d'interventions d'animation (14) même si l'animatrice est présente Réunion-2 5 Interventions de type "méthode-formation" Expliquer - Les différences entre force et pressions mécaniques - Les catégories pour la posture des épaules Les ergonomes font très peu d'interventions d'animation	4 Interventions de type "méthode-formation" Expliquer - Que l'étape consiste à faire ressortir les plus gros problèmes - Qu'il est utile de se référer à la grille quand on réalise cette étape - Qu'il est normal de retrouver plusieurs déterminants pour un facteur de risque Très peu d'interventions d'animation
Évolution	Même après le quatrième poste, il y a encore des problèmes avec la grille. Les critères pour la posture des épaules doivent être précisés, les notions de force et pressions mécaniques ne semblent pas claires. L'animation de cette étape est mal intégrée, difficultés pour fonctionner lors du remplissage de la grille. Le groupe semble cependant avoir une compréhension globale de l'étape d'identification des facteurs de risque.	Pour cette étape, l'animation est prise en charge. Au quatrième poste, il y a moins de notions de base à expliquer. Les principes de base de l'étape de priorisation semblent être compris même si certains rappels sont requis

Tableau A-8 : Usine 1 : Comportement du groupe lors de la recherche de solutions pour le dernier poste étudié

	Animation	Discussion/solutions
Réunion 1	L'animateur ouvre la réunion en inscrivant les actions de priorité 1 qu'on doit régler en premier. - Présente un ordre du jour - Organise bien le déroulement - Fait des synthèses périodiques - Fait une synthèse finale à la fin de la réunion.	Dans la discussion des solutions les membres du groupe: - Anticipent les incidents reliés à la circulation de paniers - Tiennent compte des exigences du travail d'équipe - Considèrent les tâches connexes
Réunion 2	L'animateur ouvre la réunion en faisant une synthèse de la réunion précédente et en présentant un ordre du jour. - Fait plusieurs activités de synthèse - Un peu de difficulté pour orienter le déroulement.	Dans la discussion des solutions les membres des groupes : - Anticipent les incidents - Intègrent les variations - Considèrent les caractéristiques de l'activité - Recherchent un spécialiste à consulter sur un problème spécifique
Réunion 3	L'animateur ouvre la réunion avec un ordre du jour. Il fait des synthèses périodiques. - Certaines difficultés dans le déroulement lorsqu'on doit changer d'un sujet à l'autre.	Les membres du groupes ; - Tiennent compte des variations au niveau des modèles, des facteurs de risque, des questions de santé/sécurité, - Moins de référence à l'activité
Réunion 4	L'animateur ouvre la réunion en faisant le lien avec la réunion antérieure, il fait plusieurs activités de synthèse et oriente bien le déroulement des discussions	Les membres du groupe: - Intègrent les variations au niveau des modèles, mais peu de références à l'activité
Réunion 5	L'animateur ouvre la réunion avec un ordre du jour et fait un suivi de la réunion antérieure. Au terme de la réunion, il planifie la réunion suivante.	Aucune discussion sur de nouvelles solutions
Réunion 6	L'animateur ouvre avec un ordre du jour, il fait plusieurs activités de synthèse, il oriente bien le déroulement. Il annonce la prochaine réunion	Les membres du groupe: - Intègrent les variations au niveau des modèles, les facteurs de risque, la santé/sécurité, la complexité que doit gérer l'opérateur.
Réunion 7	C'est une réunion de bilan. L'animateur présente un ordre du jour, il fournit un document qui résume les développements. Périodiquement, il fait plusieurs activités de synthèse	Aucune discussion sur de nouvelles solutions.

Tableau A-9 : Usine-2 : Comportement du groupe pour la recherche de solutions au dernier poste étudié

	Animation	Discussions/solutions
Réunion 1	L'animateur est absent, l'animation est faite par un membre du groupe.	Le groupe propose des solutions techniques: aides à la manutention, convoyeurs complexes
Réunion 2	L'animateur ouvre la réunion en rappelant les actions de priorité 1. Il fait des synthèses périodiques et il oriente bien le déroulement. Il propose des hypothèses de travail et délègue des actions au groupe.	Les observations sont manquantes
Réunion 3	L'animateur ouvre la réunion avec un ordre du jour et fait le lien avec la réunion antérieure. Il fait des synthèses périodiques et planifie la prochaine réunion	Dans la discussion des solutions les membres du groupe: - Considèrent l'importance des zones tampon - Les facteurs de risque - Certaines caractéristiques de l'activité - Réfèrent peu aux incidents qui pourraient être reliés à des solutions techniques
Réunion 4	L'animateur ouvre la réunion avec un ordre du jour et fait des liens avec la réunion précédente. Il établit des critères pour nous guider dans le choix des bacs. Il oriente bien le déroulement	Pas de discussion sur de nouvelles solutions
Réunion 5	L'animateur est absent, il est remplacé par un membre du groupe.	Dans la discussion des solutions, les membres du groupe: - Considèrent les facteurs de risque, les variations entre travailleurs, les problèmes reliés à l'encombrement et certaines caractéristiques de l'activité
Réunion 6	L'animateur ouvre avec un ordre du jour, fait des pauses-synthèse, oriente la discussion et délègue des actions.	Aucune discussion sur de nouvelles solutions

**Commentaires des ergonomes lors
de la recherche de solutions
pour les deux derniers postes analysés
dans chaque entreprise**

Compatibilité avec l'activité et impacts sur les méthodes de travail

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2, 23/11/93,64

Le groupe discute de la conception d'un gabarit ("Jig") qui est peu utilisé car il est encombrant. L'ergonome souligne qu'il sera difficile de modifier le gabarit de façon à ce qu'il soit davantage utilisé par les travailleurs.

Us-1, p-2, 23/11/93,34

On discute d'une opération d'assemblage pour laquelle il y a un gabarit peu utilisé. L'ergonome demande si le gabarit est peu utilisé parce que cela ralentit le travail.

Us-1,p-2,23/11/93,36

On discute d'une activité faite avec un gabarit; l'ergonome demande aux travailleurs du poste s'ils seraient prêts à utiliser un gabarit modifié pour vérifier si cela vaut la peine de travailler cette avenue de solution.

Us-1, p-2, 30/11/93,34

On discute de l'insertion d'une douille avec un outil spécifique, l'ergonome rappelle que pour cette action, l'opérateur a besoin de bien voir alors que la solution discutée nuirait aux exigences de vision.

Us-1,p-2,30/11/93, 35

On parle d'un bâton pour fixer la douille, l'ergonome souligne qu'il se peut que le bâton soit non utilisé car cela ajouterait des actions: prendre et déposer le bâton.

Us-1, p-2, 30/11/93/44

On développe sur l'utilisation d'un gabarit (jig), l'ergonome rappelle que pour qu'il soit utilisé, il faut un mécanisme simple et rapide.

Us-1, p-2 16/12/93,15

On discute d'un gabarit pour l'insertion de la douille, l'ergonome souligne que la solution discutée pose problèmes car cela nuirait au contrôle visuel requis pour certains modèles.

Us-1, p-2 , 21/12/93,103

On parle d'un problème relié à la connexion des terminaux, l'ergonome souligne que la solution proposée ne résoudrait pas le problème car l'opérateur devrait quand même tenir les extrémités, ce qui entraînerait des pressions mécaniques

Us-1, p-2 21/12/93

On parle d'utiliser un bâton pour fixer la douille, l'ergonome demande si un tel bâton ne serait pas trop encombrant pour l'opérateur

Us-1, p-2, 2/11/93,75

On parle de faire circuler le matériel non pas en panier mais à l'unité. L'ergonome souligne qu'il faut une zone d'accumulation pour permettre aux travailleurs de faire leurs activités secondaires comme par exemple monter des boîtes

Us-1,p-2, 16/11/93, 16-19

On parle de déplacer une machine vers le centre de la table, l'ergonome demande si le fait que la machine soit centrée va faciliter les activités.

Us-1,p-2,16/11/93,92

On cherche à comprendre pourquoi les travailleurs prennent appui sur l'abdomen pour effectuer une opération d'assemblage, l'ergonome demande si cela est dû au fait que l'opération demande une bonne stabilité.

Us-1, p-2, 23/11/95,56

On discute de la possibilité d'améliorer un gabarit, l'ergonome rappelle qu'il faut une orientation bien précise que requiert l'activité.

Us-1, p-2, 23/11/93, 57

On discute d'un bâton pour fixer une douille à l'intérieur du réflecteur, l'ergonome souligne qu'il faut une forme compatible avec l'activité. Il faut qu'il soit suffisamment long pour accéder au fond du "housing".

Us-1,p-2,30/11/93,63

On discute d'une pince pour une action de connexion des fils aux terminaux, l'ergonome souligne qu'il ne faut pas nuire à la précision requise pour cette activité.

Us-1, p-2, 23/11/93,59

On parle d'une autre façon de fixer la douille, l'ergonome souligne que cette solution faciliterait l'activité car il n'y aurait plus de grandes exigences de précision.

Us-1, p-2, 21/12/93

On discute de la forme d'un nouveau gabarit, l'ergonome souligne qu'une des formes proposées est très avantageuse car comme elle est moins encombrante elle offre plus d'espace pour les travailleurs pour cette activité.

Us-1,p-2,25/1/94,27

On cherche une façon de régler les problèmes avec les transformateurs aux longs fils. Une idée amenée veut que les travailleurs coupent et dégainent eux-mêmes les fils. L'ergonome intervient pour dire que si ces opérations sont faites manuellement par les opérateurs il n'y a pas de gain réel.

Us-1,p-2,23/11/93,42 m

On discute d'une nouvelle façon d'assembler une douille, l'ergonome souligne que l'idée avancée est avantageuse car elle permettra de travailler dans n'importe quelle direction, l'opération présente est limitée car le travail ne peut être fait que dans une seule direction.

Us-1,p-2,30/11/93,29

On discute d'installer un régulateur de pression pour les outils pneumatiques. L'ergonome mentionne qu'il faudra alors donner de la formation et montrer aux gens comment l'ajuster.

Us-1,p-2,16/12/93,16

On parle de l'idée d'utiliser un outil, un bâton pour insérer la douille à l'intérieur du réflecteur; l'ergonome souligne qu'il n'est pas favorable à l'idée d'avoir un outil dans la main lorsqu'on a des manipulations à faire.

Us-1,p-2,16/12/93,85

En réponse à un travailleur qui dit que même si on aménage bien les postes , à la longue les bonnes méthodes se perdent. L'ergonome rappelle que lorsque l'on modifie un poste il est souvent important de donner de la formation et de faire un bon suivi.

Us-1,p-2,21/12/93

On veut rendre une opération plus facile, on discute de l'idée d'intégrer une rondelle (washer) entre deux pièces que l'on doit glisser l'une sur l'autre. L'ergonome souligne que la rondelle est mince et qu'elle pourra être difficile à installer pour les travailleurs

Usine 1, Poste 3

Us-1, P-3, 26/4/94, 10-11

On discute de la disposition de tables qu'on ne veut plus collées mais séparées, l'ergonome souligne que la solution est peu réaliste car les tables doivent être rapprochées car il y a beaucoup d'interactions entre les deux travailleurs du poste.

Us-1, p-3, 3/5/94, 31

On discute d'une solution qui implique de travailler successivement avec des lots de modèles différents; l'ergonome souligne que la solution est peu réaliste car dans la réalité un même lot peut contenir plusieurs modèles différents.

Us-1, p-3, 17/5/94

Pour alléger l'effort lors de la pose des déflecteurs, on parle d'introduire une nouvelle action: l'emballage des déflecteurs. L'ergonome demande aux travailleurs qu'est-ce que cela va représenter pour eux d'ajouter une telle action.

Us-1, p-3, 3/5/94

On parle d'une station où l'on doit effectuer deux tests électriques pour vérifier la qualité. On propose de combiner les deux tests ; l'ergonome souligne que cela serait une bonne chose car cela réduirait de beaucoup les manipulations.

Usine 2, Poste 3

Us-2, p-3, 8/12/96, 15-16

On discute d'une modification sur un bloc de terminaux, l'ergonome demande si cette modification va nuire à une manipulation requise pour effectuer le travail (tourner le bloc).

Us-2, p-3, 8/12/93, 10-21

On simule l'action d'évacuer les fixtures de la table, l'ergonome souligne que dans le scénario discuté, l'opérateur devra d'abord évacuer ses outils. L'ergonome mentionne que cette action supplémentaire ne sera pas bien accueillie.

Us-2, p-3, 8/12/93, 25

On discute du positionnement des billes rétractables sur la table de travail; l'ergonome souligne qu'il vaudrait mieux en mettre le plus possible pour permettre une bonne flexibilité et la possibilité d'évacuer la fixture de différentes façons.

Us-2, p-3, 17/11/93, 14-15

On parle d'un nouvel outil à dégainer, l'ergonome souligne qu'il faut le faire essayer aux travailleurs pour savoir si l'outil est adapté à l'activité.

Us-2,p-3,1/12/93, 52

On parle de la disposition des billes sur la table, avec le scénario proposé on ne peut évacuer que d'une seule façon, l'ergonome souligne qu'il est plus prudent de prévoir différents sites d'évacuation.

Us-2,p-3,1/12/93,20

On discute de l'idée d'éliminer le convoyeur pour la circulation des fixtures, l'ergonome souligne qu'il faut penser au problème de transfert de la fixture de la table à un chariot qui permettra de transporter la fixture.

Usine 2, Poste 4

Us-2,p-4,4/5/94

On parle de réduire la quantité de pièces dans les bacs ("pan") pour réduire le poids des bacs, l'ergonome rappelle qu'il ne faut pas trop augmenter la fréquence à laquelle on doit aller chercher les bacs.

Impact sur les facteurs de risque et sur la santé/sécurité

Usine 1, Poste 2

us-1, p-2, 2/11/93,71

Si on installe un tapis roulant, est-ce que cela ne nuira pas au positionnement des pièces, dans ce cas cela entraînera des postures contraignantes.

Us-1,p-2,11/1/94,53

On parle de la hauteur de la table d'assemblage. L'ergonome souligne qu'il faut un compromis pour tenir compte de la posture du cou et des épaules.

Us-1,p-2,2/11/93,59

On parle d'un bras ergonomique pour tenir un outil pneumatique; l'ergonome dit que cette solution permettrait de réduire le contrecoup sur le poignet lors de l'arrêt de l'outil.

Us-1,p-2,23/11/93,38-39

On parle d'une action qui pourrait être améliorée avec le port d'un gant coupé, l'ergonome intervient pour rappeler que le gant ne changerait pas tout car il y a aussi plusieurs problèmes de posture : flexion du poignet, pronation/supination.

Usine 1, Poste 3

Aucun commentaire relié aux facteurs de risque.

Usine 2, Poste 3

Us-2,p-3, 1/12/93

On détaille la table de travail et on discute du mécanisme des billes rétractables. L'ergonome intervient et demande : puisque la fixture est lourde, est-ce qu'il sera difficile d'actionner les billes, le travailleur devra-t-il exercer un effort.

Us-2,p-3,8/12/93/54-57

On discute d'une façon d'évacuer la fixture de la table, on parle d'une évacuation se faisant dans le sens avant-arrière. L'ergonome intervient et dit qu'avec ce scénario la travailleuse devra pousser, ensuite se déplacer vers l'arrière pour tirer. Il y aura alors déplacement et effort.

Usine 2, Poste 4

Us-2,p-4,12/5/94

On discute de la manipulation des bacs ("pan"), l'ergonome souligne qu'avec le scénario proposé, il faudra, pour sortir le bac d'une étagère, le tirer à une hauteur vraiment trop élevée.

Us-23,p-4,12/5/94,16

On parle de faire travailler l'opérateur face au convoyeur. L'ergonome souligne que cette solution est valable seulement si on peut modifier le convoyeur de façon à laisser suffisamment d'espace pour les membres inférieurs.

Us-2,p-4,2/6/94, 10

On fait une maquette en carton pour simuler le travail face au convoyeur. L'ergonome souligne que l'opérateur ne doit pas se pencher ou s'étirer.

Us-2,p-4, 2/6/94,9

On ébauche un scénario pour positionner le bac sur les côtés de la table. L'ergonome souligne que la distance (l'éloignement) et la profondeur du bac auront un impact sur la posture.

Us-2,p-4,9/6/94

On discute d'un prototype de table. L'ergonome suggère de coussiner une région de la table avec du tissu matelassé pour ne pas créer de pressions mécaniques.

Us-2,p-4,9/6/94,12

On ébauche un prototype de table, l'ergonome suggère de mettre les pièces à un endroit particulier pour éviter les torsions.

Us-2,p-4,9/6/94,26

On développe un scénario pour une table de travail, l'ergonome suggère de vérifier si la forme permet d'appuyer les avant-bras.

Us-2,p-4,21/4/94

On discute de la pertinence de baisser un convoyeur, l'ergonome intervient pour dire que l'abaissement du convoyeur empêcherait de continuellement hausser l'épaule.

Us-2, p-4,4/5/94,21

On est occupé à positionner la table de travail par rapport au convoyeur, l'ergonome rappelle que le convoyeur doit être dans la zone d'atteinte de l'opérateur.

Us-2,p-4,4/5/94,19

On parle d'un chariot qui lèverait en hauteur et qui pourrait être à égalité des tablettes de l'étagère pour limiter les manutentions. L'ergonome souligne que si le chariot lève trop haut, ça ne sera pas à la portée des petites.

Us-2,p-4,12/5/94,2

On discute de l'entreposage de bacs. L'ergonome souligne qu'avec les étagères il y a des zones problématiques : à savoir les rangées du haut et du bas.

Us-2,p-4,12/5/94,2

On discute du choix de bacs pour diminuer les efforts de manutention. L'ergonome rappelle qu'il faut bien sûr considérer le poids mais qu'il faut également considérer la forme des bacs. Par exemple : un contenant qu'on peut tenir près de soi est toujours avantageux.

Us-2,p-4,12/5/94

Le groupe utilise des tables anthropométriques pour planifier les zones de prise et de dépôt de pièces d'assemblage. L'ergonome explique les principes d'utilisation et les limites des tables de données anthropométriques.

Us-2,p-4,12/5/94,18

On discute d'un scénario de solution où il faudrait que le travailleur ait les jambes sous le convoyeur. L'ergonome demande si il n'y aurait pas un problème de sécurité avec le mécanisme d'avancement du convoyeur

Us-2,p-4,16/6/94,10

On est à préciser un scénario de solution, l'ergonome met en garde que l'utilisation de chariots peut créer de l'encombrement et entraîner des accidents.

Faisabilité technique

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2,2/11/93,49

L'ergonome intervient pour signaler que modifier la machine serait une avenue dont la faisabilité est incertaine.

Us-1,p-2,16/11/93,40

L'ergonome intervient pour demander si une opération supplémentaire sur une composante d'assemblage (le filetage), ne pourrait pas être faite par le fournisseur plutôt qu'à l'interne à l'atelier de machinage.

Us-1,p-2,16/11/93,115

On discute de faire une rainure, dans une composante (métallique) d'assemblage, l'ergonome demande si ce n'est pas une solution trop compliquée.

Us-1,p-2,16/12/93,118

On discute de modifications visant à abaisser une riveteuse, l'ergonome souligne qu'on ne peut baisser beaucoup car il faut considérer les roues qui élèvent la machine.

Us-1,p-2,16/12/93,64-65

On parle de d'une opération demandant de l'effort, consistant à abaisser une partie du réflecteur. L'ergonome demande si il y aurait un moyen de diminuer la friction entre les deux pièces.

Us-1,p-2,18/1/94,38

On discute d'avoir des transformateurs avec des fils plus courts, l'ergonome demande si il serait possible que ces transformateurs à fils courts soient commandés directement chez le fournisseur.

Us-1,p-2,18/1/94,56

Toujours au sujet du transformateur, l'ergonome demande si on pourrait faire deux commandes distinctes chez le fournisseur, des transformateurs à fils courts et des transformateurs à fils longs. Il faut les deux types et on veut éviter d'avoir à raccourcir les fils à l'interne.

Usine 1, Poste 3

Us-1,p-3,3/5/94,20

On parle de deux tests à faire pour des réflecteurs. On discute de la possibilité de combiner les deux tests à l'aide d'un sélecteur. L'ergonome souligne que pour qu'il soit facile d'identifier les réflecteurs défectueux, il faudrait que chaque réflecteur soit sur un circuit indépendant.

Us-1,p-3,3/5/94,1

On parle de jumeler deux tests de qualité à l'aide d'un sélecteur, l'ergonome souligne que c'est techniquement compliqué et qu'il faudrait en discuter avec un spécialiste.

Us-1,p-3-, 7/6/94,6

On discute toujours du jumelage de deux tests électriques, l'ergonome rappelle qu'il serait préférable d'avoir des circuits en parallèle pour pouvoir identifier les lampes défectueuses.

Usine 2, Poste 3

Us-2,p-3,1/12/93,47

On détaille un scénario de table de travail, l'ergonome souligne qu'il est important de tenir compte du volume de la fixture. L'ergonome rappelle qu'il est important que lorsque l'on pivote la fixture celle-ci n'excède pas les limites de la table.

Us-2,p-3,10/11/93/20

On discute d'un outil à dégainer présentement utilisé, l'ergonome demande si ce serait faisable de garder ce même outil mais de lui fixer une vraie lame pour faciliter la coupe.

Us-2,p-3,17/11/93,38-40

Le groupe discute d'une table avec un mécanisme de billes rétractables. L'ergonome dit qu'il faut vérifier si le poids élevé de la fixture est compatible avec le mécanisme à billes.

Us-2,p-3,8/12/93,53

On parle de couper une section de convoyeurs impliquée dans la circulation de fixtures, l'ergonome demande si il est réaliste d'enlever une partie du convoyeur compte tenu du poids et de la grosseur des fixtures.

Usine 2, Poste 4

Us-2,p-4,21/4/94,9

On discute d'une solution qui implique d'intégrer un nouveau convoyeur pour la circulation de pièces. L'ergonome souligne qu'il s'agit d'une solution complexe avec beaucoup de mécanique qui peut entraîner des incidents; il ajoute que c'est une solution également coûteuse qui lui apparaît bien complexe face au problème posé.

Us-2,p-4,4/5/94,17

Pour faciliter la manutention de bacs placés dans une étagère, un membre de l'équipe propose une aide à la manutention basée sur un principe de contre-poids qui permettrait d'accéder aux différentes tablettes de l'étagère. L'ergonome questionne sur la pertinence d'un tel mécanisme et demande aux participants si ils ont déjà vu un mécanisme semblable.

Us-2,p-4,12/5/94,17

On parle de modifier un convoyeur, l'ergonome questionne les ingénieurs pour s'assurer de la faisabilité de cette opération.

Impacts sur les incidents, sur la qualité

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2,2/11/95,71

On discute de faire circuler un produit d'une station à une autre par pièces unitaires plutôt qu'à l'intérieur de bacs. L'ergonome demande si avec une telle procédure il n'y aura pas des problèmes d'accumulation, en particulier quand un des opérateurs doit faire des tâches connexes.

Us-1,p-2,16/11/93,109

On discute d'une action qui implique de frapper une pièce sur la table pour faciliter l'assemblage, l'ergonome demande si une telle procédure n'induit pas des problèmes de qualité.

Us-1,p-2,23/11/93,2

On a fait des tests pour une activité d'assemblage à l'aide d'un nouveau gabarit (jig), l'ergonome demande si la qualité du produit telle qu'évaluée à la station des tests a été affectée.

Us-1,p-2,30/11/95,3

On discute d'une nouvelle procédure pour insérer une douille dans un réflecteur, l'ergonome demande si on a vérifié que cette procédure est compatible avec la qualité.

Usine 1, Poste 3

Us-1,p-3,26/4/94,4

On discute de la possibilité d'éliminer un des deux tests utilisés pour les réflecteurs (test diélectrique). L'ergonome souligne que le seul test restant n'est pas suffisant pour évaluer la qualité (ex: conclure sur la "mise à la terre").

Us-1,p-3,26-4-94

On discute d'une solution envisagée pour la circulation de paniers entre les deux stations. L'ergonome souligne qu'avec ce scénario, il pourrait y avoir accumulation de paniers, engorgement.

Usine 2, Usine 2, Poste 3 et Poste 4

Aucun commentaire à cet effet.

Impacts économiques et sur la production

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2,2/11/93,2

On parle de l'idée d'utiliser des douilles d'un nouveau type, l'ergonome souligne que ça serait un changement intéressant entre autres parce que cela est peu coûteux.

Us-1,p-2,11/1/94,70

On parle d'un outil spécial pour installer les "tye-wraps", l'ergonome souligne que cela vaut l'investissement vu le volume concerné dans l'ensemble de l'industrie

Usine 1, Poste 3

Aucun commentaire à ce sujet.

Usine 2, Poste 3

Us-2,p-3,17/11/93,3

On parle d'acheter un nouvel outil qui coûterait 1,500 \$. L'ergonome croit que l'outil, avec ses caractéristiques, augmenterait la productivité et il croit que les gains compenseraient beaucoup le coût de l'outil.

Usine 2, Poste 4

Aucun commentaire à ce sujet.

Préciser ou rappeler les problèmes actuels

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2,23/11/93,23

Il existe un gabarit (jig) pour assembler la douille à son support. Dans la discussion sur ce problème l'ergonome demande si il y a des difficultés lorsqu'on assemble à la main sans le gabarit.

Us-1,p-2,23/11/93,32

On parle d'un gabarit (jig) qui est peu utilisé, l'ergonome demande (pour savoir si c'est une question de formation) si les débutants ont de la difficulté avec ce gabarit.

Us-1,p-2,16/12/93

On parle d'une action à améliorer : la prise des réflecteurs; l'ergonome doit réexpliquer le problème associé à cette action.

Us-1,p-2,16/12/93,57

On parle d'une caractéristique (barrure) associée à une pièce qui entraîne des problèmes à l'assemblage. L'ergonome rappelle que cette caractéristique n'est pas présente pour tous les modèles.

us-1,p-2,18/1/93,50

On discute d'un dernier modèle et l'ergonome essaie de faire préciser si une action spécifique présente un problème suffisamment important pour que l'on s'attarde à la recherche de solutions.

Us-1,p-2,2/11/93

On parle du manque d'espace à une station de travail, l'ergonome demande de préciser si le manque d'espace se fait ressentir lors de l'assemblage ou lors de la prise et du dépôt de matériel.

Us-1,p-2,2/11/95

Les travailleurs n'aiment pas les lignes à gauche, l'ergonome veut faire préciser la raison; est-ce à cause du positionnement de la machine ou est-ce relié à la prise de matériel.

Us-1,p-2,42

On revient sur un film qu'on a visionné il y a longtemps, l'ergonome aide à préciser les problèmes qui avaient été identifiés.

Us-1,p-2,11/1/94,56-57

On discute de la hauteur de nouvelles tables. L'ergonome questionne sur des douleurs au cou et sur le confort des membres inférieurs.

Us-1,p-2,18/1/94,37

On parle de problèmes reliés au fait de devoir rentrer des fils longs à l'intérieur de douilles, l'ergonome demande si cela est suffisamment important pour qu'on aborde la possibilité d'avoir des fils plus courts.

Us-1,p-2,25/1/94,36

On demande de faire préciser par le groupe si visser les marettes est un problème suffisant pour qu'on prenne le temps de chercher des solutions.

Usine 1, Poste 3

Us-1,p-3,26/04/94

L'ergonome précise que présentement, dans le sens où les paniers avancent, l'opérateur est loin pour prendre les pièces

Us-1,p-3,10/5/94

L'ergonome cherche à savoir pour quel type de modèle l'insertion d'une pièce est la plus difficile

Us-1,p-3,30/5/94,6

L'ergonome demande entre deux groupes de modèles lequel est le plus forçant pour une action spécifique d'assemblage.

Usine 2, Poste 3

Us-2,p-3,10/11/93,47

L'ergonome précise qu'actuellement un des problèmes c'est que les chaises ne sont pas toutes ajustables.

Us-2,p-3,17/11/93,32

L'ergonome questionne les travailleurs : parmi les problèmes priorités quels sont les problèmes qui sont les pires pour eux.

Us-2,p-3,17/11/93,34

On discute de la hauteur du plan de travail, l'ergonome demande si le travailleur est limité par la chaise qui ne pourrait plus être haussée.

Us-2,p-3,1/12/93,34

On planifie une table qui devrait servir à deux des postes étudiés. L'ergonome souligne que pour le poste 3 ce n'est pas le même problème car la fixture est beaucoup plus grosse.

Us-2,p-3,10/1/93

On parle d'un outil à dégainer, l'ergonome demande pourquoi la travailleuse n'aime pas tel outil.

Usine 2, Poste 4

Us-2,p-4,4/5/94

On discute de la manipulation des bacs qui sont positionnés sur des étagères. L'ergonome intervient pour bien faire comprendre qu'il y a actuellement un problème aux épaules pour les rangées du haut et au problème au dos pour les rangées du bas.

Us-2,p-4,12/5/94

L'ergonome cherche à faire préciser le poids des bacs pour les deux types de modèles. Les participants mentionnent qu'il y a une grosse différence, mais les données objectives montrent une faible différence.

Informations sur le travail actuel

Usine 1, Poste 1

Us-1,p-2,30/11/93

On discute d'un gabarit (jig) qui faciliterait l'insertion d'une douille dans le réflecteur. L'ergonome demande si avec le travail actuel d'assemblage (avec plusieurs pièces différentes) il ne manque pas d'espace pour travailler avec un gabarit.

Us-1,p-2,30/11/93, 41

L'ergonome demande si, compte tenu des quota, les travailleurs n'utilisent pas le gabarit (jig) car c'est trop lent.

Us-1,p-2,16/12/93

On parle du travail à la riveteuse en position assise ou debout. L'ergonome essaie de faire préciser les situations où l'on travaille debout ou assis.

Us-1,p-2,16/12/93,33-34

On discute de l'aménagement du poste et du positionnement des boîtes. L'ergonome veut savoir si maintenant ils peuvent mettre les boîtes à côté plutôt que derrière car cela améliore la posture.

Us-1,p-2,21/12/93,21

On croit que pour faciliter l'activité d'assemblage de la douille il faudrait des repères visuels. L'ergonome demande si dans la situation actuelle, les fils constituent un repère pour savoir comment orienter la douille.

Us-1,p-2,11/1/94,79

L'ergonome veut faire préciser les manipulations faites avec les transformateurs dans le but de pouvoir mieux les positionner car il s'agit de pièces lourdes.

Us-1,p-2,18/1/94,68-73

On cherche à savoir avec la riveteuse pourquoi certains travailleurs travaillent debout et d'autres assis. Est-ce à cause de la hauteur de la machine ou à cause du positionnement du matériel.

Usine 1, Poste 3

Us-1,p-3,10/5/94

Il existe ailleurs dans l'usine un appareil qui sert de sélecteur pour des tests électriques. L'ergonome, dans la perspective d'utiliser l'appareil pour le poste à l'étude, demande si actuellement cet appareil est utilisé à pleine capacité.

Us-1,p-3,10/5/94

On discute de la forme d'un bâton pour faire les tests. L'ergonome demande de préciser l'orientation des réflecteurs.

Usine 2, Poste 3

Aucun commentaire à cet effet

Usine 2, Poste 4

Us-2,p-4,4/5/94,8

On cherche à planifier la manutention des bacs ("pans"), on pose une question pour savoir, actuellement, la fréquence à laquelle les opérateurs doivent aller chercher les bacs.

Us-2,p-4,12/5/94,14

On discute du positionnement de la table par rapport au convoyeur, pour planifier des zones d'atteinte raisonnables. L'ergonome souligne qu'il y a des pièces qu'il faut mettre au fond du convoyeur.

Proposition de solutions

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2,2/11/94,65

L'ergonome propose de diminuer la hauteur du rebord des paniers pour permettre d'en empiler davantage.

Us-1,p-2,23/11/94,37

Pour une action qui implique des pressions au haut de la main mais qui nécessite de la dextérité, l'ergonome propose des gants coupés.

Us-1,p-2,23/11/94,58-60

On discute d'une façon d'insérer la douille. L'ergonome propose une solution technique qui permettrait de "clipper" la douille.

Us-1, p-2,21/12/93,45

L'ergonome suggère un type de support pour suspendre les outils pneumatiques. Un support qui permet un ajustement avant-arrière pour améliorer la posture.

Us-1,p-2,11/1/94,2

On discute de développer une poignée à angle pour faciliter l'insertion d'une douille à l'intérieur d'un réflecteur. Tel que proposée cette poignée aurait un désavantage car la force de poussée ne serait pas dans l'axe de la douille. L'ergonome souligne que la poignée pourrait être à angle mais le centre de poussée serait aligné comme un tire-bouchon.

Usine 1, Poste 3

Us-1,p-3,26/4/94,8

On discute de la circulation de paniers de pièces entre deux stations de travail, pour éviter des efforts reliés à la manutention de paniers, l'ergonome suggère qu'il y ait un détecteur de panier à la position de travail et une butée ("stopper") qui empêcherait la circulation d'un nouveau panier tant que la position n'est pas vide.

Us-1,p-3,26/4/94,10-13

On parle de la circulation de paniers l'ergonome fait une proposition précise pour la disposition des convoyeurs.

Us-1,p-3,3/5/94,36

On discute d'un test électrique qui implique un fort voltage, par souci de sécurité l'ergonome suggère que le mécanisme soit activé par un système à double boutons éloigné de l'émission du voltage.

Us-1,p-3,10/5/94,14

On discute d'un nouveau rail pour l'insertion des réflecteurs lorsqu'on effectue des tests électriques. Avec le rail actuel on doit, avec une posture contraignante et un effort, tourner le réflecteur pour bien l'insérer. L'ergonome propose un rail qui permettrait de glisser les réflecteurs plutôt que de les tourner.

Us-1,p-3,7/6/94,1

Toujours au sujet de l'insertion des réflecteurs pour les tests, l'ergonome propose qu'il y ait une seule grande cavité avec des gabarits qui soient adaptés aux différents modèles.

Us-1,p-3,17/5/94

On discute de différentes possibilités pour remplacer le panier journal lors de l'emballage des réflecteurs. L'ergonome propose d'utiliser du papier déchiqueté un peu comme ce qui existe pour l'emballage des oeufs de pâques.

Usine 2, Poste 3

Us-2,p-3,10/11/93,28

On discute d'un outil à dégainer, l'ergonome propose une certaine inclinaison pour le manche.

Us-2,p-3,10/11/93,39-42

On discute de la hauteur élevée pour effectuer des actions de dégainage, de coupe et de connexion de fils pour améliorer la posture des membres supérieurs, l'ergonome propose d'abaisser le bloc de terminaux.

Us-2,p-3,8/12/93,61-62

On parle de la disposition de billes rétractables qui seraient installées sur une table de travail pour faciliter la manutention du produit. L'ergonome suggère qu'il y ait des billes sur toute la surface afin d'offrir une plus grande flexibilité pour l'évacuation du produit.

Usine 2, Poste 4

Us-2,p-4,21/04/94,15

Pour améliorer le confort à une station d'assemblage l'ergonome propose un siège assis-debout

Us-2,p-4,4/5/94,11

On parle du cheminement de pièces entre la station où l'on produit les pièces et la station où l'on s'en sert pour l'assemblage, l'ergonome suggère d'éviter un entreposage qui impliquerait beaucoup de manutentions pour les travailleurs

Us-2,p-3,12/5/94,6

On discute d'une étagère pour entreposer des bacs (pans) de pièces. L'ergonome demande de mettre les bacs les plus légers sur les tablettes du bas de l'étagère afin de réduire les efforts en position penchée.

Us-2,p-3,16/6/94, 13

On discute toujours de l'entreposage des bacs dans une étagère, l'ergonome propose de condamner la tablette du haut pour éviter les efforts avec les bras surélevés.

Orientation des discussions

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2,2/11/95

On amorce la recherche de solutions, l'ergonome demande au groupe de choisir: est-ce qu'on discute d'abord des problèmes associés à l'assemblage comme tel ou est-ce qu'on aborde les problèmes reliés à l'alimentation en matériel et au dimensionnement.

Us-1,p-2,2/11/95

L'ergonome demande au groupe à partir de quel(s) modèle(s) on va se baser pour planifier les problèmes reliés à l'aménagement du matériel.

Us-1,p-2,23/11/95,15

Le groupe voudrait aller sur le terrain pour vérifier une question. L'ergonome suggère de travailler en salle avec des pièces pour mieux cerner le problème et se préparer pour les observations de terrain.

Us-1,p-2,30/11/93,18

La réunion débute. L'animateur du groupe demande où l'on en était pour la recherche de solutions et si on ne devait pas discuter d'un tel problème. L'ergonome rappelle qu'on en avait terminé avec ce problème et que l'on est rendu à un autre problème dans notre recherche de solutions.

Us-1,p-2,30/11/93,20-23

L'ergonome intervient dans la conduite de la réunion. Il suggère au groupe d'aller sur le terrain pour régler les problèmes reliés à la manutention de matériel et de revenir ensuite pour amorcer les problèmes reliés à l'assemblage comme tel.

Us-1,p-2,30/11/93,54

Le groupe demande où l'on en est rendu dans la recherche de solutions, l'ergonome rappelle à quelle étape on était rendu.

Us-1,p-2,16/12/93,9-10

On fait une synthèse des solutions imaginées jusqu'à présent, l'animateur du groupe s'apprête à amorcer la discussion sur un nouveau problème, l'ergonome rappelle qu'il restait encore des problèmes non réglés avec les scénarios développés.

Us-1,p-2,16/12/93,46-67

Lors d'une synthèse, on discute d'une action spécifique à un modèle particulier. Le groupe ne se souvient plus si ce modèle avait été analysé. L'ergonome rappelle que les problèmes avaient été identifiés mais que la recherche de solutions n'avait pas été amorcée.

Us-1,p-2,21/12/93

On fait une synthèse des solutions envisagées jusqu'à présent. L'ergonome fait référence à un problème particulier pour lequel on a de la difficulté à trouver des solutions; le groupe doit se décider, soit on abandonne car c'est trop complexe, soit on continue les discussions pour la recherche de solutions.

Usine 1, Poste 3

Us-1,p-3,3/5/94,16

En relation à un problème associé aux opérations de tests, l'ergonome rappelle qu'il faut un expert pour nous aider et demande qui dans l'usine peut le mieux nous conseiller

Us-1,p-3,10/5/94,32

Le groupe ne sait pas où il est rendu, l'ergonome intervient pour dire qu'on est rendu à un problème en particulier: l'emballage avec le papier journal.

Us-1,p-3,17/5/94,17

On discute d'une présentation qui sera faite par différents fournisseurs pour proposer différentes modalités d'emballage. L'ergonome suggère fortement d'inviter quelqu'un qui a un pouvoir décisionnel lors de cette réunion.

Us-1,p-3,7/6/94,9-10

Nous en sommes à la 7ième réunion pour la recherche de solutions. L'ergonome suggère à l'animateur de préparer un document synthèse pour la prochaine réunion.

Usine 2, Poste 3

Us-2,p-3,10/11/93,7

L'ergonome annonce au groupe l'ordre du jour. Aujourd'hui on va discuter de l'outil à dégainer.

Us-2,p-3,10/1/93,38

L'ergonome annonce le mandat de la journée : aujourd'hui on a à répondre à la question : est-ce que la table proposée pour le poste 2 convient également pour le poste 3.

Us-2,p-3,1/12/93

Le groupe se demande comment conclure par rapport au poste analysé. L'ergonome intervient pour dire que comme pour les autres postes il faudrait également produire un rapport.

Usine 2, Poste 4

Aucun commentaire à cet effet.

Précision des scénarios de solution

Usine 1, Poste 2

Us-1,p-2,2/11/93

On planifie le positionnement des pièces utilisées sur la table. L'ergonome pour concrétiser la démarche, demande au groupe d'énumérer tous les éléments qui doivent être sur la table.

Us-1,p-2,2/11/93

On questionne pour préciser un scénario, l'ergonome demande comment exactement sera organisée la station-2 d'une petite ligne d'assemblage.

Us-1,p-2,2/11/93

On précise un scénario, l'ergonome demande au groupe où sera positionné une pièce en particulier.

Us-1,p-2,16/11/93,90

On anticipe l'activité lors d'un scénario proposé. Avec cette solution les opérateurs n'auraient plus besoin de prendre appui sur l'abdomen pour effectuer une opération. L'ergonome demande aux travailleurs de mimer comment ils s'y prendraient pour faire cette action.

Us-1,p-2,16/11/93

On arrive à la conclusion qu'une sorte de visse qui vient d'être proposée ne serait pas assez solide. Pour avancer dans le scénario, l'ergonome demande quelle sorte de visse pourrait alors faire l'affaire.

Us-1,p-2,18/1/94

On planifie un scénario pour régler les problèmes rencontrés avec les modèles à transformateur. Pour amorcer la discussion, l'ergonome demande si cela réglerait le problème si les fils étaient plus courts.

Usine 1, Poste 3

Us-1,p-3,17/5/94,6

On élabore un scénario pour disposer le matériel à la station du test, l'ergonome demande de préciser où serait positionné le panier.

Usine 2, Poste 3

Us-2,p-3,10/11/93,7

On veut définir les critères que devraient avoir l'outil à dénuder, l'ergonome suggère d'aller chercher des outils pour travailler plus concrètement.

Us-2,p-3,17/11/93,38

Pour concrétiser un scénario discuté, l'ergonome demande au groupe si pour la table envisagée, il faut penser un mécanisme automatique d'ajustement.

Us-2,p-3,1/12/93,30

On parle de la disposition de billes rétractables sur la table de travail, le groupe propose d'installer les billes selon une disposition en forme de T, l'ergonome commente qu'il faudrait être plus précis dans les plans.

Us-2,p-3,8/12/93

On simule avec un carton la future table de travail, l'ergonome souligne qu'avant de parler de la disposition des billes, il faudrait d'abord planifier où seront les outils et le matériel.

Us-2,p-3,8/12/93,19

On est à simuler la table de travail, l'ergonome pour concrétiser le travail fait préciser au groupe tous les outils qui sont utilisés au poste pour qu'on tienne compte de leur positionnement.

Usine 2, Poste 4

Us-2,p-3,4/5/94,3

On parle d'utiliser une palette pour l'entreposage de bacs. L'ergonome questionne pour faire préciser si avec le scénario proposé, la palette lève ou si le travailleur doit se pencher.

Us-2,p-3,9/6/94,2

On élabore un scénario pour la manipulation de bacs, l'ergonome fait préciser si c'est vraiment un critère d'importance que les bacs soient empilables.

Us-2,p-3,16/6/94

On met au point un scénario pour la manutention des bacs. L'ergonome commente qu'il reste à vérifier si il y a suffisamment d'espace pour circuler avec les bacs.

Us-2,p-3,16/6/94,9

On planifie une proposition, l'ergonome demande si le scénario implique l'utilisation de chariots.