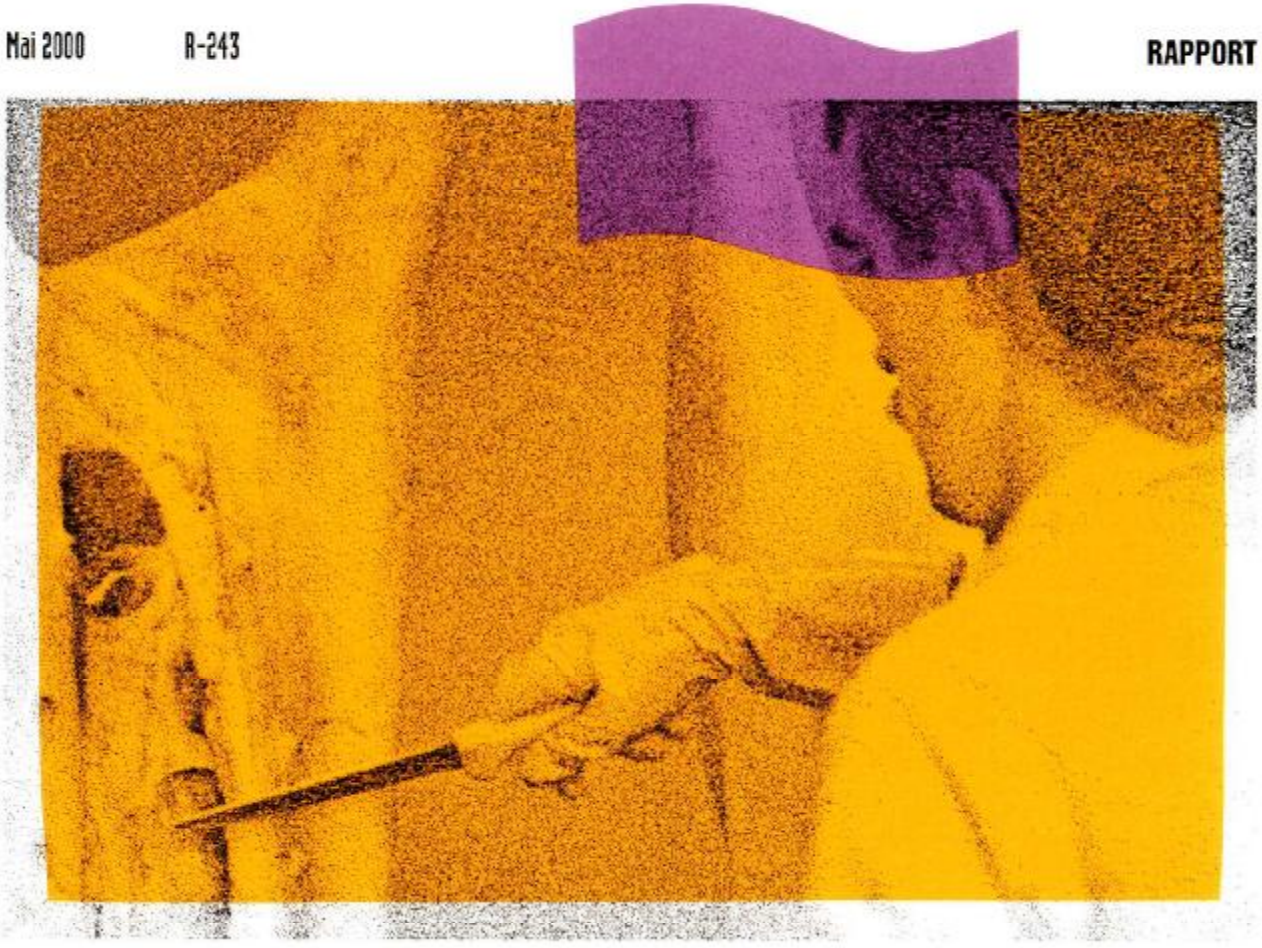
Élaboration d'une formation à l'affilage des couteaux dans six usines d'abattage et de transformation du porc : une étude ergonomique

ÉTUDES ET RECHERCHES

Nicole Vézina
Johanne Prévost
Alain Lajoie

Mai 2000 R-243

RAPPORT



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

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (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 subventionne 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, en téléphonant au 1-877-221-7046.

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

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
2000

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauve en santé et en sécurité du travail Mai 2000.

Élaboration d'une formation à l'affilage des couteaux dans six usines d'abattage et de transformation du porc: une étude ergonomique

ÉTUDES ET RECHERCHES

Nicole Vézina, Manne Prévost et Alain Lajoie. Cinbiose, Université du Québec à Montréal

Avec la collaboration de:
Yves Beauchamp et Jacques Masounave. École de technologie supérieure
Lucien Rubé. Département des sciences de l'éducation, UQAM

RAPPORT

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

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

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

SOMMAIRE

Dans les usines d'abattage et de transformation du porc, l'utilisation du couteau est intensive et son entretien par un bon affilage sur le fusil (lime) est nécessaire afin de maintenir pendant le travail, la qualité de coupe de la lame. Plusieurs études ont permis de constater que les travailleurs dans ce secteur d'emploi éprouvent des difficultés à maintenir leur couteau bien tranchant. Dans le contexte où la qualité de coupe de la lame conditionne les efforts du travailleur pour réaliser la découpe et où la fréquence des lésions musculo-squelettiques aux membres supérieurs dans ces usines est très élevée, un projet de recherche a été réalisé afin de procéder à une analyse ergonomique de l'activité d'affilage des couteaux et d'élaborer une formation à l'affilage. Des entretiens individuels et l'observation systématique de l'activité d'affilage de dix-huit travailleurs-experts provenant de six usines ont d'abord permis de décrire un savoir et un savoir-faire exceptionnels issus d'un apprentissage par soi-même visant un meilleur contrôle sur l'outil de travail et une diminution de l'effort. La mise en commun des connaissances et des techniques s'est réalisée lors d'une série de rencontres collectives au cours desquelles les travailleurs-experts ont ensuite pris connaissance des techniques de chacun et de leurs différences. Nous avons pu ainsi dégagé les consensus et les désaccords entre les experts et mieux comprendre l'impact des conditions d'exécution de l'affilage ainsi que de l'aiguisage dans chacun des milieux. L'activité de travail des aiguiseurs a été analysée afin de mieux comprendre les caractéristiques des couteaux produits et le support que les aiguiseurs peuvent offrir aux travailleurs sur la chaîne. Avant de procéder au développement de la formation à l'affilage, nous sommes ensuite passés à une étape d'évaluation des techniques et de validation des concepts développés par les travailleurs. C'est principalement à cette étape que plusieurs collaborateurs se sont joints au projet afin de développer différents moyens qui nous permettent de faire le pont entre les connaissances provenant du milieu et les connaissances scientifiques. Ces moyens comprenaient: 1- l'évaluation de la qualité de coupe d'une série de couteaux par des travailleurs pendant l'exercice de leur travail en utilisant une méthode d'évaluation psychophysique, 2- l'utilisation d'un banc d'essai, 3- la microscopie électronique, 4- une table ronde de travailleurs-experts, de chercheurs de différentes disciplines (ingénieurs, métallurgistes, ergonomes), de fabricant et fournisseurs de couteaux. Une recherche d'informations sur les équipements a également été réalisée auprès des fabricants de couteaux, fusils et machines à aiguiser. Afin d'optimiser l'impact de la formation proposée et d'agir sur les autres facteurs qui conditionnent également la qualité de coupe des couteaux, des actions sont proposées à différents niveaux: l'aiguisage des couteaux, les conditions d'exécution du travail, la qualité des outils et des équipements, ainsi que le support organisationnel. L'importance de la connaissance des besoins des travailleurs chez les fabricants de couteaux a particulièrement été mise en évidence. Deux documents ont été produits: le *Manuel du formateur à l'affilage* et la vidéocassette *Coupera ou coupera pas?*. Le manuel du formateur comprend tout le contenu et les représentations visuelles des principes de l'affilage et des concepts développés par les travailleurs-experts. On y propose une formation par étapes basée sur l'importance de permettre à chaque travailleur de développer sa propre technique compte tenu de la finesse de l'apprentissage perceptivo-moteur. La vidéocassette accompagne les formations données dans chacune des usines. On y retrouve les travailleurs-experts qui expliquent l'importance de l'affilage et la finesse de l'exécution de cette opération. Un tour d'horizon des différents facteurs qui peuvent contribuer à la qualité du tranchant des couteaux sensibilise les différents partenaires de ce secteur à l'importance de leur contribution. Nous concluons cette recherche sur l'intérêt d'approfondir les connaissances issues du travail manuel afin de valoriser les savoirs de métier, de formuler de nouvelles hypothèses et d'accrocher la recherche dans le domaine à la réalité et aux besoins des milieux.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été rendue possible grâce à la collaboration étroite d'un groupe de travailleurs-experts provenant de six usines d'abattage et de transformation du porc. Le contenu de ce rapport s'est construit à partir de leurs connaissances et de leur savoir-faire mis en commun et discutés lors de nombreux échanges. En ordre alphabétique, ces travailleurs-experts sont: *Jean-Marie Benoit, Jacques Cayer, Mario Chagnon, Jacques Cossette, Conrad Côté, Jean-Paul Gingras, Jean-Paul Grandmont, Raynald Jodoin, André LeFrançois, Michel Lemire, Réal Lussier, Richard Martin, Serge Nichols, Réjean Pelletier, Luc Picard, Gilles Rodrigue, Gilles Roy, Jean-Paul Thibodeau, Fernando Turmel.* Nous tenons à les remercier sincèrement de leur apport inestimable.

Nous remercions également tous les *membres des comités de santé-sécurité* des six usines Olymel qui ont contribué à l'avancement et aux orientations du projet et en particulier les principaux responsables patronaux et syndicaux:

de Princeville,	*Guy Gagnon*	*Denis Poiré (CSN),*
de Saint-Hyacinthe,	*François Phaneuf*	*Marcel Lacharité (TUAC-FTQ),*
de Sainte-Perpétue,	*Paul-Henri Biron*	*Gilles Roy (TUAC-FTQ),*
de Saint-Simon,	*François Maccabé*	*Christian Millier (CSN),*
de Saint-Valérien,	*Éric Bienvenue*	*Patrick Cournoyer (TUAC-FTQ),*
de Vallée Jonction,	*Dany Girard*	*Marc Vachon (CSN).*

Nous remercions également les directions des usines et leurs représentants qui nous ont accueillis lors des essais des couteaux en milieu de travail et de la réalisation de la vidéo: *Louis Banville, Daniel Champagne, André Ouellet* et *Jean-Claude Paquin.*

Des représentants d'une usine de transformation de poisson de la Gaspésie se joints au groupe des experts lors de plusieurs rencontres. Nous remercions en particulier *Réjeanne Fournier,* travailleuse chez Cusimer, *Laurent Normand,* président de cette entreprise ainsi que *François Gosselin* de la Direction de la santé publique de Gaspé et *Marc Lemieux* du Centre de santé des Hauts-Bois de Murdochville.

Plusieurs personnes ont collaboré à une étape ou une autre du projet. Nous remercions:

Yves Beauchamp, Jacques Masounave, Sylvie Doré et Laurent Sheed, ingénieurs et métallurgiste de l'École de technologie supérieure de l'Université du Québec qui ont été d'un grand support au cours du projet en particulier dans l'organisation de l'évaluation des couteaux provenant des différentes usines, la production et l'interprétation des photos au microscope électronique et le développement du couteau dynamométrique,

Jaime Lara, Renaud Daigle et Denis Turcot de l'Institut de recherche en santé et en sécurité au travail pour la mesure de la performance des couteaux sur leur banc d'essais,

Céline Chatigny et *Catherine Guy,* étudiantes en ergonomie au doctorat et à la maîtrise qui ont enrichi de leur problématique nos nombreuses discussions,

Lucie Geoffrion, agente de recherche au cours de la première phase du projet, pour la qualité de l'analyse des premiers entretiens,

Catherine Teiger chercheure au Conservatoire national des arts et métiers de Paris, pour son apport et son soutien lors d'une période très intensive du projet,

Lucien Aubé professeur au Département des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Montréal, pour notre initiation à l'andragogie et à l'élaboration de formation,

Raynald Gauvin, métallurgiste de l'Université de Sherbrooke, qui nous a permis de compléter et d'approfondir notre analyse des photos par microcospe électronique,

Claude Daniel et le Département des sciences de la terre de l'Université du Québec à Montréal, pour leur support technique au moment de la prise de photos électroniques,

Claudia Solar professeure au département de psychopédagogie et d'andragogie de l'Université de Montréal, pour ses critiques très constructives lors de l'élaboration du document,

Serge Guertin de ErgoNorme inc., *Jacques Panfili* de la compagnie de fabrication de couteaux de menuiserie A. Richard Itée et *Jean-Louis Gourdon* de J.L. Gourdon Distribution Itée pour leur participation aux discussions portant sur la validation des concepts et les possibilités de développement de la recherche,

Jacques Duraffourg, Antoine Laville, Jacques Leplat pour leur précieux conseils au moment de débuter le projet.

pour la vidéo produite *au Service audio-visuel de l'UQAM*, l'équipe de tournage constituée *d'André Gagnon, Marcel P. Lapointe, André Paquette, Marcel Pilotte; René Fortin* pour la coordination à la production, et la direction de la production, de concert avec *Johanne Haineault* et *Rhéal Sauvé; Carole Kearney* pour la conception visuelle et l'illustration ainsi que *Simon Labelle* pour l'illustration.

pour le soutien logistique, Sylvie de Grosbois du Service aux collectivités de l'UQAM.

Nous tenons à remercier de leur contribution financière,

pour la réalisation de la recherche préalable à l'élaboration des outils de formation, *l'Institut de recherche en santé et sécurité au travail*,

pour la réalisation de la vidéo et le soutien à la participation des travailleurs,
le *ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation du Québec,*
le *ministère de l'Agriculture et de l'Agro-alimentaire du Canada.*

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE 3

2.1 Organisation du projet et implication des différents interlocuteurs 5
2.1.1 Les usines participantes et l'implication des comités de santé-sécurité 5
2.1.2 Le choix des travailleurs-experts 5

2.2 Les techniques d'affilage des experts et le développement de la formation 6
2.2.1 Description de la technique de chaque expert 6
2.2.2 Synthèse et mise en commun des différents éléments des techniques 6
2.2.3 Explorer les différences et développer les concepts 7
2.2.4 L'élaboration de la formation et de la vidéo 7

2.3 Le développement d'un vocabulaire, ... 8

2. 4 La caractérisation des couteaux 8
2.4.1 Caractérisation des couteaux par microscopie optique et rugosimétrie 9
2.4.2 Caractérisation des couteaux par microscopie électronique 9
2.4.3 Rencontre avec des ingénieurs, autres scientifiques et représentants de différents milieux: validation des concepts développés par les travailleurs- experts 10

2.5 L'identification des caractéristiques du couteau coupant et l'évaluation subjective 11
2.5.1 Opération caractéristiques du couteau recherché 11
2.5.2 Recherches des conditions facilitant l'évaluation subjective 11

2.6 Les techniques d'aiguisage. 12

2.7 Recherche d'informations sur les équipements 13
2.7.1 Informations provenant des recherches bibliographiques et d'échanges avec l'Europe 13
2.7.2 Échange avec les fournisseurs, les fabricants et entre les travailleurs-experts 13
2.7.3 Comparaison de la dureté des couteaux et de la rugosité selon les équipements d'aiguisage 13

2.8 L'évaluation des couteaux 14
2.8.1 Les tests psychophysiques: évaluation par des travailleurs sur la chaîne 14
2.8.2 Évaluation des couteaux par le groupe d'experts 15
2.8.3 Évaluation de la performance des couteaux sur le banc d'essai de l'IRSST 15

2.9 Autres facteurs déterminant la qualité de coupe des couteaux. 16

3. RÉSULTATS 16

3.1 La population des experts et leur apprentissage de l'affilage 16

3.2 Les outils utilisés par les experts (couteau et fusil) et leur entretien 17
3.2.1 Les fusils et leur entretien 17
3.2.2 Les couteaux et leur entretien 18
3.2.3 L'entretien des outils pour un meilleur affilage 18

3.3 Les techniques d'affilage des travailleurs-experts et les éléments retenus pour le contenu de formation à l'affilage..... 18
3.3.1 Les techniques d'affilage observées chez les travailleurs-experts..... 18
3.3.2 Les principes de base de l'affilage..... 20
3.3.3 Les étapes de la technique retenues pour le *Manuel du formateur à l'affilage*..... 21

3.4 Les résultats de l'opération vocabulaire: les concepts développés par les travailleurs..... 21
3.4.1 Le développement du lexique et le classement des mots..... 22

3.4.2 Les concepts développés par les travailleurs-experts et leur validation..... 22

3.5 La caractérisation des couteaux..... 23
3.5.1 Caractérisation des couteaux par microscopie optique et rugosimétrie..... 23
3.5.2 Caractérisation des couteaux par microscopie électronique..... 24

3.6 L'opération "caractéristiques du couteau recherché" et l'évaluation subjective..... 26
3.6.1 Quelles sont les caractéristiques d'un couteau coupant et peut-on les reconnaître?..... 26
3.6.2 L'évaluation subjective: difficultés et conditions favorisantes..... 27

3.7 L'aiguisage..... 28
3.7.1 Caractéristiques des aiguiseurs, leur apprentissage et leur équipement..... 28
3.7.2 Résultats recherchés par l'aiguisage..... 29
3.7.3 Différents éléments caractérisant la charge de travail de l'aiguiseur..... 30
3.7.4 Les étapes de l'activité d'aiguisage..... 30
3.7.5 Les contraintes reliées au travail des aiguiseurs..... 32

3.8 Recherche d'informations sur les équipements..... 33
3.8.1 Informations provenant d'échanges avec des entreprises du secteur en France..... 33
3.8.2 Échanges avec les fournisseurs, les fabricants et entre les travailleurs-experts..... 34
3.8.3 Prise de mesures de la rugosité du taillant et de la dureté des lames..... 35

3.9 L'évaluation des couteaux des experts..... 36
3.9.1 L'évaluation subjective des couteaux par les travailleurs sur la chaîne: les tests psychophysiques..... 36
3.9.2 Qualité de coupe des couteaux selon les résultats du banc d'essai de l'IRSST..... 37
3.9.3 L'évaluation de différents états du couteau sur le banc d'essai..... 38

3.10 Synthèse des déterminants de la qualité de coupe des couteaux..... 39
3.10.1 La préparation des couteaux par l'aiguiseur, sa formation et ses conditions de travail.. 39
3.10.2 La qualité et l'état des couteaux et des fusils..... 40
3.10.3 Les conditions d'exécution du travail au poste occupé par le travailleur..... 41
3.10.4 Le support à l'apprentissage du travailleur sur son poste..... 41

4. DISCUSSION..... 41

4.1 Pourquoi est-ce si difficile d'apprendre à affiler?..... 42

4.2 Apprendre des principes et développer sa propre technique..... 42

4.3 Les connaissances issues du travail manuel..... 42

4.4 Les couteaux préparés par les aiguiseurs sont le résultat d'un compromis.,..... 43

4.6 Établir des ponts entre les utilisateurs et les fabricants 43

4. 7 Combiner l'implantation de la formation à l'affilage à la transformation de d'autres facteurs 44

4.8 L'ergonomie pour le développement des formations professionnelles 44

5. CONCLUSION 44

6. APPLICABILITÉ DES RÉSULTATS 45

7. RETOMBÉES ÉVENTUELLES 45

8. BIBLIOGRAPHIE 46

ANNEXE 1 49
Calendrier des rencontres avec les travailleurs-experts et 49

ANNEXE 2 ..... **52**
Illustrations de certaines caractéristiques de l'affilage 52

ANNEXE 3 ..... **55**
Principes de base de l'affilage 55

ANNEXE 4 ..... **57**
Tableau des résultats de l'opération vocabulaire: classement de 17 termes sur une échelle du plus coupant au moins coupant (de 1 à 10) par les experts de cinq usines 58
Illustrations de six différents états du fil du taillant 59
Lexique élaboré avec les travailleurs-experts 60

ANNEXE 5 ..... **61**
Photos au microscope électronique des taillants des couteaux amenés à 100% et provenant des 6 usines participantes 61

ANNEXE 6 ..... **68**
Photos au microscope électronique des taillants des couteaux de deux fabricants 68

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Tableau descriptif de l'ensemble de la démarche 4

Tableau 2: Âge et nombre d'années d'ancienneté à l'usine et aux postes de couteau des trois travailleurs-experts de chaque usine participante 16

Tableau 3: Caractéristiques des techniques d'affilage telles qu'observées chez les travailleurs-experts 19

Tableau 4: Mesures minimales et maximales prises sur un couteau ayant subi toutes les étapes de préparation de l'aiguiseur de chaque usine 23

Tableau 5: Éléments descriptifs du taillant et du fil des couteaux de chaque usine à partir des photos au microscope électronique 25

Tableau 6: Équipements utilisés dans les différentes usines pour l'aiguisage et le polissage des couteaux 28

Tableau 7: Éléments caractérisant la charge de travail des aiguiseurs 30

Tableau 8: Temps consacré à chacune des étapes principales de l'aiguisage dans chaque usine (en secondes) et autres caractéristiques des techniques 31

Tableau 9: Mesures de rugosité des couteaux après leur passage à l'aiguisage et au polissage selon les usines et leur équipement (moyenne de 8 mesures / couteau) 35

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Mesures de la dureté du métal des lames de 19 couteaux provenant du même fabricant 36

Figure 2: Résultats de l'évaluation de couteaux provenant de six usines par quatre travailleurs de l'usine 1 37

Figure 3: Distance parcourue par les lames provenant de six usines avant de transpercer un morceau de néoprène lors de cinq essais consécutifs et en utilisant la même portion de lame 39

1. INTRODUCTION

Il peut paraître étonnant de consacrer un projet de recherche de deux ans à l'unique activité d'affilage[1] des couteaux dans le secteur de l'abattage et de la transformation de la viande. Afin de bien comprendre l'origine de ce projet et son intérêt, il importe de le situer historiquement. Depuis le début des années 80, plusieurs études dans différents pays ont été réalisées dans ce secteur d'activité où les risques reliés au travail ont été de plus en plus reconnus (Luöpajarvi et coll., 1979; Armstrong et coll., 1982; Hansen, 1982; Viikari-Juntura, 1983; Roto et Kivi, 1984; Hagberg et Wegman, 1987; Magnussen et coll., 1987; OSHA, 1990; Saurel-Cubizolles et coll. 1991; Abisou, 1993). Au Québec en particulier, cette situation a été maintes fois mises en évidence dans les abattoirs et usines de transformation de la viande et de la volaille (Mergler et coll., 1983; Vézina et coll., 1990, 1995; Patry et coll., 1994; Toulouse et coll., 1995; Bellemare et coll., 1995; Richard, 1997). Dès les premières études (Armstrong et coll., 1982; Mergler et coll., 1983), l'état du couteau a été ciblé comme l'un des facteurs pouvant contribuer à l'augmentation des risques de développer des symptômes de douleur.

En ce qui concerne notre équipe de recherche, plusieurs interventions, projets de recherche et mémoires en ergonomie (Toulouse et coll., 1995; Vézina et coll. 1995; Chatigny, 1993; Lemay, 1995; Guy, 1997) ont été réalisés dans ce secteur d'activité et étaient principalement axés sur l'analyse des contraintes reliées aux problèmes musculo-squelettiques et la recherche de solutions. Dans ces interventions, l'état des couteaux revenait toujours comme un déterminant important lié aux risques de lésions musculo-squelettiques. Dans un objectif de prévention, nous nous sommes donc de plus en plus intéressés aux moyens de conserver les couteaux en bon état.

En effet, le couteau, principal outil de travail, prend dans ces usines une grande importance. Si celui-ci ne coupe pas de façon satisfaisante, plusieurs facteurs de risque reconnus comme favorisant le développement de problèmes musculo-squelettiques sont augmentés:
- la force nécessaire pour exécuter la découpe, puisqu'il faudra appuyer davantage sur le couteau,
- le nombre de coups de couteaux qui doivent être donnés afin de réussir à terminer la coupe,
- la cadence d'exécution des opérations car le nombre de gestes de travail est augmenté,
- l'insuffisance du temps de récupération musculaire entre les morceaux à découper puisque le temps de cycle se trouve allongé,
- la tension reliée aux difficultés à répondre aux exigences de la production (quantité et qualité).

Dans ces usines les travailleurs sont responsables de l'entretien de leur couteau, afin que celui-ci conserve sa qualité de "coupe" tout au long de la journée de travail. Cet entretien correspond à faire un affilage régulier du couteau en le passant sur une lime fine et allongée que l'on appelle fusil. Cette activité constitue donc un aspect de la tâche de tous les travailleurs affectés à des postes de découpe[2]. L'affilage peut occuper un pourcentage aussi élevé que 11% du temps de travail puisqu'il est réalisé en moyenne à toutes les minutes par les travailleurs (Chatigny et Vézina, 1995; Toulouse et coll., 1995; Vézina et coll., 1998).

Or cette activité d'affilage, essentielle à la qualité de coupe des couteaux, est ressortie comme l'une des activités les plus complexes et les plus difficiles à maîtriser. Les travaux antérieurs et en particulier ceux de Chatigny (1993) ont révélé qu'un pourcentage important des travailleurs

[1]L'affilage consiste à refaire le fil du taillant du couteau en le passant sur le fusil régulièrement. Avec le travail du couteau dans la viande, le fil s'use, il perd sa forme linéaire, ou il peut onduler sur sa longueur. Le couteau perd alors de sa qualité de coupe, de son tranchant. L'affilage vise à recentrer le fil par le glissement du couteau sur le fusil. Affiler, c'est donc entretenir la coupe d'un couteau.

[2]Dans certaines usines, on a cherché à régler la question de l'entretien du couteau pendant le travail sur la chaîne en assignant une personne à l'affilage. Cette personne circule d'un travailleur à l'autre et affile leur couteau. Cette solution avait été rejetée par les usines qui ont participé à ce projet pour des raisons qui seront explicitées plus loin.

rapportent éprouver des problèmes avec leur couteau. Ces problèmes n'étaient pas spécifiques aux débutants dans le métier car des personnes avec dix ou même vingt ans de métier pouvaient rapporter des difficultés à entretenir le tranchant de leur couteau. Lemay (1995) a montré dans son mémoire sur la réintégration des travailleurs accidentés dans une usine de transformation de la volaille que plusieurs travailleurs s'étaient blessés dès leur première année dans ce métier à cause d'un travail exécuté à la chaîne avec un couteau qui ne coupe pas et que leur capacité à réintégrer leur travail a été reliée à la possibilité de maintenir leur couteau coupant.

Par ailleurs, il n'existe pas de formation à l'affilage. Dans la littérature, on ne trouve pas de textes sur la théorie et la pratique de l'affilage sauf très partiellement dans un livre américain sur le couteau de chasse (Juranitch). En France, ce n'est que récemment qu'une grande entreprise d'abattage et de transformation du boeuf a monté une formation pratique à l'affilage pour laquelle il n'y a pas d'écrit connu. Cependant la MSA (Mutualité sociale agricole) se préoccupe de plus en plus de cette question et un projet est en cours. L'affilage semble se transmettre oralement par quelques consignes et par imitation des personnes plus expérimentées, même dans les écoles de boucherie. La visite de fabricants de couteaux et des échanges avec ceux-ci n'ont pas apporté d'informations sur la façon d'affiler les couteaux. Selon les résultats obtenus dans l'étude sur la formation dans un abattoir de porc (Chatigny et Vézina, 1995), l'apprentissage de l'affilage se fait surtout sur le tas, en même temps que les opérations de découpe. La plupart du temps, la formation est donnée par la personne qui occupe le poste sollicité, quelle que soit son expérience ou son habileté. Elle se limite à quelques conseils et dure le plus souvent moins de 10 minutes (Guy, 1997).

Dans ce contexte, l'une des recommandations émises à la suite des différents travaux dans ce secteur a été d'élaborer une formation à l'affilage qui permette la maîtrise de cette activité par tous les travailleurs, qui assure une meilleure qualité de coupe des couteaux et qui contribue ainsi à protéger la santé en diminuant les risques de développement de problèmes musculo-squelettiques.

Ce projet vise donc à concrétiser cette recommandation issue de plusieurs interventions dans le secteur. Afin de répondre à l'objectif principal d'élaborer une formation à l'affilage, plusieurs objectifs avaient été fixés pour ce projet. Il s'agissait d'abord de connaître les diverses techniques d'affilage utilisées. Nous avons alors formé un groupe de travailleurs experts en affilage et nous avons décrit et analysé leurs techniques. À partir de ces connaissances sur les techniques, l'objectif était de distinguer les éléments communs, des éléments divergeants, et de rechercher les conditions qui pouvaient expliquer les différences entre les techniques.

Un autre objectif a été d'évaluer l'efficacité des différentes techniques en tenant compte aussi des caractéristiques des couteaux utilisés. Dès le départ l'aiguisage[3] des couteaux, préalable à l'affilage, a donc été pris en considération compte tenu de son impact sur les caractéristiques de la lame. Les techniques d'aiguisage devaient donc aussi être décrites.

Selon une approche globale de la situation analysée, nous avons rassemblé les facteurs du milieu de travail qui conditionnent la qualité de coupe des couteaux et l'activité d'affilage elle-même.

Finalement un document de formation était produit comprenant les différents éléments des techniques d'affilage qui sont généralisables et en apportant ceux qui pouvaient être variables selon les conditions. On retrouve aussi dans ce document une section sur l'organisation de la formation elle-même et sur les facteurs à prendre en considération pour conserver une bonne qualité de coupe des couteaux au-delà de l'affilage. Nous avions également prévu, à la demande des milieux de travail que ce document de formation à l'affilage soit accompagné d'une vidéo.

---

[3]L'aiguisage consiste à refaire le taillant et le fil en enlevant une fine couche de métal à l'aide d'une meule ou d'une courroie de papier sablé. L'aiguisage donne donc l'angle au taillant. Les couteaux sont généralement aiguisés une fois par jour par l'aiguiseur de l'usine.

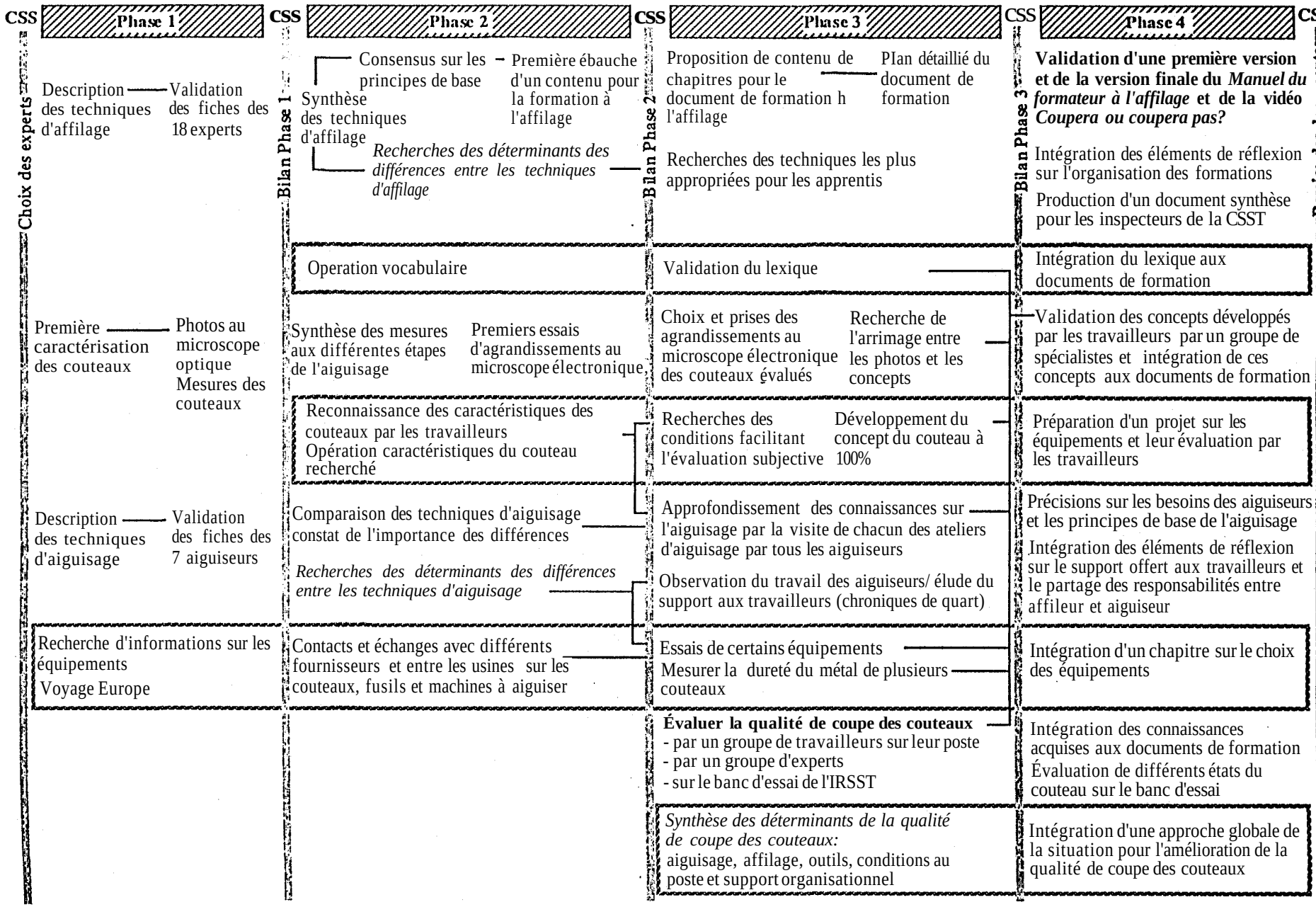
Du point de vue de l'ergonomie et de la recherche, au-delà des outils spécifiques que nous voulions produire pour ces milieux de travail, nous avons principalement visé d'explorer le plus loin possible le savoir des travailleurs, de le confronter aux connaissances scientifiques actuelles et de le mettre en valeur. Ceci a nécessité le développement de méthodes et de moyens qui facilitent la conscientisation et l'expression de ce savoir par les travailleurs malgré le fait que ce savoir soit beaucoup plus manuel qu'intellectuel et appartienne donc davantage "aux mains" qu'à la conscience. Ces connaissances issues du travail manuel lorsque mises en mots permettent une meilleure reconnaissance du métier et des expertises qui se développent dans les usines à force d'expérience. De plus, elles deviennent alors beaucoup plus facilement transmissibles aux apprentis. Par cette recherche, nous voulions faire valoir aussi l'intérêt de l'utilisation de l'ergonomie et de ses méthodes d'analyse de l'activité de travail pour le développement des formations professionnelles.

2. DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE

Dans cette section, on reconnaîtra les différentes étapes du projet ainsi que les moyens qui ont été développés afin de recueillir les données au cours de deux années (1995-1996, 1996-1997). Nous allons expliquer l'évolution du projet au fur et à mesure que de nouvelles questions se posaient.

Afin de mieux comprendre l'ensemble de la démarche, un tableau-synthèse (tableau 1) accompagne sa description. Dans ce tableau, on reconnaîtra les quatre principales phases du projet. Une première phase plus descriptive où les techniques d'aiguisage et d'affilage de chaque expert ont été étudiées et où a débuté la caractérisation des couteaux et la recherche d'information sur les équipements. La deuxième phase correspond à la collectivisation des données et à la recherche de consensus entre les usines en ce qui concerne les techniques, le vocabulaire, les caractéristiques du couteau recherché. La recherche des déterminants des différences observées entre les usines débute et des contacts s'établissent pour poursuivre la recherche sur les équipements. Au cours de la troisième phase, un travail important se réalise afin d'élaborer le contenu des documents destinés à la formation à l'affilage. L'évaluation de la qualité de coupe des couteaux s'organise et apporte différents types de résultats. Les connaissances sur l'aiguisage et sur la caractérisation des couteaux par l'usage de la microscopie électronique s'approfondissent. On réalise une synthèse des déterminants de la qualité de coupe des couteaux. On poursuit et on valide la recherche sur les autres thèmes (vocabulaire, équipements, évaluation subjective des couteaux, etc.). La quatrième phase correspond surtout à une étape d'intégration de l'ensemble des connaissances cumulées sur les différents thèmes afin de les incorporer dans les documents de formation. Au cours de cette phase, les différents concepts développés par les travailleurs-experts ont été confrontés aux connaissances scientifiques par des échanges avec différents scientifiques et spécialistes dans le domaine et ont été validés. Les documents suivants ont été produits pour les milieux de travail: la vidéo *Coupera ou coupera pas?* et le document *Manuel du formateur à l'affilage.* Un document de formation pour les inspecteurs de la CSST a été préparé (d'autres textes accompagnant des communications ont été produits). En annexe 1, on retrouve tout le calendrier des différentes rencontres avec les travailleurs et les comités de santé-sécurité. Les sections qui suivent sont divisées par thème. Nous verrons pour chacun des thèmes, les moyens et méthodes utilisés et leur évolution au cours des quatre phases.

Tableau 1: Tableau descriptif de l'ensemble de la démarche



2. 1 ORGANISATION DU PROJET ET IMPLICATION DES DIFFÉRENTS INTERLOCUTEURS

2.1.1 Les usines participantes et l'implication des comités de santé-sécurité

Six usines du secteur de l'abattage et de la transformation du porc ont participé à l'étude. Ces six usines, bien que dirigées de façon indépendante, font partie de la même grande entreprise, l'une des plus importantes du secteur. Le nombre d'employés à la production, populations exclusivement masculines, y est d'environ 80 à 400 selon les usines. Celles-ci sont situées dans différentes régions du Québec et ont soit des activités d'abattage, soit des activités de transformation, soit les deux:

- la Beauce: 1 usine d'abattage et de transformation,
- les Bois-Francs: 1 usine d'abattage[4]
  1 usine d'abattage et de transformation
- la Montérégie: 1 usine d'abattage
  2 usines de transformation.

Chacune de ces usines a un comité de santé-sécurité où siègent représentants patronaux et syndicaux. Trois usines sont syndiqués avec la CSN (Confédération des syndicats nationaux) et trois avec les TUAC (Travailleurs unis de l'alimentation et du commerce) affiliés à la FTQ (Fédération des travailleurs du Québec). Deux de ces usines avaient déjà participé aux interventions ergonomiques antérieures de notre équipe.

Dès le début du projet, les comités de santé-sécurité de chaque usine ont été rencontrés par notre équipe de recherche afin de discuter des objectifs du projet, des attentes et de la démarche. Pendant la réalisation du projet, chacun des comités a été rencontré aux six mois afin de discuter des résultats obtenus au cours de la phase précédente et d'orienter la poursuite des travaux. Les travailleurs-experts étaient présents lors des rencontres avec le comité de santé-sécurité de leur usine. À la fin du projet (phase 4), les comités de santé-sécurité ont été impliqués dans l'évaluation des documents de formation et ont apporté leurs critiques (vidéo et manuel du formateur) par le biais d'échanges postaux et téléphoniques. Tout le long du projet, les co-présidents de chaque comité étaient tenus au courant de l'organisation des rencontres et des objectifs des rencontres qui ont eu lieu avec les travailleurs-experts.

2.1.2 Le choix des travailleurs-experts

Au début du projet, les comités de santé-sécurité de chaque usine ont été appelés à choisir parmi leurs employés, trois travailleurs reconnus par leurs pairs comme étant des experts de la qualité du tranchant du couteau (garder leur couteau très tranchant par l'affilage). Le travailleur responsable de l'aiguisage des couteaux dans l'usine était toujours l'un des trois travailleurs choisis. Ainsi, un groupe de 18 travailleurs-experts en affilage a été constitué dont six ont formé également le sous-groupe des aiguiseurs. Suite à leur collaboration tout le long du projet de recherche, ces 18 experts devaient ensuite agir comme formateurs, ou comme personnes ressources, pour donner la formation développée dans chacun de leur milieu de travail.

[4] Cette usine s'est ajoutée à la fin de la première année du projet.

2.2 LES TECHNIQUES D'AFFILAGE DES EXPERTS ET LE DÉVELOPPEMENT DE LA FORMATION

2.2.1 Description de la technique de chaque expert

Afin de construire une formation à l'affilage, il fallait d'abord comprendre les exigences et les habiletés mises en jeu et documenter les composantes de l'affilage qui rendent cette activité si difficile à maîtriser. Au cours de la première phase du projet, l'un des objectifs était donc de décrire et d'étudier la technique d'affilage de chacun des experts et de discuter des difficultés.

Des entretiens individuels ont été réalisés avec chacun des 18 travailleurs-experts pendant des périodes d'environ deux heures. Il s'agissait d'entretiens semi-dirigés au cours desquels les points suivants étaient développés: caractéristiques personnelles et état de santé, cheminement professionnel, formation reçue et comment s'est réalisé leur apprentissage. Les travailleurs décrivaient leur technique d'affilage et en classaient les différents éléments par ordre d'importance en expliquant le pourquoi de leur choix. Ils expliquaient leurs repères, les difficultés rencontrées sur le poste, quand le couteau doit être affilé. Ils discutaient également de leurs outils (fusil et couteau): modèles, qualités recherchées et entretien.

L'enregistrement des entretiens a permis ensuite l'analyse des *verbatim*. Pendant que les travailleurs expliquaient leur technique d'affilage, des enregistrements vidéo étaient réalisés. Ces enregistrements ont servi à des observations systématiques des caractéristiques de leur technique d'affilage à l'aide d'une grille développée par Chatigny (1993) à laquelle ont été ajoutées d'autres caractéristiques (mouvement du poignet, emplacement du fusil par rapport au corps). Une fiche par travailleur-expert a pu ainsi être remplie et a par la suite été validée et complétée par chacun des experts lors de rencontres individuelles réalisées dans chaque usine. Une fiche par usine avait également été préparée qui rassemblait l'ensemble des informations sur chacun des experts. Sur cette fiche l'usine était identifiée mais non le travailleur. Suite au consentement des trois experts, cette fiche par usine a été utilisée pour les discussions avec l'ensemble des experts et lors des présentations aux comités de santé-sécurité.

2.2.2 Synthèse et mise en commun des différents éléments des techniques

Grâce à une analyse comparative des fiches des experts, nous avons au cours de la deuxième phase dégagé les différences dans les techniques et dans les perceptions de l'affilage, des outils et des besoins pour la formation. Notre objectif était de confronter collectivement l'ensemble des experts au savoir et au savoir-faire de chacun d'entre eux afin d'en dégager les consensus et les désaccords. Une rencontre collective (une journée complète) a donc été réalisée au cours de laquelle les travailleurs ont pris connaissance d'un document synthèse sur leurs techniques et ont discuté de leurs différentes façons de faire et des différences dans leurs points de vue. À chaque rencontre collective, les travailleurs-experts apportaient leur couteau et leur fusil. Ils pouvaient donc sur place montrer leur façon de faire.

Lorsque la synthèse de leurs techniques d'affilage leur a été présentée, un consensus a pu être dégagé plus rapidement que prévu quant aux caractéristiques fondamentales sur lesquelles se fonde la maîtrise de l'affilage. En effet, même si des différences existaient entre les techniques, les principes de base étaient les mêmes. De plus, il s'avérait que les différences entre les techniques n'étaient pas importantes pour la qualité de l'affilage dans la mesure où les principes de base étaient respectés. Il était donc possible de commencer à préparer la formation sur la base de ces principes et la *Première ébauche d'un contenu de formation à l'affilage* a été réalisée et présentée aux comités de santé-sécurité lors du bilan de la phase 2. Cependant plusieurs questions restaient en suspens surtout les différences dans les caractéristiques recherchées pour les outils et leur entretien. Au cours de cette première rencontre collective, nous avons commencé à rechercher les déterminants de ces différences.

2.2.3 Explorer les différences et développer les concepts

Au cours de la phase 3, nous avons travaillé sur ces questions pour lesquelles nous n'avions pas de consensus. Plusieurs volets, décrits plus loin, se sont développés au cours de cette période qui sont venus alimenter les discussions. Au cours d'une deuxième rencontre collective de tous les experts, nous avons organisé, entre autres, l'évaluation des couteaux et amorcer la discussion sur le partage des responsabilités entre l'affileur, l'aiguiseur et l'entreprise, un facteur que nous soupçonnions être fondamental dans la compréhension des différences entre les usines.

À partir des *verbatim*, nous avons par la suite préparé un document rassemblant et classant sous différents thèmes toutes les notions et tous les éléments d'informations apportés par les experts qui étaient utiles à l'élaboration de la formation. Ces informations pouvaient être contradictoires d'une usine à l'autre. Il s'agissait d'informations portant en particulier sur le choix du fusil et du couteau, les caractéristiques à rechercher, leur préparation et leur entretien, sur le travail à faire avec le fusil (affiler, adoucir, ramener, redonner du fil), sur le travail de l'aiguiseur, les caractéristiques du taillant à rechercher, la détérioration du couteau pendant le travail.

Ce document a été envoyé à chacun des experts afin qu'ils puissent constater leurs différences (l'origine des commentaires était identifiée par le nom de l'usine), approfondir leur réflexion sur les différents concepts sous-tendant ces différences et discriminer parmi ces informations lesquelles étaient importantes pour la formation. Au cours d'une troisième rencontre collective de tous les travailleurs-experts, nous avons approfondi notre compréhension des déterminants des différences entre les usines à partir de ce document. La partie concernant tout particulièrement les aiguiseurs a été discutée lors d'une rencontre collective restreinte aux aiguiseurs.

2.2.4 L'élaboration de la formation et de la vidéo

Dans une seconde étape de la phase 3, nous avons préparé une *Proposition d'organisation du contenu du document et de la vidéo de formation à l'affilage.* Cette proposition comprend tous les éléments retenus sur les définitions des termes, les principes de base de l'affilage et la description des étapes de l'affilage, ce qui a amené la discussion sur les différences entre les techniques et la possibilité de privilégier certaines techniques qui pourraient faciliter l'apprentissage. La dernière partie de la proposition portait sur les différents facteurs qui influencent l'affilage et sur les notions pour lesquelles nous n'avions pas encore de consensus mais dont nous voulions préciser le rapport avec les besoins différents dans chaque usine.

Pour cette discussion, nous avons choisi de réaliser des rencontres avec de plus petits groupes afin de faciliter les échanges et d'approfondir notre compréhension. Les travailleurs-experts ont donc été regroupés par équipe de deux usines (six travailleurs). Les usines étaient choisies de telle sorte que les idées opposées soient mises en évidence et qu'il soit possible de discuter des conditions qui peuvent expliquer les différences (par exemple les travailleurs provenant d'un abattoir avec ceux provenant d'une usine de transformation). Cette proposition était présentée avec des suggestions d'illustrations pour le document de formation mais également de scénarios pour la réalisation de la vidéo.

À la fin de la phase 3, un *Plan détaillé du document de formation à l'affilage* a été présenté au comité de santé-sécurité de chacune des six usines avec un bilan de l'ensemble des facteurs qui peuvent déterminer la qualité de coupe des couteaux et un bilan des questions qu'il reste à explorer. Ce document a pu servir de base à l'organisation de formations dans les usines.

Au cours de la phase 4, la cassette-vidéo a été réalisée en collaboration avec l'équipe du Service audio-visuel de l'UQAM. Le *Manuel du formateur à l'affilage* a été élaboré de telle sorte qu'il

puisse servir aussi à d'autres usines que celles qui ont participé au projet ce qui a demandé une rédaction détaillée de tous les éléments de formation. Des conseils pour l'organisation des formations ont été intégrés au manuel à la suite de la dernière rencontre collective avec les aiguiseurs (phase 4). Toutes les connaissances tirées des résultats des différents volets du projet ont été intégrés au *Manuel du formateur à l'affilage.*

2.3 LE DÉVELOPPEMENT D'UN VOCABULAIRE

S'il était étonnant de constater à quel point, au-delà de la technique elle-même, les principes de base de l'affilage étaient les mêmes, des différences existaient sur le choix du fusil, le type de coupe[5] choisi, l'aiguisage (comme décrit plus loin) et même le vocabulaire. Nous n'étions pas certains alors que tous utilisaient les mêmes termes pour désigner les mêmes concepts. Aussi les mots des dictionnaires manquaient pour exprimer les idées et les états du couteau décrits par les travailleurs-experts. Nous avons donc monté une opération "vocabulaire" au cours de laquelle nous avons élaboré un lexique. L'importance de cette opération non prévue initialement dans le projet s'est avérée essentielle dès les premières rencontres afin de préciser les termes et se donner des références communes.

À l'occasion de la première rencontre collective de l'ensemble des experts (phase 2), l'exercice suivant a permis de classer les mots et de choisir ceux qui seraient utilisés dans le projet. Les 17 mots utilisés couramment pour décrire les états du couteau ont chacun été écrits sur une feuille de papier (par exemple: mince, allongé, doux, mordant, pointu, rivé, tirant, rond, etc.). Six séries de 17 mots ont ainsi été préparées. Lors de la rencontre, les experts se sont regroupés par usine (six équipes de deux ou trois experts) et chaque équipe, a reçu une série de 17 mots. Les experts avaient comme consigne de classer ces mots en les regroupant par ensembles de synonymes, ou en excluant les mots qu'ils n'employaient pas chez eux. Une fois cela fait, chaque équipe a situé ces mots sur une échelle qualifiant l'état de la lame, dont les deux extrêmes (10 points) étaient "très coupant" et "pas du tout coupant".

Une synthèse a ensuite été faite. Avec les experts, nous avons décidé que les mots ayant des sens différents d'une usine à l'autre ne seraient pas employés dans le cadre du projet bien que dans chaque usine ces termes aient continué à avoir cours. Les mots les plus communs à chaque usine et ayant le même sens ont été priviligiés et les définitions de chacun de ces mots ont été discutées. Des vérifications ont été faites auprès de l'Office de la langue française. Lors d'une rencontre ultérieure (phase 3), un lexique a été proposé aux experts et a été validé. Ces termes et leurs définitions ont aussi été discutés et acceptés par un groupe de scientifiques, ingénieurs et spécialistes dans le domaine réunis à l'occasion d'une rencontre spéciale organisée au cours de la phase 4 (voir 2.4.3).

2. 4 LA CARACTÉRISATION DES COUTEAUX

La caractérisation des couteaux était nécessaire afin de bien identifier quels étaient les éléments ou les caractéristiques significatives qui nous permettraient de comparer les couteaux. Nous distinguerons la première caractérisation des couteaux qui a été réalisée à l'aide d'un microscope optique grâce au support de nos collaborateurs de l'ETS et la deuxième caractérisation, réalisée à partir de la microscopie électronique, d'abord à l'ETS, et ensuite au département des sciences de la terre de l'UQAM et à l'Université de Sherbrooke. Il est à noter que dans les six usines tous utilisaient la même marque de couteau qui est celle de tous les couteaux étudiés dans ce projet. D'autres marques de couteaux se retrouvaient dans certaines usines mais ces couteaux étaient peu répandus parmi les travailleurs et choisis pour certains postes en particulier.

---

[5] Le terme "coupe" est utilisé par les experts pour désigner la partie de la lame qui a été travaillée lors de l'aiguisage. La coupe comprend le taillant et le fil.

2.4.1 Caractérisation des couteaux par microscopie optique et rugosimétrie

Suite aux premières rencontres avec les travailleurs-experts et aux opérations sur le vocabulaire et sur les caractéristiques du couteau recherché (2.5.1), il a été possible d'identifier différents éléments de comparaison: la hauteur du taillant, l'épaisseur du taillant au niveau de sa base (partie la plus éloignée du fil), l'angle du taillant et la douceur du taillant.

Des photos au microscope optique ont été prises des couteaux de chacun des experts permettant de prendre les mesures du taillant (hauteur, épaisseur et angle). Les mesures de hauteur du taillant ont été prises à quatre endroits de la lame et de chaque côté (A et B) à partir de photos au microscope optique (12X) en partant de la limite du taillant à l'extrémité du fil du couteau (vue de côté). L'épaisseur de la lame à la limite supérieure du taillant a aussi été mesurée à partir de photos au microscope optique (12X) mais pour des photos prises du dessus de la lame (vue de haut). Les mesures ont été prises de chaque côté du fil (A et B). Nous avons dû éliminer cependant les mesures prises au niveau de la pointe de la lame car les photos prises du dessus manquaient de clarté à cause de la courbure de la lame. Pour chacun des trois endroits de la lame restants, avec les mesures de hauteur et d'épaisseur, nous avons pu estimer l'angle de chaque côté (tangeante de l'angle A = épaisseur A / hauteur A et tangeante de l'angle B = épaisseur B / hauteur B). L'addition des angles A et B nous a fourni une estimation de l'angle à trois endroits de la lame.

La douceur du taillant a été mesurée à l'aide d'un appareil de mesure de surface (rugosimètre) qui évalue la profondeur des stries laissées par l'aiguisage. Il s'agit d'un appareil muni d'un bras articulé sous lequel est fixé, à son extrémité, une pointe de diamant très fine. Cette pointe enregistre les variations de surface sur une distance donnée. Plus le résultat se rapproche de 0, plus la surface est lisse. Le traitement des données est basé sur le calcul de l'aire sous la courbe.

À partir de ces données et en utilisant des photos prises aux quatre endroits du couteau et pour différents agrandissements (12X, 35X, 45X, 75X), de grands cartons ont été préparés qui ont servi aux échanges lors des différentes rencontres avec tout le groupe des travailleurs-experts et avec les aiguiseurs. Ainsi un carton a été préparé comprenant les photos et les données du couteau de chacun des experts. Les aiguiseurs avaient aussi préparé des couteaux pour chacune des étapes de l'aiguisage (par exemple: meule rude, meule douce, polissage, finition sur le fusil), permettant ainsi de comparer l'effet des divers équipements des usines à chacune des étapes.

2.4.2 Caractérisation des couteaux par microscopie électronique

Grâce aux photos prises au microscope optique, il avait été possible de bien voir et caractériser le taillant, ce qui représentait surtout le travail de l'aiguiseur. Cependant nous nous intéressions aussi à la caractérisation du fil que pouvaient travailler les experts lors de l'affilage. La notion même de "fil" devait être démontrée car il semblait qu'elle n'avait pas le même sens aux yeux des métallurgistes et du point de vue des experts. Ainsi les experts considéraient le fil comme une entité dont les propriétés étaient différentes du taillant alors que les ingénieurs voyaient le fil comme la simple extrémité du taillant.

De plus, la microscopie optique ne donnait qu'une mesure indirecte de l'angle du taillant, nous recherchions donc à obtenir une mesure plus directe de l'angle du taillant et aussi de l'angle du fil. Des photos au microscope électronique à balayage ont donc été prises dont les premiers essais ont commencé au cours de la phase 2. Ces photos ont représenté l'un des plus grands défis de ce projet car il fallait trouver un agrandissement de la lame qui ait du sens par rapport aux notions sensorielles développées par les experts. En effet, l'agrandissement devait être suffisamment grand pour que l'on puisse voir le fil et le décrire mais sans être trop important. Un agrandissement trop fin peut ne plus avoir de signification s'il ne correspond pas à ce qui peut être senti ou à ce qui peut avoir un impact tangible sur la coupe.

Les mesures prises au microscope électronique ont été réalisées au cours de la phase 3 sur une série de couteaux dont la performance de coupe avait été évaluée sur le banc d'essai de l'IRSST (voir section 2.8.3). Les lames ont été sectionnées afin d'obtenir des morceaux suffisamment petits pour être placés dans l'appareil. Deux morceaux de lame ont été photographiés de côté (agrandissement de 1500X) et sur le dessus (agrandissement de 150X). Ces deux morceaux correspondent à une section neuve de la lame et à une section "usée" suite à son passage sur le banc d'essai de l'IRSST.

Un traitement spécial a aussi été fait sur des morceaux de lames afin qu'il soit possible d'obtenir des vues transversales qui permettent de bien voir et mesurer les angles du taillant et du fil. Des échantillons de lames ont été entourés de résine pour former des pastilles. Ces pastilles ont par la suite été sablées pour donner un fini bien perpendiculaire. Le rôle de la résine est de protéger et renforcir les parois du taillant pendant le sablage évitant ainsi toute déformation à l'extrémité du taillant. Cette méthode s'est avérée être inefficace pour mesurer l'angle du fil puisqu'il était impossible d'obtenir une délimitation franche entre le plastique et le métal une fois la pastille agrandie à 1500X au microscope électronique. Le plastique pouvait cacher des portions de métal ce qui empêchait toute estimation de l'angle du fil avec précision. Cependant la mesure de l'angle du taillant à un beaucoup plus faible agrandissement a été possible (mesure par microscopie optique à partir des pastilles).

De nouveaux échantillons ont donc été remis à un métallurgiste qui a effectué des coupes tranversales à l'aide d'une scie à diamant qui tournait à très basse vitesse (pas d'utilisation de résine, ni de sablage). Cette méthode devait s'avérer efficace pour éliminer tout risque de déformation lors de la découpe. Les mesures ont été prises à partir de cinq coupes transversales effectuées sur une section neuve de huit couteaux seulement à cause du coût élevé de la méthode. Malgré le faible régime de la scie plusieurs échantillons se sont déformés pendant le processus. Plutôt que d'observer une délimitation très claire à l'extrémité du taillant, ce qui nous aurait permis de mesurer l'angle du fil, le métal a été étiré dans le sens des stries de découpe. Cette méthode de mesure s'est donc avérée être un autre échec puisque nous ne pouvions estimer avec précision l'angle du fil. Une autre technique aurait pu être utilisée pour évaluer l'angle du fil avec beaucoup de précision mais les coûts plus importants n'étaient pas prévus dans ce projet.

Éléments d'informations apportés par la microscopie électronique
Les photos au microscope électronique avec vues de côté et du dessus ont pu apporté les éléments d'informations suivants: une appréciation de la profondeur des sillons laissés par le procédé d'aiguisage et de la droiture du fil (à 150X), la reconnaissance du fil, de ses dimensions et de sa douceur (à 1500X). La recherche de l'arrimage entre les photos et les concepts a été réalisée d'une part avec nos collaborateurs ingénieurs et métallurgistes (voir section 2.4.3) et d'autre part, avec les travailleurs-experts au cours de la rencontre collective de la phase 3 où un montage des photos au microscope électronique avait été présenté aux travailleurs.

2. 4. 3 Rencontre avec des ingénieurs, autres scientifiques et représentants de différents milieux: validation des concepts développés par les travailleurs-experts

Afin de faire le pont entre les connaissances issues du savoir des travailleurs-experts et les connaissances scientifiques, nous avons préparé un document résumant le projet et les principaux résultats. Le document était également accompagné de photos au microscope électronique et une série de questions étaient posées. Ce document a été envoyé aux métallurgistes de plusieurs universités québécoises. Des échanges téléphoniques ont permis de préciser les questions et de recevoir un premier point de vue. Par la suite nous avons organisé une rencontre afin d'arriver à un consensus sur les termes employés et les différents concepts développés qui allaient être à la base de la formation à l'affilage. Au cours de cette rencontre, nous avons réuni - cinq ingénieurs spécialisés en métallurgie, en géométrie du métal, en ergonomie, et provenant de l'École de technologie

supérieure, de l'Université de Sherbrooke et de l'entreprise privée, - deux chercheurs de l'IRSST (dont un chimiste), - un fabricant de couteau de menuiserie, - un fournisseur de couteaux des compagnies du secteur, - un travailleur représentant le groupe de travailleurs-experts participant au projet de recherche sur l'affilage des couteaux, - notre équipe de trois ergonornes. Cette rencontre a été filmée par le service audio-visuel de l'UQAM. Un montage a été réalisé puis présenté aux aiguiseurs lors de leur dernière rencontre collective.

2.5 L'IDENTIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DU COUTEAU COUPANT ET L'ÉVALUATION SUBJECTIVE

Quand nous avons abordé ce thème, nous avons eu pour objectif de vérifier la concordance des opinions concernant les caractéristiques du couteau coupant, comme nous l'avions fait pour le vocabulaire. Autrement dit, nous voulions savoir si un couteau jugé très coupant par un travailleur-expert a les mêmes caractéristiques pour tous les experts. Une opération "caractéristiques du couteau recherché" s'est donc aussi déroulée au cours d'une rencontre collective de la phase 2. À la suite de cette opération, il s'est avéré qu'il n'était pas facile pour les travailleurs-experts de procéder à une évaluation subjective et nous avons recherché les conditions qui pouvaient favoriser ou non cette évaluation.

2.5.1 Opération caractéristiques du couteau recherché

Déjà, lors de l'opération "vocabulaire", les termes se retrouvant à l'extrémité "très coupant" de l'échelle permettaient de préciser quelles étaient les caractéristiques du couteau coupant. Nous voulions aller plus loin avec l'opération "caractéristiques du couteau recherché" en utilisant des couteaux préalablement préparés par l'un des aiguiseurs des usines participantes (usine 5). Ainsi, six couteaux, représentant six états différents, ont été soumis à l'évaluation des experts qui devaient les classer selon la même échelle qu'auparavant allant de 1 à 10 ("très coupant" à "pas du tout coupant"). Cette classification se faisait en évaluant les couteaux à l'aide des yeux et des doigts seulement. Les différents états des couteaux étaient les suivants: 1- très coupant, 2- coupant, 3- rude à cause d'un restant de morfil (polissage insuffisant), 4- rude à cause d'une inégalité dans l'aiguisage des deux taillants (un côté sans formation de morfil), 5- viré, 6- rond. Chaque expert (N=12) a ensuite choisi parmi les six couteaux celui qui avait sa préférence et avec lequel il aimerait travailler. À la fin de cet exercice, trois experts ont classé les six couteaux par ordre de préférence mais cette fois en les testant dans un morceau de gras de porc (couenne de dos avec une épaisseur d'un pouce de gras). Un nombre limité d'experts pouvait faire cette appréciation avec les mêmes couteaux puisque leur utilisation pour couper le gras pouvait à la longue les altérer.

2.5.2 Recherches des conditions facilitant l'évaluation subjective

Suite aux résultats de l'opération "caractéristiques du couteau recherché", il a été prévu que les évaluations subjectives soient réalisées par les aiguiseurs puisque ceux-ci avaient montré une facilité plus grande à diagnostiquer un couteau compte tenu de leur habitude de le faire dans la réalisation de leur travail. Lors des visites des aiguiseurs de chacun des ateliers des six usines, ceux-ci ont évalué des couteaux provenant de chaque usine. Différentes façons de procéder ont été utilisées pour faciliter cette évaluation, par exemple le type de viande, la possibilité ou non d'utiliser le fusil pour évaluer, l'utilisation du papier. Cette recherche a fourni des informations pour l'organisation des protocoles réalisés dans le cadre de ce projet et aussi pour l'élaboration d'un futur projet. Entre autres, la notion de couteau amené à 100% par l'affilage s'est développée (expliquée plus loin).

2.6 LES TECHNIQUES D'AIGUISAGE

L'analyse des techniques des aiguiseurs s'est avérée très complexe. D'abord il s'agissait d'une première analyse de l'activité d'aiguisage pour laquelle aucune grille n'avait encore été développée par notre équipe. Ensuite on retrouvait des équipements différents d'une usine à l'autre, la comparaison s'avérait donc difficile. Au contraire de l'affilage, l'aiguisage nécessite plusieurs matériaux, outils ou machines et comporte plusieurs étapes bien distinctes. De plus, la plupart des aiguiseurs, tout comme pour l'affilage, s'étaient formés par eux-mêmes, sur le tas, avec très peu ou pas du tout de formation. L'aiguiseur fonctionne aussi de façon très isolée sans personne à imiter puisqu'il est le seul aiguiseur de l'usine (sauf dans le cas d'une des usines participantes). Les aiguiseurs avaient donc développé des façons de faire très variées.

Au cours de la phase 1, nous avons réalisé un entretien avec chacun des aiguiseurs et visité leur atelier afin qu'ils nous expliquent leur façon de procéder, le choix des matériaux utilisés (meules, papiers sablés, "compound"), le fonctionnement de leurs machines à aiguiser et à polir et ce qu'ils recherchent lorsqu'ils préparent les couteaux des travailleurs. Ces entretiens en atelier ont été filmés sur vidéo. À partir de ces données une fiche par aiguiseur a été préparée et ensuite validée par l'expert concerné.

Nous avons organisé au cours de la phase 2, une rencontre collective avec les aiguiseurs de chaque usine au cours de laquelle nous avons utilisé les enregistrements vidéo. Les aiguiseurs ont pu prendre connaissance de l'ensemble des techniques et des équipements de chacun des ateliers d'aiguisage. Cette rencontre a été très importante pour comprendre les différences qui pouvaient exister entre les caractéristiques des couteaux d'une usine à l'autre. Mieux comprendre le travail des autres avait été si enrichissant pour l'ensemble des aiguiseurs qu'il a été décidé que chaque aiguiseur recevrait dans son atelier le groupe d'aiguiseurs au cours de la phase 3. Ces visites des aiguiseurs dans chaque usine ont permis à chacun d'essayer lui-même les différents équipements et de mieux comprendre l'impact de modifications apportées aux machines ou le pourquoi de certaines façons de procéder. Les visites ont été planifiées de façon simultanée aux activités d'évaluation des couteaux (section 2.8).

En étudiant les différences dans les techniques des aiguiseurs, il est apparu important de s'attarder à l'ensemble de la journée de travail de chaque aiguiseur et à l'organisation du travail. En effet, certains aiguiseurs avaient aussi une tâche de support aux travailleurs sur la chaîne qu'il était intéressant d'explorer. De plus chaque aiguiseur ne bénéficiait pas du même temps pour aiguiser les couteaux des travailleurs ce qui pouvait conditionner grandement sa façon de procéder. L'équipe d'ergonomes a donc également planifié, au cours de cette troisième phase, l'observation systématique d'une journée complète de travail dans l'atelier de chaque aiguiseur.

Les données de ces chroniques de quart ont permis de réaliser une description plus fine au niveau des cycles de travail (aiguisage d'un couteau) et de l'ensemble des tâches. Au cours de la phase 4, ces résultats ont été présentés aux aiguiseurs en rencontre collective. Une autre rencontre collective des aiguiseurs a ensuite été nécessaire afin de clarifier le rôle de support des aiguiseurs aux travailleurs sur la chaîne, de discuter du temps nécessaire à cette fonction et du lien avec la formation à l'affilage. Plusieurs des connaissances provenant de cette étude de l'aiguisage et des tâches de l'aiguiseur ont été intégrées aux documents produits sur la formation à l'affilage.

Il avait été prévu dans le cadre de ce projet de produire un document qui puisse servir de référence à un apprenti-aiguiseur au niveau des connaissances sur les techniques d'aiguisage. Bien que nous possédions beaucoup de données sur le travail des aiguiseurs, une analyse plus approfondie de ces données et surtout des essais en milieu de travail et en laboratoire (banc d'essai) seraient nécessaires pour préciser les différents principes à la base des techniques et les façons de procéder à privilégier selon le type de machine et le type de coupe recherché.

2. 7 RECHERCHE D'INFORMATIONS SUR LES ÉQUIPEMENTS

2.7.1 Informations provenant des recherches bibliographiques et d'échanges avec l'Europe

Une première recherche d'informations sur les équipements a été réalisée dès le début du projet par une recherche bibliographique et par un voyage en France et en Suisse (juin 1995). La recherche bibliographique s'est avérée peu fructueuse. On ne retrouve pas d'études sur les équipements (couteaux, fusil, machines à aiguiser, etc.) dans les banques de références généralement exploitées. Par contre, les rencontres en France ont permis de prendre connaissance d'une recherche réalisée sur les manches de couteaux et des activités de la Mutualité sociale agricole (MSA) concernant le développement d'une scie à ruban sécuritaire (informations disponibles dans le document préparé à l'intention des inspecteurs de la CSST: Vézina, N et Prévost, J. 1997). Par ailleurs, l'intérêt pour le développement d'une formation à l'affilage des couteaux était manifeste mais rien n'avait encore été développé à cette époque. Des collaborations se sont développées. Ce sont des visites dans différentes usines en particulier dans la région de la Bretagne qui ont permis de voir les différents types d'équipements utilisés. Dans une de ces usines, une formation formelle avait été organisée sur l'affilage des couteaux mais aucun document n'était disponible. Une visite en Suisse chez le fabricant du couteau le plus utilisé dans les usines participantes au projet a apporté plusieurs informations concernant la fabrication des couteaux et le choix de la coupe mais aucune indication utile pour le choix du fusil ou de la machine à aiguiser.

2.7.2 Échange avec les fournisseurs, les fabricants et entre les travailleurs-experts

Au cours de la phase 2, nous avons contacté le service des achats centralisé des six usines afin d'obtenir la liste des fournisseurs pour les différents équipements. Un seul de ces fournisseurs a répondu à nos appels et manifesté un intérêt quant à des échanges d'informations sur les besoins des travailleurs concernant les équipements et la possibilité de tester certains équipements. Par ailleurs, en particulier lors des rencontres collectives des aiguiseurs, des contacts entre eux s'établissaient de telle sorte que d'une usine à l'autre les aiguiseurs s'échangeaient, par exemple, leur nouvelle sorte de "compound" (lubrifiant à polir) ou des informations sur la façon d'apporter des modifications à leur machine à aiguiser. Le mécanicien de l'une des usines s'est même rendu dans une autre usine pour apporter les mêmes modifications à la machine à aiguiser. Au cours de la phase 3, la question du sablage des fusils neufs a été discutée et un fusil avec des caractéristiques nouvelles par rapport aux fusils utilisés par les travailleurs a été proposé par le fournisseur suite à nos échanges. Ce fusil a circulé d'une usine à l'autre et les travailleurs-experts ont pris en charge de faire essayer ce fusil par les travailleurs de leur usine.

Des contacts ont aussi été faits directement avec les fabricants. Des fabricants de fusils ont d'abord été contactés afin mieux comprendre l'utilité de l'aimantation. Des fabricants de machine à aiguiser ont aussi été rejoints. L'un de ces fabricants a accepté d'aiguiser des couteaux provenant des experts et de les retourner afin que des essais soient faits. À nouveau ce sont les travailleurs-experts qui ont pris en charge, chacun dans leur usine, les essais de ces couteaux par les travailleurs sur la chaîne. Les résultats de ces essais, même réalisés de façon informelle, ont ensuite été discutés lors des rencontres collectives.

2.7.3 Comparaison de la dureté des couteaux et de la rugosité selon les équipements d'aiguisage

La dureté de l'acier des couteaux a été mesurée selon l'échelle C de Rockwell. Chaque couteau a été mesuré à cinq endroits. Au total, la dureté de 22 couteaux de trois marques différentes a été mesurée. La rugosité des couteaux à la suite des différentes étapes de l'aiguisage a été mesurée afin

de comparer les effets des différents équipements utilisés (machine et courroie de papier sablé). La mesure de la rugosité des fusils a été tentée avec le rugosimètre utilisé pour les couteaux mais ces essais n'ont pas donné de résultats fiables à cause de la rondeur du fusil.

2.8 L'ÉVALUATION DES COUTEAUX

Les couteaux préparés par les aiguiseurs avaient des angles différents et des niveaux de douceur différents. Ces différences pouvaient être liées à plusieurs facteurs, autant des facteurs externes difficiles à contrôler reliés aux caractéristiques des équipements que des facteurs internes correspondant aux choix que les aiguiseurs faisaient et à leur habileté. On pouvait se demander s'il est nécessaire pour faciliter la coupe d'avoir des couteaux à un angle donné et à un niveau de douceur donné. Est-ce que la différence entre les couteaux des experts est appréciable pour des travailleurs dans le contexte de leur travail? Comme il n'était pas possible de contrôler les paramètres, nous avons demandé aux travailleurs-experts de préparer des couteaux typiques de leur façon de faire et nous les avons ensuite mesurés.

Nous avons réalisé des tests psychophysiques auprès de travailleurs sur la chaîne qui ont donné leur appréciation des couteaux. Nous avions prévu également de faire évaluer les couteaux des experts par eux-mêmes mais ceci a donné des résultats limités. D'autre part, nous avons recherché le moyen d'évaluer les couteaux sur une base plus objective, à l'aide d'un appareil qui pouvait nous donner un indice de la performance de coupe des couteaux. L'appareil que nous avons utilisé correspond au banc d'essai de l'IRSST développé par l'équipe de Lara et coll. (1996) afin d'évaluer la résistance aux coupures de différents types de matériaux.

2.8.1 Les tests psychophysiques: évaluation par des travailleurs sur la chaîne

Sur la base des résultats des étapes antérieures, nous avons organisé des tests psychophysiques auprès de 10 travailleurs sur chaîne dans deux usines différentes. Dans le cas des deux usines, il y avait un département d'abattage et un département de découpe ce qui permettait de choisir des personnes travaillant dans des conditions variées. Les travailleurs choisis étaient considérés par les travailleurs-experts de l'usine comme de bons affileurs, habituellement en maîtrise de leur couteau. Les postes sur lesquels ils travaillaient n'étaient pas des postes où il était facile de faire une brèche sur le fil du couteau à cause des os.

Dans la première usine, une série de tests devait se réaliser auprès de quatre travailleurs-évaluateurs. Le protocole était le suivant: l'aiguiseur de chacune des six usines participantes préparait huit couteaux, c'est à dire deux couteaux par travailleur-évaluateur. Chacun des couteaux était utilisé normalement par l'évaluateur qui exécutait les opérations sur son poste mais l'un des couteaux était affilé par lui-même et l'autre par un travailleur-expert de l'usine d'où provenaient les deux couteaux (celui-ci n'était pas l'aiguiseur). Chaque évaluateur testait donc 12 couteaux provenant des six aiguiseurs des usines participantes. L'ordre des couteaux évalués était aléatoire et l'évaluateur ne connaissait pas la provenance des couteaux. Lorsque le couteau n'était pas affilé par lui-même, l'évaluateur ne connaissait pas l'identité du travailleur-expert qui l'affilait.

Lors de la préparation des couteaux, les aiguiseurs devaient suivre plusieurs consignes. Ils devaient partir de couteaux neufs et rendre les couteaux le plus semblables possible, donc avoir le même niveau d'usure, le même angle et la même douceur. Les couteaux devaient être aiguisés jusqu'à ce qu'ils aient un taillant représentatif de la coupe de l'aiguiseur, donc du type de couteau que l'aiguiseur fait habituellement. Un des travailleurs-experts de la même usine devait ensuite utiliser ces couteaux en travaillant sur la chaîne jusqu'à ce que les couteaux atteignent leur maximum (très coupant), ce que les travailleurs-experts appellent un couteau à 100%. Ce travailleur-expert était celui qui allait affiler l'un des couteaux de chaque travailleur-évaluateur.

Au moment de l'évaluation, chacun des couteaux testés était affilé cinq fois, soit par le travailleur-évaluateur, soit par le travailleur-expert correspondant. Le rythme d'affilage était contrôlé par le travailleur-évaluateur qui maintenait son rythme habituel. Avant chaque affilage, le travailleur-évaluateur donnait son appréciation de l'état du couteau pendant la période précédant l'affilage. Nous avons utilisé une échelle visuelle analogue (Beauchamp, 1999) sur laquelle le travailleur-évaluateur indiquait lui-même par un "X" le point qui correspondait le mieux à son appréciation de l'état du couteau. À une extrémité de l'échelle (0%), le terme "non coupant" était inscrit et à l'autre extrémité (100%), le terme "très coupant". La distance entre la position du "X" et l'origine (0%-non-coupant) a été mesurée à chaque fois et convertie en pourcentage. La moyenne de l'ensemble des valeurs obtenues (5) a donné un pourcentage correspondant à l'évaluation (ou perception psychophysique) de chacun des couteaux. Pour les analyses statistiques, nous avons principalement utilisé les tests de comparaisons multiples (Newman-Keuls).

À la suite de cette première série de tests, plusieurs problèmes ont été identifiés: - certains travailleurs-évaluateurs utilisaient de préférence des couteaux droits alors que les aiguiseurs avaient préparé des couteaux semi-courbes, - tous les couteaux n'avaient pas été amenés à 100%, - un travailleur-expert affileur n'était pas celui qui avait amené les couteaux à 100%, etc. Les données n'étaient donc pas comparables et nous ne les avons pas retenues. Pour la deuxième série de tests, le même protocole a été prévu pour les six travailleurs-évaluateurs de la seconde usine mais en corrigeant ces problèmes. Les aiguiseurs ont donc préparé 12 couteaux ainsi qu'un treizième qui a été utilisé sur le banc d'essai de l'IRSST et pour les photos au microscope électronique. Malheureusement d'autres problèmes ont été rencontrés. Le temps important entre deux affilages à certains postes où le couteau n'était pas utilisé de façon intensive, a allongé le temps des tests et seulement quatre travailleurs-évaluateurs ont évalué l'ensemble des couteaux.

2.8.2 Évaluation des couteaux par le groupe d'experts

Nous avions prévu utiliser également l'évaluation subjective des travailleurs-experts pour comparer les couteaux provenant des différentes usines. Pendant les tests psychophysiques, les aiguiseurs étaient rassemblés afin de procéder à l'évaluation des couteaux qui avaient servi aux tests. Ces exercices ont confirmé que les aiguiseurs dépistent facilement et de façon cohérente entre eux, l'état viré des couteaux et même le degré d'importance de cet état. Cependant nous avons rencontré des difficultés quand nous avons demandé à l'ensemble des travailleurs-experts d'apporter, à l'occasion d'une rencontre collective, des couteaux à 100% pour leur évaluation. Au cours de cet exercice, les travailleurs-experts plaçaient les couteaux sur une échelle visuelle analogue (1 à 10) et expliquaient sur quels critères ils se basaient pour l'évaluation des couteaux. Ils pouvaient utiliser des pièces de viande pour tester les couteaux. Durant l'exercice, nous avons pu constater que les travailleurs-experts pouvaient reconnaître la provenance des différents couteaux. L'exercice ne se passait donc pas à l'aveugle. Ils étaient particulièrement sévères avec leurs propres couteaux et prenaient en considération certains critères difficiles à interpréter comme le fait que le couteau soit facilement ramenable par l'affilage. De plus, certains aiguiseurs n'avaient pas eu le temps de faire amener leurs couteaux à 100%. Nous avons compris qu'il apparaissait difficile de juger de ses propres collègues et de soi-même. Nous avons aussi constaté qu'il était difficile d'évaluer et de comparer des couteaux dans l'ensemble déjà coupants. Il nous fallait préciser davantage les critères d'évaluation. Ces résultats n'ont donc pas été utilisés.

2.8.3 Évaluation de la performance des couteaux sur le banc d'essai de l'IRSST

Le banc d'essai de l'IRSST (Lara et coll., 1996) permet de supporter une lame et de la faire glisser sur un matériau à partir d'un point défini, à vitesse égale et en utilisant la même pression d'appui de la lame sur le matériau. Lorsque la lame traverse le matériau, elle est alors en contact avec une surface métallique et un contact électrique arrête immédiatement le déplacement de la lame. On peut

donc calculer la distance parcourue par la lame avant de réussir à couper le matériau. Cette mesure permet donc d'obtenir un indice de la performance de coupe de différentes lames sur un même matériau.

Les treizièmes couteaux de chacune des usines ont été testés sur ce banc d'essai. Le matériau utilisé pour la coupe était une tranche de néoprène de densité constante et d'environ 1, 6 mm d'épaisseur. Une charge verticale constante de 800 gr a été appliquée tout au long de chaque essai. Cinq mesures ont été prises sur chacun des couteaux en repositionnant toujours la lame au même point de départ. Nous obtenons ainsi pour chaque couteau un indice de la résistance à l'usure de la lame en vérifiant si la distance parcourue par la lame augmente avec le nombre d'essais. Pour les photographies au microscope électronique nous avons utilisé une section de la lame qui avait été utilisée à cinq reprises et une autre section qui était neuve.

D'autres couteaux ayant différentes caractéristiques ont été testés sur le banc d'essai: couteau viré, rond, etc. Les détails de ces résultats se retrouvent principalement dans un rapport préparé à l'intention de l'IRSST (Lajoie et coll., 1997).

2. 9 AUTRES FACTEURS DÉTERMINANT LA QUALITÉ DE COUPE DES COUTEAUX

Bien que ce projet se soit centré sur la formation à l'affilage afin d'améliorer la qualité de coupe des couteaux des travailleurs, nous avons pu constater l'importance de plusieurs autres facteurs. Au fur et à mesure de l'avancement du projet, nous avons cumulé des informations concernant ces facteurs. Une synthèse a ensuite été préparée et proposée pour discussion aux travailleurs-experts, aux comités de santé-sécurité et au groupe d'ingénieurs, scientifiques et représentants de différents milieux. Nous avons ainsi validé et complété nos résultats.

3. RÉSULTATS

3.1 LA POPULATION DES EXPERTS ET LEUR APPRENTISSAGE DE L'AFFILAGE

Les travailleurs-experts choisis par les comités de santé-sécurité avaient en commun un nombre important d'années d'ancienneté dans l'usine. On peut en effet constater sur le tableau 2 que leur moyenne d'âge se situe dans la deuxième moitié de la trentaine dans toutes les usines et leur moyenne d'ancienneté est de 19 ans. Le plus jeune travailleur-expert a 31 ans avec le nombre d'années d'ancienneté le plus faible, 9 ans. Le plus âgé a 64 ans avec 40 ans d'expérience.

Tableau 2: Âge et nombre d'années d'ancienneté à l'usine et aux postes de couteau des trois travailleurs-experts de chaque usine participante

Usines	Usine 1	Usine 2	Usine 4	Usine 5	Usine 6	Moyenne	Ecart-type
Age	40,3	39,3	39,3	35,3	36,0	40,5	8,0
Ancienneté	23,0	19,7	19,0	12,0	15,3	19,1	8,6
Nbre d'années à un poste de couteau	21,3	16,0	13,3	6,3	9,7	13,8	7,0

Certains avaient développé des problèmes musculo-squelettiques aux membres supérieurs au cours de ces années et ont rapporté avoir développé leur technique d'affilage suite à ces problèmes afin de diminuer les efforts reliés à la découpe. Aucun des travailleurs-experts n'avaient reçu de formation formelle à l'affilage. Certains ont eu des conseils du travailleur-formateur qui leur a montré les opérations sur un poste de travail. Grâce aux réponses à une simple question sur la formation à

l'affilage qu'ils avaient reçue et comment s'était déroulée cette formation, ainsi que grâce aux multiples témoignages des travailleurs recueillis au cours des rencontres collectives, nous pouvons donner quelques informations sur les stratégies qu'avaient développées les travailleurs-experts pour apprendre à affiler.

On peut reconnaître trois types de stratégies. La première consiste à observer les autres travailleurs pendant l'exécution du travail, à remarquer les différences dans les façons de faire et à essayer soi-même ces différentes façons afin de trouver celle avec laquelle on sera le plus à l'aise et qui donnera les meilleurs résultats. La deuxième stratégie est de repérer différentes personnes ayant de l'expérience et reconnues comme ayant un bon couteau et de leur demander des conseils. Pour plusieurs travailleurs, cette personne a été l'aiguiseur de l'usine, qui généralement a une connaissance plus approfondie des couteaux. Certains travailleurs-experts ont mentionné qu'ils se pratiquaient à la maison, après le travail, pour bien intégrer leur geste d'affilage. La troisième stratégie décrite par plusieurs travailleurs-experts est de faire soi-même des essais de différentes façons d'affiler et en faisant varier différentes caractéristiques de l'affilage: l'angle d'appui, la pression, le nombre de coups à donner, etc. Le travail de découpe dans la viande permet en effet aux travailleurs de recevoir continuellement un *feedback* sur la qualité du tranchant de leur couteau, dans la mesure où la personne est très attentive aux sensations tactiles pendant la découpe et où elle développe sa perception tactile.

Les travailleurs-experts estiment que leur apprentissage de l'affilage a pris plusieurs années et qu'ils en apprennent encore. Au cours du projet, plusieurs ont affirmé qu'il y a encore des jours où ils n'arrivent pas bien à contrôler la qualité de coupe de leur couteau.

3.2 LES OUTILS UTILISÉS PAR LES EXPERTS (COUTEAU ET FUSIL) ET LEUR ENTRETIEN

3.2.1 Les fusils et leur entretien

Les fusils utilisés par les travailleurs-experts sont ronds pour la plupart d'entre eux (15 sur 18). Deux travailleurs-experts de l'une des usines de découpe utilisent un fusil plat et un autre a choisi un fusil ovale[6]. Pour les travailleurs-experts, la forme du fusil n'est pas importante. Cependant on recommandera aux apprentis de débuter avec un fusil rond car il faciliterait le repérage de l'angle. Un des experts qui travaille à l'abattage, coupe son fusil à la base de la tige et replace celle-ci dans le manche car il trouve son fusil trop long. En le coupant, le fusil devient moins lourd, il n'a plus d'inscriptions gravées à la base de la tige et il traîne moins bas au bout de la chaîne qu'il tient à sa taille pour suspendre son fusil.

Tous les travailleurs-experts sablent leur fusil afin d'atteindre le niveau de douceur dont ils ont besoin. En effet, au moment où a débuté le projet aucun de ces travailleurs n'avaient l'opportunité d'acheter un fusil dont les caractéristiques leur convenaient. Chacun avait donc développé une façon de sabler leur fusil et une façon de l'entretenir afin de le garder propre et sans rouille, ce qui était devenu difficile compte tenu du fait que le sablage enlevait, au moins en partie, la couche protectrice de chrome. Certains travailleurs lavent leur fusil à l'eau chaude avec un tampon de plastique et n'utilisent jamais de savon afin de le protéger contre la rouille. On va jusqu'à cacher son fusil dans sa case pour ne pas qu'il soit lavé au détergent de l'usine et qu'il rouille plus vite. Le contact avec les distributeurs et les fabricants a donc été important pour rechercher des fusils adéquats qui sont résistants à la rouille et qu'il n'est pas nécessaire de sabler surtout dans le contexte de la mise en place de nouvelles normes d'aseptisation dans ces milieux.

[6] Cet expert-aiguiseur a choisi un fusil ovale qu'il ne sable pas afin d'éviter qu'un travailleur de l'usine ne l'emprunte.

3.2.2 Les couteaux et leur entretien

Les couteaux utilisés par les travailleurs-experts sont tous de la même marque bien qu'on retrouve une autre marque utilisée par certains travailleurs des usines participantes. Les couteaux utilisés sont de 5 ou 6 pouces et sont soit semi-courbes, soit droits. Les couteaux (forme et longueur) sont choisis en fonction des besoins au poste de travail. Certains travailleurs conservent leurs couteaux très longtemps car ils aiment leur souplesse quand ils deviennent très minces. Ces couteaux très minces peuvent devenir dangereux car ils peuvent casser. Par contre cette souplesse recherchée pourrait être retrouvée par l'achat de couteau de plus petite épaisseur. Mis à part le lavage du couteau, leur entretien correspond à l'affilage du couteau et au retour du couteau à l'aiguisage. La plupart des travailleurs sur un poste ont deux couteaux pour la journée qu'ils remettent à l'aiguiseur à la fin de leur journée de travail.

3.2.3 L'entretien des outils pour un meilleur affilage

Les travailleurs-experts insistent sur l'importance de la propreté des outils au moment de l'affilage afin qu'aucune particule sur le fusil ou le couteau ne vienne altérer l'efficacité de l'affilage. Il faut considérer que le fil qui est recentré au moment de l'affilage est de dimension microscopique. Il est donc recommandé aux apprentis de laver leurs outils avant chaque affilage dans un dégraisseur dont l'eau ne dépasse pas 140°F. L'eau à 180°F des stérilisateurs ne devrait pas être utilisée car elle cuit et fait coller les particules sur les outils. Par ailleurs, il y a unanimité auprès des experts de toutes les usines pour recommander que chaque travailleur possède ses propres outils. Ceci permet une plus grande responsabilisation des travailleurs face à l'entretien de leurs outils et aux précautions à prendre pour le conserver en bon état. De plus, l'entreprise est ainsi mieux informée des fusils qui sont détériorés et qui doivent être remplacés.

3.3 LES TECHNIQUES D'AFFILAGE DES TRAVAILLEURS-EXPERTS ET LES ÉLÉMENTS RETENUS POUR LE CONTENU DE FORMATION À L'AFFILAGE

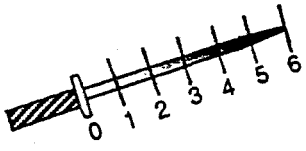
3.3.1 Les techniques d'affilage observées chez les travailleurs-experts

Lors de l'analyse des techniques d'affilage de chacun des experts à partir des enregistrements vidéo, il a été possible de comparer la façon de faire de chacun. Le tableau 3 résume les caractéristiques des techniques d'affilage telles qu'observées chez les experts. Des illustrations de certaines caractéristiques de l'affilage sont en annexe 2. Certaines caractérisques ne sont pas mentionnées dans le tableau parce qu'il n'était pas possible de les observer. Il s'agit en fait des caractéristiques considérées comme les plus importantes par l'ensemble des travailleurs-experts:

- *l'angle de la lame sur le fusil:* cet angle doit respecter l'angle du taillant
- *la pression de la lame sur le fusil:* cette pression doit être très légère
- *la sensation tactile:* l'affileur doit sentir son taillant sur son fusil tout le long de l'affilage
- *la concentration:* celle-ci serait indispensable.

Une autre caractéristique, le *sens du mouvement de la lame sur le fusil,* est toujours la même et va de soi: le couteau est déplacé de haut en bas et en le tirant vers soi (du manche vers la pointe du couteau). Certaines caractéristiques n'ont pas été mentionnées dans le tableau car elles sont, par exemple, indissociables: la *direction du déplacement de la lame sur le fusil* est associée à la position du fusil. En effet, lorsque le fusil est tenu pointe vers le bas (appui sur une table), le déplacement de la lame se dirige toujours vers la pointe du fusil; lorsque le fusil est tenu pointe vers le haut, le déplacement de la lame se dirige toujours vers le manche du fusil. Le *côté du premier coup de couteau sur le fusil* s'avère être toujours du côté de la main dominante (premier coup du côté droit pour les droitiers et vice versa pour les gauchers).

Tableau 3: Caractéristiques des techniques d'affilage telles qu'observées chez les travailleurs-experts

Caractéristiques des techniques d'affilage des travailleurs-experts		Nombre de travailleurs (N=15)
Position du fusil	- pointe vers le bas (appui sur une table) - pointe vers le haut	6 9
Inclinaison du fusil	- droit - incliné	11 4
Prise du couteau	- pouce sur le dessus, index en dessous - pouce et index de chaque côté	6 9
Stabilité du fusil	- stable - mouvement translatoire	14 1
Portion du fusil utilisée en situation de travail 	- toute la longueur -0 à 4 -1 à 3 -1 à 4 -1 à 5 -2 à 6 -3 à 6	1 1 1 1 7 3 1
Alternance des coups de chaque côté de la lame	-oui -non	15 0
Nombre pair ou impair des coups donnés sur le fusil	- nombre pair de coups - nombre impair de coups	15 0
Nombre de coups de chaque côté du fusil en situation de travail	-2 -2 à 4 -3 à 4 -3 à 5 - non disponible	9 2 1 1 2
Longueur de lame affilée	- égale à la longueur de la lame - plus petite que la longueur de la lame	15 0
Vitesse d'affilage	- rapide - moyenne - lente	0 9 6
Région du corps sollicitée par le mouvement d'affilage	- épaule - épaule et poignet - coude - épaule et coude	2 2 8 3
Stabilité du poignet pendant le contact de la lame sur le fusil	- stable - en mouvement	13 2
Direction du regard	- regarde l'affilage - ne regarde pas l'affilage	14 1

Nous avons tenté d'établir des liens entre d'autres caractéristiques. Chez tous les travailleurs qui appuient le fusil sur une table (pointe vers le bas), la prise du couteau est toujours avec le pouce sur le dessus du manche alors que chez ceux qui tiennent le fusil pointe vers le haut, la prise du couteau est variable. Il est intéressant de constater que l'appui du fusil sur une table (pointe vers le bas) se retrouve uniquement chez les six experts qui travaillent dans une usine où il n'y a que de la découpe alors que dans les usines où il y a soit uniquement de l'abattage soit de l'abattage et de la découpe, tous les experts pointent le fusil vers le haut même s'ils font de la découpe sur une table à leur poste

de travail. Il est possible que ceux-ci ayant pris à l'abattage l'habitude d'affiler sans appui préfèrent ensuite conserver la technique avec le fusil pointe vers le haut.

En ce qui concerne toutes les autres caractéristiques, nous n'avons pas trouvé de lien entre elles. Par exemple, il n'y pas de lien entre la portion du fusil utilisée et le nombre de coups donnés, entre la façon de tenir le couteau et la région du corps sollicitée, etc. On aurait pu s'attendre aussi à découvrir un ensemble de caractéristiques des techniques qui appartiennent davantage à une usine qu'à une autre, une façon de faire typique d'une région mais ça n'a pas été le cas. Mise à part la position du fusil conditionnée par la présence d'une table de découpe, il n'y avait pas dans les caractéristiques des techniques, que ce soit la façon de tenir le couteau, la vitesse de l'affilage, la portion du fusil utilisée, etc., une façon de faire commune aux travailleurs de la même usine. Comme il n'y avait pas véritablement de formation à l'affilage dans ces usines, ceci montrait bien que chacun avait développé par lui-même sa propre façon de faire.

Au tableau 3, on remarque des variations entre les experts pour certaines caractéristiques, alors que pour d'autres, la façon de faire est unique. Nous avons constaté plus tard que si certaines caractéristiques des techniques pouvaient varier dans la mesure où les principes fondamentaux de l'affilage étaient respectés (peu de pression et respect de l'angle, voir section 3.3.2), d'autres caractéristiques étaient considérées par les experts comme essentielles à un bon affilage. Celles-ci étaient la plupart du temps observables chez la grande majorité des experts: alternance des coups de chaque côté du fusil et en nombre pair, le fusil stable, le poignet sans mouvement, toute la longueur de la lame affilée, une vitesse non rapide.

Le fusil placé droit et la direction du regard se sont avérés des caractéristiques très importantes à respecter dans la mesure où il s'agissait d'un apprenti car selon certains experts, il était possible de placer le fusil incliné et de ne pas regarder les angles d'affilage si la sensation tactile de l'affileur était très développée. La portion du fusil utilisée pendant l'affilage était très variable d'un expert à l'autre mais les experts se sont entendus pour reconnaître que cette portion n'était pas vraiment importante et pouvait être grande ou petite. Il valait mieux cependant éviter les extrémités de la tige du fusil: près du manche, parce que des inscriptions gravées peuvent abîmer le fil et près de la pointe du fusil, parce que celle-ci est souvent abîmée et sa forme conique peut rendre plus difficile le respect de l'angle du taillant. De même, le nombre de coups à donner de chaque côté du fusil variait selon les travailleurs-experts et même chez le même travailleur mais tous s'entendaient pour dire que deux à trois coups de chaque côté étaient suffisants.

Au moment d'écrire le *Manuel du formateur à l'affilage*, une autre caractéristique non observée au début de projet a été signalée et ajoutée au manuel: tenir le *couteau à l'horizontal*, parallèle au plancher et le maintenir ainsi tout le long du déplacement d'avant en arrière du couteau sur le fusil afin de favoriser le respect de l'angle d'affilage.

3.3.2 Les principes de base de l'affilage

Si certaines caractéristiques des techniques d'affilage pouvaient varier chez les experts, ceux-ci se sont rapidement entendus sur les principes de base de l'affilage et sur ceux qui étaient prioritaires. En annexe 3, on retrouve la figure utilisée dans le *Manuel du formateur à l'affilage* pour illustrer ces principes. Ceux-ci peuvent être expliqués comme suit:

1. L'affilage demande beaucoup de concentration compte tenu de l'attention visuelle, de la perception tactile et de la coordination des gestes nécessaires.
2. L'angle d'appui de la lame sur le fusil est l'angle du taillant. C'est en développant sa sensention tactile que le travailleur peut bien sentir la surface du taillant sur le fusil.
3. Le regard porte sur l'angle d'appui de la lame sur le fusil afin d'assurer le respect de l'angle tout le long du geste à effectuer.

4. Le couteau est appuyé sur le fusil sans appliquer de pression afin de ne pas abîmer le fil. Quant au fusil, il est maintenu très stable pendant tout l'affilage.
5. En déplaçant le couteau sur le fusil, du talon de la lame jusqu'à la pointe, le geste garde une constance de l'angle et de la pression.
6. La main a une prise légère sur le couteau ce qui aide à ne pas appliquer de pression alors que le poignet reste bien droit pendant le déplacement de la lame sur le fusil. Cette rigidité du poignet facilite la constance du geste et le respect de l'angle.
7. L'épaule et le coude font le mouvement de déplacement de la lame sur le fusil. Ils sont relâchés et font le geste avec aisance. La vitesse est plutôt lente pour permettre un meilleur contrôle du mouvement.
8. En déplaçant la lame sur le fusil, on évite les extrémités. En effet, la pointe du fusil est conique, la position de la lame doit donc s'adapter pour maintenir la surface du taillant sur le fusil. De plus cette pointe est plus susceptible d'avoir des marques. À l'autre bout de la mèche, près du manche, des inscriptions gravées peuvent abîmer le fil.
9. En passant ensuite la lame de l'autre côté du fusil, les mêmes principes sont appliqués. On alterne de chaque côté en donnant un nombre égal de coups de chaque côté. Ainsi le fil sera bien centré. Deux à trois coups par côté seraient suffisants.
10. Le couteau et le fusil sont propres. Le couteau doit être lavé avant chaque affilage car le contact métal contre métal sans couche de gras, ni particules de viande, est nécessaire à l'efficacité de l'affilage.

3.3.3 Les étapes de la technique retenues pour le *Manuel du formateur à l'affilage*

Dans le *Manuel du formateur à l'affilage,* on retrouve de façon détaillée chacune des étapes de l'affilage, les principes à respecter à chaque étape ainsi que la ou les technique(s) suggérée(s) avec ses avantages et ses inconvénients. Nous ne présenterons dans ce rapport que les titres de ces étapes:

Étape 1 S'assurer de la propreté du couteau et du fusil avant d'affiler
Étape 2 Prendre et positionner le fusil
Étape 3 Prendre le couteau
Étape 4 Positionner le couteau sur le fusil
Étape 5 Déplacer le couteau sur le fusil
Étape 6 Changer de côté et reprendre à l'étape 4
Étape 7 Considérer le nombre et l'alternance des coups
Étape 8 Évaluer la qualité de l'affilage en travaillant dans la viande
Étape 9 Recommencer l'affilage à partir de l'étape 1

3.4 LES RÉSULTATS DE L'OPÉRATION VOCABULAIRE: LES CONCEPTS DÉVELOPPÉS PAR LES TRAVAILLEURS

Comme expliqué dans la section 2 sur la démarche, le vocabulaire employé par les experts est apparu plus complexe et diversifié qu'à première vue. Comme le geste de l'affilage permet aux experts de "sentir" (percevoir tactilement) et de diagnostiquer l'état du taillant, leur vocabulaire s'avère intimement lié à celui des différents états que peut prendre la lame (légèrement virée, écrasée, ronde, une coupe mince, carrée, etc.) ainsi qu'aux sensations que donne tel ou tel état de lame en travaillant dans la viande ou en affilant sur le fusil (un couteau doux, rude, tirant, etc.). Cette opération a permis non seulement de préciser la définition des termes qui allaient être employés dans le projet mais aussi de mettre en évidence les différents concepts qui se dégagent du vocabulaire et des définitions.

3.4.1 Le développement du lexique et le classement des mots

La définition de plusieurs termes a été précisée à partir des définitions du dictionnaire et des définitions des travailleurs: *affiler, aiguiser, morfiler, "steeler", affûter, fil, taillant, coupe.* Ainsi, le terme *affiler,* suite à la consultation de l'Office de la langue française, a été choisi pour désigner l'entretien du couteau sur le fusil car ceci correspond à l'entretien du *fil,* syllabe que l'on retrouve dans le mot *affiler. Aiguiser* réfère davantage à l'enlèvement d'une partie de la matière comme lorsqu'on aiguise un crayon. Le terme *affûter* est davantage utilisé en Europe. D'autres termes qui qualifient l'état du taillant ou du fil ont été classés lors d'un exercice qui permettait de réunir les synonymes et de placer les mots sur une échelle du plus coupant au moins coupant. Un total de 17 termes[7] ont ainsi été classés: - *couteau avec brèches, avec coches, coupant, doux, mordant, pointu, rivé, rond, rude, rugueux, tirant, viré*; - *coupe allongée, carrée, mince*; -*fil cassé, écrasé.*

Suite à cet exercice, le terme *mordant* a été évité car il pouvait avoir un sens positif (coupant) dans certaines usines et négatif dans d'autres (rugueux). Le terme *rivé* n'avait pas non plus une définition claire. Un couteau *coupant* se regroupe avec les termes *doux* et *coupe mince ou allongée.* La *coupe carrée* et le *couteau rude* sont considérés moins coupants alors que les termes *viré, écrasé* et *rond* sont à l'extrémité "non coupant". On retrouve le détail des résultats de cet exercice, les représentations visuelles de certains termes sur lesquelles les travailleurs-experts se sont entendus ainsi que le lexique retenu, à l'annexe 4.

3.4.2 Les concepts développés par les travailleurs-experts et leur validation

L'une des notions les plus importantes qui s'est dégagée du discours de tous les experts est celle du *"fil" et de ses caractéristiques.* Selon les définitions des dictionnaires le fil correspond à la partie coupante d'une lame. Le fil se situe tout le long de la crête du taillant mais il ne se voit pas. La notion de "fil" n'avait pas le même sens aux yeux des ingénieurs et du point de vue des experts. Ainsi les experts considéraient le fil comme une entité dont les propriétés étaient différentes du taillant alors que les ingénieurs voyaient le fil comme la simple extrémité du taillant. Certains experts se représentaient le fil comme de la pâte à modeler qu'il était possible de travailler à l'aide du fusil. Selon leur représentation, pendant le travail dans la viande, le fil pouvait se déformer légèrement, onduler sur sa longueur et ainsi se décentrer. Au moment de l'affilage, en passant doucement le taillant sur le fusil, on pouvait donc arriver à recentrer le fil. Cette vision du fil était très importante car elle avait des répercutions non seulement sur la façon d'affiler mais également sur le choix du fusil et sa préparation. Le fil a aussi été comparé à un ressort qui s'aplatit à cause de la pression du travail dans la viande, affiler avec le fusil permet de détendre le ressort, de faire remonter le fil qui devient plus affiné. Ainsi un couteau qui n'est pas affilé régulièrement peut devenir irrécupérable car le fil est trop déformé. Quand le couteau avait des brèches ou des coches (petites encavures), c'est que certaines parties du fil avaient cassé à la suite d'un impact: coup sur le gant d'acier maillé, sur la rampe de métal, etc.

Une autre notion importante était celle de *l'effet du fusil sur le fil.* Malgré la douceur du fusil, un affilage inadéquat pouvait avoir pour conséquence de faire complètement pencher le fil d'un côté ou de l'autre du tranchant à cause de la dureté du métal du fusil. Cet état du fil a été nommé "viré". Si le fil est viré d'un côté et de l'autre du taillant, il finit par se durcir et peut casser. Une couteau sans fil, qualifié de "rond", est un couteau qui ne coupe plus. Comme on vient de le voir, plusieurs états du fil ont ainsi été définis. Une autre notion est celle *d'usure du fil* au cours de la journée de travail. Ici deux théories s'opposaient. Pour certains, le fil s'usait à force de travailler dans la viande et de l'affiler. Il perdait donc des particules à la manière d'une mine de crayon. Pour d'autres, on perdait

[7] Le terme "gouffe" utilisé dans plusieurs usines avait d'emblée été éliminé car nous avions découvert trois significations différentes selon les usines. De plus, les définitions pouvaient être contradictoires.

des morceaux de fil, parce qu'il finissait par casser à force de pencher d'un côté et de l'autre. Suite aux échanges avec les ingénieurs, il s'est avéré que les deux phénomènes pouvaient se produire.

En échangeant avec les ingénieurs et métallurgistes au cours du projet et en particulier lors d'une rencontre spéciale (phase 4), nous avons constaté qu'il n'existait pas vraiment de théorie scientifique qui explique la nature du fil du tranchant d'une lame ou la façon dont il s'use ou va se déformer sous l'action du travail dans la viande ou de l'affilage sur le fusil. Les théories des travailleurs-experts leur ont donc été soumises et c'est en les confrontant à leurs connaissances scientifiques sur le métal qu'ils ont pu approuvé les théories des travailleurs. Ainsi le savoir manuel développé par les travailleurs allait bien au-delà de ce que les spécialistes étaient en mesure d'apporter par leurs connaissances. Toutes les notions apportées par les travailleurs n'ont pu être contredites. Elles ont au contraire été consolidées et ont amené de nouvelles hypothèses. Ces différentes notions ont pu ainsi être intégrées au *Manuel du formateur à l'affilage.*

3.5 LA CARACTÉRISATION DES COUTEAUX

3.5.1 Caractérisation des couteaux par microscopie optique et rugosimétrie

En procédant à la première caractérisation des couteaux grâce à la microscopie optique et à l'aide d'un rugosimètre, nous avons commencé à constater la petitesse du fil. Cette première série de mesure, plus grossière, nous a permis de décrire le résultat du travail de l'aiguiseur mais non celle de l'affileur. Les mesures qui sont présentées au tableau 4 concernent en effet les caractéristiques du taillant mais non celles du fil travaillé lors de l'affilage.

Nous avons mesuré la hauteur du taillant, la largeur de sa base (épaisseur de la lame à la base du taillant), l'angle du taillant et son niveau de douceur sur plusieurs couteaux de chaque usine. En effet, plusieurs couteaux avaient été préparés afin de comparer le niveau de rugosité à chaque étape de l'aiguisage. Nous avons donc des mesures sur des couteaux qui, par exemple, n'avaient pas été polis par l'aiguiseur. Le tableau 4 présente les résultats obtenus sur un couteau de chaque usine dont la préparation par l'aiguiseur était complète, y compris l'affilage. Les mesures étaient prises au niveau de quatre points de chaque côté du taillant pour la hauteur (N=8) et de trois points pour l'angle et l'épaisseur. Nous présentons les valeurs minimales et maximales afin de pouvoir apprécier l'uniformité du travail de l'aiguiseur.

Tableau 4 : Mesures minimales et maximales prises sur un couteau ayant subi toutes les étapes de préparation de l'aiguiseur de chaque usine

Usines / Mesures	Usine 1	Usine 2	Usine 4	Usine 5	Usine 6
Angle	26° à 32°	30° à 31°	24° à 27°	25° à 27°	23° à 27°
Hauteur du taillant (mm)	2,0 à 2,8	2,1 à 2,8	2,8 à 4,3	2,7 à 3,8	1,7 à 2,8
Largeur de la base du taillant (mm)	1,2 à 1,3	1,3 à 1,4	1,5 à 1,8	1,5 à 1,6	0,9 à 1,0
Rugosité*	0,24 à 0,57	0,19 à 0,73	0,25 à 0,36	0,06 à 0,14	0,20 à 0,41

* La rugosité mesurée à l'aide d'un rugosimètre correspond à la profondeur des sillons du taillant de la lame. Plus la valeur est basse, plus le taillant est doux.

On constate dans un premier temps que les angles des experts sont assez semblables malgré le fait que les machines à aiguiser soient différentes ainsi que les méthodes. Cependant certains couteaux présentent de plus grandes variations (6° dans le cas de l'usine 1). Les angles mesurés sur les couteaux de l'usine 2 sont généralement un peu plus grands que dans les autres usines et peuvent atteindre 40°, alors qu'à l'usine 5, on a pu mesurer des angles aussi petits que 14°.

La hauteur du taillant s'est avérée être une variable peu significative puisqu'elle est liée au niveau d'usure du couteau. Afin de garder un angle constant d'un aiguisage à l'autre, la hauteur du taillant doit augmenter afin de compenser pour l'épaisseur grandissante du couteau à mesure qu'on s'approche du dos de la lame. Pour cette raison, nous avons par la suite demandé aux experts d'utiliser des couteaux avec très peu d'usure pour les essais. On note une certaine difficulté parfois à garder une hauteur constante du taillant puisque la différence atteint 1, 5 mm dans le cas de l'usine 4. Il s'agit évidemment de très petites valeurs et on peut souligner ici la finesse du travail de l'aiguiseur. Cependant la qualité de l'affilage par la suite peut dépendre de cette précision. Quand à l'épaisseur ou largeur de la base du taillant, elle dépend également de l'usure de la lame: plus le couteau vieillit, plus cette base sera large.

Cette étape de caractérisation des couteaux a également permis de remarquer que certains aiguiseurs donnaient deux angles à leur couteau afin de les amincir lorsqu'ils étaient plus vieux et obtenir un angle très allongé. C'était le cas de l'usine 5. On a, par la suite souligner l'importance de ne faire qu'un taillant afin de faciliter le travail de l'affileur qui se sert de l'appui du taillant sur le fusil pour bien atteindre et travailler le fil. Cependant pour ne réaliser qu'un seul angle et pour que celui-ci soit aigu, le travail de l'aiguiseur est augmenté au fur et à mesure que le couteau vieillit et que la hauteur du taillant doit augmenter.

La rugosité ou le niveau de douceur de la lame marque vraiment une différence entre les usines. L'usine 5, par exemple, pour l'ensemble de ses couteaux se différencie par la douceur de ses lames. L'usine 2 présente beaucoup de variabilité qui semble reliée au fait que l'aiguisage à la meule rend le taillant très rugueux. Le travail de polissage est alors très important mais difficile à faire. Nous reprendrons ces éléments au moment de présenter le travail des aiguiseurs.

3.5.2 Caractérisation dés couteaux par microscopie électronique

La reconnaissance du fil
L'utilisation de la microscopie électronique a servi à confirmer l'existence du fil, c'est-à-dire d'une partie de l'extrémité du taillant qui apparaît avoir des propriétés différentes. En effet l'observation des photos prises de côté (1500X) montre souvent une texture différente à l'extrémité du taillant. Des exemplaires de ces photos sont présentés en annexe 5 pour chacune des usines. Les spécialistes en métallurgie n'ont pu se prononcer clairement quant à l'origine de cette texture et son impact sur la qualité de coupe mais plusieurs hypothèses ont été formulées. Selon eux, il est possible que cette section ait une dureté différente de celle du taillant. Ce phénomène serait dû à une transformation physique au niveau des propriétés élastiques du métal. Si on prend une petite tige de métal et qu'on la bascule en la pliant d'un côté et de l'autre, elle finit par se casser. La variation de contrainte a tendance à durcir le métal. Plus le métal durcit, plus il devient fragile et cassant. Lors de la découpe, l'extrémité du taillant subit d'énormes pressions puisque la surface de contact est limitée à la crête du taillant, soit le fil. L'exposition à cette pression peut donc modifier les propriétés élastiques du métal sur une petite zone de la lame ce qui pourrait expliquer la texture différente que l'on note sur plusieurs échantillons. L'affilage lui-même pourrait peut-être aussi participer au durcissement du fil en le faisant pencher d'un côté et de l'autre pendant le passage du couteau de chaque côté du fusil. Le fil ne pourrait donc pas être aussi visible sur la photo au microscope électronique si le fil n'a pas été "travaillé" lors de découpe dans la viande ou lors de l'affilage.

Le tableau 5 présente différents éléments d'informations tirés des photos au microscope électronique du couteau de chaque usine qui a été utilisé sur le banc d'essai (avec une section neuve et une section usée) et qui fait partie de la même série de couteaux préparés pour les tests psychophysiques. Il s'agit toutefois d'une appréciation qualitative des auteurs.

Tableau 5 Éléments descriptifs du taillant et du fil des couteaux de chaque usine à partir des photos au microscope électronique

Usines	Eléments descriptifs du taillant et du fil						
	Angles	Dimension du fil	Droiture du fil à 20 µm	Présence de stries sur le taillant/douceur fil à 200 µm	à 20 µm	Epaisseur du fil à 200 µm	Propreté surfaces à 20 µm
1	26°	± 8 µm	droit	nombreuses peu profondes	stries effacées fil lisse	mince	bavures
2	26°	difficile à voir (0 µm?)	légères déformations	nombreuses profondes	stries effacées fil lisse	épais	propre
3	26°	non visible	droit	très nombr. profondes	stries très visibles jusqu'au fil	+ mince	bavures
4	24°	± 8 µm	légères déformations	nombreuses peu profondes mais variables	stries effacées fil lisse mais démarqué	épais	± propre
5	22°	± 8 µm	droit	très peu et non profondes	stries visibles fil lisse	++ mince	propre
6	27°	délimitation inégale	droit	nombreuses peu profondes	stries visibles fil lisse	++ mince	propre

A noter: Le couteau de l'usine 6 n'est pas le même que celui utilisé sur le banc d'essai à cause de difficultés techniques. Il s'agit d'un couteau aiguisé mais non amené à 100%.

L'angle du taillant et du fil
Les angles sont semblables d'une usine à l'autre, la moyenne se situant à 25°. On note à nouveau un angle plus petit à l'usine 5. L'angle du fil n'a pu être mesuré avec précision à cause des difficultés liées à la coupe de la lame mais il semble que l'angle du fil soit plus grand que l'angle du taillant (données plus détaillées dans le rapport Lajoie et coll. (1997)).

Les dimensions du fil
II a été possible aussi de mesurer la hauteur du fil lorsque l'extrémité du taillant présentait une surface dont l'apparence était différente. La hauteur du fil étant extrêmement petite, il est étonnant de trouver des hauteurs aussi semblables. Lorsque le fil n'est pas visible, il est possible que ce soit parce que celui-ci n'a pas été suffisamment "travaillé" mais on pourrait aussi se demander si la hauteur du fil ne dépasserait pas le cadre de la photo. On ne verrait alors que le fil sur la photo.

La linéarité du fil
Les photos à 200 um prises du dessus de la lame montrent un fil très droit, très linéaire pour tous les couteaux. Les photos à 20 µm permettent de voir dans certains cas quelques déformations du fil mais elles sont très légères, ce qui montre la finesse du travail des aiguiseurs.

La douceur du taillant et du fil
Les stries et leur profondeur sont très visibles sur les photos à 200 µm. Elles viennent confirmer les mesures du rugosimètre car les stries sur le taillant sont plus profondes lorsque les couteaux proviennent des usines où l'aiguisage est réalisé à la meule (usines 2 et 3). Par contre même lorsque les stries sont profondes la surface à l'extrémité du taillant peut paraître lisse à 20 µm (usine 2). La surface du fil apparaît toujours très douce sauf dans le cas de l'usine 3.

L'épaisseur du fil
Sur les photos à 200 µm, il semble possible d'apprécier de façon qualitative l'épaisseur du fil, c'est-à-dire de la partie qui semble émerger du taillant. Selon les dires des experts, certains aiguiseurs laisseraient une plus grande "quantité" de fil, c'est-à-dire une plus grande quantité de matière qu'il est possible de travailler à l'affilage. Les experts provenant des abattoirs (usine 3 et en particulier usines 5 et 6) affirment qu'ils raffinent le plus possible le fil afin qu'il soit très mince et doux alors que dans les salaisons (usines 2 et 4), on recherche une lame dont le fil pourra être travaillé, durera plus longtemps et sera plus solide[8]. Ces photos confirment confirment leurs dires.

La propreté des surfaces
II est difficile de savoir à quoi correspondent les bavures que l'on retrouve sur les surfaces observées à partir des photos à 20 µm. Il peut s'agir de restant de morfil, de "compound" (matière utilisée pour faciliter le polissage) ou tout simplement de saletés.

3.6 L'OPÉRATION "CARACTÉRISTIQUES DU COUTEAU RECHERCHÉ" ET L'ÉVALUATION SUBJECTIVE

3.6.1 Quelles sont les caractéristiques d'un couteau coupant et peut-on les reconnaître?

Au moment de l'opération vocabulaire, en plaçant les différents termes décrivant l'état des lames sur une échelle du plus coupant au moins coupant, les experts avaient montré que ce qu'il considérait comme un couteau coupant étaient de coupe mince et doux. Par contre, un couteau viré ou rond coupe mal. Ainsi nous avons pu dégager que le couteau dont le taillant est très doux et dont l'angle est aigu est considéré par les travailleurs comme le plus coupant.

Lors de l'opération "caractéristiques du couteau recherché", les travailleurs-experts ont procédé à l'identification de l'état du couteau et au classement d'une série de six couteaux préparés par un aiguiseur (aucune mesure n'a été prise sur ces couteaux). Selon les résultats obtenus, l'état viré du couteau a été identifié par les 12 experts présents et le couteau viré a été classé vers l'extrémité "non coupant" (score 10) de l'échelle par 11 experts (score moyen de 8,3). Le couteau rond a été reconnu par sept experts et 11 l'ont placé vers l'extrémité "non coupant" (score moyen de 8,3). Les travailleurs ont eu de la difficulté à identifier l'état des couteaux qui étaient rudes.

Par ailleurs, tous les couteaux préparés pour le classement avaient une coupe allongée et douce cependant le premier devait avoir une coupe un peu plus allongée. Celui-ci s'est vu devancer sur l'échelle par un autre couteau dans le cas de 6 travailleurs sur 12. Le score moyen du couteau le plus allongé était de 3,4 alors que celui du deuxième couteau était de 2,0. Au moment de choisir avec quel couteau ils préféreraient travailler, 7 travailleurs ont choisi le premier couteau. Une réflexion s'est alors amorcée sur les difficultés de l'évaluation subjective mais aussi sur le fait que le couteau le plus coupant n'est pas nécessairement celui qui est recherché.

Le couteau le plus coupant n'est pas toujours celui qui est recherché
Les rencontres collectives qui ont suivi ainsi que les résultats de la caractérisation des couteaux ont permis d'éclaircir le fait que les besoins pouvaient être différents d'une usine à l'autre, selon le produit à découper, les exigences aux postes de travail ou la capacité à affiler d'une personne. Le couteau le plus coupant (angle aigu et très doux) ne serait pas nécessairement celui qui est le plus approprié pour tous les postes ou dans toutes les conditions. Comme le couteau à angle aigu est plus fragile, si le contact avec les os est fréquent, il ne sera pas possible de maintenir une bonne qualité de coupe à moins d'avoir un couteau plus carré et plus solide ou de changer de couteau fréquemment. Le couteau à angle aigu serait aussi plus facile à virer. Il serait donc difficile pour un

[8] Dans les usines 1 et 6, on retrouve un département d'abattage et un département de découpe (salaison).

apprenti de l'entretenir. La possibilité pour l'aiguiseur de réaiguiser les couteaux selon les besoins des travailleurs devient alors très importante. Nous explorerons davantage ces aspects dans la section 3.7 sur le travail des aiguiseurs.

3.6.2 L'évaluation subjective: difficultés et conditions favorisantes

Au cours de l'opération "caractéristiques du couteau recherché", l'expérience de trois travailleurs qui ont testé les couteaux dans la viande, a montré que le travail dans la viande facilitait le classement des couteaux. Par ailleurs, en ce qui concernait les aiguiseurs, ils semblaient avoir plus de facilité à caractériser les couteaux au seul moyen des yeux et des doigts. Une des difficultés reliées à l'évaluation subjective est le fait que les travailleurs ont l'habitude d'évaluer les couteaux en les affilant et en travaillant dans la viande sur une longue période. Or le seul fait d'affiler et de travailler avec un couteau peut changer son état. Si plusieurs travailleurs évaluent le même couteau en travaillant avec celui-ci, ils n'évaluent probablement plus le même couteau. Par exemple, pour certains experts, bien que l'on considère que virer un couteau est le produit de l'affilage, on pourrait rendre le couteau encore plus viré simplement en coupant dans la viande.

Suite à d'autres évaluations réalisées avec les aiguiseurs, il s'est avéré à nouveau que l'état viré est très bien identifié par les aiguiseurs qui sont même concordants au niveau de l'importance de l'état viré. Cette caractéristique serait facile à évaluer pour ces experts qui ont l'habitude de diagnostiquer les couteaux avec leurs yeux et leurs doigts. De plus, l'état viré se définit très bien et on peut utiliser un repère tactile (sentir le fil accrocher dans l'ongle) ou visuel (voir le reflet que produit le fil viré à la lumière). Par contre des états intermédiaires comme celui de rude, ramenable avec le fusil, tirant, sont plus difficiles à définir de telle sorte qu'il y ait une compréhension commune et exacte des termes.

Pour procéder à une évaluation et à une comparaison de couteaux qui sont tous coupants, comme ceux préparés par les experts des usines, il est donc apparu important que cette évaluation se fasse dans les conditions de travail que l'on retrouve sur la chaîne et en précisant davantage les critères d'évaluation. C'est pourquoi les tests psychophysiques se sont déroulés de telle sorte que les travailleurs puissent affiler et travailler sur leur poste avec le couteau et en utilisant une échelle visuelle analogue très simple (très coupant à non coupant). De plus un projet a été développé qui pourrait se réaliser ultérieurement dans lequel nous prévoyons une évaluation subjective de différents couteaux, effectuée par des travailleurs sur la chaîne, sur des périodes de plusieurs jours, avec la possibilité de faire des allers-retours avec les couteaux de différents types et sur la base d'une grille plus élaborée mais simple et précise.

Développement des concepts du couteau à 100% et d'amener le fil à sa main
Suite aux évaluations subjectives et aux discussions qui ont eu lieu entre les travailleurs-experts au moment des rencontres collectives, il est ressorti que le couteau aiguisé n'était pas au maximum de sa performance s'il n'était pas "travaillé" avec le fusil. Il semble que le travailleur avec son fusil qui est aimanté, nettoie le taillant et le fil des restants de morfil. La coupe devient alors plus douce et le couteau plus coupant. Par ailleurs, selon les travailleurs-experts, l'affileur, à force de travailler son couteau avec son fusil, l'amènerait à sa main. Il en fait "son" couteau de telle sorte qu'il est difficile pour une autre personne, même expérimentée de l'affiler par la suite. Dans la mesure où on considère le fil comme malléable, on peut émettre l'hypothèse que l'affileur donne une forme au fil qui lui est propre. Malheureusement ceci est difficile à confirmer puisqu'il n'a pas été possible de bien voir le fil sur les coupes transversales[9] préparées pour le microscope électronique. C'est pourquoi lors des tests psychophysiques et des essais sur le banc de l'IRSST, les couteaux préparés par les aiguiseurs étaient ensuite amenés à 100% par un affileur (travailleur-expert) qui travaillait sur

[9] Comme il s'agissait simplement d'essais qui n'ont pas donné de résultats utilisables, les photos n'ont été présentées que dans le rapport Lajoie et coll. (1997)

la chaîne et affilait les couteaux jusqu'à ce qu'ils atteignent le maximum de leur performance. On comprend aussi l'importance pour les travailleurs-évaluateurs qui utilisaient ces couteaux pendant les tests d'avoir l'opportunité d'affiler eux-mêmes les couteaux pour pouvoir les évaluer adéquatement.

3. 7 L'AIGUISAGE

3.7.1 Caractéristiques des aiguiseurs, leur apprentissage et leur équipement

Les aiguiseurs ne sont pas plus âgés ou plus anciens en moyenne que les autres travailleurs-experts (42 ans et 21 ans d'ancienneté), on y retrouve le plus jeune (31 ans) et le plus âgé des experts (64 ans). Dans le cas de deux aiguiseurs, ils ont reçu une formation de la part du titulaire du poste (il s'agit des deux usines où il y a deux aiguiseurs). Les autres n'ont reçu aucune formation au moment d'occuper pour la première fois le poste d'aiguiseur. On retrouve au tableau 6 les équipements utilisés par les aiguiseurs.

Tableau 6: Équipements utilisés dans les différentes usines pour l'aiguisage et le polissage des couteaux

Usines	Machines à aiguiser	Appareil de polissage
1	Machine à courroie modèle français remontée de 30° à l'arrière Papier sablé: 180	Roulette de coton
2	Machine à embouts jaunes Meule rude: Meule douce	Roulettes de coton rude : douce
3	Machine à embouts jaunes Meule de douceur moyenne	Roulette de coton
4	Machine à courroie modèle allemand Papier sablé: 220	Roulette de papier sablé 280 Roulette de coton
5	Machine à courroie modèle allemand modifié Papier sablé: 220	Roulette de coton
6	Machine à courroie modèle français Papier sablé: 180	Roulette de feutre Roulette de coton (ajoutée plus tard)

On reconnaît deux principaux types de machines pour l'aiguisage soit des machines à courroie de papier sablé dans le cas de quatre usines et des machines à meules de pierre pour les deux autres. On retrouve deux modèles de machines à courroie: une marque française et une marque allemande. Dans l'usine 1, on a relevé à l'arrière la machine afin de positionner plus facilement le couteau sur la courroie au moment de l'aiguisage. Dans l'usine 5, la machine allemande a été modifiée afin de diminuer les vibrations. Les machines à meule utilisées dans les usines 2 et 3 sont identiques mais dans l'usine 3 on n'utilise qu'une seule meule de pierre. Celle-ci serait plus douce que la meule rude de l'usine 2 mais plus rude que la meule douce de l'usine 2. L'aiguisage se fait à l'eau dans toutes les usines sauf dans l'usine 1 où les lames sont plongées avant l'aiguisage dans un récipient d'eau froide afin d'éviter qu'elles ne chauffent lorsqu'elles sont passées sur le papier sablé (plus tard, l'eau sera utilisée comme dans les autres usines). Dans l'usine 6, l'aiguiseur met de l'eau dans sa machine seulement au cours de la deuxième journée d'utilisation de la courroie de papier sablé alors qu'il doit

peser davantage sur le couteau (changement aux deux jours). Selon cet aiguiseur, il est plus facile de voir l'apparition de la ligne de morfil lorsqu'il n'y a pas d'eau[10]. Par ailleurs dans l'usine 5, l'eau arrive par un robinet et coule en continu dans le récipient placé sous la machine et dans lequel plonge la courroie. Les autres mettent de l'eau dans ce récipient à chaque jour.

Pour le polissage, on utilise principalement des roulettes de coton. Un aiguiseur passe la lame sur une roulette faite de carrés de papier sablé très doux, avant la roulette de coton. Un autre utilisait au départ uniquement la roulette de feutre mais a ajouté la roulette de coton au cours du projet. Tous utilisent du "compound" (matière pâteuse sous forme de bloc déposée sur la roulette de coton) au cours du polissage mais comme on le verra plus loin, à des degrés très divers.

3.7.2 Résultats recherchés par l'aiguisage

Selon l'ensemble des aiguiseurs, on recherche au moment de l'aiguisage à refaire le fil du taillant en enlevant une fine couche de métal. Il serait important qu'un morfil se forme tout le long de la crête du taillant et de chaque côté. Les aiguiseurs disent rechercher le même angle de chaque côté de la lame. On note cependant des différences importantes entre les usines en ce qui concerne l'angle et la douceur bien que les points de vue aient évolué au cours du projet. Dans la moitié des usines, on rapporte que l'angle ne varie pas au fur et à mesure du vieillissement du couteau. On garde le même angle en augmentant la hauteur du taillant (usines 1 et 6) ou en amincissant le taillant, ce qui ajoute un second angle au taillant (usine 5). Dans ces usines on spécifie cependant que des angles différents peuvent être donnés aux couteaux selon le travailleur ou le poste de travail. Dans les autres usines, l'angle s'élargit à mesure que le couteau vieillit de telle sorte que l'angle sera de plus en plus carré.

En ce qui concerne la douceur, un débat a eu lieu au sujet du niveau de douceur à atteindre. Polir au moment de l'aiguisage signifierait adoucir le couteau mais aussi enlever une partie de la matière qui constitue le fil. Ainsi certains aiguiseurs laissent davantage de morfil afin que le travailleur sur son poste puisse "travailler" son fil et amener le couteau à sa main: c'est le cas surtout des salles de découpe. Dans l'abattage, on recherche la plus grande douceur considérant que le temps de "travailler" son fil entraîne trop d'effort quand on coupe de la viande chaude.

Le couteau à 100%: partager le polissage et amener le couteau à sa main
C'est ainsi que s'est développée la notion du couteau à 100%. Un couteau est amené à 100% par l'affilage du travailleur sur la chaîne. Il s'agit d'un couteau amené au maximum de sa performance, très doux et très coupant. Mais le temps nécessaire pour amener le couteau à 100% varierait selon le travail de polissage qu'aura effectué préalablement l'aiguiseur. D'une usine à l'autre, ce temps sur la chaîne pour amener le couteau à 100%, pouvait passer de quelques minutes à une heure et plus. Ainsi il est apparu que dans certaines usines (salle de découpe) on ne fait pas qu'affiler avec le fusil mais en plus, on "adoucit". Ceci pouvait expliquer en partie le fait que d'une usine à l'autre on préférait un fusil très poli (abattage) ou plus rugueux (découpe), ce dernier facilitant le travail d'adoucissement. Ces constats ont entraîné un débat entre les travailleurs concernant le partage des responsabilités entre les aiguiseurs et les affileurs. Est-ce à l'aiguiseur de polir au maximum le couteau ou est-ce à l'affileur de travailler son couteau avec son fusil afin de l'adoucir? Selon certains experts, il est intéressant pour le travailleur de pouvoir amener le couteau à sa main en l'adoucissant. Pour d'autres, il est très important que l'aiguiseur fasse tout le travail d'adoucissement pour réduire les efforts du travailleur sur la chaîne.

[10] II peut être important de noter qu'il s'agit du travailleur-expert le plus âgé.

3. 7. 3 Différents elements caractérisant la charge de travail de l'aiguiseur

Les aiguiseurs n'ont pas tous le même temps pour aiguiser et ils n'ont pas non plus le même nombre de couteaux à aiguiser. On peut constater au tableau 7 certaines différences qui peuvent exister entre les usines. Ainsi dans l'usine 1 deux aiguiseurs se partagent le travail. Le premier aiguise les couteaux sur la courroie de papier sablé et le deuxième assure le polissage de tous les couteaux. Dans l'usine 4, on retrouve aussi deux aiguiseurs mais ceux-ci se sont partagés les départements de l'usine (le nombre de travailleurs correspond aux départements dont s'occupe l'aiguiseur). Les aiguiseurs des usines 1 et 6 aiguisent quatre fois plus de couteaux que dans les usines 2 et 4 pour la même période (l'aiguiseur de l'usine 6 doit en plus distribuer les manteaux blancs aux travailleurs et s'occuper de ramasser les manteaux sales). Si on compare les usines 3 et 5 où il n'y a que de l'abattage, le nombre de couteaux par jour est semblable mais l'aiguiseur de l'usine 5 a environ le double de temps pour aiguiser. Il apparaît donc difficile d'accorder la même attention à chaque couteau.

Les usines où le nombre de couteaux par travailleur par jour est de moins de un (usines 2 et 4) sont les deux usines où il n'y a que de la découpe sans abattage. Il s'agit aussi d'usines où c'est l'aiguiseur qui va recueillir, lors de tournées dans l'usine, tous les couteaux qu'il aura à aiguiser. Dans les autres usines, les travailleurs déposent leurs couteaux à aiguiser au local de l'aiguiseur à la fin de la journée de travail ou au moment d'une pause..

Tableau 7: Éléments caractérisant la charge de travail des aiguiseurs

	Usine 1*	**Usine 2**	**Usine 3**	**Usine 4**	**Usine 5**	**Usine 6**
Nombre de travailleurs avec des couteaux	250	53	32	68	40	100
Nombre de couteaux aiguisés au cours d'une journée d'observation	360	47	68	45 (environ)	62	181
Nombre de couteaux par travailleur par jour	1,4	0,9	2,1	0,7	1,5	1,8
Temps consacré à l'aiguisage par jour (heures)	8 (x2)	8	2	8	5	9
Autres fonctions pendant le temps consacré à l'aiguisage	non	non	non	non	oui réparations	oui manteaux

* Les résultats de l'usine 1 concernent deux aiguiseurs

3.7.4 Les étapes de l'activité d'aiguisage

Suite à l'observation du travail des aiguiseurs, on peut en reconnaître les principales étapes. Au tableau 8, on retrouve le temps consacré à chacune de ces étapes dans chaque usine. Il n'a pas été possible d'avoir toutes ces informations pour l'usine 4.

Voici la description de ces étapes:
1- *Examiner le couteau*
L'aiguiseur examine le couteau avant l'aiguisage et fait un diagnostic de son état. On vérifie s'il y a des brèches, par exemple, ou si le couteau est viré. Dépendant de l'aiguiseur, celui-ci peut changer

Tableau 8: Temps consacré à chacune des étapes principales de l'aiguisage dans chaque usine (en secondes) et autres caractéristiques des techniques

	Usine 1 N*= 90 (360)	**Usine 2** N= 21 (47)	**Usine 3** N= 14 (68)	**Usine 5** N= 25 (62)	**Usine 6** N= 36 (181)
Moyenne $\bar{X}$ Écart-type 1 σ					
Étapes de l'aiguisage					
Examine	3,2 2,9	23,3 23,8	7,0 2,0	6,7 3,4	8,3 3,4
Aiguise	34,7 8,8	48,2 3,2	42,3 8,1	49,8 13,8	25,1 9,4
Polit	31,5 5,2	24,4 1,7	73,6 7,2	23,6 5,2	14,9 4,4
Affile		15,1 6,9	6,0 1,0	8,6 1,8	11,6 3,5
Vérifie	-	6,9 4,5	8,8 2,4	3,7 1,5	4,7 1,1
Total	69,4	117,9	137,7	92,4	64.6
Autres opérations reliées à l'aiguisage					
"Compound"	aux cinq couteaux	chaque couteau	chaque couteau	aux cinq couteaux	une fois par jour (181)
Nombre de couteaux par courroie	50	NA	NA	41	181

* N = le nombre de couteaux enregistrés sur Kronos sans les couteaux spéciaux et les retours
Entre parenthèses: le nombre total de couteaux aiguisés au cours de la journée

plus ou moins sa méthode selon l'état du couteau. Le couteau peut aussi être examiné à la suite de l'une ou l'autre des étapes suivantes.

2- *Passer la lame sur la machine à aiguiser de chaque côté*

II s'agit de l'aiguisage proprement dit. La lame est passée sur la courroie de papier sablé ou sur la meule d'abord sur un premier côté. Un certain nombre de coups seront nécessaires avant de voir apparaître une ligne brillante à la crête de la lame: il s'agit du morfil (souvent appelé mâchefer par les travailleurs) qui se forme par l'aiguisage. Le même traitement est donné au couteau de l'autre côté de la lame.

3- *Polir le couteau*

Le polissage sert à adoucir la coupe mais aussi à casser la ligne de morfil produite lors de l'aiguisage. Du compound est utilisé pour donner une meilleure adhésion pour arracher le morfil. Certains aiguiseurs utilisent avant la roulette de coton, une roulette de carrés de papier sablé ou une roulette de feutre pour bien casser la ligne de morfil. Lors de l'utilisation de cette roulette de papier sablé pour le polissage, l'aiguiseur doit régulièrement plonger son couteau dans l'eau froide afin d'éviter qu'il ne chauffe ce qui dénaturerait le métal.

4- *Affiler le couteau*

L'affilage du couteau sert à enlever le surplus de morfil mais surtout à évaluer l'état du couteau. Le couteau sera essuyé avant d'être affilé.

5- *Vérifier l'état du couteau*

On vérifie s'il reste du morfil et si le couteau est bien coupant en coupant du papier avec la lame. Il s'agit le plus souvent de papier essuie-tout. Certains aiguiseurs utilisent leur ongle afin de sentir si ça accroche. D'autres coupent le poil de leur avant-bras pour vérifier si la lame coupe bien. Dans

un abattoir, l'aiguiseur passe doucement le fil de la lame sur un linge de coton pour sentir si ça accroche.

On constate que le temps consacré aux différentes étapes peut varier beaucoup d'une usine à l'autre. Le temps pour l'examen du couteau, par exemple, est beaucoup plus important à l'usine 2 et très variable (écart-type élevé). En fait le diagnostic du couteau est fait par l'aiguiseur après chaque étape de l'aiguisage. Le temps de polissage est une activité très variable d'une usine à l'autre: alors que dans l'usine 6 on ne consacre que 14 secondes à chaque couteau pour le polir, on y passe plus d'une minute à l'usine 3. Il faut se rappeler d'une part que l'aiguiseur de l'usine 6 a très peu de temps pour aiguiser alors que dans l'usine 3, il s'agit d'une seule meule, ce qui pourrait demander davantage de polissage par la suite. Dans l'usine 1, on n'a pas le temps d'affiler ou de vérifier la qualité de l'aiguisage. Le temps consacré à chaque couteau est court comme dans l'usine 6 (un peu plus qu'une minute). Dans l'usine 3, malgré le peu de temps accordé à l'aiguisage (2 heures par jour), l'aiguiseur prend plus de deux minutes en moyenne pour aiguiser un couteau. Il est à noter que pendant sa période d'aiguisage, cet aiguiseur ne reçoit pas (ou très peu) la visite de travailleurs qui viennent porter un couteau ou demander un conseil.

D'autres caractéristiques distinguent les techniques d'aiguisage de chacun des experts. Il est étonnant par exemple que certains aiguiseurs mettent du compound sur les roulettes de coton (ou de feutre) à chaque couteau (usines 2 et 3) alors que d'autres en mettent environ à tous les cinq couteaux (usines 1 et 5) ou une seule fois dans la journée (usine 6). Le changement de la courroie de papier sablé ne se fait pas non plus à la même fréquence. Dans les usines 5 et 6 on change de courroie une à deux fois par jour mais dans l'usine 6 on aiguise trois fois plus de couteaux que dans l'usine 5. Dans l'usine 4, on ne fait que 15 couteaux avec une courroie.

3.7.5 Les contraintes reliées au travail des aiguiseurs

Le travail des aiguiseurs est très important pour assurer la qualité de coupe des couteaux de chacun des travailleurs d'une usine. La possibilité de bien entretenir son couteau sur la chaîne en l'affilant dépend du travail préalable de l'aiguiseur. On peut répertorier plusieurs *conséquences d'un mauvais aiguisage* des couteaux:
- un couteau qui n'est pas meule également de chaque côté sera rugueux et augmentera l'adhérence du couteau sur la viande,
- un couteau peut être rugueux par manque de polissage; il reste alors trop de morfil après la lame et l'affileur peut prendre des heures avant d'obtenir un couteau suffisamment doux,
- un couteau qui n'a pas assez de morfil peut s'user très vite et être difficile à entretenir,
- un couteau dont le tranchant est bombé sera plus difficile à affiler,
- un couteau qui n'a pas un angle égal de chaque côté sera aussi plus difficile à affiler,
- un couteau qui a deux angles au niveau du taillant peut également être plus difficile à affiler car le premier angle du taillant ne constitue pas un repère pour l'affilage du fil.

On comprend la lourdeur de la responsabilité que porte l'aiguiseur et la *charge émotive* reliée à son travail. Si celui-ci n'est pas au maximum de sa forme physique et mentale, s'il ne peut donner la même qualité de travail, ce sont tous les travailleurs de l'usine qui auront davantage de difficultés à travailler. Peu de travailleurs acceptent de devenir aiguiseur car la moindre faiblesse entraîne des récriminations de la part des travailleurs sur la chaîne. Même lorsque les couteaux sont très bien aiguisés, les travailleurs qui ne maîtrisent pas bien l'affilage peuvent facilement attribuer leurs problèmes au travail de l'aiguiseur. Dans chaque usine, on a rapporté les difficultés des travailleurs sur la chaîne lorsque l'aiguiseur est parti en vacances et remplacé par une personne moins expérimentée.

On peut aussi décrire une *charge physique* importante, en particulier dans les usines où le nombre de couteaux aiguisés est très élevé car le travail de l'aiguisage se fait sans arrêt sur de longues

périodes. La région cervico-brachiale (cou, haut du dos, épaules) est mobilisée de façon statique. En effet, à cause de la finesse du travail, toute cette région doit se contracter pour stabiliser les bras et permettre le travail précis des mains. Rappelons que les machines à aiguiser n'ont pas d'appuis qui faciliteraient la stabilité de l'aiguiseur et la précision des gestes. Signalons aussi les exigences visuelles qui conditionnent la posture, en particulier la position penchée du cou. L'aiguiseur ne peut jamais quitter des yeux son ouvrage et doit se trouver suffisamment proche pour bien voir l'apparition du morfil. Tous rapportent de la fatigue visuelle. Une *charge mentale* élevée accompagne le travail physique puisqu'une concentration et une attention soutenues sont essentielles à la réalisation adéquate de l'aiguisage. L'aiguiseur doit repérer le morfil pendant l'aiguisage, juger de l'état du couteau, éviter de se couper, vérifier ses équipements, etc.. Il y a aussi toujours une certaine incertitude quant aux résultats du travail.

Plusieurs aspects de *l'environnement* de l'aiguiseur sont à relever. Les locaux sont souvent très exigus. Le bruit des machines est donc intensifié. La poussière de métal et surtout de "compound" se retrouve partout. Les aiguiseurs ont mentionné l'accumulation de cette poussière au niveau de leurs voies respiratoires. Le système de ventilation prend donc une grande importance alors qu'il est souvent inadéquat. De plus, les aiguiseurs n'ont pas toujours un éclairage suffisant compte tenu des détails à percevoir. Ajoutons également les vibrations de la machine à aiguiser qui représentent une difficulté du point de vue de la santé mais aussi du point de vue de la qualité du travail à réaliser.

Les aiguiseurs rapportent les améliorations qu'ils souhaiteraient pour leurs *équipements:* des appuis, moins de vibrations, des guides. Ils aimeraient avoir la possibilité d'essayer différents modèles, différentes façons de faire. En effet, les aiguiseurs ont eu peu ou pas de *formation* et très peu *d'informations* circulent sur les équipements. Un aiguiseur participant au projet rapportait que plusieurs années ont passé avant qu'il ne réalise qu'il fallait mettre de l'eau dans le récipient sous la courroie afin d'éviter que les couteaux ne chauffent trop. Un autre a découvert par lui-même l'utilité d'un instrument accompagnant la meule et servant à son entretien. En somme, l'intérêt et l'attention accordés aux aiguiseurs, à leurs conditions de travail et à leurs équipements sont loin d'être proportionnels à l'importance de leur travail sur les contraintes de l'ensemble des travailleurs qui utilisent un couteau.

3.8 RECHERCHE D'INFORMATIONS SUR LES ÉQUIPEMENTS

Comme mentionné dans la section 2, la recherche bibliographique n'a pas permis de trouver de documents qui puissent fournir les informations recherchées sur l'aiguisage, l'affilage et les équipements. Par contre des échanges avec des représentants de ce secteur d'emploi, avec des fournisseurs et avec des fabricants ont apporté certains éléments d'informations.

3.8.1 Informations provenant d'échanges avec des entreprises du secteur en France

En Europe, cinq usines (deux usines de boeuf et trois de volaille) ont été visitées, une usine d'affûtage où on prépare les couteaux de plusieurs usines et une compagnie qui prépare de la formation pour une grande entreprise de découpe de boeuf. À chacun de ces endroits, l'aiguisage se faisait sur une meule et l'angle du taillant privilégié se situait de 30° à 40°. Dans l'usine d'affûtage, on utilise un équipement dispendieux. Il s'agit d'un type de machine à aiguiser possédant deux meules qui aiguisent les deux côtés de la lame en même temps. Ce type d'équipement n'assurerait pas cependant une plus grande égalité des taillants et des angles puisque l'aiguiseur doit tenir le couteau bien droit et bien centré pendant tout le geste de passage de la lame sur les meules.

Dans toutes ces usines, comme au Québec, il n'y avait pas de formation à l'affilage sauf dans le cas d'une très grande entreprise. En effet, celle-ci avait fait appel depuis deux ans à une compagnie spécialisée pour monter une formation à l'affilage. Cette formation durait deux jours pendant

lesquels les apprentis étaient retirés de leur milieu de travail (aucun document disponible). On commençait par filmer chacun des participants en train d'affiler, au début de la formation. Ensuite quelques notions théoriques étaient données concernant en particulier le fait qu'un angle trop grand sur le fusil peut faire pencher sur le côté l'extrémité du taillant alors qu'un angle trop petit ne permet pas d'atteindre l'extrémité du taillant. On utilisait ensuite les enregistrements vidéos pour relever les défauts de chacun et on pratiquait par la suite la technique d'affilage préconisée. On refilmait ensuite les apprentis qui étudiaient à nouveau leur façon d'affiler. La technique d'affilage mise de l'avant diffère de celles des travailleurs-experts de ce projet. En effet, on affile plutôt en écoutant le son de la lame qui passe sur le fusil, ce qui est possible lorsque les fusils sont rudes (les fusils ne sont pas sablés par les travailleurs comme au Québec). Les travailleurs-experts de ce projet ont comparativement des fusils très doux et un geste plus léger. Ils se concentrent davantage sur la sensation tactile et l'attention visuelle.

3.8.2 Échanges avec les fournisseurs, les fabricants et entre les travailleurs-experts

Suite aux échanges avec les travailleurs-experts, le service des achats des usines, les fournisseurs et les fabricants, il est apparu évident que peu de contacts existaient entre ces quatre niveaux et que si les besoins de uns n'étaient pas acheminés aux intéressés, les informations des autres n'arrivaient pas aux utilisateurs. Par exemple, au début du projet, tous les fusils des travailleurs-experts étaient sablés par ceux-ci car ils n'avaient jamais en leur possession de fusils assez doux. Les recherches effectuées dans le cadre du projet ont permis de découvrir un type de fusil appelé fusil-miroir qui est parfaitement lisse. Ce fusil a été essayé dans toutes les usines et les travailleurs dans les abattoirs l'ont adopté avec enthousiasme. Dans la découpe, ce fusil serait trop doux et on n'a pas encore trouvé sur le marché, le fusil convenant à leur besoin (on continue à sabler les fusils). En ce qui concerne les machines à aiguiser, les travailleurs de l'usine 5 ont modifié leur machine à courroie afin de diminuer les vibrations et avoir de l'eau en flot continu. Aucune des machines ne permet d'avoir des appuis qui augmentent la stabilité de l'aiguiseur ou de guides adéquats qui facilitent la précision et la constance du geste.

Les contacts avec les fabricants ont fait ressortir l'ignorance de ceux-ci quant aux besoins des travailleurs de ce type d'usines (et non des boucheries) et quant au devenir de leurs couteaux ou de leurs fusils. Par exemple, les représentants de l'usine de fabrication d'une marque de couteaux très répandue dans les usines du Québec, se sont montrés très étonnés et même interloqués en apprenant que dans toutes les usines (et même en France), on aiguisait leurs couteaux neufs avant de les utiliser. Selon ces représentants, les couteaux seraient au maximum de leur performance en sortant de leur usine de fabrication. On trouvera en annexe 6 des photos au microscope électronique de deux fabricants de couteaux. Si on compare ces photos avec celles des couteaux préparés par les travailleurs-experts (voir annexe 5), on comprend immédiatement pourquoi les travailleurs aiguisent les couteaux neufs. Leur travail d'aiguisage est en effet beaucoup plus délicat et raffiné. Le fil des couteaux neufs n'est pas droit. Il y a des encoches et les stries sont profondes en particulier dans le cas du deuxième fabricant. La différence est notable entre les deux marques de couteaux.

Les fabricants de couteaux n'étaient pas non plus en mesure de nous suggérer un type de machine particulier pour l'aiguisage de leurs couteaux ou un type de fusil pour leur affilage. Le peu de communication entre fabricants et utilisateurs s'est aussi dévoilé lors de nos recherches sur le pourquoi de l'aimantation des fusils. En effet il s'est avéré que les représentants européens du fabricant d'un des fusils les plus utilisés au Québec (marque allemande) ne savaient pas pourquoi ils aimantaient les fusils qu'ils fabriquaient et ils ont fourni des informations inexactes pour expliquer pourquoi les fusils sont davantage aimantés à la pointe. Il semble selon les échanges avec tous les participants et collaborateurs du projet que l'aimantation permet de retenir les particules de métal (morfil) qui se détachent du couteau au moment de l'affilage. Les experts utilisent aussi l'aimantation pour mieux sentir le contact du taillant sur le fusil et mieux doser la pression au moment de l'affilage. Quand à l'aimantation plus élevée à la pointe elle serait reliée tout simplement

à la polarisation des deux extrémités de la tige de métal du fusil (l'une des extrémités se situant à l'intérieur du manche).

Par ailleurs, les fabricants ont dû réagir à l'augmentation des normes d'aseptisation. Par exemple, les détergents de plus en plus puissants utilisés dans les usines affectent les outils qui se détériorent plus rapidement. Selon le fabricant de couteau le plus répandu dans les usines participantes, ils ont modifié la composition du métal des lames afin que celles-ci soient plus résistantes à la corrosion (ajout de molybdène). À leur avis, cet ajout rend plus difficile l'aiguisage et l'affilage des couteaux.

3. 8. 3 Prise de mesures de la rugosité du taillant et de la dureté des lames

La rugosité du taillant des couteaux selon les équipements utilisés lors de l'aiguisage
Au tableau 9, on trouve la rugosité mesurée sur un couteau après chaque étape de l'aiguisage et du polissage (il ne s'agit pas du même couteau). L'interprétation de ces données est très limitée puisque celles-ci sont peu nombreuses. De plus, la technique de chaque aiguiseur peut influencer les résultats obtenus autant que les équipements. Cependant ces résultats nous permettent de poser des hypothèses et de montrer l'intérêt de poursuivre les recherches sur ce sujet.

Tableau 9 : Mesures de rugosité des couteaux après leur passage à l'aiguisage et polissage selon les usines et leur équipement (moyenne de 8 mesures/couteau)

Usines	Machines à aiguiser	Appareil de polissage	
1	Machine à courroie Papier sablé: 180 **0,67** σ 0,07	Roulette de coton **0,36** σ 0,08	
2	Machine à embouts jaunes Meule rude **1,21** σ = 0,25 Meule douce **1,04** σ 0,33	Roulettes de coton rude	douce **0,41** σ 0,17
4	Machine à courroie Papier sablé: 220 **0,63** σ 0,09	Roulette de papier sablé **0,45** σ 0,05	Roulette de coton **0,39** σ = 0,07
5	Machine à courroie modifiée Papier sablé: 220 **0,37** σ 0,04	Roulette de coton **0,18** σ = 0,02	
6	Machine à courroie Papier sablé: 180 **0,65** σ 0,11	Roulette de feutre **0,60** σ 0,10	Roulette de coton (ajoutée plus tard)

Ainsi on remarque que les machines à aiguiser à courroie permettent d'atteindre à peu près le même niveau de douceur (autour de 0,65) dans les usines 1, 4 et 6. Dans l'usine 5 la douceur du couteau est plus grande. On sait que dans cette usine la machine utilisée a été modifiée et est moins vibrante. Le papier sablé est aussi plus fin et de plus, l'aiguiseur use sa courroie avec d'autres types de lames avant d'aiguiser les couteaux des travailleurs. Ceci n'est pas le cas de l'aiguiseur de l'usine 4 qui utilise un papier 220 mais qui met une nouvelle courroie de papier sablé à tous les 15 couteaux. On sait aussi que dans l'usine 5, l'eau est continuellement renouvelée grâce à l'installation d'un robinet.

Par ailleurs, l'aiguisage à la meule donne un résultat plus rugueux et on voit l'importance que prend le polissage pour atteindre un niveau de douceur comparable aux autres usines (de 1,04 à 0,41). A la meule, les écarts-types sont aussi plus importants montrant la variabilité des huit mesures prises sur la lame du couteau. Quant à la roulette de feutre dans l'usine 6, il semble que son usage

augmente peu la douceur des couteaux. Cependant l'aiguiseur de cette usine obtient généralement des couteaux plus doux suite à leur préparation complète comprenant l'affilage et la vérification (voir tableau 4). Comme l'affilage affecterait peu la rugosité du taillant, on peut se demander si la roulette de feutre donne toujours le même rendement.

La dureté des couteaux
Les mesures de dureté présentées correspondent à la moyenne de cinq mesures par couteau (échelle C de Rockwell). En ce qui concerne la mesure des 19 couteaux du fabricant dont les couteaux sont les plus utilisés dans les usines, nous avons obtenu les résultats présentés sur la figure 1. Dans le cas du deuxième fabricant, les mesures prises sur deux couteaux sont: 52 et 53. Le couteau d'un troisième fabricant est de 54. Il est étonnant de constater dans le cas du premier fabricant que des mesures aussi différentes que 45 et 53 peuvent être obtenues. Selon les métallurgistes collaborant au projet une variation de huit unités est très importante. Ceci confirme les remarques des travailleurs qui rapportent que certaines boîtes de couteaux n'ont pas la même dureté et ceux-ci peuvent être plus ou moins faciles à aiguiser et à entretenir.

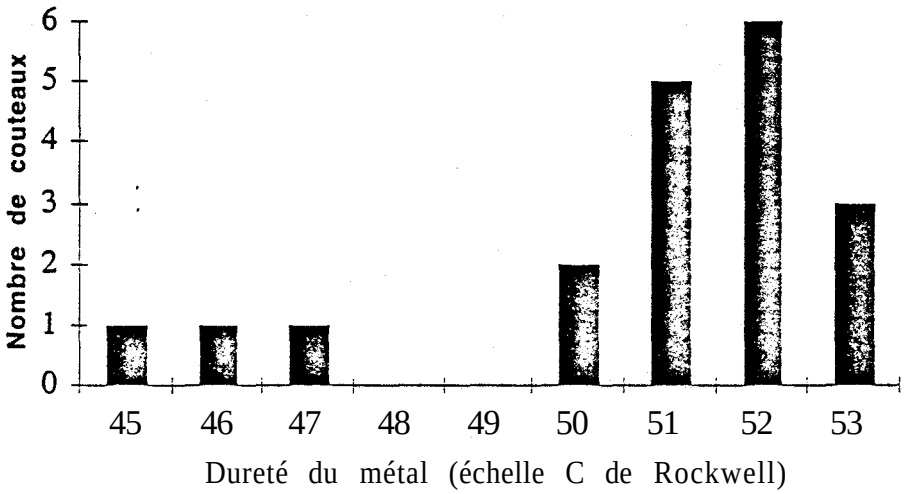


Figure 1: Mesures de la dureté du métal des lames de 19 couteaux provenant du même fabricant (moyennes de 5 mesures par couteau)

3.9 L'ÉVALUATION DES COUTEAUX DES EXPERTS

Nous présentons dans cette section les résultats des tests psychophysiques et des tests sur le banc d'essai. Dans les deux cas, peu de données sont disponibles mais les résultats sont intéressants dans la mesure où ces deux moyens ont produit des résultats qui convergent.

3.9.1 L'évaluation subjective des couteaux par les travailleurs sur la chaîne: les testspsychophysiques

On retrouve à la figure 2 les résultats des tests de comparaisons multiples (Newman-Keuls) pour les tests psychophysiques. Il s'agit d'une illustration des groupes homogènes que l'on retrouve par colonne. Les quatre travailleurs-évaluateurs proviennent de l'usine 1. Ils ont accordé un score

moyen de 80,5% aux couteaux provenant de l'usine 5 lorsqu'ils les affilaient eux-mêmes. Ce score permet de distinguer ces couteaux de tous les autres: ils sont perçus comme les plus coupants. Les couteaux de l'usine 5, lorsqu'ils sont affilés par le travailleur-expert de l'usine 5 obtiennent aussi un score élevé de 76% mais cette valeur ne se distingue pas des scores obtenus par deux autres usines: les couteaux de l'usine 6 lorsqu'affilés par le travailleur (76,9%) et les couteaux de l'usine 2 lorsqu'affilés par le travailleur-expert de cette usine (75, 6%). Les couteaux perçus comme les moins coupants proviennent de l'usine 3. Ils ont un score de 57,8% lorsque les travailleurs affilaient eux-mêmes ces couteaux et de 42, 4% lorsque le travailleur-expert de l'usine 3 les affilaient. Dans le cas de trois usines, les travailleurs ont attribué un meilleur score aux couteaux qu'ils affilaient eux-mêmes.

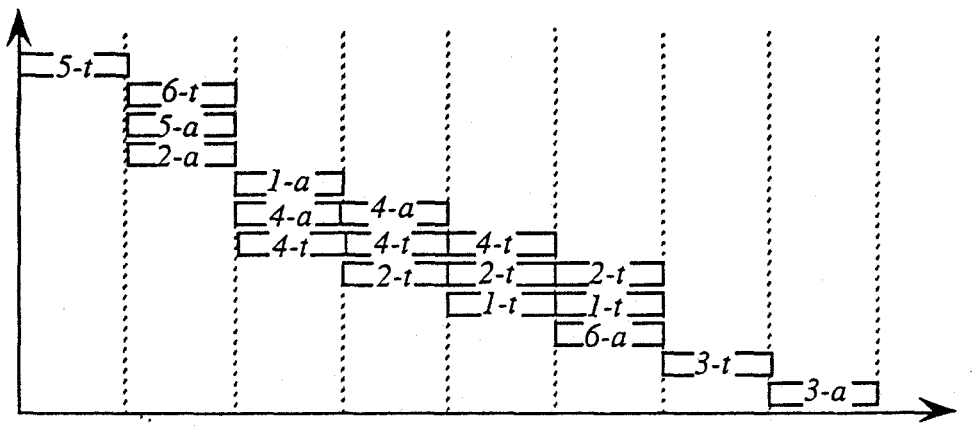


Figure 2: Résultats de l'évaluation de couteaux provenant de six usines par quatre travailleurs de l'usine 1: présentation des groupes homogènes par colonne N.B.: Le chiffre correspond à l'usine. Il est suivi de a pour un couteau affilé par l'affileur ou de t lorsque le couteau est affilé par le travailleur-évaluateur.

Selon les travailleurs-experts, le travailleur, à force de travailler son couteau avec son fusil, l'amènerait à sa main, comme expliqué précédemmment (3.6.2). Il en fait "son" couteau de telle sorte qu'il est difficile pour une autre personne, même expérimentée de l'affiler par la suite. Dans la mesure où on considère le fil comme malléable, on peut émettre l'hypothèse que l'affileur donne une forme au fil qui lui est propre. C'est pourquoi les couteaux préparés par les aiguiseurs étaient amenés à 100% par un travailleur-expert qui travaillait sur la chaîne et affilait les couteaux jusqu'à ce qu'ils atteignent le maximum de leur performance. On aurait donc pu penser que lors des tests psychophysiques, les travailleurs-évaluateurs auraient préféré les couteaux lorsqu'ils sont affilés par celui qui les a mis "à sa main". Mais nous n'avons pas pu confirmer cette hypothèse.

3.9.2 Qualité de coupe des couteaux selon les résultats du banc d'essai de l'IRSST

Sur la figure 3, on retrouve les résultats de l'évaluation de la performance de coupe des couteaux sur le banc d'essai de l'IRSST. Plus la ligne est basse dans le graphique, plus le couteau serait coupant. Plus la ligne est horizontale, plus la qualité de coupe est conservée au fil des essais. On note que le couteau de l'usine 5 obtient à nouveau la meilleure performance alors que le couteau de l'usine 3 est au dernier rang. Les couteaux provenant des quatre autres usines suivent cependant de très près le couteau de l'usine 5 lors du premier essai (les ordonnées à l'origine des couteaux des usines 2 et 5 se confondent) mais certains vont perdre plus rapidement leur performance de coupe. Pour ces couteaux on a également mesuré l'angle du taillant et évalué qualitativement le niveau de douceur

grâce aux photos prises au microscope électronique. Le couteau 6 avait un angle de 27°, les couteaux 1, 2 et 3 des angles de 26°, le couteau 4, 24 ° et le couteau 5, 22°. Le niveau de douceur du couteau 3 s'est nettement distingué des autres par des stries très profondes présentes jusqu'au fil (voir tableau 5). Dans l'usine 3, on utilise une meule pour aiguiser. C'est le cas aussi de l'usine 2 et en effet, on pouvait voir certaines stries très profondes sur le taillant. Cependant la surface près du fil du couteau de l'usine 2 était très douce, ce qui nous laisse supposer que le travail du travailleur-expert pour amener le couteau à 100% a été très important et efficace.

Bien que les résultats obtenus sur le banc d'essai, en particulier pour les usines 2 et 5, laissent supposer que les travailleurs produisent des couteaux très semblables, les techniques d'aiguisage selon les usines, le fusil privilégié et les différents échanges lors des rencontres collectives nous confirment que certaines dimensions ne sont pas mesurées par le banc d'essai et sont encore à explorer. En effet, les couteaux utilisés pour le travail dans la viande froide (usine 2) sont préparés différemment des couteaux pour la viande chaude (usine 5). Les travailleurs de la viande chaude affirmeront qu'ils ne peuvent pas se permettre de prendre beaucoup de temps pour amener un couteau à 100% car un couteau rugueux entraîne des efforts trop importants.

3.9.3 L'évaluation de différents états du couteau sur le banc d'essai

Ces résultats sont principalement présentés dans un rapport à l'IRSST (Lajoie et coll., 1997) sur les tests réalisés sur le banc d'essai mais on peut synthétiser ici les résultats. Par exemple, les couteaux très virés se distinguent bien des couteaux légèrement virés par leur piètre performance. Le couteau rond ne réussit même pas à couper le morceau de néoprène. Un couteau qui était viré et qu'on a ramené, a obtenu une performance équivalente aux couteaux à 100%. Par contre les couteaux auxquels on a refait du fil en les travaillant avec un fusil très rugueux ont une performance comparable aux couteaux très virés.

Sur le banc d'essai, on n'observe pas de différence entre le couteau neuf et le couteau aiguisé ce qui laisse supposer que le banc d'essai ne permet pas de discriminer ce qu'il est possible de voir au microscope électronique. Par ailleurs, il semble que les couteaux amenés à 100% perdent plus rapidement de leur performance de coupe à chaque essai comparés aux couteaux simplement aiguisés ou neufs. On peut se demander si les couteaux amenés à 100% auraient eu besoin d'un affilage entre chaque essai pour conserver leur performance de coupe.

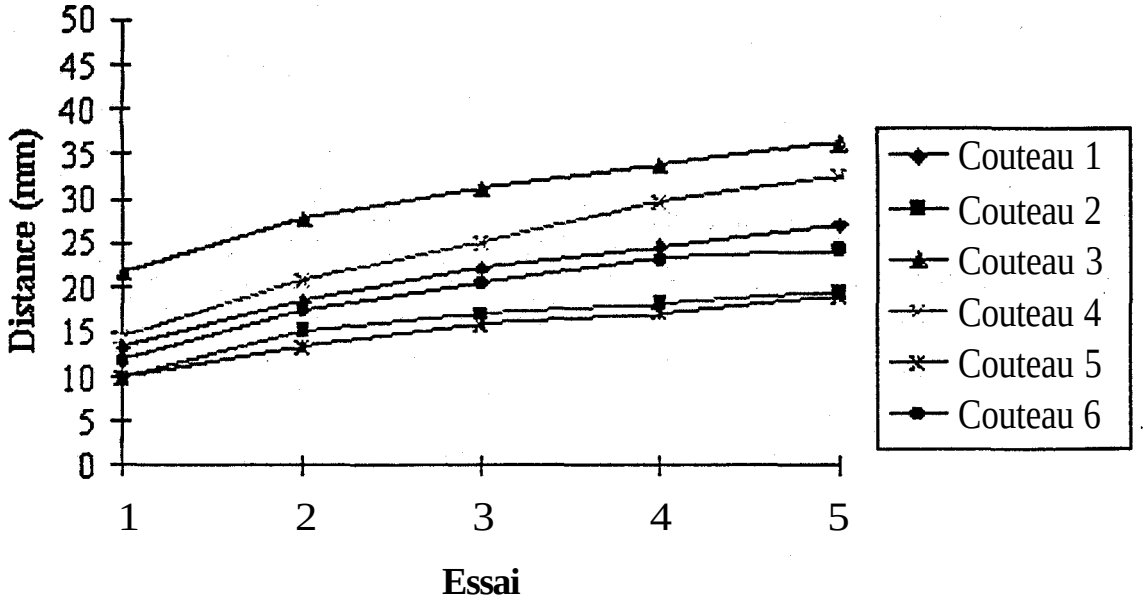


Figure 3: Distance parcourue par les lames provenant de six usines avant de transpercer un morceau de néoprène lors de cinq essais consécutifs et en utilisant la même portion de lame

3. 10 SYNTHÈSE DES DÉTERMINANTS DE LA QUALITÉ DE COUPE DES COUTEAUX

Au cours des entretiens, des rencontres et au fur et à mesure de l'avancement du projet, plusieurs facteurs autres que la formation des travailleurs à l'affilage ont été identifiés et petit à petit intégrés à un modèle qui nous permettait de mieux comprendre et de situer les différents niveaux où il serait possible d'intervenir afin d'assurer la qualité de coupe des couteaux.

Quatre grands groupes de facteurs conditionnant la qualité de coupe des couteaux et la capacité du travailleur à affiler son couteau ont été identifiés: - la préparation des couteaux par l'aiguiseur, sa formation et ses conditions de travail, - la qualité et l'état des couteaux et des fusils, - les conditions d'exécution du travail au poste du travailleur, - le support à l'apprentissage du travailleur sur son poste.

3.10.1 La préparation des couteaux par l'aiguiseur, sa formation et ses conditions de travail

Parce qu'il prépare les couteaux, l'aiguiseur joue un rôle très important. Il lui appartient de donner aux couteaux un angle approprié, égal et constant, et c'est lui qui peut amener les couteaux à une plus ou moins grande douceur. Le support au travail de l'aiguiseur en terme d'outil, de temps et de support organisationnei est donc très important, afin qu'il puisse livrer des couteaux à leur meilleur.

Le choix et la formation de l'aiguiseur
Pour devenir aiguiseur, il suffit de faire application lorsque le poste est ouvert. Selon la convention collective, le plus ancien a priorité sur toutes les candidatures. Le nouvel aiguiseur aura ensuite un certain nombre de semaines (variable) pour démontrer sa capacité à rencontrer les exigences de l'emploi. Pendant cette période, l'aiguiseur ne reçoit pas nécessairement les informations et les

conseils dont il a besoin pour développer sa façon de faire. Pour la plupart des experts-aiguiseurs de ce projet, ils ont dû développer par eux-mêmes leur expertise. Par ailleurs, aucun type d'évaluation ou de critères n'ont été précisés afin de vérifier les compétences de l'aiguiseur à fournir des couteaux adéquats à l'ensemble des travailleurs de l'usine. Développer une formation à l'aiguisage et donner à l'aiguiseur tout le support nécessaire à son apprentissage représentent des moyens importants pour s'assurer de la qualité de coupe des couteaux.

Un local adéquat pour l'aiguiseur
L'aiguiseur a besoin d'un local adéquat et de conditions sécuritaires. Le système de ventilation doit être approprié et son entretien suffisant. Les machines à aiguiser à l'eau permettent de récupérer la poussière de métal mais les roulettes de coton utilisées pour polir produisent beaucoup de poussières de métal et de "compound". Le nettoyage régulier de la pièce et des machines doit être planifié. Les machines sont bruyantes, le local doit donc être prévu en conséquence. Par ailleurs, on sait que les vibrations des machines peuvent être diminuées par des modifications mineures. Un éclairage suffisant est une condition très importante afin de percevoir les détails et maintenir la concentration sans trop de fatigue des yeux

Faciliter le travail de l'aiguiseur par un équipement adéquat
Des recherches sont nécessaires pour évaluer les différents équipements sur le marché et trouver ceux qui seront les plus appropriés. Pour la machine à aiguiser, par exemple, des appuis et des repères pour faciliter la précision des gestes seraient nécessaires. On pourrait également envisager d'aménager le poste pour accomplir le travail assis ce qui faciliterait le travail de précision et diminuerait le travail des muscles posturaux pour stabiliser la posture. Le remplacement des équipements défectueux ou usés doit demeurer une préoccupation: le remplacement des courroies de papier sablé, par exemple, ou des meules.

3.10.2 La qualité et l'état des couteaux et des fusils

La qualité et l'état des outils et des équipements utilisés sont aussi un facteur important qui influence la qualité de coupe des couteaux. Les résultats des analyses réalisées dans le cadre de l'étude montrent que même chez de grands fabricants la dureté de l'acier des lames, par exemple, peut être très différente d'un couteau à l'autre. Ces différences dans la qualité des couteaux et des fusils peuvent jouer sur les difficultés que rencontrent ensuite les travailleurs à les affiler et à les aiguiser. De plus, les fabriquants ne sont pas suffisamment près de leurs clients de ce secteur pour bien répondre à leurs besoins. Des échanges plus étroits entre les fabricants et les utilisateurs pourraient permettre d'améliorer grandement les outils et faciliter le travail d'aiguisage et d'affilage.

Des recherches supplémentaires devraient être effectuées afin de mieux comprendre les besoins différents qui existent à chacun des postes en terme de formes de lames (droites, serni-courbées, courbées, etc), longueurs et épaisseurs de lames, types de manches, ainsi que le type d'aiguisage requis selon les exigences et les contraintes du poste. Le support de l'entreprise est essentiel au niveau des outils afin d'assurer un nettoyage et un entreposage qui ne les abîment pas (rouille sur les fusils, par exemple). Des échanges avec les responsables de l'établissement des normes sanitaires seraient probablement nécessaires.

Faciliter le remplacement des couteaux qui ont perdu leur performance de coupe par la tournée de l'aiguiseur est un autre moyen pour minimiser les efforts des travailleurs sur la chaîne. Plusieurs autres conditions sont énumérées dans le *Manuel des formateurs* afin de s'assurer du bon état des couteaux: l'appartenance des couteaux et du fusil, le renouvellement des outils usés, un nombre suffisant de couteaux par jour et la formation des travailleurs aux soins des outils.

3.10.3 Les conditions d'exécution du travail au poste occupé par le travailleur

Selon qu'au poste de travail, le produit manipulé est chaud ou froid, le besoin d'un couteau très coupant sera plus ou moins grand. Certains produits peuvent abîmer plus facilement le fil du taillant (la coupe des poils, le travail dans les os) et nécessiteront un fil de taillant plus solide. Il importe que les travailleurs connaissent leurs besoins selon leur poste de travail. Par ailleurs, certaines conditions facilitant le travail d'affilage peuvent être assurées par l'entreprise à chacun des postes: - l'espace disponible, à cause de l'importance de l'aisance du mouvement lors de l'affilage, - le temps alloué à l'affilage dans le calcul du temps de cycle, - un endroit où déposer fusil et couteaux afin de les protéger des coups et des accrochages, - la présence d'un dégraisseur à 140°F qui nettoie mieux les outils que le stérilisateur (celui-ci cuit les particules de viande sur les outils).

3.10.4 Le support à l'apprentissage du travailleur sur son poste

L'entreprise peut offrir un support à l'apprentissage du travailleur en prenant en considération le temps nécessaire pour développer sa propre technique suite à une formation adéquate et suffisante. L'aide d'une personne-ressource disponible sur la chaîne afin de donner des conseils et prendre note des besoins spécifiques des travailleurs s'est avérée très profitable dans les usines qui ont adopté cette formule. On retrouve dans le *Manuel du formateur*, des conseils quant à l'organisation par étapes de la formation afin de favoriser l'apprentissage en situation de travail. Chatigny (thèse de doctorat en rédaction) a réalisé une étude à la suite de l'organisation d'une formation dans une des usines participantes et a pu démontrer l'importance des conditions aux postes de travail et du support du collectif de travail pour assurer le développement de la maîtrise de l'affilage.

4. DISCUSSION

Les problèmes musculo-squelettiques et les différentes stratégies d'opération observables chez les anciens et les nouveaux travailleurs lors d'interventions dans le secteur de l'abattage et de la transformation du porc et de la volaille sont à l'origine d'un questionnement sur la formation dans ces milieux de travail et en particulier sur la formation à l'affilage des couteaux. Plus spécifiquement lors d'une étude dans un abattoir de porc (Chatigny et Vézina, 1994), l'affilage des couteaux avait été ciblé comme l'activité la plus difficile à maîtriser par les travailleurs. Parmi les 25 travailleurs rencontrés en entrevue, 88% affirmaient qu'ils devaient fournir des efforts pour effectuer la coupe et 76% associaient ces efforts à l'état de la lame du couteau. L'analyse détaillée de l'activité d'affilage de 15 travailleurs avait mené par la suite à la mise en évidence de l'importance (11% du temps de travail) et de la complexité (18 composantes) de l'affilage (Chatigny et Vézina, 1995). Par la suite, d'autres études sont venues confirmer l'importance du contrôle de l'outil de travail par l'affilage pour la prévention des problèmes musculo-squelettiques (Toulouse et coll., 1995; Vézina et coll. 1995; Lemay, 1995; Guy, 1997).

Nous avons développé une préoccupation grandissante pour la reconnaissance et la sauvegarde des savoirs et des savoir-faire développés dans ces milieux de travail. En effet, malgré l'importance de l'affilage pour maintenir la qualité de coupe des couteaux et diminuer les efforts des travailleurs et des travailleuses, malgré la complexité de l'affilage et les difficultés de l'apprentissage, il n'avait pas été possible de répertorier aucune formation documentée sur l'affilage. La formation sur le tas est la plupart du temps en vigueur dans ces milieux de travail. Nous craignons que la transmission des savoirs y compris des savoir-faire d'un travailleur à l'autre soit loin d'être assurée et que le départ des anciens signifie la perte de ce savoir. C'est pourquoi, recueillir ces savoirs issus du travail manuel et parfois difficiles à exprimer en mots, les analyser, les valider et les rendre accessibles par le biais d'une formation structurée a constitué l'objectif principal de ce projet de recherche. Dans cette section nous allons tenter de faire ressortir certains aspects de cette étude qui nous permettent d'aller plus loin dans notre questionnement et dans la recherche.

4. 1 POURQUOI EST-CE SI DIFFICILE D'APPRENDRE À AFFILER?

Cette question posée aux travailleurs a reçu une réponse très claire: "C'est parce qu'il n'est pas possible de voir le fil. On travaille à l'aveugle." Cette invisibilité du travail d'affilage montre la nécessité de développer sa capacité à "sentir" la lame sur le fusil. Les travailleurs ont donc besoin d'une sensibilité tactile que dans l'usage courant nous sommes peu appelés à développer. La petitesse du fil et le geste d'affilage obligent aussi à un contrôle fin du mouvement et demande de la dextérité. Il est donc nécessaire de développer aussi des habiletés kinesthésiques. L'ignorance de l'ensemble des habiletés qu'il faut développer pour apprendre à bien affiler fait en sorte que le temps consacré au développement de ces habiletés est très réduit et insuffisant. Le travailleur se retrouve trop tôt dans l'obligation de répondre aux exigences des tâches à son poste et il n'a plus la possibilité d'apprendre. Selon les travailleurs-experts, quand la cadence à un poste est trop rapide, ce sont des secondes qu'on enlève au travailleur pour se concentrer pour affiler. Il est facile alors d'entrer dans un cercle vicieux où moins le couteau coupe et moins il coupera.

4. 2 APPRENDRE DES PRINCIPES ET DÉVELOPPER SA PROPRE TECHNIQUE

Au début du projet, nous avions cru que les travailleurs avaient développé différentes techniques d'affilage et qu'il faudrait analyser et comparer les techniques afin de pouvoir retirer de celles-ci les meilleurs éléments pour élaborer une technique d'affilage à montrer aux apprentis. Le problème ne s'est pas posé de cette façon. Nous avons découvert que les travailleurs-experts avaient effectivement développé différentes techniques mais dans la mesure où ils avaient tous réussi à obtenir des couteaux coupants c'est qu'ils respectaient les mêmes règles. C'est pourquoi il a été possible de dégager rapidement les principes à la base de ces techniques qui assurent un bon entretien de la qualité de coupe du couteau par l'affilage. Les différences observées entre les techniques ne venaient pas à rencontre de l'application de ces principes. Au contraire, elles montraient l'importance que chacun développe sa propre technique. Les travailleurs-experts insistent sur l'importance que chaque travailleur puisse développer sa façon de faire, celle qui lui permettra le mieux de respecter les principes enseignés. L'apprenti devra découvrir la technique qui sera le mieux adaptée aux exigences et aux conditions à son poste de travail mais aussi et peut-être surtout à ses propres caractéristiques. En effet, il semble que l'affilage demande le développement d'une telle habileté perceptivo-motrice (développement de la perception tactile, de la précision et de la coordination des gestes) qu'il est nécessaire à chacun de construire le mode opératoire qui lui conviendra le mieux. À l'instar de Famose et Leplat (1990), la formation mise de l'avant par les travailleurs-experts favorise la connaissance de plusieurs techniques afin que l'apprenti en situation de travail puisse choisir la stratégie la plus efficace parmi un ensemble de stratégies disponibles.

4. 3 LES CONNAISSANCES ISSUES DU TRAVAIL MANUEL

Bien que le couteau soit probablement le plus vieil outil créé par l'être humain, nous avons dû constater le peu d'informations disponibles sur ce sujet. Il est certain que les ingénieurs et les métallurgistes possèdent un ensemble de connaissances sur les propriétés des métaux, leur géométrie, leurs réactions, etc. mais force a été de reconnaître que les connaissances sur les lames et surtout sur l'impact du travail sur les lames n'étaient pas disponibles. Ces connaissances, les travailleurs-experts ont dû les élaborer afin de trouver une façon d'aiguiser et d'affiler et posséder un meilleur contrôle de leur outil de travail. Compte tenu de leur besoin de développer une façon de faire qui leur assure la qualité de coupe de leur couteau, les travailleurs-experts ont développé des théories qui leur permettent de se représenter ce qui se passe au niveau du fil du couteau pendant qu'ils travaillent et pendant qu'ils affilent. Ces théories en élaboration, ils pouvaient les confronter et ainsi les préciser par le simple exercice de leur travail, grâce au "feedback" continuel que donne le contact de la lame sur la viande. Ce savoir issu du travail manuel et développé par les travailleurs-experts allait bien au-delà de ce que les spécialistes ingénieurs et métallurgistes étaient en mesure

d'apporter par leurs connaissances. Il expliquait par exemple la nature du fil du tranchant d'une lame, la façon dont il s'use ou va se déformer sous l'action du travail dans la viande ou de l'affilage sur le fusil. Comme dans plusieurs travaux en ergonomie (Teiger et Laville, 1989) nous avons utilisé différents moyens en particulier lors des rencontres collectives afin de faciliter la conscientisation et l'expression des savoirs. Les notions développées ont été consolidées grâce aux échanges avec les différents spécialistes scientifiques et aussi grâce à la microscopie électronique. D'autres moyens sont à développer afin d'approfondir notre propre savoir-faire en ergonomie et faciliter l'émergence des connaissances issues du travail manuel.

4.4 LES COUTEAUX PRÉPARÉS PAR LES AIGUISEURS SONT LE RÉSULTAT D'UN COMPROMIS

Plusieurs étapes du projet se sont succédées avant que nous comprenions que les couteaux préparés par les aiguiseurs ne représentaient pas nécessairement ce qu'ils considéraient comme le couteau le plus coupant. En effet, comme le couteau le plus coupant a une coupe très allongée et très douce, on pourrait à la limite préconiser l'usage de lames aussi fines que des scalpels dans les usines. Selon les travailleurs-experts ce type de lame ne serait pas suffisamment résistant et aurait une durée de vie beaucoup trop courte. Il serait aussi très difficile de les entretenir par l'affilage. Les aiguiseurs qui préparent les couteaux doivent prendre en considération plusieurs facteurs et choisir l'angle et la douceur appropriés: le poste occupé par le travailleur, les capacités à affiler du travailleur, leur propre disponibilité pour réaiguiser les couteaux, les fusils utilisés par les travailleurs, etc. Leurs couteaux sont donc le résultat d'un compromis mais il y aurait lieu de distinguer les conditions qu'il est possible de changer tel que le temps accordé à l'aiguiseur pour aiguiser les couteaux ou l'état des fusils et les conditions auxquelles il faudra toujours s'adapter telles que les caractéristiques du morceau découpé (la présence d'os par exemple nécessite un couteau plus solide). Dans le cadre de ce projet, différents moyens (mesures de rugosité, banc d'essai, tests psychophysiques) ont été utilisés afin de comparer les couteaux selon le type d'aiguisage. D'autres études sont nécessaires afin de mieux comprendre les besoins selon les conditions au poste de travail et mieux cibler les transformations à faire à différents niveaux: équipements d'aiguisage, qualité des outils, organisation du travail, formation, etc.

4.6 ÉTABLIR DES PONTS ENTRE LES UTILISATEURS ET LES FABRICANTS

L'importance d'établir des ponts entre les utilisateurs et les fabricants est apparu de plus en plus évidente avec l'avancement du projet. Premièrement, il ressort que les fabricants ne connaissent pas ou peu l'usage qui est fait de leurs équipements. Il est donc difficile pour ces fabricants de développer des outils qui répondent à des besoins qu'ils ne connaissent pas, que ce soit au niveau de la douceur et de la dureté des couteaux, les qualités du fusil ou les caractéristiques des machines à aiguiser. Deuxièmement, les fabricants, surtout au Québec, sont représentés par des distributeurs et les utilisateurs, que sont les travailleurs, sont représentés par le service des achats de l'entreprise. L'information passe par trop d'intermédiaires et ceux-ci ne sont pas suffisamment informés, pour que la communication soit facilitée et efficace. Troisièmement, les normes d'aseptisation qui évoluent rapidement avec la mondialisation des marchés ont imposé et vont imposer de plus en plus des contraintes auxquelles les fabricants devront répondre telle que la résistance des outils à la corrosion. On sait déjà que cette évolution peut aller à rencontre des caractéristiques des outils recherchées par les travailleurs pour diminuer leur charge de travail. Par ailleurs, cette étude a montré l'importance du travail de l'aiguiseur et en particulier l'intérêt d'intensifier les recherches pour développer des équipements d'aiguisage adéquats. La poursuite de cette recherche pour aboutir aux transformations nécessaires pour l'amélioration de la qualité de coupe des couteaux ne peut donc se faire qu'avec les fabricants.

4. 7 COMBINER L'IMPLANTATION DE LA FORMATION À L'AFFILAGE À LA TRANSFORMATION DE D'AUTRES FACTEURS

En développant leur expertise dans l'affilage et l'aiguisage des couteaux, les travailleurs-experts ont en quelque sorte travaillé sur eux-mêmes, à défaut de pouvoir modifier les autres facteurs déterminant les contraintes de leur situation de travail. Il est certain que dans un secteur où la compétition est très forte et où on fait face à une rationalisation des entreprises, à une augmentation de la mécanisation et à des fermetures d'usines (Courville et al., 1994, Richard, 1997), l'amélioration des conditions de travail n'est pas souvent au premier plan. Cependant dans le cas de cette étude, l'analyse de l'activité d'affilage et d'aiguisage a permis de faire de la place à la formation et de mettre en évidence d'autres facteurs qui amélioreraient la qualité de coupe des couteaux et encourageraient les travailleurs dans un projet d'amélioration de leur compétence. Celle-ci devrait en effet être considérée comme un déterminant parmi d'autres sur lesquels il est possible d'agir. Des actions peuvent donc être entreprises à différents niveaux afin d'améliorer l'état du couteau au moment où le travailleur le reçoit (fabricant, service des achats, aiguisage) et pendant qu'il travaille à son poste (équipement au poste de travail, temps pour affiler, renouvellement des outils, soutien d'une personne-ressource). De plus, le collectif des experts a été d'une telle richesse que la poursuite des échanges entre eux et entre les usines permettraient d'aller plus loin dans la recherche de solutions et dans leur implantation.

4. 8 L'ERGONOMIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES FORMATIONS PROFESSIONNELLES

L'analyse ergonomique est considérée depuis longtemps comme un outil pour la formation puisqu'elle permet de mettre en évidence les difficultés rencontrées dans l'exécution du travail et les compétences à acquérir (De Montmollin, 1974). L'analyse de l'activité prend une grande importance pour découvrir des savoir-faire manuels difficiles à exprimer en mots. Ainsi dans cette étude, l'élaboration de la formation est passée par la connaissance de l'activité, la création d'un vocabulaire, la structuration et la validation des savoirs. Le point de vue de l'ergonomie a aussi permis d'élaborer une formation qui respecte les différences entre les modes opératoires, qui situe la formation parmi d'autres actions de transformation et qui fournit des repères de conception pour les fabricants d'outils. La forme très participative de cette intervention ergonomique et la création d'un groupe de travail formé du collectif des travailleurs-experts et de l'équipe d'ergonomes ont fourni à ceux-ci les moyens d'établir des ponts entre les savoirs des travailleurs et les connaissances des scientifiques. Ainsi les ergonomes se sont trouvés très bien placés dans leur discipline pour servir de plaque tournante et travailler en interdisciplinarité avec différents collaborateurs, ingénieurs et andragogues.

5. CONCLUSION

L'intérêt de ce projet a été de favoriser l'émergence du savoir des travailleurs et de le mettre en forme afin qu'il devienne accessible aux apprentis. Ceci représente l'occasion d'une valorisation du métier lui-même car la qualification des gens travaillant dans les abattoirs est de moins en moins reconnue (Bourgeois, 1991) ce qui participe à la détérioration de la santé et des conditions de travail. On a pu constater que le savoir et le savoir-faire des travailleurs-experts issus essentiellement du travail manuel dépassent les connaissances scientifiques actuelles, posent de nouvelles hypothèses et nous mènent plus loin dans la compréhension des phénomènes et la recherche. On retient également que le travail de l'ergonome a servi de support pour l'établissement de ponts avec d'autres disciplines et d'autres partenaires.

6. APPLICABILITÉ DES RÉSULTATS

Cette recherche a mené directement à l'élaboration de documents de formation pour les apprentis dans le secteur de l'abattage et de la transformation du porc: le *Manuel du formateur à l'affilage* (Vézina et coll., 1999) et la cassette vidéo *Coupera ou coupera pas?* (Vézina et coll., 1997b). Une formation a également été élaborée pour les inspecteurs de la CSST (Vézina et coll., 1997a).

7. RETOMBÉES ÉVENTUELLES

Les usines participantes et d'autres usines de ce secteur ont développé des formations à l'affilage. Plusieurs changements ont eu lieu dans les usines participantes concernant en particulier le travail de l'aiguiseur et de nouveaux fusils sont utilisés. Les documents de formation ont été distribués dans toutes les entreprises de la Filière porcine et dans d'autres filières telles que celles de la volaille, du poisson, du cheval et du boeuf. Plusieurs représentants des établissements du secteur de l'alimentation et du commerce telles que les boucheries des supermarchés ont manifesté leur intérêt pour les documents produits. Ceux-ci sont aussi en circulation dans d'autres pays, en particulier en France où des collaborations se sont développées. Un projet de recherche est en cours d'élaboration.

8. BIBLIOGRAPHIE

Abisou G. 1993. De l'étable à l'étal. Les conditions de travail dans la filière Viande. Montrouge France: Éditions ANACT.

Armstrong TJ, Foulke JA, Joseph BS, Goldstein SA. 1982. Investigation of cumulative trauma disorders in a poultry processing plant. American Industrial Hygiene Association Journal 43(2): 103-116.

Beauchamp Y. 1999. Application of visual analog scale (VAS) for the comparative evaluation of tool and equipment designs and work methods. À paraître dans Computers and Industrial Engineering: An International Journal. Elsevier Sciences, England.

Bellemare M. 1995. Action ergonomique et projets industriels: de la coopération dans le travail à la coopération pour la transformation du travail. Thèse de doctorat d'Ergonomie, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Bourgeois F. 1991. L'abattoir et son double. Travail 22: 16-21.

Chatigny C. 1993. Étude des conditions d'apprentissage du métier dans un abattoir de porc. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal.

Chatigny C, Vézina N. 1994. Conditions d'apprentissage du métier dans un abattoir: Un handicap pour les travailleurs qui utilisent un couteau. Performances Humaines et Techniques 71: 29-38.

Chatigny C, Vézina N. 1995. Analyse du travail et apprentissage d'une tâche complexe; étude de l'affilage du couteau dans un abattoir. Le Travail Humain 58: 229-252.

Chatigny C. (date prévue de dépôt 1999) La construction et l'usage des ressources dans le processus d'apprentissage en situation de travail: analyse comparative de deux métiers. Thèse de doctorat en ergonomie du CNAM, Paris.

CSST- Direction de la prévention-inspection. 1997. Programme d'intervention spécifique à l'abattage et au conditionnement de la viande et de la volaille. Programme d'intervention relatif à la prévention des LATR.

Courville J, Dumais L, Vézina N. 1994. Conditions de travail de femmes et d'hommes sur une chaîne de découpe de volaille et développement d'atteintes musculo-squelettiques. Travail et santé 10: S17-S23.

De Montmollin M. 1974. L'analyse du travail préalable à la formation. Armand Collin Formation, Paris, 121 pages.

Famose JP, Leplat J. 1990. Apprentissage moteur et difficulté de la tâche. INSEP, 333 pages.

Guy C. 1997. Évolution des techniques d'affilage du couteau chez des apprentis selon les conditions d'apprentissage. Mémoire de Maîtrise en Sciences Biologiques, UQAM.

Hagberg M, Wegman DH. 1987. Prevalence rates and odds ratios of shoulder-neck diseases in different occupational groups. British Journal of Industrial Medicine 44: 602-610.

Hansen NS, Jeune B. 1982. Incidence of disability pensions among slaughterhouse workers in Denmark. Scandinavian Journal of Social Medicine 10:81-85.

Lara J, Turcotte D, Daigle R, Boutin J. 1996. A new test method to evaluate the cut resistance of glove materials. Performance of protective clothing: Fifth Volume. ASTM STP 1237, James S. Johnson and Mansdorf, Eds., American Society for testing and Materials.

Lemay N. 1995. La récidive de la tendinite au membre supérieur au sein d'une industrie de transformation de la volaille. Mémoire de Maîtrise en Sciences Biologiques, UQAM.

Luöpajarvi T, Kuorinka I, Virolainen M, Holmberg M. 1979. Prevalence of tenosynovitis and other injuries of the upper extremities in repetitive work. Environment and Health 5:48-55.

Magnussen M, Ortengren R, Andersson GBJ, Peterson I, Sabel B. 1987. An ergonomie study at work methods and physical disorders among professional butchers. Applied Ergonomics 18-43-50.

Mergler D, Vézina N, Beauvais A, Everell J. 1983. The effects of working conditions on the health of slaughterhouse workers. Canadian Center for Occupational Health and Safety, Hamilton, Report. 047.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration). 1990. Ergonomics Program Management Guidelines for Meatmarketing Plants, U.S. Department of Labor, 1-22.

Patry L, Laliberté D, Gilbert L, Pelletier J, Telle MA, Richard Jean-Guy. 1994. Problèmes musculo-squelettiques et mouvements répétitifs dans les abattoirs de volailles. Collection' Études et Recherches, IRSST, Rapport R-074.

Richard JG. 1997. Guide d'élaboration d'une stratégie de prévention pour les établissements du secteur avicole. Collection Études et Recherche. Institut de recherche en santé et sécurité du travail du Québec, RG-158.

Roto P, Kivi P. 1984. Prevalence of epicondylitis and tenosynovitis among meatcutters. Scandinavian Journal of Environment and Health 10:203-205.

Saurel-Cubizolles MJ, Bourgine M, Touranchet A, Kaminski M. 1991. Enquête dans les abattoirs de volailles et les conserveries des régions Bretagne et Pays de Loire. Conditions de travail et santé des salariés. INSERM (éd.), Paris, 585 p.

Teiger C, Laville A. 1989. Expression des travailleurs sur leurs conditions de travail. Paris, Laboratoire d'ergonomie, Rapport no 100.

Toulouse G., Vézina G., Geoffrion L. 1995. Études descriptives des déterminants des facteurs de risque de LATR aux postes d'éviscération de deux abattoirs de porcs. Collection Études et Recherches, IRSST, R-108.

Vézina N, Courville J, Tiemey D. 1990. La protection des mains dans les entreprises du secteur de la viande et de la volaille. Cahiers 1, 2 et 3, Centre d'étude des interactions biologiques entre la santé et l'environnement (CINBIOSE), Université du Québec à Montréal.

Vézina N, Courville J, Geoffrion L, Chatigny C. 1995. Analyse du travail répétitif dans le secteur agro-alimentaire: apport de la démarche ergonomique. Relations Industrielles 50:741-767.

Vézina N, Courville J, Geoffrion L. 1995. "Problèmes musculo-squelettiques et caractéristiques des postes des travailleurs et des postes des travailleuses sur une même chaîne de découpe de dinde", dans: Messing, K., Neis, B. et Dumais, L. (eds.), Invisible: Women's Occupational Health and Safety/Santé des travailleuses. Charlottetown, Gynergy books, pp 29-61.

Vézina N, Prévost J. 1997a. Les couteaux dans l'abattage et la transformation de la viande. Programme d'intervention spécifique à l'abattage et au conditionnement de la viande et de la volaille. Programme d'intervention relatif à la prévention des LATR. de la CSST- Direction de la prévention-inspection.

Vézina, N., Prévost, J., Lajoie, A. 1997b. Coupera ou coupera pas?. Vidéo produit avec la collaboration du Service audio-visuel de l'Université du Québec à Montréal, 32 minutes.

Vézina N, Courville J, Geoffrion L. 1998. Problèmes musculo-squelettiques dans une usine de transformation de la volaille dans le contexte d'une division sexuelle du travail. Rapport IRSST, 51 p.

Vézina, N., Lajoie, A., Prévost, J. 1999. Formation à l'affilage des couteaux. Manuel du formateur. Services aux collectivités de l'Université du Québec à Montréal, 75 pages.

Viikari-Juntura E. 1983. Neck and upper limb disorders among slaughterhouse workers, An epidemiologic and clinical study, Scandinavian Journal of Work, Environment and Health 9:283-290.

ANNEXE 1

Calendrier des rencontres avec les travailleurs-experts et les comités de santé-sécurité

Calendrier des rencontres avec les travailleurs-experts et les comités de santé-sécurité

Mars, avril 1995	Rencontres des *comtés de santé-sécurité* de chaque usine Présentation du calendrier du projet Choix de trois travailleurs-experts
Mai, juin 1995	Entrevues individuelles avec chacun des experts Images vidéo de l'affilage Visites des usines (installations d'aiguisage, abattage et découpe)
Novembre 1995	Rencontre des trois experts par usine. Validation des fiches individuelles et de la fiche par usine. Présentation des photos des couteaux au microscope optique. Rencontre des *comités de santé-sécurité* de chaque usine *Bilan de la phase 1*
7 Décembre 1995	Rencontre collective des experts en aiguisage. Présentation d'une première description de leur technique.
6 Mars 19%	Rencontre collective des experts affileurs et aiguiseurs Élaboration du vocabulaire Évaluation subjective des 6 couteaux Mise en commun des techniques d'affilage
22 Avril 1996	Rencontre collective des experts-aiguiseurs Préparation d'un protocole d'évaluation des couteaux Visite des installations d'aiguisage de l'usine 5
Avril, mai 1996	Rencontre des *comités de santé-sécurité* de chaque usine *Bilan de la phase 2* Première ébauche d'un contenu pour la formation à l'affilage
5 juin 1996	Rencontre collective des experts-aiguiseurs Évaluation subjective des couteaux du protocole Visite des installations d'aiguisage de l'usine 6 Protocole d'évaluation des couteaux par les travailleurs de l'usine 6
12 juin 1996	Rencontre collective des experts affileurs et aiguiseurs Première ébauche d'un contenu pour la formation à l'affilage Partage des responsabilités entre affileur-aiguiseur-entreprise Évaluation subjective de couteaux Bilan des résultats du protocole du 5 juin Expériences de formation dans chaque usine
Juin 1996	*Rapport d'étape et ajout au groupe d'experts de 3 travailleurs-experts de l'usine 3*
27 août 1996	Rencontre collective des experts-aiguiseurs Conditions de santé-sécurité à l'aiguisage Visite des installations d'aiguisage de l'usine 1 Protocole d'évaluation des couteaux par les travailleurs de l'usine 1
Août, septembre et octobre 1996	Observations systématiques de l'activité de travail de l'aiguiseur ou des aiguiseurs dans chaque usine
10 octobre 19%	Rencontre collective des experts affileurs et aiguiseurs Résultats du protocole d'évaluation des couteaux par les travailleurs

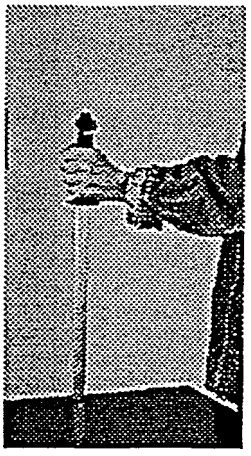
	de l'usine 1 (27 août) Résultats de la performance des couteaux sur le banc d'essai Présentation de photos au microscope électronique Discussion sur le document préparatoire à la formation Prise de données avec le couteau dynamométrique
7 novembre 1996	Rencontre collective des experts-aiguiseurs Discussion sur la partie du document préparatoire à la formation concernant l'aiguisage Visite des installations d'aiguisage de l'usine 4 Présentation des résultats de l'observation systématique de l'activité d'aiguisage de chaque expert
14, 18 et 25 novembre	Rencontre collective des experts affileurs et aiguiseurs en groupes restreints (par deux usines) Discussion sur la *Proposition d'organisation du contenu du document et de la vidéo déformation à l'affilage*
Janvier 1997	Rencontre des *comités de santé-sécurité* de chaque usine Remise du *Plan détaillé du document de formation à V affilage* Déterminants de la qualité de coupe des couteaux *Bilan de la phase 3*
26 février 1997	Rencontre avec les ingénieurs en métallurgie et en mécanique, fabricant et fournisseur de couteaux, travailleur-expert et chercheurs Validation des connaissances à transmettre lors de la formation
Mars 1997	Prise des séquences vidéo avec les travailleurs-experts dans les usines 4 et 6
Avril 1997	*Formation sur la problématique de la qualité de coupe des couteaux, de l'aiguisage et de l'affilage aux inspecteurs de la CSST (commandite)*
8 Mai 1997	Envoi d'un prémontage de la vidéo au *comité de santé-sécurité* de chaque usine et aux travailleurs-experts pour commentaires
17 juin 1997	Rencontre collective des experts-aiguiseurs Discussion sur les méthodes d'aiguisage et les possibilités de produire un document sur l'aiguisage Visite des installations d'aiguisage de l'usine 2 Discussion sur l'organisation des formations dans chacune des usines
19 juin 1997	Rencontre collective des experts affileurs et aiguiseurs Présentation de la cassette vidéo dans sa version finale Présentation du contenu du *Manuel du formateur à l'affilage* dans une version non détaillée - *remise des figures* accompagnant le manuel
Fin juin 1997	Remise de la cassette vidéo *Coupera ou coupera pas? au comité de santé-sécurité* de chaque usine
Fin juin 1997	*Fin du projet* *Des formations à l'affilage des couteaux sont réalisées dans les usines*
Novembre 1998	Envoi pour critiques et commentaires aux travailleurs-experts et aux membres des comités de santé-sécurité du *Manuel du formateur à l'affilage* dans sa version détaillée prévue pour une utilisation par des travailleurs d'usines n'ayant pas participé au projet.

ANNEXE 2

Illustrations de certaines caractéristiques de l'affilage

POSITION DU FUSIL (POINTE VERS LE...)

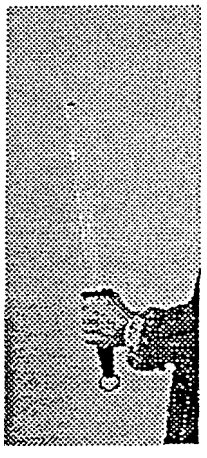
1- LE HAUT



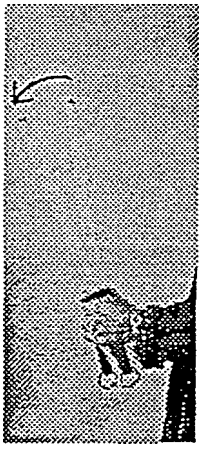
2- LE BAS

3- INCLINE

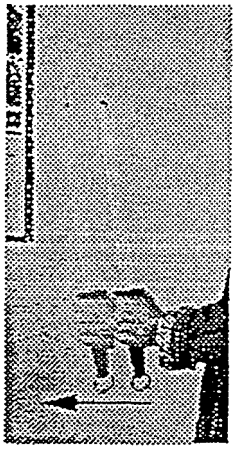
STABILITE DU FUSIL



1- STABLE

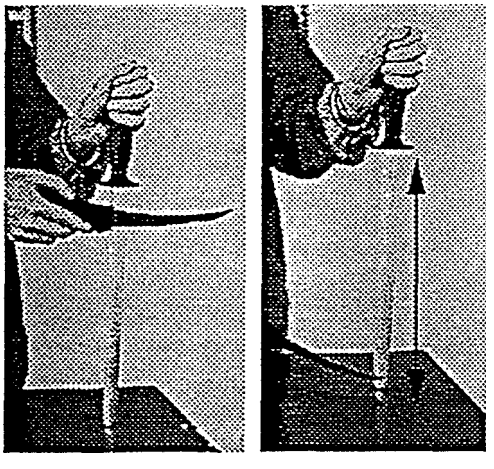


2- MOUVEMENT ROTATOIRE

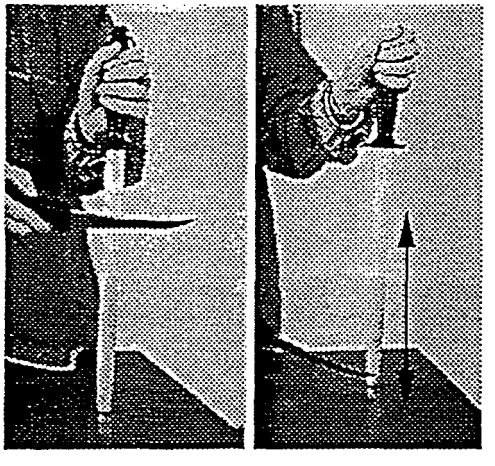


3- MOUVEMENT TRANSLATOIRE

LONGUEUR DU FUSIL UTILISEE



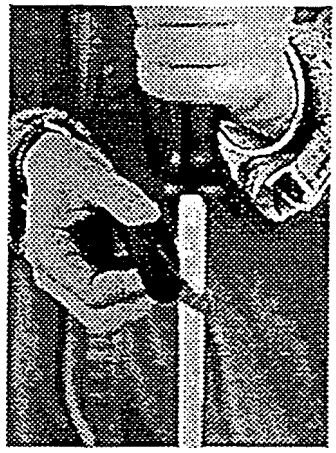
1- EGALE



2- PLUS PETITE

PRISE DU COUTEAU

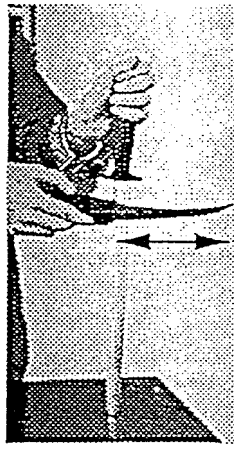
1- POUCE ET INDEX



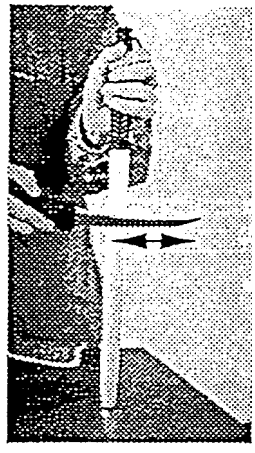
2- POUCE SUR LE DESSUS

3- INDEX SUR LE DESSUS

LONGUEUR DE LA LAME AFFILEE

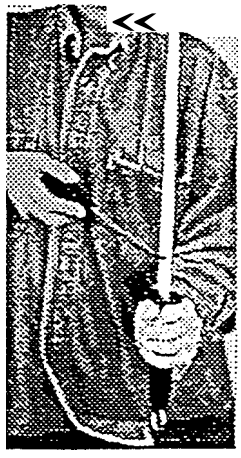


1- EGALE

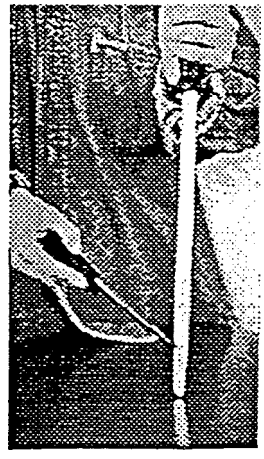


2- PLUS PETITE

SENS DU DEPLACEMENT DE LA LAME SUR LE FUSIL



1- VERS LE MANCHE



2- VERS LA POINTE

ANNEXE 3

Principes de base de l'affilage

Les principes de base de l'affilage

❶ Grande concentration : attention visuelle, perception tactile et coordination des gestes.

❷ L'angle d'appui de la lame sur le fusil est l'angle du taillant.

❸ Le regard porte sur l'angle d'appui de la lame.

❹ La lame est appuyée sur le fusil sans appliquer de pression. Le fusil est maintenu très stable.

❺ Tout en déplaçant le couteau, le geste garde une constance de l'angle et de la pression.

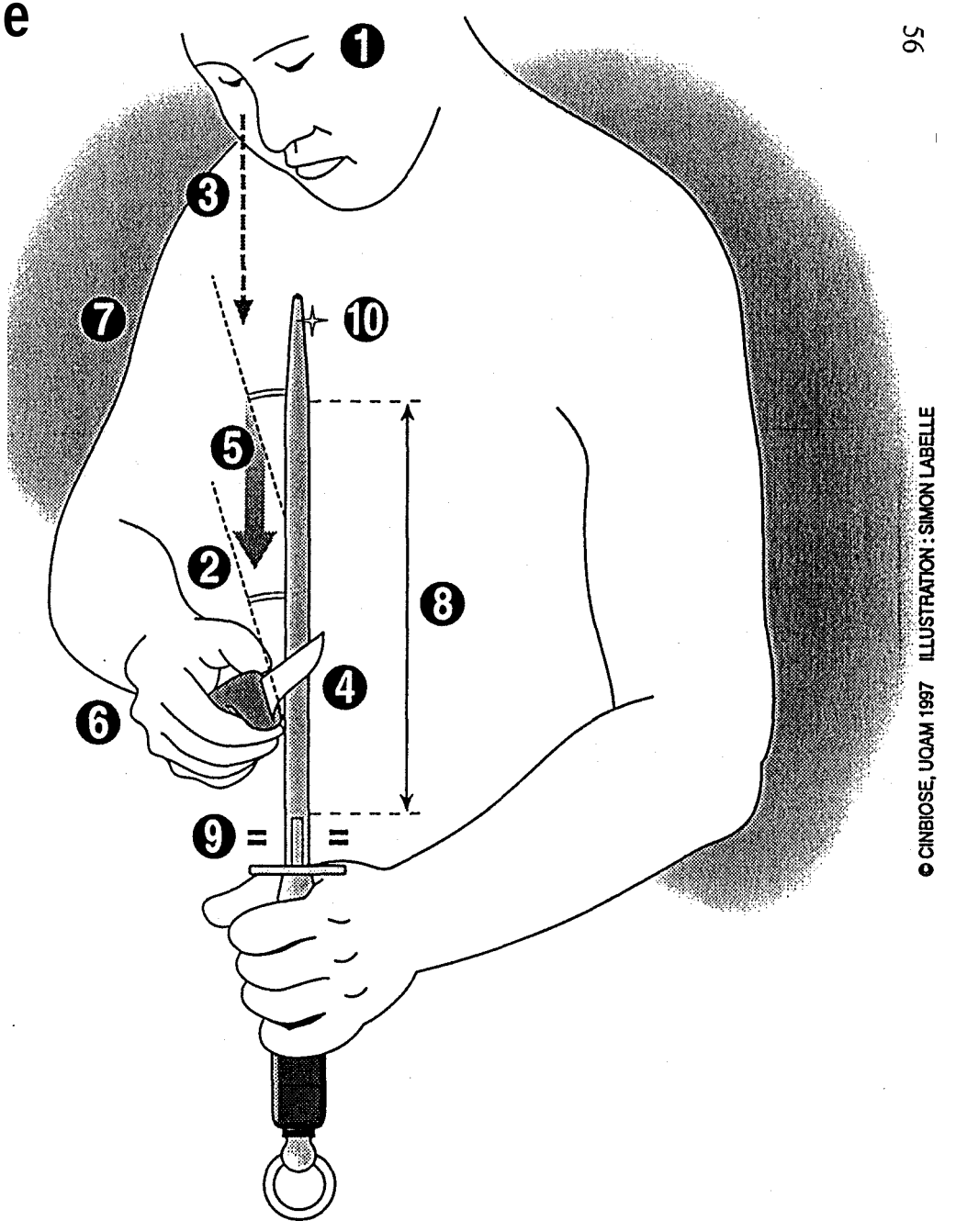
❻ La main a une prise légère sur le couteau et le poignet reste bien droit.

❼ L'épaule et le coude font le mouvement lentement, avec aisance.

❽ On évite les extrémités du fusil.

❾ On alterne en donnant un nombre égal de coups de chaque côté.

❿ Le couteau et le fusil sont propres.



© CINBIOSE, UQAM 1997 ILLUSTRATION : SIMON LABELLE

ANNEXE 4

Tableau des résultats de l'opération vocabulaire :
classement de 17 termes sur une échelle du plus coupant
au moins coupant (de 1 à 10) par les experts de cinq usines

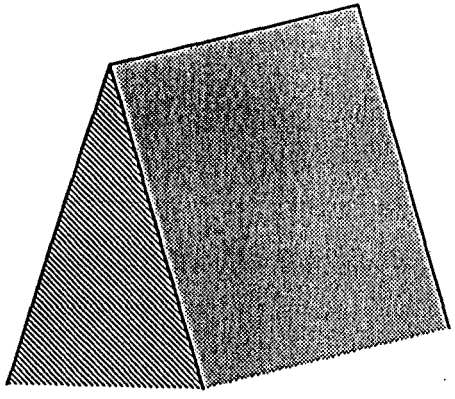
Illustrations de six différents états du fil du taillant

Lexique élaboré avec les travailleurs-experts

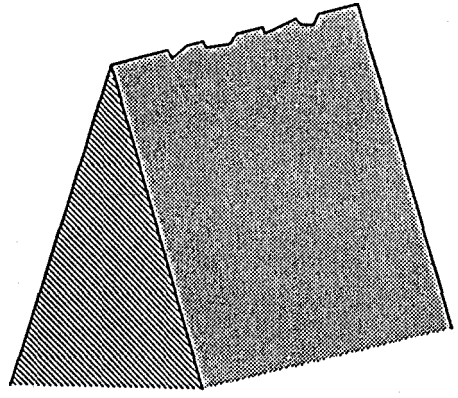
Tableau des résultats de l'opération vocabulaire : classement de 17 ternies sur une échelle du plus coupant au moins coupant (de 1 à 10) par les experts de cinq usines

Echelle du plus coupant	Usine 1	Usine 2	Usine 4 *	Usine 5	Usine 6
1	coût, coupant coût, mordant couteau doux coupe mince et allongée	coût, coupant coût, mordant couteau doux	coût, coupant coût, mordant couteau doux coût, pointu *coupe mince ou allongée*	coût, coupant *coupe mince ou allongée* couteau doux	couteau doux coût, coupant coupe mince et allongée
2		coupe mince et allongée	coupe carrée coût, pointu		
3		coupe carrée			coût, pointu coupe carrée
4		couteau tirant couteau rude, coût, rugueux			
5					
6		couteau rond			
7	*avec coches ou brèches* *coût, rugueux ou rude*			*avec coches ou brèches*	
8	couteau tirant couteau vin; coupe carrés	*avec coches ou brèches* *fil cassé*		*couteau tirant, rude, rugueux ou mordant*	*couteau tirant, rude, rugueux ou mordant*
9			*couteau tirant* *couteau rude, coût, rugueux*		
10 au moins coupant	fil écrasé couteau rond couteau rivé fil cassé	fil écrasé couteau rivé	*couteau rivé ou viré* couteau rond *avec coches ou brèches* fil cassé fil écrasé	fil écrasé couteau rond couteau rivé couteau viré	*couteau rivé, fil écrasé ou couteau viré* couteau rond *avec coches ou brèches ou fil cassé*

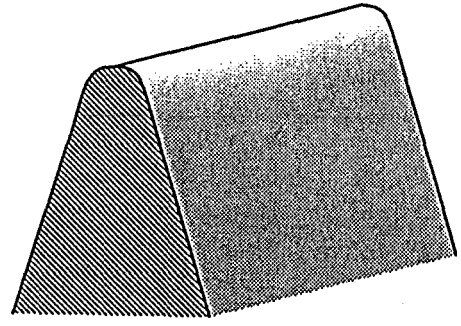
* L'usine 3 n'est pas encore présente dans le projet au moment de cet exercice.
Note : Les termes en italique sont considérés comme équivalents.



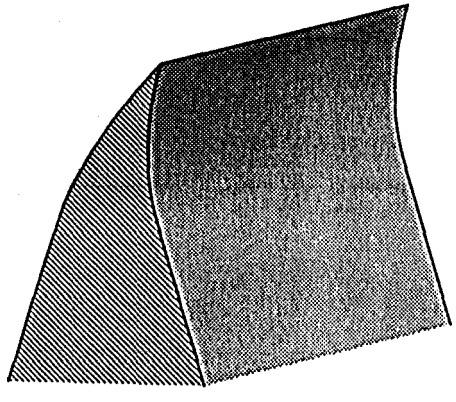
droit



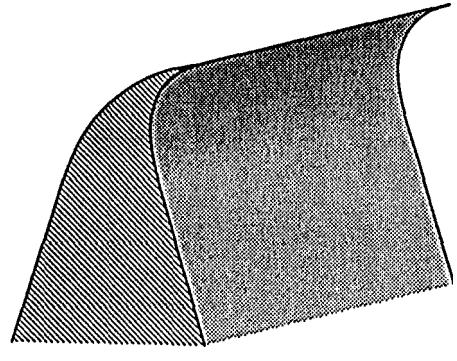
ébréché



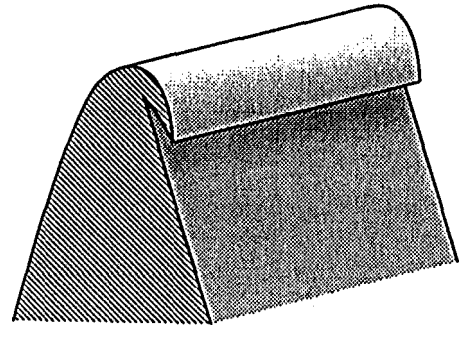
rond (absence de fil)



légèrement viré



viré



écrase

Six états du fil du taillant

Lexique élaboré avec les travailleurs-experts

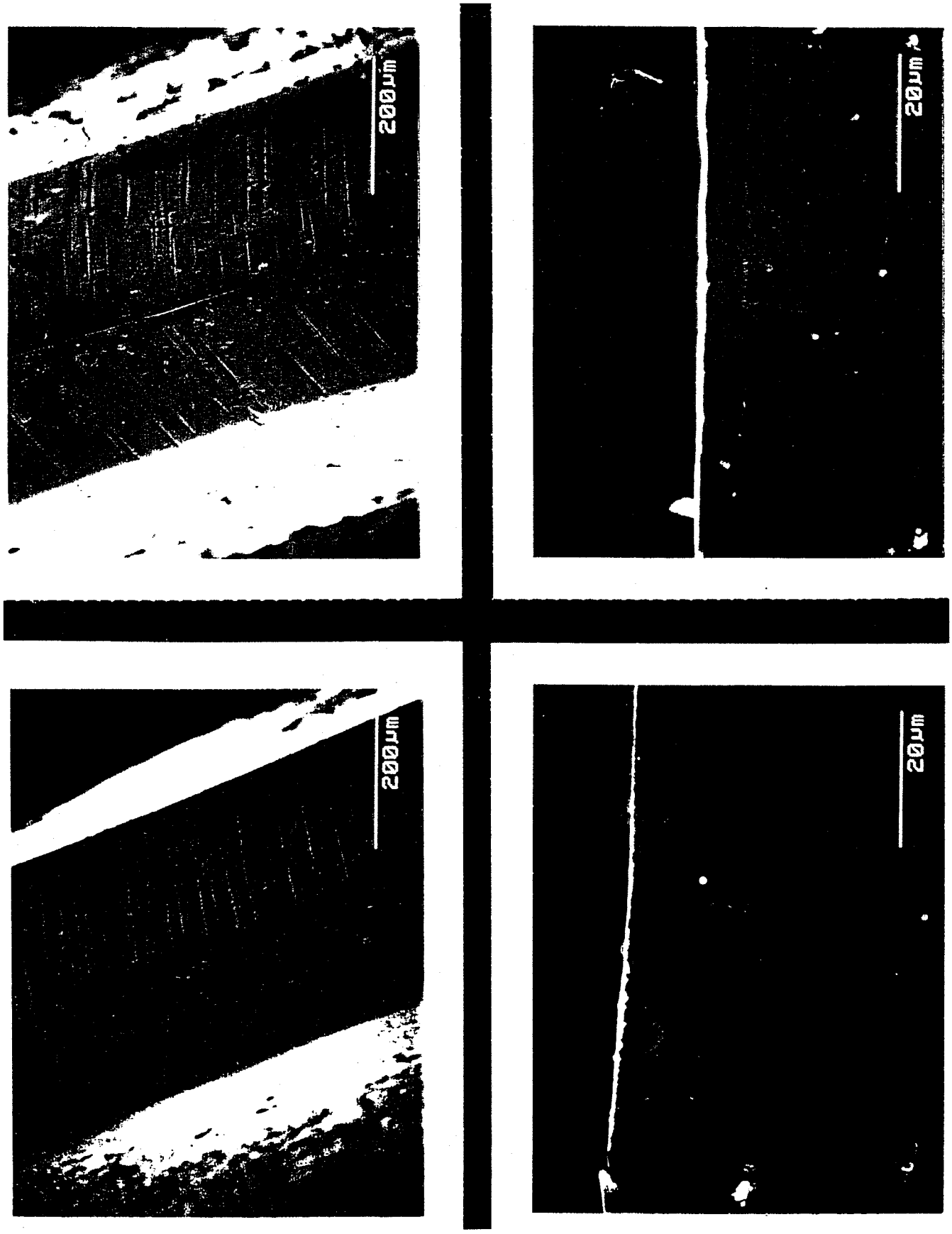
AFFILER	- Action de recentrer le fil du taillant à l'aide d'un fusil - Définition du dictionnaire Larousse : donner le fil à (un instrument tranchant) en émorfilant ; rendre à nouveau parfaitement tranchant (un instrument ébréché, émoussé) - Dans les usines au Québec, on utilise aussi *morfiler* (vieux français) et *steeler* (anglicisme)
AIGUISER	- Action d'enlever une fine couche de métal pour refaire le taillant et le fil d'un couteau - Définition du dictionnaire Larousse : rendre tranchant ou pointu - Dans les usines en France, aussi appelé *affûter*
TAILLANT	- Partie de la lame qui est travaillée lors de l'aiguisage
FIL DU TAILLANT	- Partie la plus fine du taillant (crête du taillant) qui a tendance à s'émousser, à pencher d'un côté ou de l'autre
COUPE	- Toute la partie travaillée du couteau lors de l'aiguisage, comprenant le taillant et le fil du taillant
MORFIL	- Définition du dictionnaire Larousse : petites parties d'acier, barbes métalliques qui restent au tranchant d'une lame affûtée (c'est-à-dire aiguisée) - Dans les usines, aussi appelé *mâchefer, chip de métal*
COUPE ALLONGÉE	- Coupe dont l'angle est petit, étroit, aigu. - Synonyme : coupe mince
COUPE CARRÉE	- Coupe dont l'angle est plus grand, plus large, plus obtus
DOUX	- Se dit d'un couteau dont le taillant et le fil du taillant sont très lisses et nettoyés du morfil produit à l'aiguisage. Un couteau doux glisse dans la viande.
RUGUEUX	- Pour les experts, ce mot est synonyme de rude et de tirant. Or, pour les besoins de différencier les états du couteau, on distinguera l'état rugueux, dont la définition est donnée ci-dessous, et l'état rude, dont la définition est donnée plus loin. - Se dit d'un couteau dont la rugosité est due à l'aiguisage. Un couteau rugueux glisse moins bien dans la viande, il est plus tirant. - Il a été possible de mesurer la rugosité du taillant lorsque celle-ci est due à la profondeur des sillons mais la rugosité peut aussi être causée par un restant de morfil.
RUDE	Un couteau est rude lorsqu'on l'affilant sur le fusil, on sent une rudesse d'un côté du couteau. C'est alors que le fil est légèrement décentré (viré).
BRÈCHES /COCHES	Petites encavures dans le fil du taillant
VIRÉ	État du fil lorsqu'il a basculé d'un côté de la lame. Le terme viré a été employé surtout lorsque l'effet est perceptible avec l'ongle (quelque chose accroche à la crête du taillant).
ÉCRASÉ	Se dit d'un fil replié sur lui-même, et qui donne un fini rond
ROND	État d'un couteau dont le fil est usé à la suite du travail

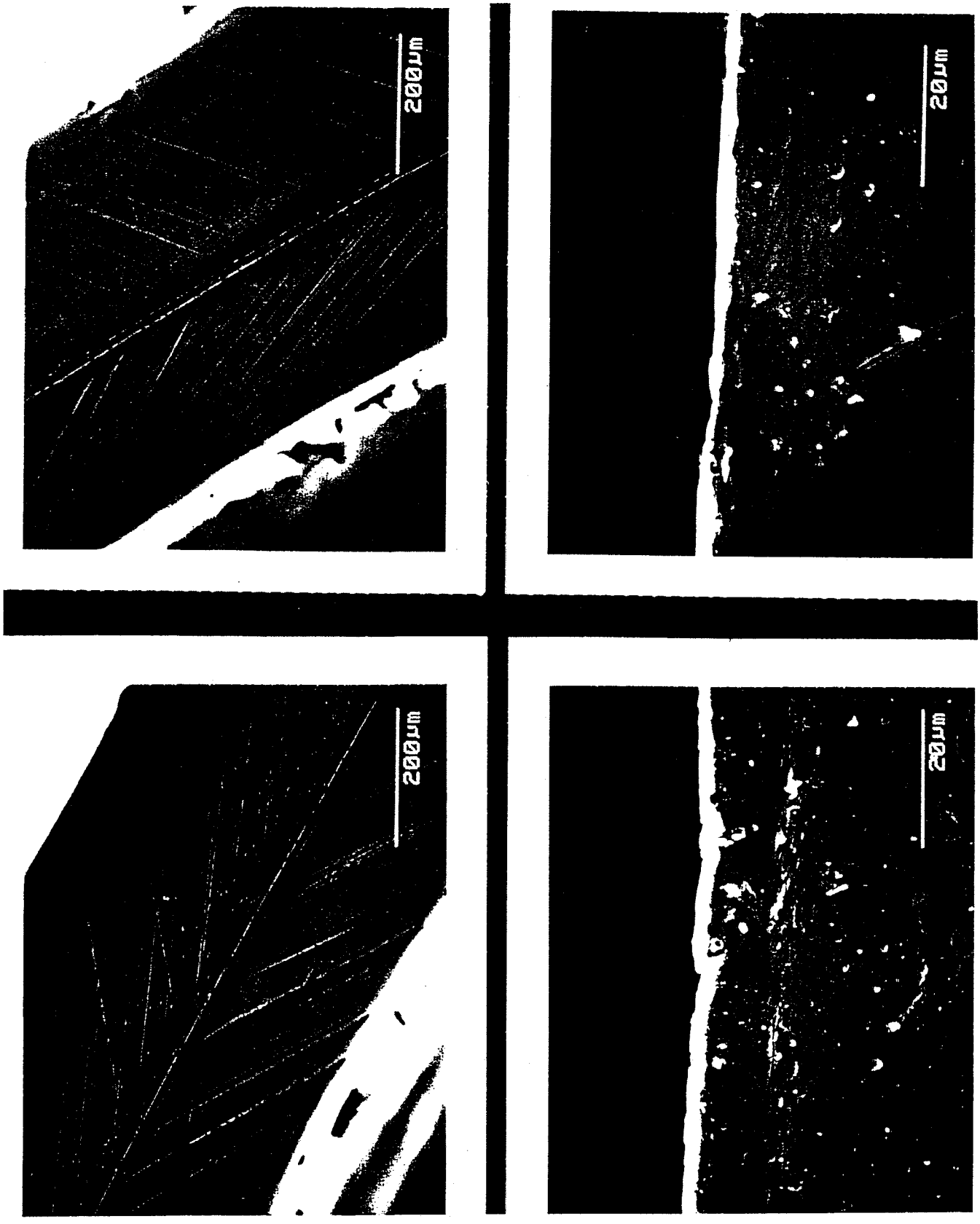
ANNEXE 5

Photos au microscope électronique des taillants des couteaux amenés à 100% et provenant des 6 usines participantes

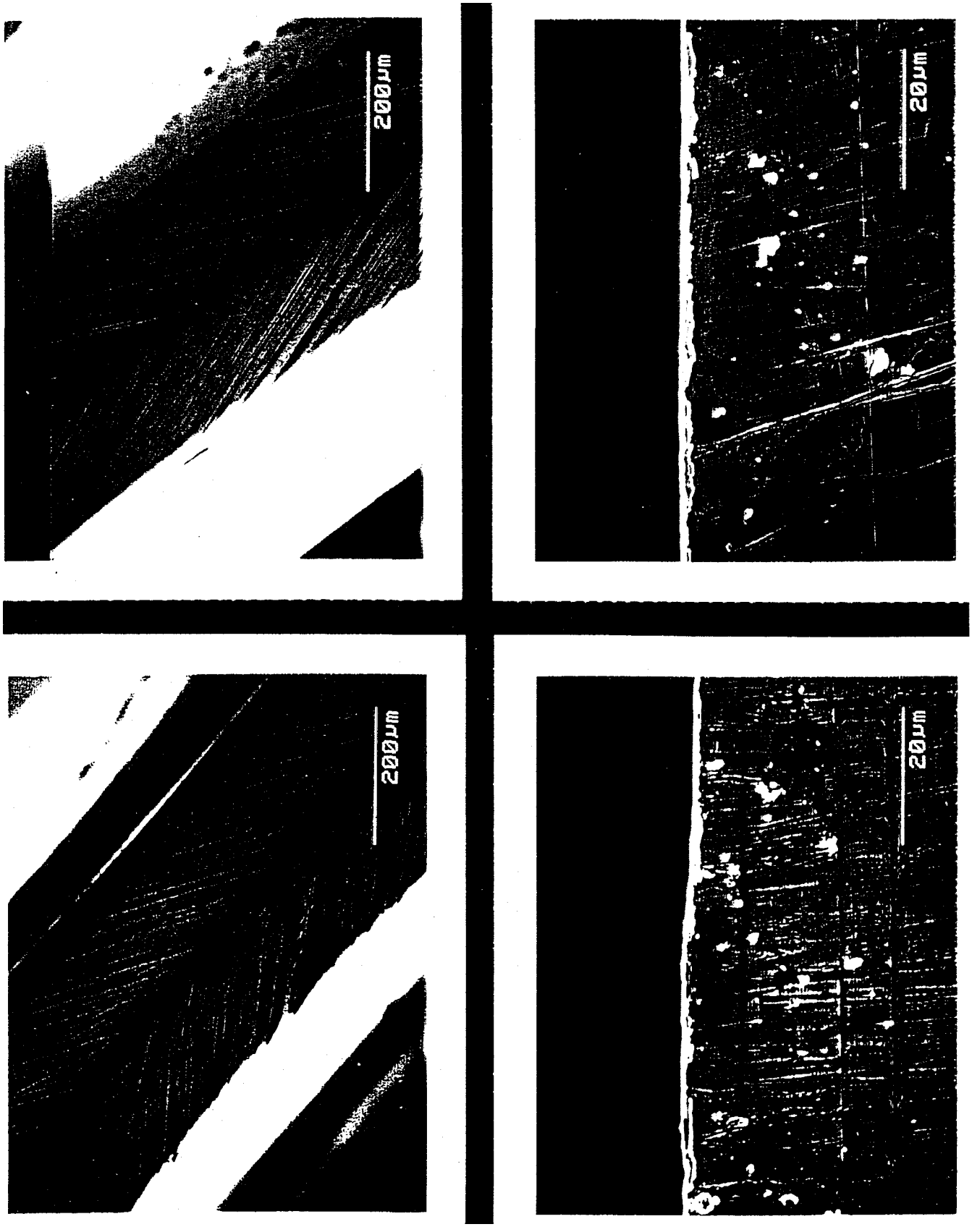
À noter le couteau de l'usine 6 n'est pas le même que celui utilisé sur le banc d'essai à cause de difficultés techniques. Il s'agit d'un couteau aiguisé à l'usine 6 mais non amené à 100%.

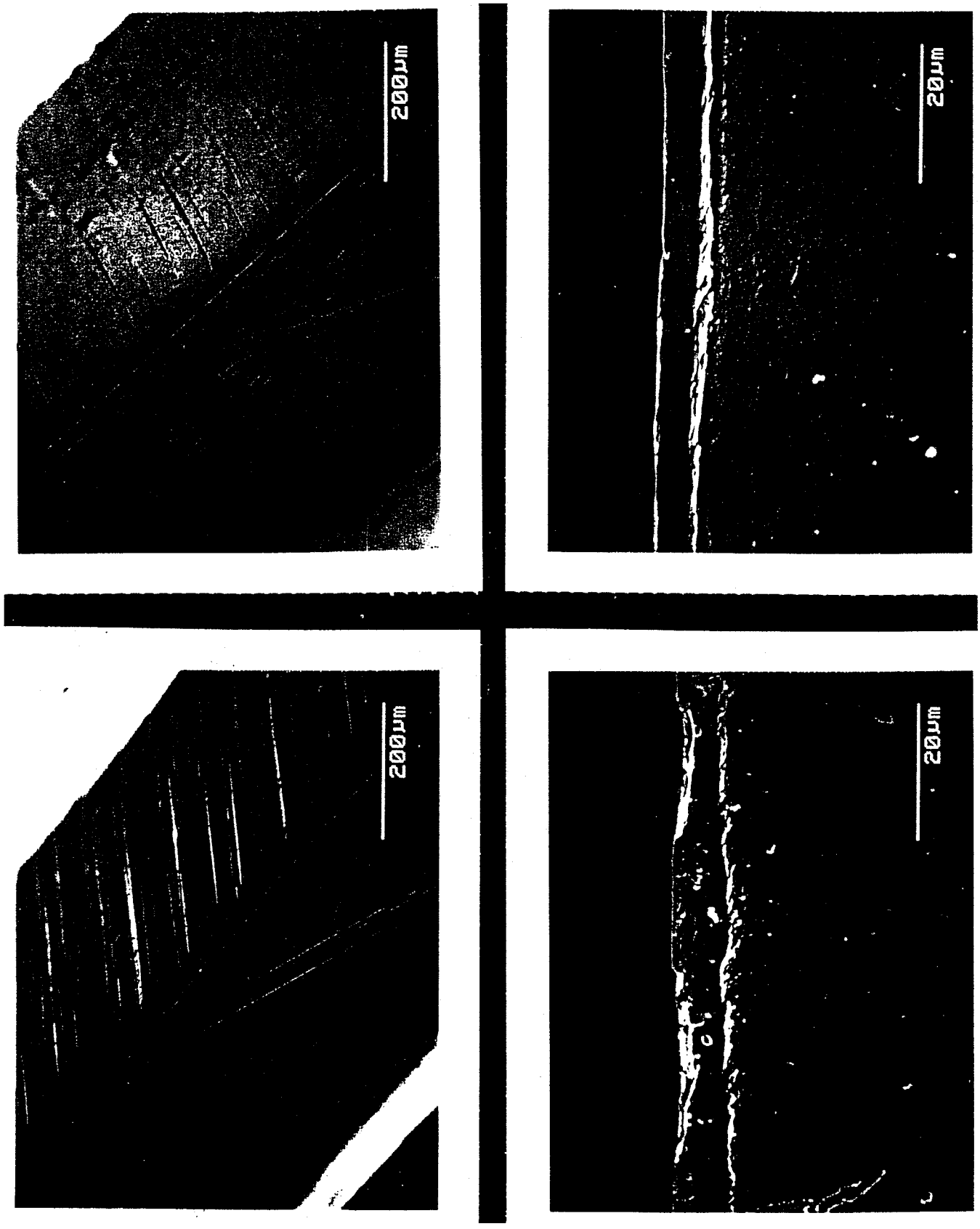
Usine 1

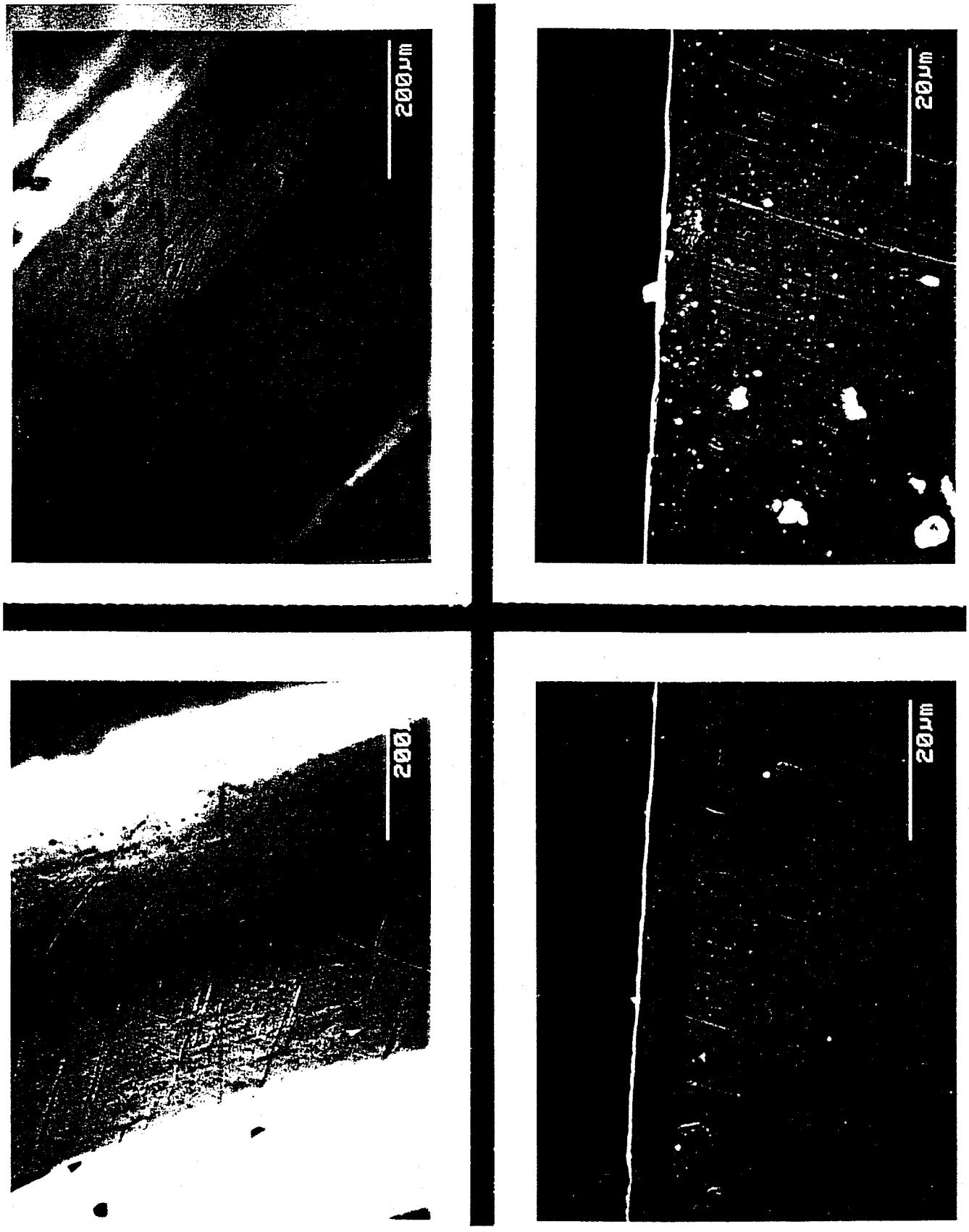


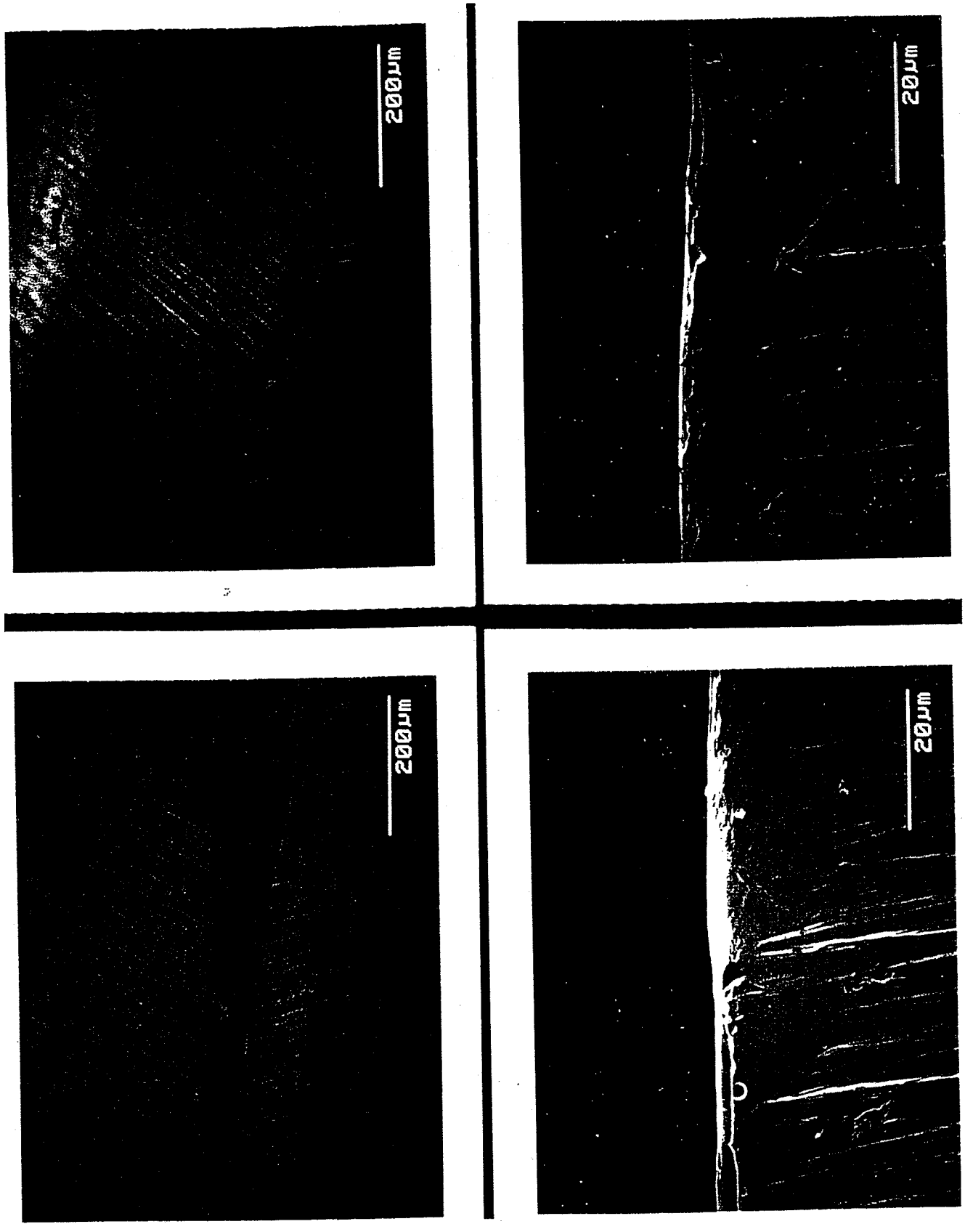

200µm
20µm
200µm
20µm

Usine 3



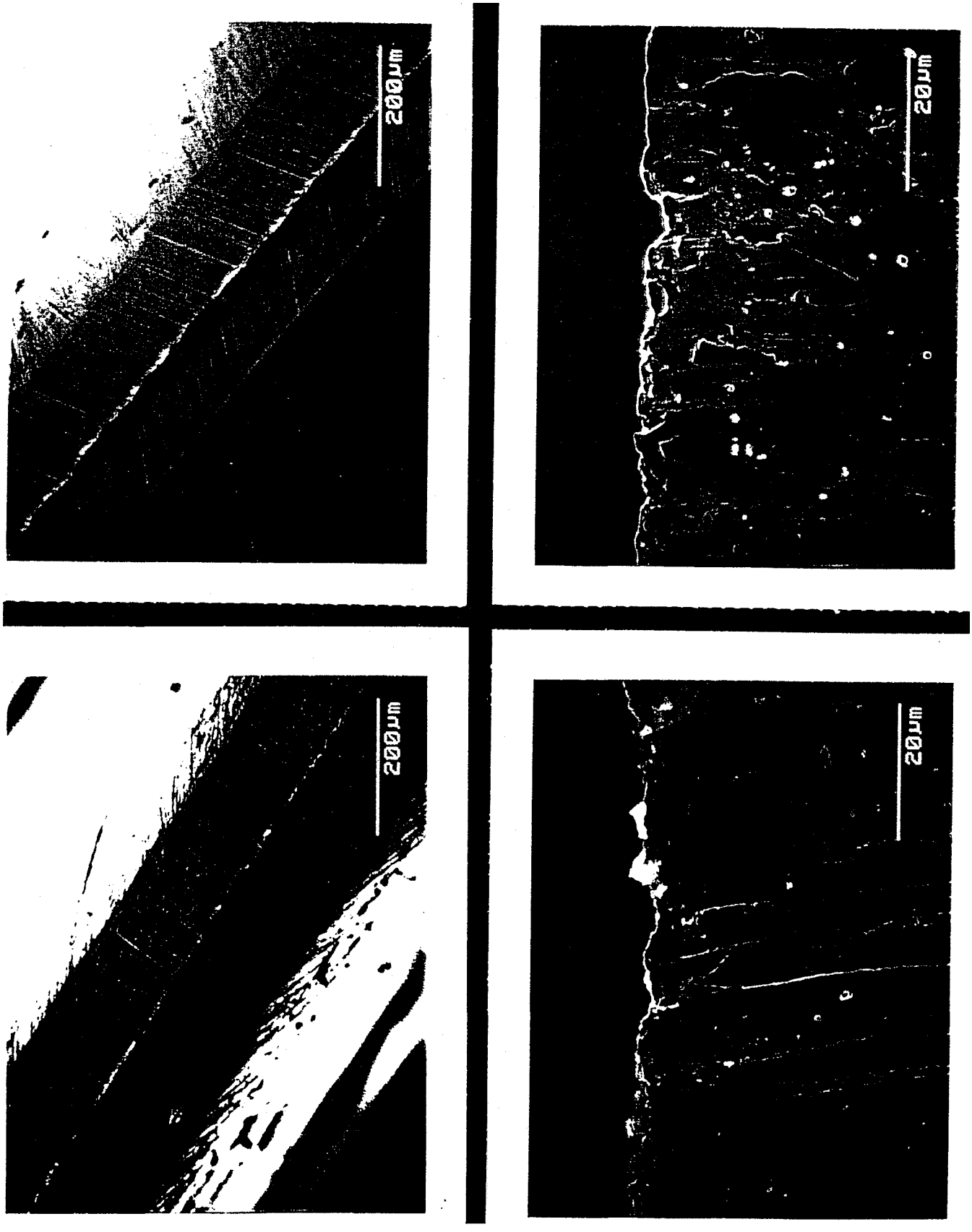
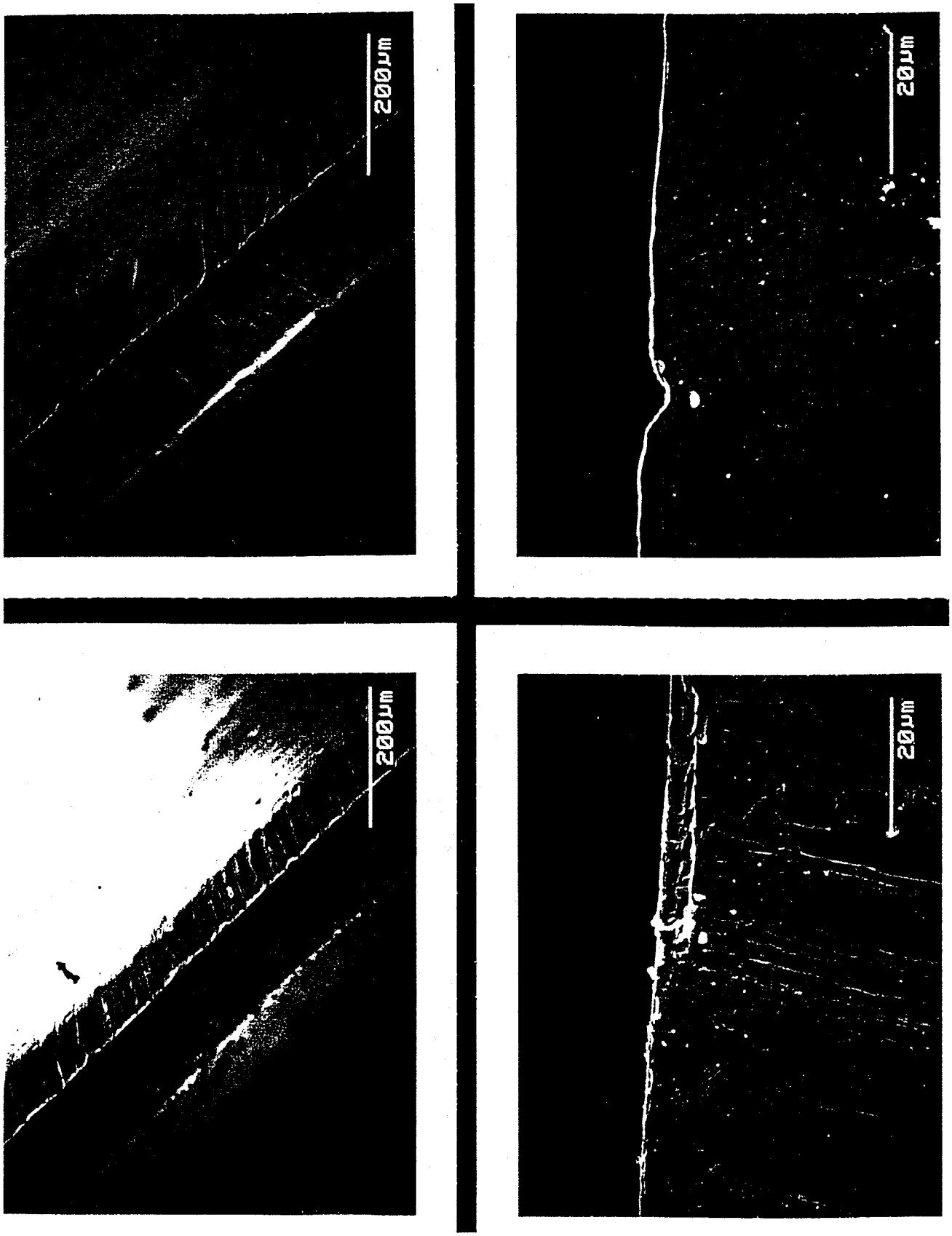

200µm
20µm
200µm
20µm


200µm
20µm
200
20µm


200µm
20µm
200µm
20µm

ANNEXE 6

Photos au microscope électronique des taillants des couteaux de deux fabricants


200µm
20µm
200µm
20µm

Fabricant 2