

Prévention durable en SST et environnement de travail

Études et recherches

RAPPORT R-853



Conditions préalables à l'implantation de la rotation chez une population d'assembleurs-monteurs du secteur de l'aéronautique

**L'impact des exigences de qualité
sur le développement de la polyvalence
et sur l'apprentissage**

*Denys Denis
Marie St-Vincent
Maud Gonella*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES

travaillent pour vous !

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes;

Assurer la diffusion des connaissances et jouer un rôle de référence scientifique et d'expertise;

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST. Abonnement : www.csst.qc.ca/AbonnementPAT

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec
2014
ISBN : 978-2-89631-774-5 (PDF)
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
et de la valorisation de la recherche
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-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
décembre 2014

Prévention durable en SST et environnement de travail

Études et recherches

RAPPORT R-853

Conditions préalables à l'implantation de la rotation chez une population d'assembleurs-monteurs du secteur de l'aéronautique

L'impact des exigences de qualité sur le développement de la polyvalence et sur l'apprentissage

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Denys Denis¹, Marie St-Vincent², Maud Gonella¹

¹*Prévention des problématiques de SST et réadaptation, IRSST*

²*Direction scientifique, IRSST*

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



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

ÉVALUATION PAR DES PAIRS

Conformément aux politiques de l'IRSST, les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les membres du comité de suivi et, par le fait même, les représentants patronaux et syndicaux pour leur implication active et leur dévouement dans ce projet, et plus largement pour leur passion afin d'améliorer sans cesse les questions de santé et de sécurité au sein de leur organisation. Un merci particulier à Claude, sans qui cette étude n'aurait pas été possible. Tu as été à la fois l'instigateur, mais aussi et avant tout un facilitateur qui nous a permis de ne jamais perdre nos repères dans cette organisation vaste et complexe.

L'équipe de recherche exprime sa gratitude envers les assembleurs, les chefs d'équipe et les superviseurs impliqués dans cette étude qui ont fait preuve d'une grande générosité en acceptant de nous faire profiter de leur expertise et de leurs connaissances des situations de travail au département des cabines de pilotage. Sans leur apport, cette recherche n'aurait pas eu la même profondeur. Leur ouverture d'esprit et la confiance manifestée à notre endroit ont grandement facilité notre travail.

Finalement, à Marion et Céline, merci pour votre soutien et votre professionnalisme. À l'équipe de Daniel Imbeau – Marie-Eve, Karine, Bruno et Romain – nous vous sommes reconnaissants de votre apport à l'étude. Remerciement spécial à Christian Larue pour son soutien technique.

SOMMAIRE

Une grande entreprise du secteur de l'aéronautique désire développer la polyvalence de ses assembleurs-monteurs par l'instauration de la rotation de postes. Convenant qu'il s'agit d'une problématique complexe, l'expertise de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est sollicitée. La demande formulée consiste à identifier les conditions requises pour implanter la rotation des postes, souhaitant ainsi prévenir les TMS qui affectent cette population de travailleurs. Le département où sont assemblés les cabines de pilotage de deux des avions-phares de l'entreprise est ciblé à la fois de par les exigences physiques qui le caractérisent, sa position stratégique dans le cycle de production optimisée (lean production) et le haut niveau d'expertise requis pour y effectuer les tâches d'assemblage. On y retrouve quatre stations d'assemblage dans lesquelles se répartissent plus d'une vingtaine d'assembleurs sous la supervision de trois chefs d'équipe. Le travail se caractérise entre autres par des cycles longs – puisque l'assemblage complet d'une cabine s'échelonne sur plusieurs jours – et par des exigences élevées de qualité.

L'approche choisie a été de mettre à l'essai des scénarios de rotation et d'en faire le suivi. La participation des assembleurs et du personnel d'encadrement a été fortement encouragée, à la fois lors de la cueillette de données, mais aussi lors de l'élaboration des modalités pour instaurer et gérer la rotation. Un comité de pilotage était régulièrement informé de l'avancement des travaux. Une première phase a permis, par le biais d'entretiens avec des acteurs clés de l'organisation (n=16), de mieux comprendre le fonctionnement de cette vaste entreprise, de préciser le rôle des divers départements en son sein et de leurs interactions. En parallèle, une enquête par questionnaire sur la santé des assembleurs (n=22) et leurs perceptions face à la rotation a été réalisée. Préalablement à la mise à l'essai de la rotation, des données ont été recueillies sur les facteurs de risque et les questions d'apprentissage. La cueillette a nécessité des développements méthodologiques novateurs combinant des observations, des entretiens individuels et des rencontres collectives de validation. Ces données ont été à la base des scénarios de rotation élaborés par les acteurs eux-mêmes et ont permis de spécifier des conditions à satisfaire pour faciliter l'implantation de la rotation. Des méthodes de suivi originales ont été appliquées pour étudier la situation qui prévalait à la suite de deux essais d'implantation effectués à quatre mois d'intervalle. Riche des enseignements découlant de ses essais, un comité s'est constitué au sein de l'entreprise afin de prendre en charge ce dossier sous la forme d'une démarche structurée de type « conduite de projet », assisté de l'équipe de recherche.

Ce rapport fait état de la démarche utilisée, des développements méthodologiques effectués et relate les principaux résultats obtenus. La discussion aborde les conditions nous apparaissant nécessaires à l'implantation de la rotation chez cette population de travailleurs. Sont mis en relief toute l'importance des questions d'apprentissage spécifiques aux postes occupés dans ce secteur où les exigences de qualité sont très élevées, de même que le soutien organisationnel aux formateurs-coach et aux chefs d'équipe. Ces derniers doivent à la fois gérer la dynamique de la rotation et pallier les nombreux imprévus survenant dans le cycle de production caractérisé par une organisation de type « juste-à-temps ». Nous insistons sur le fait que la mise en place de la rotation dans ce secteur, étant donné le haut niveau d'expertise des assembleurs-monteurs et l'aspect structurant des exigences de qualité, ne s'improvise pas; elle doit constituer un réel projet organisationnel où des marges de manœuvre doivent se dégager pour faciliter une autogestion de la rotation par les travailleurs et l'encadrement de proximité.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	i
SOMMAIRE	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES	ix
1. INTRODUCTION	1
1.1 Rotation des postes et polyvalence	1
1.2 Apprentissage et développement des compétences	3
1.3 Objectif du projet de recherche et structure du rapport	4
2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	5
2.1 L'entreprise et le secteur d'activité	5
2.2 Les postes étudiés et le travail d'assemblage	5
2.3 L'organisation du travail et de la production	5
3. MÉTHODOLOGIE.....	9
3.1 La demande	9
3.2 La construction sociale et le comité de pilotage	9
3.3 Vue d'ensemble de la démarche utilisée.....	9
3.4 Description du contexte et des caractéristiques de la population d'assembleurs.....	11
3.4.1 Entretien auprès d'acteurs clés	11
3.4.2 Enquête sur la santé des assembleurs et leurs perceptions de la rotation	11
3.5 Stratégie d'implantation de la rotation.....	11
3.6 Analyses préalables à l'implantation de la rotation	12
3.6.1 Observations	12
3.6.2 Découpage en unités de rotation	12
3.6.3 Analyse des difficultés d'apprentissage	13
3.6.4 Analyse des facteurs de risque physique	15
3.6.5 Fiches-synthèse combinant données d'apprentissage et risques.....	16
3.7 Activités liées à l'implantation de la rotation.....	19
3.7.1 Conditions préalables au 1 ^{er} essai de rotation aux stations 1 et 2	19
3.7.2 Groupe de travail : définition des affectations de rotation.....	19
3.8 Essais et suivi de la rotation.....	19
3.8.1 Essai 1	20
3.8.2 Essai 2	21
3.9 Conduite de projet pour implanter la rotation.....	21
4. RÉSULTATS	23
4.1 Les perceptions des acteurs clés	23
4.1.1 Prévention en santé et sécurité.....	23

4.1.2	Perceptions relatives aux TMS	24
4.1.3	Perceptions face à la rotation	24
4.1.4	Formation des assembleurs	25
4.1.5	Communications et climat de travail	25
4.1.6	Les principaux services en lien avec le secteur des cabines de pilotage	25
4.2	Perception de la rotation et santé des assembleurs-monteurs	26
4.2.1	La santé musculo-squelettique	26
4.2.2	Les contraintes psychosociales	27
4.2.3	Perceptions des assembleurs face à la rotation	28
4.3	Analyses préalables à la rotation.....	28
4.3.1	Les unités de rotation	28
4.3.2	Les difficultés d'apprentissage	31
4.3.3	Les facteurs de risque.....	35
4.4	Activités préalables à l'implantation de la rotation	40
4.4.1	Les pistes de transformations pour prévenir les risques	40
4.4.2	Définition des affectations pour la rotation	41
4.5	Essais et suivi de la rotation.....	42
4.5.1	Essai 1	42
4.5.2	Essai 2	44
4.6	Actions prises par l'entreprise	47
5.	DISCUSSION	49
5.1	Enjeux méthodologiques et besoin d'innovations	49
5.2	La qualité comme variable structurant l'apprentissage	52
5.3	Les conditions préalables à la rotation.....	56
5.4	Implanter la rotation : un projet organisationnel.....	59
6.	CONCLUSION.....	63
	BIBLIOGRAPHIE	65
	ANNEXES	69
	ANNEXE A: QUESTIONNAIRE ASSEMBLEURS, PERCEPTIONS SUR LA ROTATION ..	71
	ANNEXE B : GRILLE DE CLASSIFICATION DE LA COMPLEXITÉ DES TÂCHES	73
	ANNEXE C : QUESTIONNAIRE COMPLEXITÉ / FORMATION	77
	ANNEXE D : VARIABLES ET CRITÈRES DE CLASSIFICATION POUR LE THÈME QUALITÉ	81
	ANNEXE E : MÉTHODE D'ANALYSE DES RISQUES POUR LES STATIONS 1 et 2	82
	ANNEXE F : GRILLE DE CLASSIFICATION VISUELLE POUR LA MÉTHODE D'ANALYSE ADAPTÉE DES FACTEURS DE RISQUE.....	85

ANNEXE G : QUESTIONNAIRE UTILISÉ POUR LA MÉTHODE ADAPTÉE D'ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE.....	88
ANNEXE H : EXEMPLES DE DOCUMENTS VISUELS UTILISÉS LORS DES ENTREVUES D'ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE.....	90
ANNEXE I : EXEMPLES D'ÉLÉMENTS CONTENUS DANS UN CAHIER DE MONTAGE, INFORMATION UTILISÉE POUR LA MÉTHODE D'ANALYSE ADAPTÉE DES FACTEURS DE RISQUE	93
ANNEXE J : GRILLE D'OBSERVATION POUR LE SUIVI DES INTERACTIONS ENTRE UN COACH ET UN ASSEMBLEUR.....	94
ANNEXE K : SECTION D'UN DOCUMENT VISANT À COMPLÉTER LES INFORMATIONS DES CAHIERS DE MONTAGE	95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : Description des quatre stations de travail	6
Tableau 2-2 : Caractéristiques de la population d'assembleurs (n=22)	8
Tableau 3-1 : Exemple de fiche-synthèse combinant apprentissage et risques pour une étape considérée difficile	17
Tableau 3-2 : Exemple de fiche-synthèse combinant apprentissage et risques pour une étape considérée facile	18
Tableau 3-3 : Collecte de données réalisée pour le suivi des deux premières expériences d'implantation de la rotation	20
Tableau 4-1 : TMS aux différentes régions du corps	26
Tableau 4-2 : TMS à au moins une région du corps	27
Tableau 4-3 : Contraintes particulières rapportées par les assembleurs	27
Tableau 4-4 : Indices de santé psychologique	28
Tableau 4-5 : Opinions sur la rotation, assembleurs (n=22) ayant répondu OUI à la question	28
Tableau 4-6 : Description succincte des étapes des stations 1 et 2	29
Tableau 4-7 : Description succincte des étapes de la station 3	30
Tableau 4-8 Description succincte des étapes de la station 4	31
Tableau 4-9 : Synthèse de la classification de la complexité pour les 37 étapes du département .	32
Tableau 4-10 : Répartition des extraits selon les sous-thèmes de la qualité	34
Tableau 4-11 : Résultats des facteurs de risque pour la station 3	36
Tableau 4-12 : Résultats des facteurs de risque pour la station 4	37
Tableau 4-13 : Résultats combinés de l'analyse des facteurs de risque pour les stations 3 et 4	38
Tableau 4-14 : Pistes de transformation	40
Tableau 4-15 : Affectations prévues pour l'essai 1 de la rotation pour les 20 premières cabines de pilotage	41
Tableau 4-16 : Affectations des assembleurs pour l'essai 1	43
Tableau 4-17 : Expertises lors de l'essai 1	43
Tableau 4-18 : Interactions coach/assembleurs pour l'essai 1	44
Tableau 4-19 : Affectations des assembleurs pour l'essai 2	45
Tableau 4-20 : Évolution de la population d'assembleurs présente aux stations 1 et 2	46
Tableau 4-21 : Interactions coach/assembleurs pour l'essai 2	46
Tableau 4-22 : Conditions constatées lors des deux essais d'implantation	47
Tableau 5-1 : Conditions préalables à l'implantation de la rotation et enjeux organisationnels ...	57

LISTE DES FIGURES

Figure 2-1 : Exemples de pièces devant être assemblées pour constituer la cabine de pilotage	7
Figure 2-2 : Exemples d'attaches permettant de fixer les pièces.....	7
Figure 3-1 : Aperçu de la démarche utilisée	10
Figure 3-2 : Exemples illustrant les principales opérations d'assemblage et les postures associées.....	14
Figure 4-1 : Exemples de contraintes posturales	39

1. INTRODUCTION

La présente étude fait suite à une demande paritaire de la direction et du syndicat d'une grande entreprise du secteur de l'aéronautique. Cette dernière aimerait favoriser la polyvalence de ses assembleurs-monteurs, mais les parties patronale et syndicale conviennent que c'est une problématique complexe. Elles demandent aux chercheurs de les éclairer sur les conditions requises pour favoriser la polyvalence de cette population par le biais d'une organisation du travail privilégiant la rotation des postes. Un objectif latent des demandeurs – outre leurs préoccupations pour la santé et la sécurité – apparaît être de disposer de plus de marge de manœuvre dans l'affectation des assembleurs pour pallier les absences, le manque occasionnel de personnel et les fluctuations de la production.

1.1 Rotation des postes et polyvalence

Il convient d'entrée de jeu d'expliquer les différences entre les termes polyvalence et rotation des postes. La rotation des postes est une forme d'organisation du travail où la personne change régulièrement de poste selon un ordre et un rythme préétablis. La polyvalence est une caractéristique de la personne : une personne est considérée polyvalente lorsque ses compétences sont variées et qu'elle peut occuper plusieurs postes de travail. Pour qu'il y ait une rotation efficace, les personnes doivent être polyvalentes (Vézina et coll., 2003).

La rotation des postes est une forme d'organisation du travail qui peut intéresser les entreprises sous plusieurs aspects. L'état des connaissances actuelles sur la rotation des postes est encore bien parcellaire, mais on considère généralement qu'avec la pratique de la rotation sur plusieurs postes, les personnes acquièrent une plus grande polyvalence; la gestion de l'absentéisme et du roulement du personnel s'en trouve ainsi facilités. La rotation peut aussi être vue comme un moyen de favoriser une meilleure communication entre les personnes d'une même équipe, de réduire la monotonie et de diminuer la durée d'exposition aux risques associés à l'exécution du travail sur certains postes. Cependant, on relève également des désavantages tels que la difficulté d'adapter les postes de travail à l'ensemble des personnes d'une équipe ou le déséquilibre des contraintes d'un poste à l'autre.

Comme l'écrivent Rocha et coll. (2012), certains auteurs (Coutarel et coll., 2003; Falardeau et Vézina, 2004) considèrent difficile de préciser si la rotation des postes représente un moyen de prévention des troubles musculosquelettiques (TMS). L'effet de l'application de la rotation, selon les conditions de sa mise en place, peut-être contraire à celui attendu. Une fois appliquée, la rotation peut amener les travailleurs à mieux tolérer les contraintes de travail, retardant l'apparition de leurs symptômes. La mise en œuvre de la rotation qui ne respecte pas un certain nombre de conditions court donc le risque d'amplifier l'apparition des TMS. La diminution des contraintes physiques n'est pas la seule raison pour faire la rotation, les aspects psychosociaux prennent aussi beaucoup d'importance (Aptel et coll., 2008; Ouellet et coll., 2003; Vézina, 2005). Au-delà de la variation des exigences physiques, on note parmi les avantages de la rotation la réduction de la monotonie par l'enrichissement des tâches, le développement ou l'élargissement des compétences, etc. Cependant, implanter la rotation en entreprise ne doit pas être pris à la légère. Selon Coutarel et coll. (2003), il s'agit d'un réel projet organisationnel qu'il faudrait

aborder comme une conduite de projets, c'est-à-dire comme une démarche structurée où les acteurs et les rôles sont clairement définis.

D'une recension des écrits sur la rotation des postes (Vezina et coll., 2003), il ressort les constats suivants. La plupart des auteurs s'étant intéressés aux gains pour l'entreprise croient en l'amélioration de la qualité du produit par la rotation des postes. Toutefois, les études sur l'impact de la rotation sur la prévention des TMS ne semblent pas s'harmoniser. Il se dégage toutefois que la façon dont la rotation est instaurée revêt une importance particulière. Elle déterminerait le succès ou l'échec de la rotation comme outil de prévention pour ce genre de blessures. Ainsi, St-Vincent et coll. (2003), au cours d'une enquête dans une usine d'assemblage d'automobiles, ont demandé aux travailleurs s'ils étaient pour ou contre la rotation. Sur les 189 répondants, 21 % étaient pour, 33 % étaient contre, alors que 46 % disaient que leur position dépendait des conditions dans lesquelles elle serait implantée. Les travailleurs désiraient, par exemple, que les conditions aux postes de travail soient moins contraignantes, qu'ils aient le temps d'apprendre leurs nouvelles tâches, qu'il leur soit possible de choisir leurs coéquipiers, que la rotation se fasse selon un mode volontaire, etc. Il apparaît donc que la rotation pourrait amener des bienfaits pour les travailleurs si certaines précautions étaient prises.

Un second enjeu est la marge de manœuvre donnée aux travailleurs faisant la rotation (Coutarel et coll., 2003; Vézina et coll., 2003; Vézina, 2005). Dans une unité où l'on pratiquait la rotation, ce mode d'organisation était accepté puisque la gestion de la rotation était prise en charge par les travailleurs. Par exemple, les travailleurs avaient ainsi décidé de changer de poste toutes les heures. Selon Dadoy (1990) un équilibre doit être atteint : si les changements sont trop fréquents, l'adaptation nécessaire devient une surcharge, si c'est trop lent, la fatigue entraînée par le travail sur un poste donné a le temps de s'installer. Dans l'étude de Gaudart (1996), il a été observé que plus le poste est exigeant sur le plan des efforts et des postures, plus le rythme de rotation est rapide. Dans l'étude de Vézina et coll. (2003), les travailleurs étaient unanimes à souligner l'importance de confier au groupe la gestion des modalités de la rotation. Ainsi, un travailleur ayant mal au dos peut, pendant une certaine période, éviter le poste qui exacerbe sa douleur et réduire le nombre de postes qu'il occupe en rotation. Un intervenant externe peut apporter des repères utiles pour que les travailleurs puissent prendre des décisions éclairées concernant la gestion de leur rotation.

D'autres conditions ressortent comme les caractéristiques des postes, car il y a toujours le risque d'aggraver ses maux lorsqu'on doit tout à coup accomplir des tâches plus contraignantes. Ainsi, l'amélioration des conditions sur les postes de travail apparaît la première mesure dans laquelle il est important d'investir pour qu'il y ait un intérêt à pratiquer la rotation. L'étude de Vézina et coll. (2003) montre que de faibles variations dans les postes étaient suffisantes pour modifier les sollicitations.

La grande majorité des études sur la rotation des postes a été faite dans le contexte de tâches répétitives à cycles courts. Certains auteurs, dans des perspectives plus physiologiques et biomécaniques, ont évalué l'impact de la rotation sur des variables très précises sans une préoccupation marquée pour l'analyse du travail (Hinnen et coll., 1992; Jonsson, 1988a, 1988b; Frazer et coll., 2003; Rodrigo et coll., 2012; Horton, 2012). Dans certains cas, il s'agissait de tâches simulées (Horton, 2012). D'autres auteurs ont analysé, selon différentes perspectives, des équipes où l'alternance était déjà insaturée (Rocha et coll., 2012; Simoes et coll., 2012; Vézina et

coll., 2003; Ouellet et coll., 2003; Coutarel et coll., 2003; Gerling et coll., 2003). Ainsi, des chercheurs de l'équipe de Daniellou ont montré les écarts entre l'organisation d'une rotation prescrite et celle telle que réellement pratiquée par les travailleurs (Rocha et coll., 2012; Simoes et coll., 2012). Ils ont exposé les stratégies collectives de préservation de la santé développées par des opérateurs d'une usine de boissons. Everaere (2008) évoque les notions de rotation nomade – où l'opérateur bouge d'un poste à l'autre – et de rotation sédentaire – où l'opérateur reste sur un même poste et élargit et enrichit son travail. Dans le secteur aéronautique, la notion de poste est assez floue, on parlera plutôt d'étapes de travail ou des grandes tâches accomplies en général dans un même environnement / situation de travail. À notre connaissance, il n'y a pas d'études sur la rotation concernant des tâches complexes à cycles longs comme on en retrouve dans l'aéronautique, pas plus qu'il y en a eu dans lesquelles, au lieu d'analyser l'existant, on a mis à l'essai un scénario de rotation dans des conditions réelles de production.

1.2 Apprentissage et développement des compétences

Des études documentent les conditions à prendre en compte pour assurer le succès de la rotation des postes (Aptel et coll., 2008; Coutarel et coll., 2003; Ouellet et coll., 2003; Vézina et coll., 2003; Vézina, 2005). Il en ressort notamment toute l'importance des problèmes posés par l'apprentissage et le maintien de la polyvalence (Chatigny, 2001; Coutarel et coll., 2003; Everaere, 1999; Gaudart, 2003; Saily, 1998, Vézina et coll., 2003). Selon Vézina (2005), il y aurait trois phases dans l'apprentissage des tâches, même si elles sont répétitives. La première est celle où l'on prend connaissance de la tâche prescrite, des exigences de l'entreprise en matière de quantité et de qualité de la production, des attentes aussi des différents interlocuteurs, dont les collègues de travail. On se familiarise aussi avec les moyens et les conditions qui sont offerts pour réaliser la tâche. Cet apprentissage ne dure que quelques jours, voire parfois quelques heures. La seconde phase d'apprentissage est celle où on cherche à apprivoiser le poste de travail. Au cours de cette période, on s'efforce de trouver sa façon de faire, de découvrir des trucs : comment se placer, ordonner les opérations, préparer ses outils, etc. On développe en quelque sorte une façon bien à soi de réguler son travail pour diminuer les contraintes, récupérer du temps et élargir sa marge de manœuvre. La recherche de l'efficacité y apparaît centrale. Il semble que cette période prenne des semaines, voire plusieurs mois. La dernière phase est celle où on devient en mesure de faire face à la variabilité du travail, aux incidents, aux événements imprévus. Sur des postes à caractère répétitif, on sous-estime souvent l'importance des habiletés à acquérir pour atteindre ce niveau de compétence. Ainsi, lors de l'implantation de la rotation, les coûts liés à la formation ne devraient pas être sous-estimés. Si le temps consacré à la formation est essentiel, la qualité de la formation est aussi importante et se manifeste entre autres par la possibilité qu'a un formateur de pouvoir communiquer des trucs du métier et des savoir-faire de prudence (Cloutier et coll., 2012). Favoriser l'apprentissage devient donc un enjeu incontournable et une condition à la rotation. Pour ce faire, comme le rappelle Everaere (2008), des conditions sont requises :

La stabilité dans une situation de travail complexe et le temps sont donc des conditions indispensables à la constitution lente et progressive de la compétence. Ceci pour faire de chaque individu un spécialiste compétent dans une situation de travail donnée, grâce aux différentes techniques qu'il apprend à maîtriser petit à petit dans la situation de travail considérée. (...) Le domaine de spécialité est donc très structurant pour comprendre le

principe même de compétence et d'expertise qui se construit petit à petit par la confrontation quotidienne à des problèmes ou des aléas qui doivent rester dans un champ cognitif relativement homogène.

1.3 Objectif du projet de recherche et structure du rapport

L'objectif de cette étude était d'identifier les conditions requises pour implanter la rotation des postes dans une usine d'assemblage du secteur de l'aéronautique, souhaitant ainsi prévenir les TMS qui affectent les travailleurs de ce secteur. L'approche choisie a été de mettre à l'essai des scénarios de rotation et d'en faire le suivi, ce qui a permis de tirer des leçons sur les leviers et les obstacles de la mise en œuvre de cette forme d'organisation du travail. Cette façon de faire a aussi mené à une meilleure compréhension des impacts de l'application de la rotation sur les liens entre exigences de qualité et apprentissage du travail. Nous n'avons pu trouver d'étude réalisée sur la rotation concernant des tâches complexes à cycle longs. Il s'agit donc d'une expérience unique, où l'étude de cycles longs a mené à des développements méthodologiques novateurs, autant pour les questions d'apprentissage que pour l'analyse des facteurs de risque où les méthodes classiques – surtout conçues pour l'analyse des tâches à cycles courts – sont peu adaptées.

Dans notre expérience de mise à l'essai de la rotation, nous avons suivi de grands principes qui se dégagent de la littérature. Il y a d'abord eu une enquête de perception chez les assembleurs. Par la suite, la phase d'implantation de la rotation a été définie, suivie d'une phase d'amélioration des postes de travail et de mise à l'essai de la rotation avec la participation des assembleurs et du personnel d'encadrement. Informé régulièrement des résultats et de l'état d'avancement des travaux, un comité de pilotage a joué un rôle certain dans le déroulement du projet. Les facteurs de risque et les questions d'apprentissage ont été au cœur de nos analyses. Des méthodes de suivi originales ont été appliquées pour étudier la situation qui prévalait à la suite de l'implantation de la rotation. Le texte qui suit relate les grandes lignes de la démarche utilisée et les développements méthodologiques effectués de même que les principaux résultats. La discussion met en relief toute l'importance des questions d'apprentissage dans ce secteur où les exigences de qualités sont très élevées, de même que l'importance du soutien organisationnel aux formateurs-coach et aux chefs d'équipe. En effet, les événements de non-qualité – particulièrement les erreurs majeures – obligent à réguler l'ensemble du collectif de travail pour assurer la fluidité du processus de production : le chef d'équipe assure la coordination de ces adaptations, qui ne sont pas sans conséquence sur l'implantation de la rotation et le développement de la polyvalence des assembleurs. Nous commencerons par présenter quelques informations utiles sur le contexte de l'entreprise, le travail et les caractéristiques des assembleurs-monteurs afin de faciliter la compréhension des informations présentées ultérieurement.

2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 L'entreprise et le secteur d'activité

La compagnie est une multinationale québécoise du secteur des transports; elle produit des avions (commerciaux, amphibies ou d'affaires) et des véhicules de transport (trains interurbains ou à grande vitesse, métros). La division aéronautique emploie plus de 35 000 employés à travers le monde, dont plus de 12 000 dans la grande région montréalaise, où se situe d'ailleurs son siège social. Dans un contexte de production internationale, la concurrence entre les sites de production de la compagnie est forte (Mexique, Maroc, Chine). Cependant, les activités de transformation à haute valeur ajoutée – et nécessitant des niveaux élevés de compétences techniques – sont conservées dans les usines montréalaises pour assurer le maintien des emplois au Québec. L'usine montréalaise emploie environ 2000 assembleurs-monteurs affectés à la fabrication des pièces et à l'assemblage des avions et 2000 employés cols blancs répartis dans divers départements (ingénierie, formation, ressources humaines, santé et sécurité, etc.).

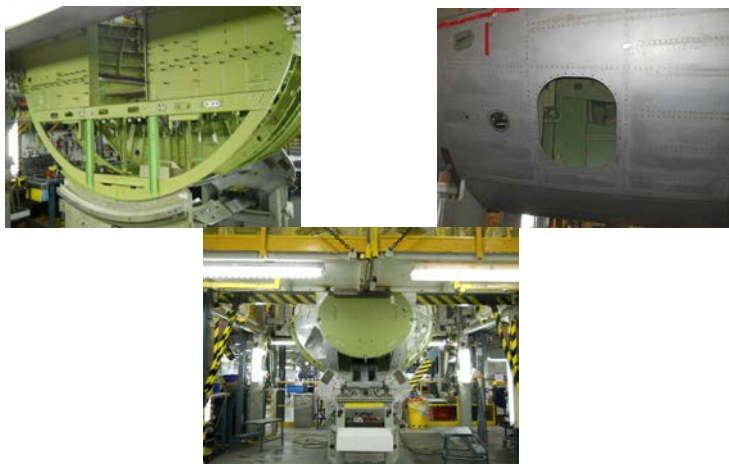
2.2 Les postes étudiés et le travail d'assemblage

À la demande de l'entreprise, l'étude s'est déroulée dans le département de l'assemblage des cockpits ou cabines de pilotage d'un des avions-phares de la compagnie. Ce département combine deux problématiques importantes : difficultés en termes de production – liées à la complexité des structures assemblées (cabines de pilotage) et au positionnement dans le cycle de production – et risques importants pour la santé des travailleurs – liés aux exigences posturales et aux opérations typiques d'assemblage. Les quatre stations que comporte ce département sont décrites et illustrées succinctement en précisant les objectifs principaux d'assemblage de la station, les types de pièces installées, l'environnement physique de travail et le nombre de gabarits pouvant être utilisé en parallèle (un gabarit peut accueillir une cabine de pilotage) (tableau 2-1). En pratique, ce département est divisé en deux entités fonctionnant relativement indépendamment l'une de l'autre : les stations 1 et 2 forment le premier, et les stations 3 et 4 le second. Nous verrons plus loin que ces deux « sous-départements » ont été analysés séparément pour des considérations d'ordre pratique.

2.3 L'organisation du travail et de la production

En termes d'organisation, un chef d'équipe-assembleur est responsable des deux premières stations, alors que deux autres chefs d'équipe sont assignés aux deux dernières stations (il y a aussi un chef d'équipe sur le quart de soir pour tout le département). En fait, des liens naturels existent entre les deux premières stations, tandis que la 3^e et la 4^e sont plus autonomes. Les assembleurs du département occupent préférentiellement une seule station de travail, mais il est courant qu'ils circulent sur les diverses stations pour répondre aux demandes de production. Le travail d'assemblage est réalisé sur deux quarts de travail, de jour et de soir, le département comptant de 22 à 25 assembleurs selon la période du projet de recherche. Le nombre total d'assembleurs n'a cessé de fluctuer durant l'étude en fonction des demandes de production.

Tableau 2-1 : Description des quatre stations de travail

Station de travail	Illustration
1. <u>Objectif</u> : début de l'assemblage de la cabine, mise en place de la partie supérieure de la cabine <u>Pièces</u> : essentiellement grosses <u>Environnement</u> : espace assez ouvert, mais contraint (gabarits massifs) <u>Sites de production</u> : deux	
2. <u>Objectif</u> : renforcement de la partie supérieure de la cabine, solidification de la structure de l'intérieur <u>Pièces</u> : moyennes et petites <u>Environnement</u> : espace ouvert <u>Sites de production</u> : trois	
3. <u>Objectif</u> : assemblage de la partie inférieure et de la partie supérieure de la cabine, assemblage sur les côtés et à l'arrière <u>Pièces</u> : grandes sur les côtés, petites à l'arrière <u>Environnement</u> : espace restreint <u>Sites de production</u> : deux	
4. <u>Objectif</u> : assemblage de la partie supérieure de la cabine, assemblage sur le devant et à l'intérieur <u>Pièces</u> : grandes sur le devant, petites à l'intérieur <u>Environnement</u> : espace restreint <u>Sites de production</u> : deux	

L'organisation de la production est caractérisée par un mode « juste-à-temps », les cabines étant produites et livrées en fonction des commandes des clients. Ce département est le lieu de convergence de plus de 700 pièces de taille et de forme variées (figure 2-1) provenant des stations de travail environnantes et de sous-traitants et qui sont assemblées selon une séquence déterminée. Les séquences de travail sont décrites dans des cahiers de montage qui énoncent les opérations à réaliser ainsi que les procédures à suivre; ces cahiers sont somme toute peu consultés comme nous le verrons. Les pièces sont assemblées à l'aide de plus de 13 000 attaches, là encore très variées (figure 2-2).

La première station est le lieu où débute l'assemblage; la cabine prend forme au fur et à mesure qu'elle progresse d'une station à l'autre pour prendre sa forme finale à la station 4. C'est dire que d'une station à l'autre, les pièces s'accumulent et constituent ainsi un « puzzle » de plus en plus complexe, en plus de présenter des contraintes d'espace de plus en plus importantes pour les travailleurs. Il est reconnu au sein de l'entreprise que les stations 3 et 4 sont les plus exigeantes.

Le département constitue un « goulot d'étranglement » dans le cycle de production; la production des cabines influençant directement le moment de sortie des assemblages de l'usine. Les stations du département sont d'ailleurs considérées comme la porte de sortie vers d'autres usines du groupe. En ce sens, tout retard aux postes étudiés a des conséquences importantes qui se soldent par des pénalités financières.



a. Petites pièces, de quelques centimètres



*b. Grandes pièces, plusieurs dizaines de centimètres, voir plus d'un mètre.
À gauche skin station 1, à droite canopée station 1.*

Figure 2-1 : Exemples de pièces devant être assemblées pour constituer la cabine de pilotage



Exemples d'attaches

a. rivets de taille variée; b. rivets dans leur boîte de transport au poste; c. Hi-lite (rivets vissés)

Figure 2-2 : Exemples d'attaches permettant de fixer les pièces

Le tableau 2-2 résume les caractéristiques de la population au début de l'étude, qui a d'ailleurs changée au cours de la deuxième année du projet. On constate que la population d'assembleurs est assez âgée, possède beaucoup d'ancienneté dans l'usine et qu'il y a une certaine stabilité dans l'ensemble du département au début de l'étude.

Tableau 2-2 : Caractéristiques de la population d'assembleurs (n=22)

	TOTAL	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Hommes	21	3	3	9	6
Femmes	1	0	0	1	0
<i>Moyenne d'âge</i>					
30-35 ans	9	2	1	3	3
36-40 ans	8	0	1	6	1
41-50 ans	5	1	1	1	2
Moyenne d'âge dans le département	39 ans	39 ans et 6 mois	40 ans et 3 mois	37 ans et 5 mois	39 ans et 6 mois
<i>Ancienneté dans l'entreprise</i>					
10-15 ans	15	0	2	8	5
16-20 ans	5	2	1	1	1
21-25 ans	2	1	0	1	0
Moyenne ancienneté dans l'entreprise	14 ans et 5 mois	19 ans	13 ans et 6 mois	15 ans	14 ans
<i>Ancienneté poste</i>					
0-6 mois	7	2	1	3	1
7 mois -1 an	2	0	0	0	2
1 an < n ≤ 2 ans	3	0	1	2	0
2 ans < n ≤ 5 ans	7	0	0	4	3
5 ans < n	3	1	1	1	0
Moyenne ancienneté dans le département	3 ans et 1 mois	4 ans et 6 mois	2 ans et 9 mois	3 ans et 5 mois	2 ans et 3 mois

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 La demande

L'équipe de recherche a été approchée à l'été 2010 par l'ergonome de l'usine ainsi que par des représentants syndicaux qui s'intéressaient au développement de la polyvalence du personnel par l'implantation de la rotation des postes. Les parties patronale et syndicale sont intéressées à cette forme d'organisation, mais elles réalisent qu'il s'agit d'une problématique complexe et veulent l'aide des chercheurs pour les guider. Le mandat de l'équipe de recherche est défini : les gens de l'entreprise veulent savoir, dans leur contexte particulier, quelles sont les conditions requises pour implanter la rotation des postes et si ces conditions sont réunies dans l'entreprise. Un projet de recherche à cet effet est enclenché à l'été 2011. Le département des cabines de pilotage est ciblé comme lieu de l'étude.

3.2 La construction sociale et le comité de pilotage

L'étude est une recherche-action sur la rotation où la construction sociale joue un rôle crucial pour en arriver à l'implantation de transformations. À cette fin, des observations préliminaires, des entretiens informels et la passation d'un questionnaire ont contribué à gagner la confiance et la collaboration des assembleurs ciblés par l'étude. La recherche a été menée par le biais de structures participatives, d'entretiens et de rencontres de validation auxquelles participaient régulièrement des assembleurs. L'identification des pistes de transformation et la détermination des affectations de rotation ont été réalisées par des groupes de travail, encadrés par les ergonomes du projet. Ce sont les acteurs du département ciblé qui ont eu le mandat d'implanter la rotation, guidé par les ergonomes; ceux-ci assurant un suivi de l'implantation.

Un comité de pilotage du projet a été mis en place dans l'usine pour encadrer la recherche, soutenir les chercheurs et assurer le bon déroulement de l'étude. Il a été régulièrement informé de l'avancement des travaux par l'équipe de recherche et a pu être sollicité pour faciliter l'accès au terrain. De plus, à la suite des présentations faites au comité de pilotage, c'est collectivement que se décidaient les étapes à venir. Le comité s'est réuni à huit reprises entre septembre 2011 et avril 2013 pour des rencontres d'une durée de 60 à 90 minutes. Il était composé de membres de la haute direction de l'usine, de représentants syndicaux, des directeurs de l'assemblage et du département d'ingénierie, de représentants de la formation et du département de santé et sécurité, du superviseur du département à l'étude, ainsi que des membres de l'équipe de recherche.

3.3 Vue d'ensemble de la démarche utilisée

Le projet s'est déroulé sur une période d'un peu plus de 24 mois (figure 3-1). De juin à novembre 2011, des observations préliminaires du travail et des chroniques de quart ont d'abord été effectuées. Parallèlement, une série d'entretiens auprès d'acteurs clés a été réalisée pour décrire le contexte de l'entreprise. Durant la même période, un questionnaire a été soumis à la population d'assembleurs pour décrire leur état de santé et recueillir leurs perceptions face à l'implantation de la rotation. Enfin, durant cette période, des enregistrements vidéo des quatre stations de travail ont été réalisés. Comme nous le verrons plus loin, chacune de ces stations contient plusieurs postes (nommés « unités de rotation ») entre lesquels la rotation est possible.

En concertation avec l'entreprise, nous avons décidé, pour documenter les enjeux de la rotation, de faire une première collecte de données pour les stations 1 et 2, et par la suite d'effectuer un exercice similaire pour les stations 3 et 4. En dépit de la volonté de l'entreprise d'implanter la rotation sur l'ensemble des quatre stations, la complexité des analyses requises nous a convaincus de scinder notre cueillette de données et de procéder en deux phases.

Ainsi, durant la période s'écoulant de mars à septembre 2012, des analyses préalables à la rotation ont d'abord été réalisées pour les stations 1 et 2. Il s'agissait de définir des unités de rotation et, pour chacune d'elles, de caractériser les facteurs de risque physique et les difficultés d'apprentissage. Au printemps 2012, un groupe de travail a été formé pour identifier des pistes de transformation permettant de réduire les risques à la source avant d'implanter la rotation. Par la suite, toujours sur un mode participatif, un groupe de travail a planifié un scénario de rotation pour les stations 1 et 2.

En décembre 2012, on procédait à un premier essai d'implantation du scénario prévu aux stations 1 et 2. Des difficultés sont alors survenues et nous ont forcés à mettre fin à l'essai. En mars 2013, un second essai d'implantation a été réalisé. Suivant une démarche similaire, des analyses préalables à l'implantation de la rotation ont par la suite été faites pour les stations 3 et 4. Pour ces deux dernières stations, il n'y a pas eu d'essai d'implantation, car les essais aux deux premières stations ont montré que certaines conditions devaient être assurées avant de pouvoir efficacement implanter la rotation. Pour réunir ces conditions, un plan d'action – que nous détaillerons plus loin – a été établi en collaboration avec les acteurs de l'entreprise.

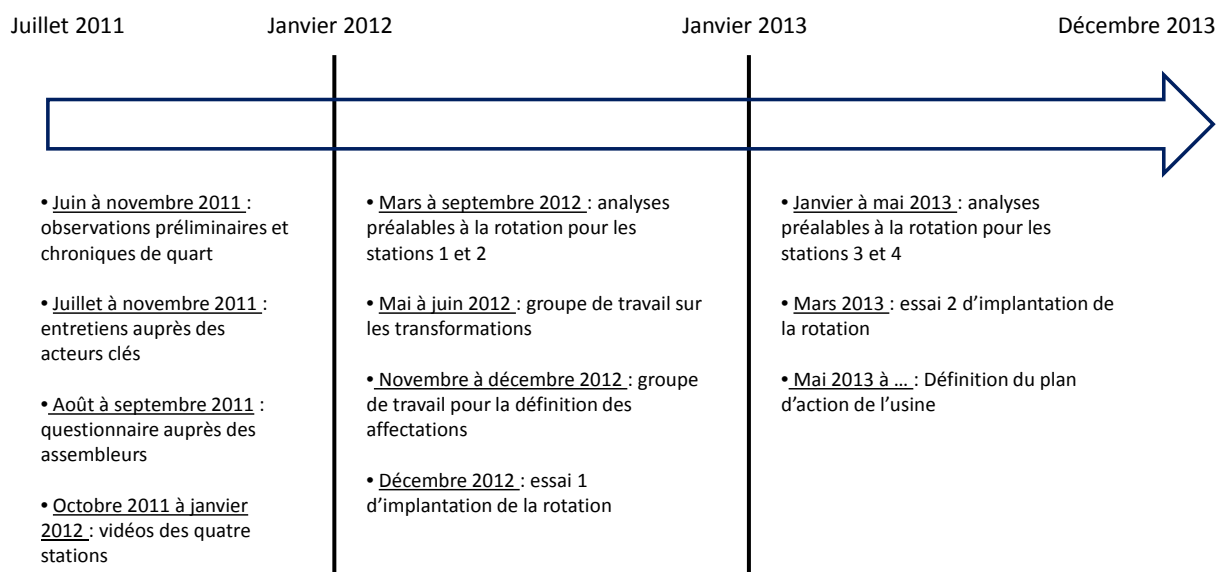


Figure 3-1 : Aperçu de la démarche utilisée

3.4 Description du contexte et des caractéristiques de la population d'assembleurs

Au début du projet, il importait de comprendre l'organisation de l'entreprise et le rôle des principaux départements. De même, nous souhaitions décrire la population à l'étude, notamment en ce qui a trait aux contraintes musculo-squelettiques et psychosociales. De plus, nous voulions connaître les perceptions des assembleurs face à la rotation. Dans cette optique, des entrevues ont été réalisées avec des acteurs clés (sous-section 3.4.1) et des questionnaires de santé et de perception de la rotation ont été complétés par la population ciblée d'assembleurs (sous-section 3.4.2).

3.4.1 *Entretien auprès d'acteurs clés*

Des entretiens ont été réalisés avec seize acteurs clés de l'usine afin de recueillir leur point de vue sur le contexte socio-organisationnel et sur les actions en santé et sécurité au travail. Les divers départements et niveaux hiérarchiques de l'entreprise étaient représentés : production, ressources humaines, formation, santé et sécurité, ingénierie et supervision de premier niveau.

Lors des entrevues, huit grands thèmes ont été abordés : la perception des acteurs de leur travail, la prévention générale, la prévention des TMS, la rotation des postes, le programme d'amélioration continue, les activités de formation et d'apprentissage, les communications dans l'entreprise et le climat de travail. Les entrevues ont toutes été enregistrées et transcrites, ce qui a permis d'en produire le verbatim. Par la suite, des synthèses sous forme de tableaux ont été réalisées pour chaque grand thème couvert.

3.4.2 *Enquête sur la santé des assembleurs et leurs perceptions de la rotation*

Les assembleurs du département ciblé par l'entreprise ont rempli un questionnaire présenté en annexe A. Ce questionnaire comportait trois grandes sections : des questions issues du questionnaire Nordique (adapté du questionnaire Nordique, Kuorinka et coll., 1987), du questionnaire de Karasek (adapté du Job Content Questionnaire, Karasek, 1985; 1998), et des questions plus générales sur la perception de la rotation. Ce questionnaire a été auto-complété par l'ensemble des assembleurs du département (n=22). Les données ont été compilées avec le logiciel Excel ce qui a permis de produire des tableaux synthèses (occurrences et pourcentage, indices de Karasek).

3.5 Stratégie d'implantation de la rotation

Vu la complexité de la problématique et les enjeux de production, il a été décidé que l'implantation de la rotation se ferait de façon participative, impliquant principalement les chefs d'équipe et les assembleurs. Ce sont eux qui proposeraient des scénarios de rotation dont la pertinence était évaluée à l'aide des données recueillies par l'équipe de chercheurs. Des analyses préalables à l'implantation de la rotation ont donc été réalisées là où il s'agissait de bien comprendre les opérations d'assemblage et de les caractériser en fonction de l'exposition aux facteurs de risque de TMS et des difficultés d'apprentissage – deux enjeux majeurs identifiés

dans la littérature. L'idée était d'en arriver à alterner des étapes considérées faciles ou plus difficiles, tant dans une perspective de risques que des apprentissages requis. Nous verrons que ces deux exigences sont en fait les deux côtés d'une seule et même médaille.

3.6 Analyses préalables à l'implantation de la rotation

3.6.1 Observations

Un travail préliminaire de familiarisation avec les quatre stations de travail ciblées et le travail d'assemblage en général a été effectué. L'équipe de recherche a réalisé des observations ouvertes et des chroniques de quart systématiques sur les quatre stations (quarts de jour et de soir). De plus, des rencontres informelles et des verbalisations simultanées avec les assembleurs, les chefs d'équipe et le superviseur du département ont permis de s'initier aux rouages de l'assemblage des cabines de pilotage. Par la suite, un cycle de travail complet a été filmé pour chaque station : 50 h pour chacune des stations 1 et 2, 180 h pour la station 3 et 130 h pour la station 4. Les stations de travail ont été filmées simultanément sous différents angles, à l'intérieur (vues internes) comme à l'extérieur (vues d'ensemble). Quand cela était possible, les assembleurs ont aussi été équipés de caméras fixées sur leurs lunettes de sécurité de manière à capter le travail effectué à l'intérieur des structures de la cabine de pilotage.

3.6.2 Découpage en unités de rotation

A priori, il est apparu difficile d'identifier des postes entre lesquels pourrait s'effectuer la rotation. Le mode d'organisation du travail utilisé dans le département, et qui permet à l'organisation une traçabilité du travail effectué par les assembleurs – une exigence pour les normes de qualité du secteur aéronautique – était loin d'être facile à décoder aux premiers regards. Outre cette exigence de traçabilité, la répartition du travail entre assembleurs résultait d'un amalgame complexe qui prenait en compte le nombre total d'heures assigné à chaque assembleur pour l'occuper durant tout le cycle d'assemblage d'une cabine, la logique d'assemblage où des opérations sont préalables à d'autres et la répartition physique des assembleurs pour ne pas qu'ils se gênent mutuellement (p. ex. un à l'intérieur et un autre à l'extérieur, un intervenant en haut et l'autre en bas de la cabine). Un travail préliminaire a ainsi été réalisé pour découper les cycles (de 50 h à 180 h selon la station) en grandes étapes d'opérations d'assemblage. Ces grandes étapes de la production nommées « unités de rotation » représentent, par analogie, les différents postes pouvant être occupés en rotation sur une ligne de montage, par exemple. Ainsi, lorsqu'il sera question de proposer une affectation de rotation, c'est en fonction des unités de rotation occupées qu'elle sera décrite (aussi appelées étapes ou phases d'assemblage). Plusieurs sources de données ont été agrégées pour effectuer ce découpage : observations ouvertes du travail d'assemblage, rencontres et discussions informelles avec les assembleurs et les chefs d'équipe, consultation des cahiers de montage (c.-à-d. cahiers d'assemblage) et des chartes d'assemblage. Les unités préalablement définies ont été présentées, validées et complétées lors des diverses étapes de collecte de données avec les assembleurs. Ces unités constituent des étapes de travail homogènes, dont le début et la fin ont une signification pour les assembleurs. Elles ont cependant des durées très variables : de quelques heures à plus d'une vingtaine. Au total, 37 unités de rotation ont été définies pour les quatre stations (sept pour les stations 1, 2 et 4, seize pour la station 3).

3.6.3 Analyse des difficultés d'apprentissage

Compte tenu de la complexité du travail d'assemblage et de l'importance des questions d'apprentissage dans l'implantation de la rotation des postes, il a été décidé de caractériser les difficultés d'apprentissage associées à chaque unité de rotation. Pour ce faire, une méthodologie inédite a été développée qui combine des observations du travail, des entretiens et des rencontres de validation auprès des assembleurs.

3.6.3.1 Grille de classification

Une grille de classification des difficultés d'apprentissage a été élaborée et utilisée pour cerner les difficultés d'apprentissage spécifiques à chaque unité de rotation (annexe B). Trois composantes de l'activité d'assemblage ont été retenues pour estimer le niveau de difficulté d'apprentissage d'une unité de rotation : les habiletés de base¹ – qui qualifient le travail d'assemblage avec les outils; le travail d'ajustement des pièces – c.-à-d. la correspondance entre les pièces ou *fitting* – ; et la mémorisation de la séquence des opérations d'assemblage à réaliser. Pour chacune de ces trois composantes, trois niveaux de difficulté ont été définis : faible, moyen, élevé; présentés aux travailleurs aux fins de validation selon un code de couleur (vert, jaune, rouge).

Habiletés de base

Il s'agit des opérations de base à maîtriser pour réaliser l'assemblage, essentiellement percer, fraiser, riveter (figure 3-2). Une particularité du travail de l'assembleur est de bien positionner ses outils par rapport à la surface de travail. Il cherche alors une perpendiculaire entre l'outil et la surface : les travailleurs parlent de la recherche « du plat », de « sentir ton angle ». Cette exigence est à la source des nombreux compromis posturaux des assembleurs. Cette recherche de la perpendiculaire est parfois complexe et résulte d'une combinaison entre la forme des pièces (simple, double et triple contour) et sa position dans le gabarit d'assemblage (p. ex. : haute, basse, éloignée). Elle est compliquée entre autres par la proximité, dans l'espace de travail, de certaines pièces « fragiles » qu'il faut éviter d'abîmer.

Les habiletés de base sont à classer dans les savoir-faire manuels². Elles requièrent, pour être maîtrisées, du temps de pratique, et ce, dans les conditions réelles où elles doivent être appliquées. On considère particulièrement la motricité manuelle fine et les exigences de coordination entre l'œil et les mains. L'aspect de contrôle tactile et l'application de force sont aussi des aspects à prendre en compte.

¹ Nous avons conservé cette appellation qui était largement utilisée dans l'entreprise.

² Ce critère évaluant une dimension des difficultés d'apprentissage présente en effet un lien fort avec les exigences physiques aux postes d'assemblage des cabines. L'habileté à trouver la perpendiculaire, à la maintenir malgré les contraintes d'aménagement et la vibration des outils de même que la nécessité de contrôler son geste pour ne pas abîmer les pièces fragiles autour (ou à l'arrière) relève du contrôle moteur. Bien que ces gestes puissent s'apprendre, ils recèlent également des contraintes posturales et d'efforts qui peuvent être un des facteurs à l'origine des TMS rapportés par les assembleurs.



a. et b. perçage aux stations 1 et 2 ; c. fraisage à la station 2 ; d. et e. rivetage à deux et seul à la station 4

Figure 3-2 : Exemples illustrant les principales opérations d'assemblage et les postures associées

Ajustement/fitting

Cette catégorie touche aux aspects de présentation spatiale de l'assemblage, de la compréhension du « jeu » des tolérances qui permet d'anticiper l'assemblage global de la cabine. Cela concerne aussi le repérage dans l'espace. Il faut comprendre que la cabine est le lieu où on assemble des centaines de pièces de formats différents, fabriquées dans d'autres départements ou ailleurs (à l'externe). Une même pièce, malgré des efforts en ce sens, présente toujours de (petites) variations : aucune n'est parfaitement identique. L'assembleur doit pouvoir les assembler en respectant un jeu de tolérances qui s'évalue parfois en centième de millimètre. De plus, en général, peu de pièces sont de type « part-to-part » où il suffit d'aligner les trous des diverses pièces pour réaliser l'assemblage (à la manière d'un mécano). Ainsi chaque cabine, malgré l'apparente similarité des opérations d'un cycle d'assemblage à l'autre, n'est jamais tout à fait assemblée de façon identique. Dans l'entreprise, on dit parfois que les assembleurs font de l'art à la manière des artisans de l'époque : ce sont des « artisans industriels » (Buchmann, 2013).

L'ajustement/*fitting* mêle à la fois des savoir-faire manuels (trimer, ajuster), mais aussi des connaissances (tolérances requises). La minutie doit être importante et les conséquences d'un mauvais *fitting* sont élevées (p. ex. : coûts, retards de production, etc.).

Séquence

La séquence concerne l'enchaînement des pièces à assembler. On considère plusieurs aspects : la quantité de pièces à installer, la complexité de l'ordonnancement de l'assemblage, la localisation des pièces sur/dans la cabine et leur orientation. La séquence concerne essentiellement des connaissances : il faut le savoir.

3.6.3.2 Entrevues sur l'apprentissage

Les entrevues sur l'apprentissage menées auprès des assembleurs (n=19 pour les quatre stations : voir annexe C) ont permis d'appliquer la grille de classification aux 37 étapes (ou unités de rotation) de travail identifiées dans le département. Chaque étape a ainsi été décrite selon les trois dimensions que sont les habiletés de base, le *fitting* et la séquence. D'un à trois assembleurs ont pu se prononcer sur une même étape. Nous avons par la suite produit une synthèse des données qui a été validée lors d'une rencontre collective réunissant tous les assembleurs préalablement interrogés. Nous verrons qu'en général, peu d'étapes sont considérées difficiles pour les trois dimensions, ce qui ouvre des perspectives intéressantes en termes de possibilités de rotation. Cependant, la grille fait ressortir toute la complexité du travail d'assemblage et la nécessité de bien former les assembleurs au contexte spécifique de l'organisation.

Approfondissement de la question de la qualité

Au cours de la réalisation du projet, la thématique de la qualité et de son impact sur le travail des assembleurs est apparue de plus en plus critique. Il a donc été décidé d'effectuer une analyse *a posteriori* des entrevues menées avec les assembleurs, entrevues initialement effectuées pour décrire les difficultés d'apprentissage et catégoriser les diverses étapes (n=19 entrevues). L'analyse de contenu a été réalisée à l'aide du logiciel Atlas.Ti. En plus de celle de la qualité largement abordée dans ces entrevues, trois autres thématiques complémentaires ont été couvertes : les questions d'apprentissage, le collectif de travail et l'identité professionnelle. Les résultats des analyses pour ces trois autres thématiques ne seront cependant pas présentés eu égard à l'espace qu'il faudrait leur accorder pour bien rendre toute leur richesse. Pour la question de la qualité, quatre thèmes d'analyse ont été définis : les risques d'erreurs, le contrôle, les erreurs effectives et les exigences et contraintes; ces quatre thèmes se déclinant eux-mêmes sous 12 variables d'analyse. Le lecteur trouvera l'ensemble des variables analysées ainsi que leur définition à l'annexe D.

3.6.4 Analyse des facteurs de risque physique

Deux méthodes d'analyse des facteurs de risque ont été utilisées. Une première (voir annexe E), basée surtout sur les méthodes conçues pour les cycles courts à partir d'observations vidéo, a été utilisée pour les stations 1 et 2 (Chiasson, 2011). Cette première méthode a donné des résultats intéressants, mais elle a été jugée mal adaptée aux cycles longs et beaucoup trop coûteuse en temps d'analyse. En effet, il s'agit d'un recueil de données colossal : par exemple, l'analyse des

postures en continu pour cinq parties du corps a nécessité à cinq reprises le visionnement de plus de 100 heures de vidéo. L'ensemble des résultats issus de cette méthode ne peut être présenté, un accident malencontreux a fait que la base de données a été détruite et est maintenant inutilisable.

Pour les stations 3 et 4, nous avons mis au point une nouvelle méthode d'analyse, que nous jugeons mieux adaptée aux cycles longs. Elle combine diverses sources de données (entretiens, observations, données issues des cahiers de montage) et repose davantage sur la perception des assembleurs. Elle prend en compte une gamme plus large de facteurs de risque, mais sans entrer dans un grain d'analyse aussi fin que la méthode utilisée pour les stations 1 et 2. En l'occurrence, elle permet plus facilement de faire des liens entre les risques rapportés et les caractéristiques du travail réalisé : les risques peuvent être associés à une ou à quelques opérations plus ciblées dans l'ensemble de l'étape (qui, elle, peut durer plusieurs heures).

3.6.4.1 Méthode alternative pour cycles longs : application aux stations 3 et 4

Dans une première étape, une grille d'analyse des facteurs de risques a été développée pour couvrir cinq catégories : postures (posture générale, posture du dos, posture des membres supérieurs), efforts, vibrations, combinaison posture des membres supérieurs et vibrations, ainsi qu'une variable que nous avons nommée facteurs aggravants. Cette dernière permet de documenter des facteurs du contexte général qui contribuent à augmenter/aggraver le risque, comme le travail en espace restreint, le manque de visibilité, etc. Pour chaque catégorie de variables, trois niveaux de gravité ont été définis : faible, moyen, élevé. La grille avec la définition des critères de gravité est présentée en annexe F.

Dans une deuxième étape, un questionnaire a été élaboré pour les assembleurs afin de documenter les risques à l'aide de cette grille (voir annexe G). Du matériel visuel a été développé pour faciliter les verbalisations des assembleurs, des photos illustrant les diverses opérations et divers types de postures ont été présentées aux travailleurs (pour des exemples, voir annexe H). Les risques associés à chacune des unités de rotation des stations 3 et 4 ont été documentés à l'aide du questionnaire et compilés dans la grille. Tous les assembleurs réalisant une étape donnée étaient questionnés.

Pour compléter ces données de perception, une analyse des cahiers d'assemblage a été effectuée afin d'obtenir des données plus factuelles (voir exemples en annexe I). Ces dernières caractérisent davantage la charge de travail. Différents éléments ont été traités : nombre et taille des pièces installées, nombre d'attaches placées (rivets), répétition des opérations d'assemblage typiques (perçage, fraisage, rivetage). Concernant ce dernier aspect, la répétitivité est un facteur de risque important à considérer. Or, plutôt que d'observer la répétitivité des opérations – ce qui devient vite fastidieux pour des cycles aussi longs – nous l'inférons des données issues des cahiers de montage.

3.6.5 Fiches-synthèse combinant données d'apprentissage et risques

Dans le but de commenter le plan/scénario de rotation élaboré par les acteurs (voir la sous-section 3.7.2), une fiche-synthèse facile à consulter a été produite pour chaque unité de rotation où nous avons amalgamé les données sur l'apprentissage et les risques. Deux exemples contrastés de ces fiches sont reproduits aux tableaux 3-1 (étape difficile) et 3-2 (étape facile).

Tableau 3-1 : Exemple de fiche-synthèse combinant apprentissage et risques pour une étape considérée difficile

Étape 2, station 3			
Compétences – apprentissage		Explications, liens avec l'activité de travail	
Habilités de base		3	Fraisage et rivetage proche du <i>sill</i> / pièce critique, plusieurs épaisseurs, rivetage sur une pièce en contour : travail perpendiculaire difficile à atteindre, représentation spatiale inversée lors du travail sur le dos
Ajustement-fitting		2	Contrôle des dépressions par l'insertion de <i>liquid shim</i> (bonne quantité)
Séquences	1, 2, 3 ...n	2	Beaucoup de rivets à installer à des tolérances variées, beaucoup d'éléments à retenir
Postures		Explications, liens avec l'activité de travail	
Générale		-	-
Dos		3	Postures contraignantes pour le dos adoptées lors du travail à l'intérieur de la cavité (allongé), en particulier extensions dorsales
Membres supérieurs		3	Flexions lors du travail à l'extérieur de la cabine
Facteurs aggravants			Travail des bras en hauteur et assez éloigné du corps pour fraiser et riveter le long des deux grandes <i>skins</i> en triple contour
Efforts vibration		Explications, liens avec l'activité de travail	
Vibration		3	Utilisation de la fraiseuse, de la riveteuse et de la barre tout au long de l'étape
Combinaison		3	Travail des membres supérieurs contraignant et forte utilisation des outils
Utilisation outils		3	Plus de 850 trous percés, fraisés ou rivetés.
Effort		2	Effort général évalué à 3, effort pour fraiser et riveter évalué à 7
Facteurs aggravants			Travail en multicouches

Niveaux de difficulté d'apprentissage ou présence de facteurs de risque : 3 = niveau **élevé** ; 2 = niveau **intermédiaire** ; 1 = niveau **faible**

Tableau 3-2 : Exemple de fiche-synthèse combinant apprentissage et risques pour une étape considérée facile

Étape 5, station 3			
Compétences – apprentissage			Explications, liens avec l'activité de travail
Habiletés de base	 2		Travail au sol, accroupi, perpendiculaire difficile à atteindre
Ajustement-fitting	 3		Ajustements, mesures et définition de l'emplacement de la boîte totalement à définir
Séquences	 1		Seulement la boîte à localiser
Postures			Explications, liens avec l'activité de travail
Générale	 3		Travail en flexion à l'intérieur de la cabine
Dos	 1		-
Membres supérieurs	 1		-
Facteurs aggravants			-
Efforts vibration			Explications, liens avec l'activité de travail
Efforts vibration			
Vibration	 1		-
Combinaison	 1		-
Utilisation outils	 1		-
Effort	 1		-

Niveaux de difficulté d'apprentissage ou présence de facteurs de risque : 3 = niveau **élevé** ; 2 = niveau **intermédiaire** ; 1 = niveau **faible**

Autant que faire se peut, les données ont été mises en lien et expliquées avec des repères pertinents de l'activité de travail des assembleurs (dernière colonne du tableau). Ces liens ont grandement facilité la compréhension des données par les assembleurs et les chefs d'équipe puisqu'ils étaient en mesure de faire des correspondances avec la nature de leur travail.

3.7 Activités liées à l'implantation de la rotation

3.7.1 Conditions préalables au 1^{er} essai de rotation aux stations 1 et 2

3.7.1.1 Transformations demandées

À l'issue des diverses analyses, un ensemble de données concernant des améliorations potentielles des stations de travail étaient disponibles. Il a été décidé de débiter l'expérience de rotation par les stations 1 et 2 puisqu'elles apparaissaient moins complexes et augmentaient les chances de réussite du projet d'implantation de la rotation. Un groupe de travail a été mis en place pour réfléchir à des transformations possibles; il rassemblait divers acteurs du projet : deux chefs d'équipe assembleurs, le superviseur du département, un représentant syndical, l'ergonome de l'usine et de façon *ad hoc* un représentant de l'ingénierie, de la formation ou de l'outillage (département responsable des gabarits sur lesquels sont assemblées les structures et pièces de l'avion), ainsi que l'équipe de recherche. Ce groupe de travail s'est rencontré à quatre reprises sur une période de deux mois; le mode de fonctionnement participatif a permis de cibler trois priorités de transformations incontournables. Nous considérons important que ces transformations puissent être implantées avant de débiter les essais de rotation.

3.7.1.2 Autres demandes formulées

En complément aux transformations, la présence de personnes ressources sur les postes – qui pourraient agir à titre de formateurs-coach afin de soutenir les assembleurs dans leur apprentissage des nouvelles étapes d'assemblage – a été demandée. Ainsi, trois coachs ont été identifiés, un chef d'équipe ainsi que deux assembleurs d'expérience.

3.7.2 Groupe de travail : définition des affectations de rotation

Par la suite, un sous-groupe comprenant les chefs d'équipe, le superviseur, l'ergonome interne et l'équipe de recherche s'est rencontré à deux reprises pour établir un plan de rotation. Il s'agissait « d'imaginer » la rotation, c.-à-d. d'établir l'ordre de rotation sur les différentes étapes de travail (les postes), les affectations des assembleurs à chaque étape et d'identifier les coachs potentiels. Un plan de rotation pour l'essai 1 a été proposé pour les 20 premières cabines.

3.8 Essais et suivi de la rotation

Le projet de recherche s'est déroulé sur une période de plus de deux ans et demi (de juin 2011 à décembre 2013), durant cette période, deux expériences d'implantation de la rotation aux stations 1 et 2 ont pu être observées et accompagnées par l'équipe de recherche. Ces deux expérimentations, la première en décembre 2012 et la seconde en mars 2013, ont été suivies et évaluées de façon quasi identique.

3.8.1 Essai 1

Pour faire le suivi de cet essai, il était prévu d'observer l'assemblage de certaines cabines, les cabines numéros 1 et 2, 9 et 10, 11 et 12, 19 et 20, sur les deux stations. En réalité, seulement l'assemblage des cabines 1 et 2 aux deux stations de travail a été effectué sur quatre jours de travail pour cet essai. Ces deux cabines n'étaient pas terminées d'être assemblées lorsque l'essai s'est interrompu. Diverses données ont été collectées pour effectuer le suivi de la rotation, une synthèse des outils utilisés est présentée au tableau 3-3. On se souviendra que lors des rencontres du groupe de travail sur les affectations (sous-section 3.7.1.2) des coachs avaient été identifiés.

Tableau 3-3 : Collecte de données réalisée pour le suivi des deux premières expériences d'implantation de la rotation

Données recueillies et méthodes utilisées	Analyses réalisées
Vidéos d'ensemble des deux stations	Extraction de vidéos et de photographies illustratives
Observations ouvertes : notes (journal de bord quotidien), photographies, recension de difficultés / problèmes, écarts par rapport aux affectations prévues, incidents, etc.	Synthèse, rapports
Observations des interactions (apprentissage, situation critique de qualité, autres) entre les coachs et les assembleurs : grille d'observation (annexe J) et prise de photos	Interactions consignées dans une base de données, analyse / synthèse
Enregistrements audio des coachs (micros)	Intégration des échanges coach-assembleurs (verbatim) à la base de données des interactions
Entrevues / rencontres de fin de journée avec les coachs et le chef d'équipe : déroulement de la journée, problèmes / difficultés rencontrés, écarts par rapport aux affectations prévues	Verbatim des entrevues Synthèse

À la suite de cet essai, de nouvelles conditions propices à l'implantation ont été identifiées. À la liste de conditions – qui prévoyait des transformations aux stations et la présence de coachs – s'est ajouté de revoir la charge de travail du chef d'équipe et d'assurer une meilleure stabilité du collectif d'assembleurs. En effet, à la suite de l'essai 1, nous avons d'abord constaté le rôle central que jouaient les chefs d'équipe dans ce département, et ce, sous plusieurs aspects : transmission aux plus jeunes, gestion des affectations en fonction de l'évolution du travail (p. ex. retards), gestion des erreurs, etc. Ce faisant, et pour éviter que les objectifs de production ne soient pas atteints, le chef d'équipe avait l'obligation de changer fréquemment les assignations prévues, ne disposant pas assez de marge de manœuvre pour faire autrement. La rotation s'en trouvait grandement affectée puisque la stratégie du chef d'équipe était, au contraire, de spécialiser les assembleurs de manière à respecter les délais de production : il s'agit là de la principale raison de l'abandon de l'essai 1. S'ajoutait la contrainte pour le chef d'équipe de devoir composer avec des changements fréquents de son équipe d'assembleurs, certains plus expérimentés étant réclamés dans d'autres départements, leur absence étant compensée par l'ajout d'assembleurs très peu expérimentés.

3.8.2 Essai 2

Pour le second essai de rotation effectué en mars 2013 sur une durée de cinq jours, l'assemblage de deux cabines a été suivi à nouveau. De nouvelles affectations ont été proposées cette fois seulement pour les 10 premières cabines de pilotage, la rotation devant s'opérer dès la sixième cabine. À cette période, le nombre d'assembleurs sur les deux stations était passé de sept à neuf, incluant le chef d'équipe; les responsabilités de *coaching* ont été moins clairement établies que pour l'essai 1, mais cela restait une préoccupation. Pour les affectations de cet essai, compte tenu du développement du quart de soir, certaines décisions ont aussi été prises pour préparer l'autonomie des assembleurs de soir (les assembleurs les plus expérimentés travaillent de jour en raison de leur ancienneté).

En termes de suivi de l'expérimentation, les mêmes outils que ceux décrits au tableau 3-3 de la section précédente ont été utilisés, par contre un suivi plus exhaustif du rôle et des activités du chef d'équipe a été effectué. Cela s'est essentiellement matérialisé par des observations de son activité aux stations de travail concernées par l'essai, mais aussi ailleurs dans le département étudié, par le suivi de ses interactions avec d'autres acteurs de l'usine (responsables qualité, ingénieurs, sous-traitants, etc.) et par une description de ses tâches et responsabilités.

3.9 Conduite de projet pour implanter la rotation

À la suite des deux essais de rotation et des enseignements tirés, l'organisation a formé un comité mandaté pour mettre en place les conditions propices à l'implantation de la rotation. Une personne du département de la formation a été désignée responsable de ce comité composé de l'ergonome interne et de l'équipe de recherche qui assurait un rôle de soutien (p. ex. : complément d'information aux besoins, présentations des résultats intermédiaires sur les apprentissages et sur les outils développés). Selon les sujets abordés lors des rencontres, pouvaient s'ajouter des superviseurs et/ou un technicien du département de formation responsable de concevoir du matériel sur les étapes d'assemblage en collaboration avec des assembleurs expérimentés sur les postes. Un plan d'action détaillé a été élaboré et présenté aux plus hauts dirigeants de l'usine pour validation. Au total, 12 rencontres (durées variant entre 1 et 2 heures) ont été tenues entre mai et septembre 2013, dont cinq lors de conférences téléphoniques.

4. RÉSULTATS

4.1 Les perceptions des acteurs clés

Les entretiens préalables ont permis de connaître les perceptions des principaux acteurs quant à la prévention et la SST, la présence de TMS, la rotation des postes, la formation, les communications et le climat de travail.

4.1.1 Prévention en santé et sécurité

Tous les acteurs interrogés s'accordent pour dire que la santé et sécurité est un enjeu crucial dans l'entreprise; certains affirment qu'elle est plus importante que la production. Le sérieux de l'entreprise en SST se traduit par sa façon d'accueillir les employés de même que par les structures qu'elle se donne. Ainsi, il existe un département de santé et sécurité dirigé par un gestionnaire et composé de six conseillers aux expertises diverses, dont un ergonome qui fut notre contact-clé tout au long de l'étude.

L'entreprise initie ses employés à la SST avec la mise en place d'un programme de formation générique. La plupart des acteurs ont bénéficié de cette formation. Des acteurs, notamment les chefs d'équipe, ont reçu une formation en SST portant essentiellement sur des notions d'ergonomie. Selon les acteurs interrogés, au commencement des comités de SST en 1992, la culture de prévention n'était pas très implantée. Depuis, la perception de la SST a changé dans l'usine. Une réelle culture de prévention s'est établie avec la mise en place du « système atteindre l'excellence » (SAE), il y a sept ans. La fréquence des accidents de travail a ainsi diminué. Il est souvent rapporté que la culture en SST reste tout de même davantage réactive, face aux urgences, que préventive, sur du moyen et long termes. En prévention, de plus en plus de communications sont réalisées et les employés sont davantage impliqués. Ce constat se traduit par différentes activités de prévention :

- la réalisation fréquente de réunions. Ces réunions favorisent les interactions entre les assembleurs et les supérieurs hiérarchiques;
- la création du comité de santé et de sécurité (CSS). Le CSS est composé d'une vingtaine de personnes, dont cinq membres du syndicat libérés à temps plein pour s'occuper de la SST. Plusieurs tâches sont liées aux mandats du comité : prévenir les accidents, observer les postures de travail, surveiller l'outillage et l'utilisation des produits dangereux. Ainsi, en cas de problèmes, des courriels sont envoyés aux superviseurs et aux conseillers en indiquant les interventions à mettre en place;
- la création du comité de santé et de sécurité local (CSSL) : l'entreprise offre la possibilité à des groupes d'employés (environ 150 employés) de créer des CSSL qui peuvent se réunir pour échanger sur des préoccupations qui les concernent directement. Aussi, un membre du CSSL accompagne les nouveaux travailleurs lors de leur formation pour expliquer les risques qui caractérisent leurs secteurs;
- des interventions sur le plancher avec la participation de l'ensemble des employés. Des études de postes sont aussi réalisées à la suite de déclarations ou d'accidents liés à des troubles musculosquelettiques (TMS);
- le système « Faut qu'on s'en parle » instauré dans le département. Ce système encourage les échanges entre les assembleurs et les superviseurs sur des questions de SST;

- un travail en groupe (préventeurs, ingénieurs, responsables de l'outillage, travailleurs, superviseurs, etc.). Le groupe de travail rassemble des gens de différents services. Il permet d'échanger sur une solution possible en matière de prévention et de trouver le meilleur compromis;
- la sensibilisation auprès des assembleurs à l'importance de déclarer les douleurs le plus tôt possible;
- le « système atteindre l'excellence » (SAE) avec la mise en place des habitudes sécuritaires par des interventions quotidiennes, la gestion des priorités par les indicateurs et des audits préventifs.

Certains acteurs expriment toutefois des difficultés en prévention liées à des contraintes temporelles : il faut parfois du temps pour convaincre certains gestionnaires ou assembleurs de la pertinence de faire des actions en SST. Un acteur cite également les roulements fréquents des superviseurs comme une problématique nuisant à l'instauration d'une culture de prévention durable.

4.1.2 Perceptions relatives aux TMS

La problématique des TMS dans l'entreprise est reconnue par tous les acteurs. Les TMS sont associés à la répétition de gestes, aux postures inconfortables, aux vibrations et aux efforts. Les acteurs rapportent également différents déterminants sur les plans organisationnel, technique et environnemental. Les facteurs organisationnels les plus rapportés sont le manque de polyvalence et l'absence de rotation de même que les pressions liées à la production. Quant aux aspects techniques, les contraintes perçues sont la présence marquée de vibrations, l'accès restreint dans les cabines de pilotage et les gabarits – gros et encombrants – trop coûteux pour être remplacés.

Certains acteurs considèrent que les assembleurs sont de plus en plus sensibilisés à la problématique des TMS alors que d'autres estiment qu'ils ne le sont pas suffisamment ou peu. C'est souvent lorsqu'ils ressentent des douleurs persistantes qu'ils se manifestent. Tous les acteurs reconnaissent l'existence de problème de stress chez certains assembleurs; il serait engendré par les cadences de production et les retards à l'assemblage.

4.1.3 Perceptions face à la rotation

Tous les acteurs sont d'emblée favorables à la rotation des postes, mais ils évoquent toutefois la possibilité d'une résistance de certains assembleurs face à son implantation. Afin d'instaurer durablement la rotation des postes, certaines conditions doivent être prises en considération. Ces conditions sont relatives à la gestion du personnel et des postes de travail, l'apprentissage et la participation des employés. Les acteurs indiquent que la rotation des postes serait bénéfique pour la santé des assembleurs et pour l'entreprise. Effectivement, ils la désignent comme un moyen de diminution des risques de TMS et de stress. De même, cette organisation du travail serait avantageuse pour éviter la monotonie, permettre la polyvalence et la valorisation des assembleurs. Pour l'entreprise, elle entraînerait aussi une réduction de l'absentéisme et des coûts de cotisations à la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST). À long terme, elle favoriserait la découverte de nouvelles méthodes de travail pour augmenter la qualité et la production. Toutefois, les acteurs font part de certains désavantages, notamment à court terme.

L'implantation de la rotation peut générer une diminution de la qualité et de la production avec des coûts supplémentaires. Pour les assembleurs, elle peut avoir un impact sur leur solidarité et sur les difficultés d'apprentissage. La majorité des acteurs croient qu'il sera possible d'implanter la rotation avec la participation des assembleurs et en respectant les impératifs de production.

4.1.4 Formation des assembleurs

Pour travailler comme assembleur dans l'usine, il faut posséder un diplôme d'études professionnelles (DEP) en aéronautique. Au moment de l'étude, le recrutement se faisait à partir de la liste de rappel des assembleurs de l'usine mis à pied. Il existe une école de formation, avec un laboratoire qui simule certaines opérations d'assemblage, que l'on nomme « l'incubateur ». Pour les assembleurs travaillant sur les modèles existants, il s'agit d'une formation d'une durée de sept jours sur les opérations de base. La perception des acteurs sur la durée requise pour l'apprentissage du travail d'assemblage est très variable. Pour certains, il s'agit de quatre à six semaines alors que pour d'autres, le temps d'apprentissage – surtout dans le département étudié – se compte en années.

4.1.5 Communications et climat de travail

Les communications sont jugées bonnes dans l'entreprise et un sondage annuel est réalisé auprès des employés concernant leur satisfaction au travail. La communication entre les différents niveaux hiérarchiques est facilitée par le système de cascade du bas vers le haut de la hiérarchie. Des réunions sont organisées chaque matin. Elles débutent par une rencontre entre les chefs d'équipe et les assembleurs pour résoudre des problèmes rencontrés. Le problème peut être résolu dans l'immédiat ou être répertorié sur une liste. Après cette réunion, les chefs d'équipe rencontrent les superviseurs. Ceux-ci se réunissent ensuite avec les chefs de service. Les réunions se multiplient ainsi jusqu'au niveau de la vice-présidence. Aussi, toute l'usine se rassemble une fois par semaine sur des problématiques plus importantes. Il est aussi possible d'organiser de plus grandes rencontres lorsque cela est nécessaire.

Dans l'ensemble, les relations de travail sont jugées bonnes entre les différents acteurs de l'entreprise et les assembleurs, même si certaines tensions existeraient entre les assembleurs et les ingénieurs. La perception des relations de travail entre les superviseurs et les assembleurs est différente selon les acteurs : certains désignent les relations comme étant bonnes et d'autres mentionnent l'existence de tensions.

4.1.6 Les principaux services en lien avec le secteur des cabines de pilotage

Les entretiens préalables ont permis d'identifier les services ayant des contacts plus étroits avec le secteur des cabines de pilotage et qui seraient des interlocuteurs importants lors de la réalisation de l'étude. Il y a d'abord le département des méthodes qui produit les cahiers de montage, ceux-ci définissent la séquence des étapes de l'assemblage avec de nombreux croquis, sans toutefois spécifier le « comment » de l'assemblage. Le département de la qualité a été ciblé comme un interlocuteur clé. Comme on le verra tout au long de ce rapport, l'assemblage dans l'aéronautique compte des exigences de qualité élevées, ce qui se répercute de façon importante

sur le travail, la volonté à faire la rotation et le stress vécu par les employés. Un autre département incontournable est l'école de formation (incubateur). Celle-ci accueille les nouveaux employés et est responsable de la formation des assembleurs. Les questions d'apprentissage étant centrales lors de l'implantation de la rotation, des contacts ont été maintenus avec les responsables de l'école de formation et ceux-ci ont été impliqués dans les groupes de travail responsables de l'implantation de la rotation. Finalement, le département de l'outillage a été un acteur clé de l'étude. Ce département est responsable entre autres des gabarits. Par ailleurs, tout au long de l'étude, une étroite collaboration a été maintenue avec des représentants du syndicat, l'ergonome de l'entreprise, le bureau de santé et sécurité de même que des gestionnaires du département étudié.

4.2 Perception de la rotation et santé des assembleurs-monteurs

4.2.1 La santé musculo-squelettique

Pour analyser les résultats du questionnaire nordique, nous avons utilisé la notion de TMS telle que définie par les auteurs Vézina et coll. (2011) de l'Enquête québécoise sur des conditions de travail, d'emploi et de santé et sécurité du travail (EQCOTESST), à savoir avoir ressenti une douleur dans les douze derniers mois assez souvent ou tout le temps et que celle-ci soit rapportée comme entièrement ou en partie liée au travail. L'occurrence de TMS aux différentes régions du corps dans la population d'assembleurs est présentée au tableau 4-1, les résultats sont comparés à ceux obtenus dans l'enquête Santé Québec (ESS98, les TMS aux différentes régions du corps ne sont pas disponibles dans l'enquête EQCOTESST).

Tableau 4-1 : TMS aux différentes régions du corps

Régions du corps	Effectif (N=22)	Assembleurs (%)	ESS98 (%)
Cou	2	9,1 %	14 %
Épaules	3	13,6 %	12,7 %
Bras	9	40,9 %	6,9 %
Coudes	6	27,3 %	4,3 %
Avant-bras, poignets, mains	11	50 %	7,8 %
Haut du dos	-	-	14 %
Bas du dos	4	18,2 %	25 %
Hanches, cuisses	1	4,5 %	-
Genoux	2	9,1 %	9 %
Jambes, mollets	1	4,5 %	6,7 %
Chevilles, pieds	4	18,2 %	9,4 %

On constate des prévalences très élevées pour la région des bras et celle des avant-bras, poignets, mains, qui dépassent très largement les résultats obtenus dans la population des travailleurs québécois. L'EQCOTESST révélait une prévalence de TMS de l'ordre de 20,5 % pour

l'ensemble des travailleurs et cette proportion atteignait 33,2 % chez les travailleurs soumis à quatre contraintes ou plus. La prévalence des TMS dans notre population dépasse largement ces proportions, elle est de l'ordre de 77,3 %. Le tableau 4-2 révèle que la proportion de TMS est élevée dans les quatre stations de travail.

Tableau 4-2 : TMS à au moins une région du corps

	Total		Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
	N=22	100 %	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Dans le département étudié	17	77,3 %	2	3	8	4

Comme les assembleurs ont déclaré des douleurs à plusieurs régions du corps, nous avons examiné la situation pour la douleur la plus dérangeante. Le plus fréquemment, il s'agit de la région avant-bras, poignets ou mains (occurrence de 8). La très grande majorité des assembleurs estiment que leur douleur la plus dérangeante est liée au travail, 15 l'estiment entièrement liée alors que cinq la perçoivent comme étant partiellement liée au travail. Le plus souvent, ces douleurs perdurent depuis longtemps; 11 assembleurs la déclarant apparue il y a deux ans ou plus. Ces douleurs n'ont entraîné aucun arrêt de travail.

Nous avons demandé aux assembleurs s'ils percevaient diverses contraintes physiques. Les résultats sont présentés au tableau 4-3. Les postures contraignantes ressortent particulièrement et, à un degré moindre, le fait d'exercer un effort important ou de subir un rythme élevé de travail. Il ressort que les contraintes perçues sont particulièrement marquées à la station 3.

Tableau 4-3 : Contraintes particulières rapportées par les assembleurs

Contraintes	Total	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Efforts importants	8	-	1	5	2
Rythme élevé	10	2	-	7	1
Stress / monotonie	7	1	-	4	2
Postures contraignantes	18	2	2	10	4
Autres	4	-	1	1	2

4.2.2 Les contraintes psychosociales

Tel que décrit à la section méthodologie, le questionnaire de Karasek (1985; 1998) a été utilisé pour évaluer les contraintes psychosociales. Les principaux résultats sont présentés au tableau 4-4 et mis en perspective avec ceux de l'EQCOTESST. Notre population est soumise à une demande psychologique (DP) élevée et à une faible latitude (LAT) décisionnelle dans une proportion plus élevée que la population des travailleurs québécois. C'est presque un assembleur sur trois qui est exposé à une demande psychologique élevée et une faible latitude décisionnelle – une combinaison reconnue à risque. Cette proportion est de 17 % dans la population des travailleurs québécois.

La situation s'inverse quand on considère le soutien social; chez nos assembleurs, une proportion de 77,3 % rapporte un fort soutien social, en comparaison avec 52,3 % dans la population des travailleurs québécois. C'est un résultat dont il faut tenir compte, car un soutien social fort est reconnu comme un facteur protecteur de la santé et peut révéler l'existence d'un collectif de travail soudé, ce qui est propice à l'implantation de la rotation.

Tableau 4-4 : Indices de santé psychologique

	DP+		LAT-		DP+ / LAT-	
	N	%	N	%	N	%
Population des assembleurs	11 / 22	50 %	13 / 22	59,1 %	6 / 22	27,3 %
EQCOTESST	-	37,8 %	-	48,6 %	-	17,3 %

4.2.3 Perceptions des assembleurs face à la rotation

Le tableau 4-5 résume les perceptions des assembleurs face à la rotation. Une très forte majorité des assembleurs se dit prête à faire la rotation et pense que cette forme d'organisation est réaliste pour l'entreprise. Une majorité estime aussi que la rotation est bonne pour la santé, diminue la monotonie et rend le travail plus intéressant. Des mises en garde ressortent toutefois, la plupart des assembleurs croyant que la rotation peut nuire à la qualité. De plus, une proportion importante d'assembleurs des stations 3 et 4 croient que la rotation serait source de stress.

Tableau 4-5 : Opinions sur la rotation, assembleurs (n=22) ayant répondu OUI à la question

	TOTAL	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Être prêt à faire la rotation	18	2	3	9	4
Rotation faisable dans l'usine	22	3	3	10	6
Rotation bonne pour la santé	18	3	3	8	4
Rotation mauvaise pour la santé	4	0	0	2	2
Rotation diminue la monotonie	18	3	3	8	4
Rotation entraîne problèmes de qualité	17	3	2	7	5
Rotation source de stress	12	0	0	7	5
Rotation rend le travail plus intéressant	17	3	3	7	4

4.3 Analyses préalables à la rotation

4.3.1 Les unités de rotation

Pour amorcer l'analyse, les cycles de travail des stations 1 et 2 ont été découpés en grandes étapes de production. Sept étapes ont été identifiées pour chacune des stations, mais leurs durées

varient de 3 h à 12 h pour la station 1 et de 2 à 11 h pour la station 2 (voir tableau 4-6). Pour les stations 3 et 4, nous avons également identifié des unités de rotation (tableaux 4-7 et 4-8). La station 3 présente 16 unités de rotation alors que la station 4 a été découpée en sept unités. Pour chacune de ces 37 étapes de travail, nous avons analysé les difficultés d'apprentissage et les facteurs de risque.

Tableau 4-6 : Description succincte des étapes des stations 1 et 2

Étape	Durée prescrite ¹	Contenu de l'étape
<u>Station 1</u>		
1. Préparation zone de travail et installation <i>sills</i> *	3 h	Préparation du gabarit recevant les différentes pièces de la cabine de pilotage. Assemblage des trois sections du <i>sill</i> * ensemble (former une seule pièce), de l'avant vers l'arrière.
2. Installation des <i>skins</i> * gauche et droite	12 h	Ajustement, sablage et assemblage des <i>skins</i> pour qu'elles se placent le long du <i>sill</i> *, aller-retour pour obtenir le bon ajustement.
3. Préparation et installation des panneaux WEB 280* et mise en place de la canopée	4 h	Approvisionnement de la canopée, installation sur le gabarit et sur les panneaux WEB 280*. Préperçage, marquage et assemblage des panneaux à l'arrière, rivetage à deux.
4. Perçage des trous du <i>Windshield</i> *	5 h	Manutention et installation des gabarits de perçage (4 morceaux). Perçage et fraisage des trous des <i>nut plates</i> *.
5. Installation des <i>nut plates</i> *	11 h	Mise en place et rivetage (<i>squeezer</i>) des <i>nut plates</i> * (supports aux vitres).
6. Installation des <i>splices</i> * sur les panneaux WEB 280*	5 h	Assemblage des <i>splices</i> * à l'intérieur et à l'extérieur des panneaux WEB 280, préassemblage de certaines pièces à l'établi.
7. Préparation et installation des trois poteaux	7 h	Assemblage des trois poteaux des fenêtres, mesures / ajustements et insertion de feuilles de métal.
<u>Station 2</u>		
1. Installation de la cabine et fraisage du <i>sill</i> *	6 h	Déplacement et installation cabine sur le gabarit, fraisage du <i>sill</i> *.
2. Rivetage du <i>sill</i> * et <i>frames</i> *	5 h 30	Mise en place des attaches (rivets, scellant) et rivetage à deux.
3. Mise en place des cales liquides	2 h	Insertion cales liquides (<i>liquid shim</i> *), séchage.
4. Rivetage des pièces machinées	6 h	Assemblage de pièces machinées (renforts latéraux de la cabine).
5. Installation <i>brackets</i> * du <i>sill</i> *, en bas	7 h	Assemblage de diverses pièces dans la partie inférieure de la cabine et sur le <i>sill</i> *
6. Préparation et installation (fermeture) des espaces en haut (<i>close out</i> *)	10 h	Inspection et nettoyage des espaces clos, approbation inspecteur, fermeture et obturation des zones par l'assemblage de diverses pièces.
7. Installation petites pièces (<i>brackets</i> *) en haut et en arrière	11 h	Assemblage de pièces sur les panneaux WEB 280* et sur les parties intérieure et supérieure de la cabine de pilotage.

¹ : approximation obtenue selon les cahiers de montage, il s'agit d'une moyenne pour les deux modèles d'avion assemblés à ces stations; * : les étoiles indiquent des noms de pièces, de produits ou de procédures.

Tableau 4-7 : Description succincte des étapes de la station 3

Étape	Durée prescrite ¹	Contenu de l'étape
1. Réception et installation du gabarit	7 h 30	Déplacer et fixer les deux parties de la cabine, provenant des stations précédentes, sur le gabarit avec des <i>jigs</i> (vis d'attache)
2. Installation des boules de levage	2 X 45 min	Installation de deux boules de levage de chaque côté de la cabine. Perçage des trous, ajustement des boules de levage pour qu'elles soient à la bonne hauteur
3. Sciage partie arrière (détourage)	2 h 30	Sciage de la partie arrière de la cabine à l'aide d'une scie fixée sur le gabarit. Actionner la scie et surveiller le déroulement
4. Installation de <i>splices</i> sur les <i>stringers</i>	2 X 13 h 45	Installation temporaire pour ajustements des <i>splices</i> sur les <i>frames</i> de la cabine. Perçage aux tailles successives de trous, ajustement et rivetage des petites pièces
5. Ajustement/ <i>fitting</i> et perçage des <i>skins</i>	2 X 8 h 30	Préparation des <i>skins</i> : sablage, perçage des <i>straps</i> (pièces longue) et des <i>skins</i> , installation de plusieurs <i>brackets</i> avant d'assembler les <i>skins</i>
6. Fraisage et rivetage des <i>skins</i>	2 X 18 h 45	Fraisage et rivetage de la partie supérieure de la cabine (à l'intérieur). Assemblage des <i>skins</i> du bas, fraiser et riveter
7. Détecteurs de glace et pitots	8 h 30	Installation des détecteurs et des <i>pitots</i> en haut et en bas. Mise en place de gabarits à niveau et ajustements adéquats, perçage des trous et consigne des mesures pertinentes
8. Installation <i>brackets</i> intérieur <i>access hole</i>	2 X 10 h 15	Assemblage d'une dizaine de <i>brackets</i> et <i>clips</i> de chaque côté dans l' <i>access hole</i>
9. Installation <i>brackets</i> à l'intérieur	Non définie	Assemblage de pièces en haut, en avant et en arrière, installation d'une dizaine de <i>splices</i> en tout sur la cabine, percer et riveter
10. <i>Prefit</i> guitares	4 h 15	Ajustement et perçage des pièces dites guitares
11. <i>Prefit</i> castings	Non définie	Perçage de six trous. Installation des pièces <i>helicoils</i> afin de placer une vis dans la pièce
12. Installation poteaux porte	23 h 45	Installation des poteaux, perçage et mise en place des poteaux
13. Rivetage guitares	Non définie	Rivetage des guitares
14. Rivetage castings	7 h 15	Rivetage des poteaux avec des Hi-Lite
15. Boîte Jeppesen	7 h 15	Assemblage d'une plaque (boîte Jeppesen) renforçant la structure interne de la cabine avec des <i>brackets</i> à l'intérieur
16. Installation <i>brackets</i> arrière et WSI	Non définie	Installation de trois WSI et de quatre petites <i>brackets</i> en arrière de la cabine

¹ : approximation obtenue selon les cahiers de montage, il s'agit d'une moyenne pour les deux modèles d'avion assemblés à ces stations.

Tableau 4-8 Description succincte des étapes de la station 4

Étape	Durée prescrite ¹	Contenu de l'étape
1. Réception, perçage des <i>skins</i> et installation de <i>brackets</i>	2 X 17 h	Réception de la cabine, fixation des skins et des pièces <i>papillon</i> . Traçage des <i>layouts</i> , mise en place des <i>brackets</i> , sablage et perçage des pièces. Assemblage des <i>skins</i> des deux côtés en parallèle, le même travail est réalisé des deux côtés pour joindre les <i>skins</i> au milieu
2. Fraisage et rivetage des <i>skins</i>	2 X 12 h	Fraisage des trous. Mise en place des rivets, puis rivetage des <i>skins</i> à deux. Vérification des dépressions après le rivetage, rivets enlevés et injection de <i>liquid shim</i> au besoin. Les deux <i>skins</i> doivent être assemblées en parallèle
3. Installation des <i>dubbleurs</i> et de grosses pièces	2 X 3 h	Installation du gabarit, mise en place de la plaque de perçage, perçage, installation des <i>dubbleurs</i> . Ajustement de l'ouverture, perçage au bon diamètre et fraisage puis rivetage.
4. Installation des gabarits de perçage à droite et à gauche à l'intérieur de la cabine	2 X 5 h	Ajustement et installation des gabarits de perçage en débutant par le centre, ensuite localisation et mise en place des gabarits de droite et de gauche. Pour finir, perçage et installation des <i>brackets</i> , des <i>nut plates</i> et des rivets
5. Installation de la « boîte à patate »	Non définie	Assemblage des deux côtés de la boîte. Perçage du panneau arrière, ajustement et installation de la boîte (rivetage)
6. Installation des <i>bullheads</i> à l'intérieur de la cabine	7 h 15	Assembler les poteaux central et latéraux pour solidariser la cabine à la calotte, pour cela installer les gabarits de perçage et assembler
7. Installation de <i>brackets</i> à l'intérieur de la cabine	11 h	Installer et riveter des <i>brackets</i> à l'intérieur de la cabine et sur les panneaux arrière

¹ : approximation obtenue selon les cahiers de montage, il s'agit d'une moyenne pour les deux modèles d'avion assemblés à ces stations.

4.3.2 Les difficultés d'apprentissage

Le tableau 4-9 illustre les difficultés d'apprentissage pour les 37 unités de rotation en fonction des trois paramètres retenus : habiletés de base, ajustement/*fitting* et séquence. On constate qu'il y a une assez bonne variabilité, tout n'est pas difficile. Il y a donc un potentiel intéressant pour la rotation avec la possibilité d'alterner des opérations complexes et d'autres qui le sont moins.

Tableau 4-9 : Synthèse de la classification de la complexité pour les 37 étapes du département

Dimensions de l'apprentissage		Station 1 (n=7)	Station 2 (n=7)	Station 3 (n=16)	Station 4 (n=7)	Total (n=37)
Habiletés de base	Niveau 1 - Facile	-	-	5	-	5
	Niveau 2 - Moyen	3	5	6	3	17
	Niveau 3 - Difficile	4	2	5	4	15
Ajustement/ <i>fitting</i>	Niveau 1 - Facile	1	3	9	1	14
	Niveau 2 - Moyen	2	2	6	4	14
	Niveau 3 - Difficile	4	2	1	2	9
Séquences	Niveau 1 - Facile	5	2	6	3	16
	Niveau 2 - Moyen	1	2	5	3	11
	Niveau 3 - Difficile	1	3	5	1	10

4.3.2.1 L'impact des exigences de qualité élevées sur l'apprentissage et la polyvalence

Dans le secteur aéronautique et particulièrement au poste des cabines de pilotage où s'est déroulé le projet, la qualité est ressortie comme une préoccupation importante. Les exigences à cet égard – exigences réglementaires pour assurer la protection des passagers et exigences des clients – demandent un contrôle constant à tous les niveaux de la production des avions.

L'anticipation des conséquences potentielles des problèmes de qualité engendre une pression additionnelle sur les assembleurs. Ils effectuent de nombreuses opérations supplémentaires pour s'assurer de la protection des pièces (p. ex. protection physique avec des rubans adhésifs ou des plaques) et ils font continuellement preuve de prudence, chaque assemblage est considéré minutieusement – il est en effet difficile de développer des automatismes, puisque les ajustements varient toujours, les assembleurs se doivent d'être constamment vigilants.

On observe plusieurs effets de ces exigences de qualité à la fois sur le plan de la santé des assembleurs et celui de l'organisation de la production :

- sur l'organisation du travail : les problèmes de qualité peuvent soudainement mobiliser de nombreux acteurs, nécessiter de désassembler le travail et justifier du travail en temps supplémentaire. Cela réduit la capacité de l'entreprise à planifier, le mode de fonctionnement étant alors essentiellement réactif. De plus, pour tenter de réduire ou à tout le moins contrôler le risque d'erreur, les assembleurs sont affectés aux mêmes tâches, entraînant ainsi une spécialisation : ils sont donc peu polyvalents et peu mobiles en cas de besoins de remplacement;
- la santé des assembleurs : des impacts sur leur santé physique et sur leur santé psychologique sont observés. L'hyperspécialisation recherchée pour minimiser les risques d'erreur, mais aussi par crainte de mal faire le travail, a un impact sur la genèse de troubles musculosquelettiques, c'est un facteur de surexposition (répétitions, efforts, vibrations). Par

ailleurs, la crainte des erreurs, les coûts potentiels qu'elles peuvent engendrer, le souvenir de mauvaises expériences passées ou encore la pression du collectif sont autant de facteurs de risques psychosociaux pour les assembleurs.

Le repérage d'un problème de qualité entraîne une cascade de procédures à la fois administratives et opératoires pour le corriger. Chaque problème de qualité doit être consigné et déclaré au service de la qualité sous la forme d'un rapport de non-conformité dit RNC. Cela implique :

- *de décrire le problème* : à quel assembleur est-il imputable, sa nature, son ampleur, quand est-il survenu et pourquoi ?
- *d'identifier le moyen pour le résoudre* : par l'agent qualité ou le département d'ingénierie;
- *de consigner et de décrire la solution retenue* : quelle est-elle, qui a effectué la réparation (assembleurs, coach, sous-traitant, etc.) ?
- *de fermer le dossier* : lorsque le défaut est corrigé.

L'ensemble des RNC d'un avion devant être fourni au client, il faut garder des traces des problèmes qui sont apparus et des moyens qui ont été utilisés pour faire les réparations adéquates. Ces procédures de traçabilité assurent la conformité des produits, elles ont pour but d'augmenter la fiabilité et la sécurité des avions. Mais, paradoxalement, elles constituent aussi une forme de pression pour les assembleurs; en tout temps : on peut repérer qui est « responsable » de quel problème de qualité, la responsabilité et l'imputabilité des assembleurs étant toujours présentes.

L'analyse des entrevues sur les apprentissages révèle que la qualité préoccupe beaucoup les assembleurs, 19 d'entre eux y faisant référence d'une manière ou d'une autre. Le tableau 4-10 permet de faire un survol des points qui les préoccupent le plus, au total 248 extraits ont été identifiés en lien avec la question de la qualité dans les entrevues (un même extrait pouvant toucher plusieurs thématiques).

Les risques d'erreur représentent le thème le plus mentionné, ils constituent 63 % des extraits repérés (n=155 extraits), ces risques sont d'ailleurs mentionnés par tous les assembleurs rencontrés. Au chapitre des risques d'erreur, quatre sous-thèmes sont abordés :

- o les conséquences potentiellement négatives résultant des opérations d'assemblage : "Il faut faire attention quand tu perces pour ne pas endommager la *skin*"; "C'est une belle place pour faire de belles erreurs";
- o la prudence et l'anticipation dont les assembleurs doivent faire preuve pour éviter, contrôler ou réduire les risques : "(...), il faut que tu sois consciencieux (un rivet à la fois)" ; "Il faut être vigilant, il faut vraiment faire attention";
- o les protections physiques que les assembleurs mettent en place pour préserver leur environnement de travail : "On met beaucoup de ruban protecteur"; "(...), il faut protéger comme il faut la *skin* pour ne pas la maganer";
- o les peurs et les craintes, souvent en lien avec des expériences passées vécues par les assembleurs : "(...), tout le monde a peur de cette place."; "Je ne suis pas à l'aise. J'ai peur de faire des marques, de gaffer."

Tableau 4-10 : Répartition des extraits selon les sous-thèmes de la qualité

Sous-thèmes de la qualité (N=248 extraits)	Nombre d'extraits	Nombre d'assembleurs rapportant le sous-thème	Nombre d'extraits maximal / assembleur
Risques d'erreur (potentielles)	155 (63 %)	19	19
Conséquences potentielles	98 (63 %)	19	15
Prudence, anticipation	78 (50 %)	17	12
Protection physique des assemblages	19 (12 %)	11	3
Peurs	13 (8 %)	5	4
Exigences et contraintes	103 (42 %)	16	20
Précision	69 (67 %)	14	15
Ajustement	28 (27 %)	10	8
Tolérances exigées	25 (24 %)	10	4
Erreurs réelles / effectives	77 (31 %)	17	13
Dommages passés	49 (64 %)	17	8
Repérages	27 (35 %)	13	7
Rapport de non-conformité	11 (14 %)	8	3
Contrôle	63 (25 %)	14	13
Vérification / inspection	42 (67 %)	12	9
Procédure administrative	28 (44 %)	10	7

Un autre thème cher aux assembleurs concerne les exigences et les contraintes auxquelles ils sont soumis. Ils décrivent les obligations normatives – ou prescriptions – et les modes opératoires qu'ils doivent adopter pour rencontrer les exigences de qualité. Cette question des exigences normatives concerne 42 % des extraits identifiés (n = 103 extraits) et se retrouvent chez 16 des 19 assembleurs interrogés. Dans ce cas, ils parlent de trois points en particulier :

- o la précision exigée pour être minutieux et exact : "Chaque trou est vraiment calculé précis."; "Il faut vraiment prendre le bon outil pour faire la bonne *bracket* ou le bon travail (...);"
- o les ajustements nécessaires pour effectuer les assemblages; ils rapportent les techniques utilisées et l'absence de repères pour réaliser ces ajustements : "la difficulté est de l'ajuster au bon endroit" ; "Nous autres, on a beaucoup de *layout* à la main";
- o les tolérances exigées qui concernent les marges ou intervalles qui leurs sont accordés par le département des méthodes pour faire les assemblages : "(...), ils ont calculé les tolérances trop serrées." ; "On a un dessin, des spécifications dépendant de la grosseur du trou (...)."

Finalement, deux autres grands thèmes liés à la qualité sont abordés dans les entrevues. Les assembleurs commentent leurs erreurs ou leurs problèmes de qualité réels, ceux qui sont vraiment arrivés, dont ils gardent la trace, la mémoire. Ce thème concerne presque tous les assembleurs (17 sur 19) et se retrouve dans près du tiers des extraits associés à la qualité (n=77).

Dans ce cas, ils indiquent quels sont les indices qui leur permettent de repérer des erreurs, indices visuels, tactiles ou autres ("Il faut porter une attention vraiment pour les scratches et les toolmarks"), ils évoquent les dommages passés, ceux qui les ont marqués ("Moi aussi j'en ai fait des scraps là-dedans, mais pas tant que ça"), ou bien encore les RNC ("(...), une pièce est abîmée ou il y a un rapport de non-conformité (RNC)"). Finalement, la dimension de contrôle associée à la qualité concerne le quart des extraits identifiés (n=63 extraits). Les assembleurs mentionnent dans ce cas leurs initiatives personnelles ou bien les procédures de contrôle effectuées par les agents qualité ("On fait notre inspection." ; "C'est parce que l'avion a été inspecté et l'inspecteur a découvert des anomalies.") et les procédures administratives et autres interventions menées par le département qualité ("Il faut que j'aille chercher l'agent qualité, (...).").

L'analyse des entrevues portant sur l'apprentissage se révèle riche d'informations sur la qualité et son impact sur le travail d'assemblage. Elle se décline en de nombreux éléments et touche à toutes les sphères de l'activité de travail des assembleurs. On trouve, en effet, des informations sur les savoir-faire utilisés (précision, prudence, anticipation), sur le collectif de travail et les relations avec les autres départements (contrôle) ou encore sur les aspects émotionnels du travail (les peurs). Les différents constats de ces analyses dessinent les pourtours de la dimension qualité qui fait partie intégrante de l'ensemble de l'activité de travail des assembleurs : elle les guide, mais surtout les oblige parfois à faire des compromis.

4.3.3 Les facteurs de risque

Tel qu'expliqué, nous ne pouvons présenter les facteurs de risque associés aux 14 unités de rotation des stations 1 et 2 en raison de la perte des données. Celles sur la perception des chefs d'équipe montrent toutefois qu'à cet égard, il y a certaines étapes de la séquence d'assemblage plus ou moins pénibles : il y a donc la possibilité d'alterner les étapes risquées et celles moins risquées.

Les résultats obtenus aux stations 3 et 4 pour l'analyse des facteurs de risque sont résumés aux tableaux 4-11 à 4-13. On constate d'emblée le niveau d'exposition important à ces deux stations, les contraintes posturales et l'exposition aux vibrations ressortent particulièrement. Plus spécifiquement, 20 étapes de ces stations nécessitent l'adoption de postures générales cotées à un niveau difficile, il peut s'agir de travail qui nécessite de grimper sur une plate-forme ou une marchette, en déséquilibre sur une jambe ou encore accroupi ou à genoux. Sur le plan postural, on note aussi que plus de la moitié des étapes (13/23) sont jugées difficiles pour les membres supérieurs, cela se traduit par du travail des bras en hauteur ou éloigné du corps. Ces contraintes posturales peuvent être aggravées par la présence d'espaces restreints pour près de la moitié des étapes (12/23). En termes d'efforts et de vibrations, c'est l'impact des vibrations qui semble le plus significatif, 17 des étapes sont évaluées difficiles (exposition à des vibrations durant plus des deux-tiers de l'étape). Mais les efforts sont aussi difficiles pour 1 étape (efforts > 5), alors que neuf autres sont classées entre trois et cinq. Le travail en multicouches est effectué dans plus de la moitié des étapes (13/23). Pour 10 étapes, on retrouve des pièces en arrière de la zone de travail pour lesquelles les efforts et les prises sur les outils doivent être contrôlés. Comme nous l'avaient rapportés nos interlocuteurs, le niveau de risques physiques est très élevé à ces stations 3 et 4. Le potentiel d'alternance d'étapes risquées et d'étapes moins risquées semble moins marqué qu'aux stations précédentes, mais il est toujours là.

Tableau 4-11 : Résultats des facteurs de risque pour la station 3

Étape	Postures				Effort-vibrations				Facteurs aggravants
	Générale	Dos	Membres supérieurs	Facteurs aggravants	Vibrations	Combinaison Membre Supérieur et vibrations	Utilisation outils	Efforts	
Étape 1- station 3	3	1	-		1	1	1	1	-
Étape 2 - station 3	2	1	3	-	2	2	1	2	MC
Étape 3 - station 3	3	1	-	-	1	1	1	1	-
Étape 4 - station 3	3	1	3		3	3	3	1	PA, MC
Étape 5 - station 3	3	1	1	-	3	1	3	1	PA, MC
Étape 6 - station 3	3	-	3	-	3	3	3	3	PA, MC
Étape 7 - station 3	3	3	3	-	2	2	2	1	MC
Étape 8 - station 3	3	3	3	ER, MV	3	3	2	2	MC
Étape 9 - station 3	3	3	3	ER	2	2	3	1	MC
Étape 10 - station 3	3	1	1	-	3	1	3	2	PA
Étape 11 - station 3	3	-	2	ER, MV	3	2	1	1	PA, MC
Étape 12 - station 3	3	-	3	ER	3	3	3	2	PA
Étape 13 - station 3	3	3	3	ER	3	3	1	2	-
Étape 14 - station 3	3	-	3	ER, MV	3	3	1	1	PA
Étape 15 - station 3	3	3	3	-	3	3	2	1	-
Étape 16 - station 3	3	-	-	ER	3	-	-	-	MC

ER : espaces restreints ; MV : manque de visibilité ; PA : pièce en arrière ; MC : multicouches

Niveaux de présence des facteurs de risque : 3 = niveau **élevé** ; 2 = niveau **intermédiaire** ; 1 = niveau **faible**

Tableau 4-12 : Résultats des facteurs de risque pour la station 4

Étape	Postures				Effort-vibrations				Facteurs aggravants
	Générale	Dos	Membres supérieurs	Facteurs aggravants	Vibrations	Combinaison Membre Supérieur et vibrations	Utilisation outils	Efforts	
Étape 1- station 4	3	-	1	ER	3	1	3	2	PA, MC
Étape 2 - station 4	-	3	3		3	3	3	-	MC
Étape 3 - station 4	1	1	-	-	3	3	1	2	PA, MC
Étape 4 - station 4	3	3	3	ER	3	3	2	2	-
Étape 5 - station 4	3	1	1	ER	1	1	1	1	-
Étape 6 - station 4	3	3	3	ER, MV	3	3	1	1	-
Étape 7 - station 4	3	-	1	ER, MV	3	1	2	2	PA, MC

ER : espaces restreints ; MV : manque de visibilité ; PA : pièce en arrière ; MC : multicouches

Niveaux de présence des facteurs de risque : 3 = niveau **élevé** ; 2 = niveau **intermédiaire** ; 1 = niveau **faible**

Tableau 4-13 : Résultats combinés de l'analyse des facteurs de risque pour les stations 3 et 4

			Station 3 (n=16)	Station 4 (n=7)	Nombre total d'étapes aux stations 3 et 4 (n=23)
Variable		Niveau de difficulté			
Posture	Générale	Niveau 1 – Facile / - de 30 % de temps	-	1	1
		Niveau 2 – Moyen / < 30% et 50% > du temps	1	-	1
		Niveau 3 – Difficile + de 50 % temps	15	5	20
	Dos	Niveau 1 – Facile / - de 30 % de temps	6	2	8
		Niveau 2 – Moyen / < 30% et 50% > du temps	-	-	-
		Niveau 3 – Difficile + de 50 % temps	5	3	8
	Membres supérieurs	Niveau 1 – Facile / - de 30 % de temps	2	3	5
		Niveau 2 – Moyen / < 30% et 50% > du temps	1	-	1
		Niveau 3 – Difficile + de 50 % temps	10	3	13
Efforts - vibrations	Vibrations	Niveau 1 – Facile / – de 33% du temps	2	1	3
		Niveau 2 – Moyen / < 33% et 66% > du temps	3	-	3
		Niveau 3 – Difficile / + de 66% du temps	11	6	17
	Efforts	Niveau 1 – Facile / coté de 0 à 2	9	2	11
		Niveau 2 – Moyen / coté de 3 à 5	5	4	9
		Niveau 3 – Difficile / coté > 5	1	-	1
	Combinaison efforts / vibrations	Niveau 1 - Facile	4	3	7
		Niveau 2 - Moyen	4	-	4
		Niveau 3 - Difficile	7	4	11
	Utilisation outils	Niveau 1 – Facile / - de 200 opérations ¹	6	3	9
		Niveau 2 – Moyen / ≥ 200-500 < opérations	3	2	5
		Niveau 3 – Difficile / >500 opérations	6	2	8

4.3.3.1 Des contraintes physiques marquées

Le département des cabines de pilotage se démarque des autres départements de l'usine par ses fortes exigences physiques. En effet, la nature même des structures assemblées décuple les contraintes pour le travail d'assemblage. Cet assemblage comprend du travail dans des espaces restreints (cavités, espaces en bas ou en hauteur) à l'intérieur desquels les opérateurs doivent pratiquer les opérations de base d'assemblage. Sur le plan postural, cela signifie l'adoption de postures à risque – extensions et torsions prononcées, travail au-dessus des épaules, accroupi ou à genoux – et le maintien de postures statiques prolongées (figure 4-1).



a. b. et c. contraintes d'espace impliquant des contraintes posturales aux stations 3 et 4 ; d. manque de visibilité à la station 2 ; e. travail exigeant pour les membres supérieurs à la station 1

Figure 4-1 : Exemples de contraintes posturales

Le montage des diverses pièces nécessite le recours à de nombreux outils vibrants (perceuse, riveteuse, fraiseuse), les assembleurs se trouvent donc exposés aux vibrations lors des diverses étapes d'assemblage. De plus, les efforts, à la fois localisés pour opérer les outils ou plus généraux pour manipuler les gabarits de perçage ou les pièces, s'ajoutent aux autres facteurs de risque physique. Un type d'effort particulier souvent évoqué et observé – que l'on pourrait qualifier « d'effort en retenu » – consiste pour l'assembleur à faire un effort parfois important pour percer une pièce, mais sans « défoncer » ou laisser aller son élan puisque des pièces localisées à l'arrière pourraient être abîmées. Finalement, on peut citer pêle-mêle d'autres facteurs qui viennent complexifier et rendre plus exigeant encore le travail des assembleurs : le travail dans des zones peu éclairées, l'intervention sur des pièces fragiles ou molles, l'invisibilité des pièces situées en arrière.

Les opérateurs assemblent des pièces de multiples tailles et formes pour élaborer les structures de l'avion. Pour ce faire ils réalisent les opérations habituellement associées au travail d'assemblage : perçage des trous dans les diverses couches de pièce, fraisage des trous pour s'assurer que l'attache va bien pénétrer, rivetage des rivets (écraser les rivets). Une autre partie de leur tâche consiste aussi à effectuer des mesures (*layouts*) et des ajustements (*fitting*) des pièces pour s'assurer que les assemblages respectent les tolérances requises aux plans d'ingénierie. Cela peut signifier sabler (*trimmer*) des pièces pour les désépaissir, ajouter des feuilles de métal pour combler un espace et obtenir la bonne épaisseur ou encore reporter les plans de perçage sur les pièces. À ces deux grandes séries d'opérations que sont le perçage-fraisage-rivetage et l'ajustement s'en ajoutent une série d'autres telles que des opérations de contrôle et de vérification, de nettoyage des structures pour enlever les débris d'assemblage, des tâches administratives pour compléter les documents de l'avion ou encore l'application de diverses substances nécessaires à l'adhésion des pièces ou à leur isolement électrique. Cet inventaire succinct ne décrit pas l'ensemble des opérations déployées par les assembleurs, mais il permet d'avoir un aperçu juste de leurs principales tâches.

4.4 Activités préalables à l'implantation de la rotation

4.4.1 Les pistes de transformations pour prévenir les risques

Préalablement à l'implantation de la rotation, il a été décidé de tenter de réduire les risques à la source. Pour ce faire, des pistes de transformation ont été identifiées (tableau 4-14). Les transformations touchaient particulièrement les étapes étant ressorties comme les plus exigeantes physiquement ou pour lesquelles les apprentissages étaient réputés difficiles (p. ex. une étape que peu d'assembleurs connaissent et acceptent de réaliser). L'objectif des transformations était donc de réduire les facteurs de risque physique et d'améliorer les possibilités d'apprentissage.

Tableau 4-14 : Pistes de transformation

Étapes ou tâches problématiques	Difficultés et risques	Transformations retenues
Assemblage des <i>splices</i> * lors de l'étape 6 à la station 1	Gabarit : adoption de postures contraignantes (bras en hauteur, torsions); aucun trou localisé : risques d'erreurs importants; Accès difficile, peu de visibilité	Réaliser l'étape à la station 2 pour faciliter l'accès (gabarit moins imposant)
Élagage des <i>skins</i> * lors de l'étape 2 à la station 1	Postures contraignantes pour élagage matière excédentaire; application de force importante pour installation / désinstallation des pièces (aller-retour); Risque d'erreur élevé	Diminuer la quantité d'extra-matière lors de la fabrication des <i>skins</i> * pour réduire la durée et les efforts nécessaires à l'élagage
Perçage des <i>skins</i> * lors de l'étape 2 à la station 1	Application de force importante; Postures contraignantes	Fabrication d'un nouveau gabarit de perçage mieux adapté aux formes des pièces
Autres problèmes : éclairage insuffisant, supports pour outils déficients		Achats nouvelles lumières, installation tablette

* : les étoiles indiquent des noms de pièces, de produits ou de procédures.

4.4.2 Définition des affectations pour la rotation

Nous avons demandé à un groupe de travail de planifier un scénario de rotation pour la population des travailleurs des stations 1 et 2 en tenant compte des 14 unités de rotation identifiées. Le tableau 4-15 résume les affectations prévues pour chaque assembleur pour deux cycles de rotation comptant chacun 10 cabines de pilotage.

Tableau 4-15 : Affectations prévues pour l'essai 1 de la rotation pour les 20 premières cabines de pilotage

Assembleur	1 ^{er} cycle de rotation (1 ^{re} à 10 ^e cabine)	2 ^e cycle de rotation (11 ^e à 20 ^e cabine)
1. Expérimenté - coach	A Étape 3 – station 2 Étape 4 – station 2 Étape 7 – station 2 (moitié) Coaching	E Étape 6 – station 1 Étape 7 – station 1 Coaching
2. Nouveau	B Étape 1 – station 2 Étape 2 – station 2 Étape 5 – station 2 (moitié)	A Étape 3 – station 2 Étape 4 – station 2 Étape 7 – station 2 (moitié)
3. Expérimenté - coach	C Étape 1 – station 1 Étape 2 – station 1 Étape 3 – station 1 Coaching	B Étape 1 – station 2 Étape 2 – station 2 Étape 5 – station 2 (moitié)
4. Novice	D Étape 4 – station 1 Étape 5 – station 1	G Étape 6 – station 2 (soir)
5. Novice	E Étape 6 – station 1 Étape 7 – station 1	C Étape 1 – station 1 Étape 2 – station 1 Étape 3 – station 1
6. Expérimenté – coach – chef d'équipe	F Étape 5 – station 2 (moitié) Étape 7 – station 2 (moitié) Coaching	F Étape 5 – station 2 (moitié) Étape 7 – station 2 (moitié) Coaching
7. Novice	G Étape 6 – station 2 (soir)	D Étape 4 – station 1 Étape 5 – station 1

Ainsi, un plan de rotation pour l'essai 1 a été proposé pour les 20 premières cabines. Des étapes ont été agglomérées pour constituer des blocs d'environ trois jours de travail par assembleur pour respecter le cycle de production à ces stations. Pour les 10 premières cabines, le travail effectué ressemble à ce qui est fait habituellement par les assembleurs. C'est à partir de la onzième cabine que les changements de postes seraient réels (les dix premières cabines servent de ligne de base

au suivi). On remarquera que souvent, les blocs d'affectation comprennent des étapes qui se suivent pour maintenir la logique de production aux yeux des assembleurs, aussi certaines étapes sont coupées en deux. Pour cet essai, il était prévu qu'il y aurait sept assembleurs au total, dont trois auraient des tâches de coaching.

Lors du travail de groupe, nous avons porté attention aux critères de choix pris en compte par les participants pour définir les scénarios de rotation. Le critère premier en fonction duquel étaient choisies les étapes était lié au degré de complexité de l'étape, selon l'expérience de l'assembleur. C'est donc en fonction des difficultés d'apprentissage qu'étaient établis les scénarios de rotation, ce critère primait sur l'alternance étape à risque et étape moins risquée. D'autres critères étaient également pris en compte, comme maintenir la logique de production, certaines étapes ne pouvant être dissociées. Par ailleurs, on s'assurait de toujours maintenir la proximité d'un assembleur expérimenté ou coach avec un assembleur novice.

4.5 Essais et suivi de la rotation

4.5.1 Essai 1

En décembre 2012 il a été décidé de procéder à un essai d'implantation de la rotation tel que planifié par le groupe de travail. Les chercheurs ont procédé à un suivi de trois jours de ce premier essai. Bien que les chercheurs constataient que les transformations demandées n'étaient toujours pas implantées, l'organisation – direction, syndicat et travailleurs – souhaitait aller tout de même de l'avant et insistait sur le fait que des conditions minimales pour assurer le succès de cet essai étaient mises en place (p ex. présence d'un coach pour assurer la formation des nouveaux).

4.5.1.1 Les affectations réelles

Première constatation, les affectations réelles diffèrent des affectations prévues (tableau 4-16). Par ailleurs, en comparaison avec le moment où les analyses préalables ont été faites (printemps 2012) il y a eu des changements importants dans la population d'assembleurs aux stations 1 et 2 : on y retrouve beaucoup plus de nouveaux et de novices et globalement moins d'expertise sur les postes. Plusieurs phénomènes expliquent cette situation. D'une part, durant cette période, l'entreprise a obtenu de nouveaux contrats; plusieurs travailleurs expérimentés ont été mutés aux nouveaux projets. D'autre part, il y a eu accélération de la cadence, celle-ci passant de quatre à trois jours pour produire une cabine. Pour compenser cette accélération, il y a eu ajout de nouveaux travailleurs. Il y a donc plus de novices, dont certains avec seulement quelques jours d'expérience. Les conditions d'implantation n'étaient donc pas réunies.

Tableau 4-16 : Affectations des assembleurs pour l'essai 1

Assembleur	Affectation prévue	Jour 1	Jour 2	WE	Jour 3
Expérimenté - coach	<u>A</u> - Coaching	Cabine -1	<u>A</u> , B	<u>A</u> , B	Absent
Nouveau	B	Station 3	Station 3	Station 3	Station 3
Expérimenté - coach	<u>C</u> - Coaching	<u>Coaching</u>	<u>Coaching</u>	<u>C</u>	<u>C</u>
Novice	D	C	C	C	C
Novice	<u>E</u>	Cabine -1	C, <u>E</u>	Station 3	Station 3
Expérimenté – coach – chef d'équipe	F - Coaching	Absent	Absent	Absent	Absent
Novice	<u>G</u>	<u>G</u>	B	B	? NSP
Nouveau	-	G	A	A, G	F
Nouveau	-	E	C	Station 3	G
Expérimenté, assignation temporaire	-	Chef équipe, coaching	Chef équipe, coaching	Chef équipe, coaching	Chef équipe, coaching
Expérimenté	-	Station 3	Coach	Coach	Absent

Souligné : les affectations qui coïncident entre ce qui était prévu et ce qui a été observé. -1 = avant le suivi

Pour illustrer cette baisse d'expertise, nous avons produit différentes données pour l'ensemble du département (tableau 4-17). On constate une baisse marquée de l'expérience des effectifs, l'expérience cumulée passant de 23 ans à 12 ans. Quand on considère l'expertise des assembleurs au moment de l'essai 1, on peut constater que le nombre d'assembleurs requis n'est pas atteint. Le ratio est de six assembleurs pour les deux stations, un assembleur expérimenté comptant pour un effectif complet, un coach qui ne produit pas à temps plein a été estimé à 0,5 et un novice, en termes d'effectif, compte seulement pour une fraction d'un assembleur expérimenté. Ainsi compte tenu du fait qu'il y a beaucoup de novices, on est loin du ratio optimal de six assembleurs.

Tableau 4-17 : Expertises lors de l'essai 1

	Printemps 2012	Essai 1, décembre 2012
Expertise cumulée dans le département	23 ans	12 ans
Expertise cumulée dans l'usine	108 ans	81 ans
Ancienneté dans l'usine	De 13 à 23 ans	De quelques jours à 23 ans

Le fait d'avoir une population moins expérimentée entraîne des difficultés sur le plan de l'apprentissage, qui rendent impossible l'application des affectations prévues. Pour décrire ce phénomène, nous avons documenté les interactions coach-assembleurs (tableau 4-18). Les difficultés d'apprentissage sont bien réelles, nous avons observé au total 117 interactions coach-

assembleur, dont 106 liées à l'apprentissage. La durée totale totalise 467 minutes, ce qui est loin d'être négligeable et explique des retards dans la production. Il appert que 96 interactions mettent en jeu deux assembleurs : un assembleur en apprentissage et un assembleur coach. Dix autres interactions impliquent une troisième personne, par exemple, un autre assembleur, un autre chef d'équipe, le superviseur. Au total, six personnes ont agi à titre de coach, mais la très grande majorité des interactions sont faites par trois coachs (103/106); trois autres interagissent seulement une fois chacun.

Tableau 4-18 : Interactions coach/assembleurs pour l'essai 1

Type d'interaction	Nombre	Durée totale	Durée moyenne	Médiane
Apprentissage	106	467 min	4 min 23 s	2 min
Qualité	7	69 min	9 min 51 s	8 min
Situation critique	3	77 min	25 min 40 s	30 min
Autre	1	4	-	-
TOTAL	117	617 min	5 min 16 s	2 min

Par ailleurs, il est apparu que les transformations ciblées n'avaient pas encore été implantées. Durant cette période de mise à l'essai, des problèmes de qualité majeurs ont été observés, notamment avec la peinture qui décollait. Ces problèmes de qualité perturbent la production, car ils mobilisent assembleurs, superviseur, représentants de l'ingénierie ou de la qualité. La production est donc compromise, alors que l'on aurait dû s'attendre à voir sortir quatre cabines durant cette période sur les deux stations, il n'y a eu en réalité qu'une seule cabine produite.

4.5.2 Essai 2

À la suite d'une discussion avec le comité de suivi, un autre moment est proposé pour effectuer un second essai dans des conditions qui devraient être plus propices. Il aura lieu en mars 2013. Tout comme au premier essai, les affectations réelles diffèrent des affectations prévues (tableau 4-19). Comme on le décrit dans les lignes qui suivent, le chef d'équipe ne peut pas vraiment planifier les affectations, il gère et régule les affectations en constante réaction aux imprévus qui surviennent, principalement des problèmes de qualité et des tâches imprévues.

Tableau 4-19 : Affectations des assembleurs pour l'essai 2

Assembleur	Affectation prévue	Jour 1	Jour 2	WE	Jour 3	Jour 4	Jour 5
Expérimenté	<u>A</u> - Coaching	Cabine -1	Cabine -1	<u>A</u> , B	B Cabine -1	B, F	B, E
Nouveau	<u>B</u>	Cabine -1	A, <u>B</u>	A	<u>B</u>	<u>B</u> , C, F	G
Expérimenté	<u>E</u>	Cabine -1	Cabine -1	-	Cabine -1 <u>E</u>	E	E
Expérimenté	H ¹	Cabine -1	Cabine -1	-	C	C, D	E
Expérimenté	C - Coaching	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Novice (soir)	<u>E</u>	C	C	-	Absent	C, <u>E</u>	? NSP
Novice (soir)	G	Cabine -1 (jour)	C	-	F	E	? NSP
Novice (soir)	<u>D</u>	Cabine -1	C	-	C, F	<u>D</u> , E	? NSP
Chef d'équipe	<u>Coaching</u> <u>Gestion</u> <u>équipe et</u> <u>production</u>	<u>Chef</u> <u>équipe,</u> <u>qualité</u>	<u>Chef</u> <u>équipe,</u> <u>qualité</u>	-	<u>Chef</u> <u>équipe,</u> <u>qualité</u>	<u>Chef</u> <u>équipe,</u> <u>qualité</u>	Absent

Souligné : les affectations qui coïncident entre ce qui était prévu et ce qui a été observé; ¹ : cette affectation devait être définie en fonction d'une accélération du temps de cycle. -1 = avant le suivi

Quant à la population d'assembleurs sur le plancher, la situation diffère de l'essai 1. Le tableau 4-20 expose l'évolution de la population d'assembleurs présente aux stations 1 et 2 au cours du projet. Comme on l'a vu lors de l'essai 1, il y avait beaucoup de novices et l'expertise totale était beaucoup diminuée. La situation diffère lors de l'essai 2; l'expertise est élevée durant le jour, mais il y a maintenant un quart de soir avec trois novices et où la supervision est moindre. Cela a des répercussions sur le quart de jour, comme nous avons pu l'observer lors du suivi de l'essai 2.

Les assembleurs du quart de soir, vu leur peu d'ancienneté, font des erreurs et celles-ci doivent être corrigées par l'équipe du quart de jour. En réaction, on confie au quart du soir les opérations les plus faciles pour limiter les erreurs et la surcharge qui s'en suit le jour. Le résultat est une intensification du travail pour le quart de jour qui se concentre sur les étapes les plus difficiles. Au moment du suivi, les problèmes de qualité étaient donc importants, aux problèmes « réguliers » s'ajoutaient ceux liés à l'inexpérience des assembleurs du quart de soir. Les données d'entreprise montrent que les problèmes de qualité de source humaine pour les stations 1 et 2 étaient globalement de n=14 pour l'année 2012, alors que ceux-ci étaient de n=23 pour la période de janvier à mars 2013 seulement. Il ressort donc que le chef d'équipe doit gérer les affectations en réaction notamment aux problèmes de qualité.

Tableau 4-20 : Évolution de la population d'assembleurs présente aux stations 1 et 2

Conditions	Printemps 2012	Essai 1, décembre 2012	Essai 2, mars 2013
Expertise dans le département	Élevée, stable 23 ans	Diminuée 12 ans	Élevée de jour : 20,5 ans Faible de soir : 1,5 an
Nombre d'assembleurs	6 à 7 en moyenne	5 à 8	7 à 8
Temps de cycles	4 à 6 jours	3 à 4 jours	3 à 4 jours
Nombre d'assembleurs sur le quart de soir	0	1	3

Une situation imprévue prévalait également lors du suivi de l'essai 2, situation qui faisait obstacle à la mise en application des affectations prévues. Il y avait sur le plancher plusieurs cabines assemblées pour lesquelles le client avait demandé des modifications. Des assembleurs des stations 1 et 2 étaient donc affectés à ces tâches, ce qui nuisait à la production des nouvelles cabines. Alors que quatre cabines auraient dû être assemblées lors de notre suivi une seule cabine a été complétée à la station 1 et une demi-cabine à la station 2.

La situation qui prévalait nous a amenés à décrire le travail du chef d'équipe, puisqu'il ressortait qu'il n'avait pas les conditions organisationnelles requises pour planifier les affectations selon le scénario de rotation proposé par le groupe de travail. Les rôles du chef d'équipe sont multiples, il a des responsabilités liées au suivi de la production, ce qui implique des interactions avec les représentants de la qualité et des méthodes. Le chef d'équipe doit occasionnellement corriger des problèmes de qualité, ce qui exige parfois l'utilisation de techniques hautement spécialisées nécessitant une certification. Il contribue de temps à autre à l'assemblage hors ligne à d'autres stations de travail que les siennes. Il a aussi à assumer plusieurs tâches aux stations dont il est responsable : aide au rivetage (travail en binôme), coaching des assembleurs sur des nouvelles tâches, tâches administratives (réunions, suivi de la production, suivi des problèmes de qualité, etc.). Il a également des tâches de base à assumer gestion et motivation de l'équipe d'assembleurs, encadrement de la production.

Tout comme nous l'avons fait pour l'essai 1, nous avons documenté les interactions coach-novices lors du suivi de l'essai 2. Les résultats sont présentés au tableau 4-21. Des interactions sont observées, mais elles sont beaucoup moins fréquentes que lors de l'essai 1, cela s'explique par la présence d'une population plus expérimentée lors du quart de jour. Notons finalement qu'au moment de l'essai 2, les transformations ciblées n'étaient toujours pas implantées.

Tableau 4-21 : Interactions coach/assembleurs pour l'essai 2

Type d'interaction	Nombre	Durée totale	Durée moyenne	Médiane
Apprentissage	19	53 min	2 min 47 s	2 min
Qualité	5	54 min	10 min 48 s	8 min
TOTAL	24	107 min	4 min 28 s	3 min

Le tableau 4-22 contient une synthèse des conditions présentes lors des deux essais d'implantation et qui ont occasionnées des difficultés dans la mise en œuvre de la rotation telle que planifiée.

Tableau 4-22 : Conditions constatées lors des deux essais d'implantation

Conditions lors de l'essai 1	Conditions lors de l'essai 2
Trois transformations majeures non effectuées	Trois transformations majeures non effectuées
Main d'œuvre instable et très peu expérimentée	Main d'œuvre instable, peu expérimentée
Accélération récente de la cadence	Main d'œuvre blessée (absence et assignation temporaire)
Problèmes de qualité majeurs	Quart de soir mis en place, peu de supervision
	Expertise fortement différenciée de jour et de soir
	Modifications demandées par client sur des cabines terminées

4.6 Actions prises par l'entreprise

Devant les données recueillies lors des deux premiers essais, l'entreprise, consciente des conditions nécessaires pour implanter la polyvalence, s'est engagée plus activement dans le projet, et le rôle de l'équipe de recherche est devenu plus celui de conseiller, d'accompagnateur du projet. Une série de rencontres d'un groupe de travail (ergonome interne, représentants de la formation, superviseur, chef de l'assemblage, équipe de recherche) s'est déroulée depuis mai 2013 et un plan d'action a été élaboré par le chef d'équipe spécialiste de la formation et l'ergonome interne en vue d'améliorer l'apprentissage et l'intégration des nouveaux. Ce plan comprend des objectifs à moyen et à plus long termes. À moyen terme, on retiendra cinq grandes étapes :

- Formation de deux coach (2 jours) : quoi transmettre, comment, etc.
- Développement de matériel pédagogique pour soutenir les coachs en situation d'apprentissage avec les assembleurs : documents pour chaque unité de travail identifiée pour les stations 1 et 2
- Déterminer des scénarios de formation pour guider les coachs : de façon participative réfléchir au déploiement de travailleurs polyvalents aux stations 1 et 2
- Accompagnement et suivi des apprentissages aux stations de travail (interactions coach-assembleurs)
- Essai de rotation

À plus long terme, il est prévu de déployer le projet de rotation et de polyvalence dans l'ensemble du département étudié, d'identifier des indicateurs de suivi de performance du projet, de développer une formation à des habiletés techniques spécifiques (dite de niveau deux) et de l'offrir à l'ensemble des assembleurs du département. En parallèle aux discussions sur les grandes étapes du plan d'action, plusieurs conditions devant être respectées font l'objet de discussions récurrentes lors des rencontres du groupe de travail. La mise en place de ces conditions a pour but d'accompagner ce projet de transformation; on retiendra : la définition du ratio coach-assembleurs (un coach pour deux ou trois assembleurs maximum), la stabilisation du personnel dans le département (limiter les mouvements de personnel interdépartement), « protéger » le département (limiter les erreurs de qualité majeures pouvant déstabiliser la production).

5. DISCUSSION

Cette étude avait pour objectif d'identifier les conditions à mettre en place pour implanter la rotation chez des assembleurs-monteurs dans une entreprise du secteur de l'aéronautique souhaitant ainsi prévenir les TMS qui affectent cette population de travailleurs qui – bien que n'étant pas très âgée (± 40 ans) – effectue ce travail depuis plus de 15 ans en moyenne. Les résultats sur les douleurs et les TMS sont d'ailleurs comparables à ceux d'autres études dans le secteur (Nogueire et coll., 2012; Menegon et Fischer, 2012). Un objectif sous-jacent est de développer la polyvalence des assembleurs de manière à ce que l'organisation puisse gagner en flexibilité dans l'affectation du personnel. Cette capacité d'adaptation est devenue une priorité organisationnelle et est évoquée comme solution pour composer avec l'absentéisme ou répondre aux demandes ponctuelles dans divers départements d'assemblage en fonction des fluctuations / imprévus de la production. Une fenêtre d'opportunité pour développer cette capacité d'adaptation s'ouvre avec l'embauche récente d'assembleurs et la production prochaine d'un nouveau modèle d'avion qui mobilisera des ressources compétentes.

Quatre thèmes seront abordés dans la présente discussion. D'abord, nous traiterons des enjeux méthodologiques en lien avec l'analyse du travail des assembleurs (sous-section 5.1). Nous tenterons de montrer en quoi les principaux écrits sur les questions de la rotation n'abordent pas des dimensions qui se sont avérées critiques dans notre étude, nous obligeant à innover dans notre démarche et nos outils de collecte de données. Ensuite, au-delà des exigences physiques – par ailleurs bien reconnues par les acteurs de l'entreprise – nous discuterons des enjeux d'apprentissage et de l'expertise des assembleurs, nécessaires pour répondre aux hauts standards de qualité (sous-section 5.2). Nous argumenterons que les exigences en matière de qualité sont structurantes dans le développement de la polyvalence des assembleurs et l'implantation de la rotation. Nous poursuivrons avec un bilan des conditions qui ont été identifiées et qui sont apparues nécessaires à mettre en place pour implanter la rotation (sous-section 5.3), incluant les aspects de formation découlant naturellement du point précédent. Nous mettrons l'accent sur les enjeux organisationnels que pose l'implantation de ces conditions. Finalement, compte tenu de la complexité de cette problématique où plusieurs facteurs sont en interaction – incluant des aspects psychosociaux liés entre autres aux représentations des divers acteurs – nous insisterons sur le fait que l'implantation de la rotation ne peut pas s'improviser et doit reposer sur une conduite de projet organisationnel structurée (sous-section 5.4).

5.1 Enjeux méthodologiques et besoin d'innovations

Dans la majorité des écrits consultés en préparation à ce projet de recherche, la rotation y est présentée comme le passage par alternance entre différents postes de travail successifs, forme d'alternative au taylorisme. Caractéristique de l'organisation taylorienne, le travail est parcellisé et simplifié, la configuration dominante étant caractérisée par le trio un poste / une personne / une tâche. Les temps de cycle vont de quelques secondes à quelques minutes. Le projet de rotation consiste alors à analyser un certain nombre de ces postes – incluant les tâches qui y sont effectuées – et de définir une stratégie spécifiant comment les personnes vont se déplacer d'un poste à l'autre, la plupart situés dans des espaces physiquement distincts. Cette réalité est bien différente de celle observée dans le milieu demandeur. Cet écart nous a contraints à adapter tant notre démarche que nos outils de cueillette de données, et ce principalement à trois niveaux :

Des postes aux contours flous : le département à l'étude était configuré de telle manière que seulement quatre postes (ou stations) étaient à l'origine disponibles pour y effectuer de la rotation (voir le tableau 2-1). Plusieurs assembleurs effectuaient donc, en parallèle, l'assemblage de diverses sections de la cabine de pilotage et étaient affectés à l'une ou l'autre de ces stations. Les premières entrevues avec les assembleurs, couplées à des observations préliminaires de l'activité d'assemblage, nous ont convaincus de ne plus réfléchir en termes de postes – mais plutôt en fonction d'étapes d'assemblage – qui sont ainsi devenus des « unités de rotation » entre lesquelles pouvait se faire la rotation. En apparence banal, ce recadrage nous obligeait à fonctionner selon une logique qui n'était pas toujours facile à assimiler par tous nos interlocuteurs.

D'une part, la distinction entre les différentes affectations possibles pour la rotation n'était pas d'ordre physique – un poste dont il est possible de bien spécifier les pourtours pour s'en faire une représentation claire – mais bien une séquence d'assemblage caractérisée par un début et une fin parfois peu définis à l'origine du projet. D'autre part, pour certains acteurs de l'organisation, les assembleurs faisaient tous la même chose à quelques détails près et ils ne voyaient pas la pertinence de ce découpage. Finalement, 37 unités de rotation ont été identifiées : il est rare qu'une rotation puisse compter autant de possibilités, raison d'ailleurs qui nous a amenés à réaliser nos essais sur moins de la moitié d'entre elles (n=14). Un nombre aussi important de « postes » à occuper ne facilitait pas la présentation de nos analyses et, par conséquent, la compréhension et l'appropriation de la problématique par les acteurs. À cet égard, nous avons tenté de développer du matériel (voir fiches synthèses tableaux 3-1 et 3-2) qui puisse rassembler plusieurs informations, mais de façon simple (p. ex. bandes marquant l'intensité) et visuelle (p. ex. : code de couleur, dessins). L'idée n'était pas de vulgariser, mais de rendre intelligible la complexité.

Des durées de cycles se comptant en jours : il s'agit là de la plus grande difficulté avec laquelle nous avons dû composer tout au long du projet. Bien que l'analyse de l'activité de travail n'ait pas été aisée à réaliser avec des cycles aussi longs, c'est surtout la dimension relative aux facteurs de risque qui a été ardue : la taille du recueil de données est rapidement devenue colossale. Nous avons été contraints de changer notre stratégie après l'analyse des deux premières stations. Même si cette méthode a donné des résultats intéressants, elle s'est avérée mal adaptée aux cycles longs et beaucoup trop coûteuse en temps d'analyse³. À titre d'exemple, l'analyse des postures en continu pour cinq parties du corps a impliqué de visionner cinq fois plus de 100 heures de vidéo.

La méthode alternative que nous avons développée ne permet pas une analyse aussi fine, mais possède plusieurs avantages intéressants. D'une part, elle permet de trianguler nos données, une forme de validation interne, puisque plusieurs outils de collecte ont été mis à profit. Nous pouvons ainsi croiser les perceptions de plusieurs assembleurs, mais aussi leurs perceptions avec nos observations et les informations contenues dans les cahiers de montage. Même si le recueil demeure essentiellement qualitatif, nous avons pleine confiance dans les résultats obtenus justement parce que le croisement des diverses sources d'information nous offre un portrait cohérent et convergent, validé de plus par l'ensemble des assembleurs. D'autre part, un avantage

³ Seule la méthode PATH (Buchholz, 1996) est davantage adaptée aux cycles longs, nous nous en sommes d'ailleurs inspirés dans le développement de notre méthode alternative d'évaluation des risques.

indéniable est d'être en phase avec le travail : les risques sont mis en lien avec certaines opérations critiques dans l'étape d'assemblage ce qui nous offre une meilleure compréhension de l'activité et ouvre plus facilement sur les pistes de transformation. L'appropriation de nos données par les acteurs s'en trouve facilitée par la possibilité qu'ils ont d'établir des liens avec leur travail quotidien. La considération de ce que nous avons nommé des « facteurs aggravants » a permis de faire des liens aussi avec l'activité et de mieux comprendre certains risques. Ainsi, alors que l'effort est la plupart du temps considéré sous l'angle des efforts maximaux, nos analyses permettent de repérer les efforts dits contrôlés (ou retenus) où l'assembleur doit retenir ses efforts pour ne pas abîmer les pièces situées derrière ou à proximité de l'endroit où il travaille. Finalement, nous avons aussi constaté empiriquement que le temps passé avec les assembleurs lors des entrevues individuelles, de même que lors des rencontres collectives de validation, les amenait à réfléchir à leur travail, à prendre un recul critique et à confronter leurs points de vue avec celui des collègues. Nous croyons que le matériel visuel développé pour faciliter la verbalisation (photos des étapes, des postures) a contribué à cette prise de conscience : les assembleurs, sans exception, manipulaient sans cesse les photos et s'y référaient régulièrement pour appuyer leurs propos. Ils ne manquaient pas de nous faire des commentaires sur, par exemple, le fait que tel assembleur ne faisait pas souvent cette étape (alors, pourquoi l'avoir choisi lui ?), que telle autre photo n'était pas la plus représentative du travail dont on voulait parler, etc.

Un travail d'assemblage complexe du fait de sa variabilité : pour qui regarde les assembleurs en action pour la première fois, rien ne permet de contester la représentation dominante dans l'organisation qu'ils font tous la même chose⁴. Les opérations « de base » sont en l'occurrence les mêmes d'une station à l'autre – percer, fraiser et riveter – seules les proportions varient. Des analyses subséquentes de l'activité d'assemblage allaient révéler qu'en dépit d'une apparente similarité, chaque affectation se distinguait quant aux pièces à assembler (p. ex. : taille, forme, épaisseur, contour(s), etc.), aux attaches utilisées ainsi qu'à l'emplacement physique où devaient être installées les pièces (variabilité interaffectation) sur la cabine. Une autre source de variabilité, sous-estimée *a priori*, avait trait au fait qu'une même pièce, d'une cabine à l'autre, n'est quasi jamais identique : entre alors en considération le jeu des tolérances. Infimes pour une même pièce, les tolérances prennent leur importance lors de l'assemblage de dizaines de pièces présentant toutes des variations : la compétence à faire « fitter » ces pièces et à bien prévoir les tolérances devient alors centrale (variabilité intra-affectation). C'est à cette facette du travail que fait référence Buchmann (2013) lorsqu'il évoque le vocable « artisans industriels » pour qualifier les assembleurs.

Se posait alors la difficulté de pouvoir caractériser chacune de ces étapes en termes d'enjeux d'apprentissage. *A contrario* des situations plus classiques étudiées et rapportées dans la littérature sur la rotation, nous constatons que la distinction majeure entre les diverses affectations des assembleurs n'était pas tant au regard des tâches ni même des opérations à réaliser, mais concernait la variabilité de ce qui devait être assemblé de même que les conditions dans lesquelles se réalisait l'assemblage. Dans un contexte plus standard de rotation, les tâches et les opérations sont souvent différentes d'un poste à l'autre et constituent la toile de fond sur laquelle on va définir les compétences à détenir. Dans notre cas, comme nous venons de

⁴ Les cycles longs peuvent-ils avoir pour effet de gommer les différences comparativement aux cycles courts ? Est-il plus facile pour les acteurs du milieu de constater des différences dans le travail avec des cycles courts ?

l'évoquer, les difficultés d'apprentissage ne résidaient pas tant dans la maîtrise de tâches et d'opérations par ailleurs assez similaires d'une étape à l'autre, mais surtout dans la compétence à *dealer* avec la variabilité des pièces, des attaches et des configurations physiques du gabarit où sont installées les pièces (p. ex. : contraintes d'espace et de visibilité, travail à bout de bras, à proximité de pièces fragiles). Le principal défi pour l'assembleur est de résoudre les exigences motrices posées par les contraintes variables de l'environnement afin de livrer un travail exempt de tout défaut. C'est pour tenir compte de ces spécificités que nous avons élaboré une grille originale permettant de caractériser les enjeux d'apprentissage du travail d'assemblage (annexe B). Bien que testée uniquement dans un département, nous croyons que cette grille est généralisable à l'ensemble des tâches d'assemblage du secteur aéronautique. Cette perspective demeure toutefois à être validée.

Pour clore sur ces questions méthodologiques, nous souhaiterions évoquer brièvement les enjeux liés à l'évaluation des interventions. Comme spécialistes de l'intervention, nous sommes conscients de l'importance de pouvoir bien circonscrire les effets découlant des transformations effectuées dans les milieux de travail, qui ont d'ailleurs des attentes à cet effet pour entre autres justifier le retour sur les investissements consentis. Or, le domaine de la recherche évaluative est extrêmement riche. Il fait l'objet d'une littérature importante dont l'appropriation est complexe. Notre contexte d'intervention présente aussi diverses caractéristiques qui rendent le processus d'évaluation difficile : cycles longs, causalité circulaire (plutôt que linéaire), transformations multiples, plus d'une vingtaine de travailleurs impactés, etc. Nous avons tout de même tenté de définir des indicateurs pour faire le suivi des essais d'implantation de la rotation : perceptions des travailleurs sur les difficultés vécues, conséquence sur la production, impact sur les erreurs (p. ex. : nombre, nature), déclaration de douleurs et de TMS, etc. Nous demeurons modestes face aux défis que représente cet aspect de la recherche et ne prétendons nullement avoir innové à ce niveau. Nous sommes bien davantage préoccupés par ces questions et en position de demander l'expertise de spécialistes qui pourraient nous venir en aide, plutôt que dans une posture où nous émettrions des recommandations aux lecteurs.

5.2 La qualité comme variable structurant l'apprentissage

Tout comme pour l'analyse des risques, la triangulation de données issues des observations, des registres internes à l'entreprise sur les erreurs (RNC) et des entrevues avec les assembleurs et les agents qualité permettent de mettre en lumière l'omniprésence de la qualité et de ses impacts sur l'activité de travail des assembleurs (voir Gonella et coll., 2013 pour un complément d'information). Nous souhaitons montrer en quoi la qualité est structurante dans le développement de la polyvalence des assembleurs et en quoi elle pourrait constituer un frein dans l'implantation de la rotation si on néglige de prendre en compte ses impacts. Pour ce faire, cinq aspects seront développés :

La qualité rime avec compétence : les contraintes liées aux exigences de qualité sont nombreuses et s'apprécient concrètement au travers du discours des assembleurs tant sur les plans opératoire (c.-à-d. moteur), cognitif, qu'affectif (p. ex. peurs). Des extraits des entretiens – en partie validés par nos observations – nous permettent d'identifier une gamme étendue de stratégies de planification et d'organisation du travail ainsi que des modes opératoires plus fins utilisés pour atteindre la qualité souhaitée. Nos analyses ne nous permettent pas d'être affirmatif, mais nous avançons l'idée, contrairement à plusieurs métiers à dominante manuelle, que le

développement d'automatismes (Leplat, 2005) chez les assembleurs ne paraît pas évident dû à une combinaison complexe entre variabilité et qualité qui appelle à des ajustements constants et une attention soutenue. Les assembleurs insistent sur cette nécessité de leur travail d'être constamment vigilant, d'anticiper, de ne pas tomber dans le piège de la routinisation. Combinée aux exigences physiques du poste (postures, efforts, vibrations), la recherche de l'efficience motrice – caractéristique de l'apprentissage moteur (Sparrow et Newell, 1998; Delignières, 1991) – s'en trouve compromise. Quoi qu'il en soit, un premier constat est que la recherche de la qualité ne s'improvise pas, elle découle d'un ensemble d'actions planifiées par les assembleurs et qui s'apprennent avec le temps. Le fait d'être confronté aux mêmes problèmes assez souvent est ainsi un gage d'apprentissage.

Dans une optique de transmission de connaissances aux nouveaux assembleurs, repérer les « tours de main » pour venir à bout des difficultés et les rendre disponibles serait d'une grande utilité et contribuerait positivement au développement de la polyvalence (Aubert, 2011; Beaujouan et coll., 2013). Pour l'heure – outre la transmission de connaissances entre eux – les cahiers de montage constituent le seul outil disponible aux assembleurs, mais sont peu consultés car ils ne sont pas parfaitement à jour. En fait, seules certaines pages du cahier sont consultées, dans bien des cas elles sont arrachées et affichées bien en vue près des stations, des notes manuscrites étant ajoutées ici et là pour combler les informations absentes ou accentuer des informations critiques qui passeraient autrement inaperçues. Dans le cadre de la conduite de projet instaurée par l'entreprise à la suite des deux essais d'implantation de la rotation, un technicien du service de formation a débuté un travail d'élaboration de fiches très visuelles, en collaboration avec des assembleurs expérimentés, pour offrir du matériel adapté aux nouveaux assembleurs⁵ (voir annexe K pour un exemple de ce à quoi peut ressembler ce document pour une opération). Le travail à ce niveau ne fait que débiter et l'expérience du département étudié pourrait assurément être profitable à d'autres départements confrontés au même problème.

La non-qualité comme source de stress : l'analyse des entretiens réalisés avec les assembleurs sous l'angle des liens entre apprentissage et recherche de la qualité exigée permet de montrer en quoi la qualité est une importante source de préoccupation pour tous les assembleurs, de petites erreurs pouvant entraîner de grandes conséquences (p. ex. : coûts pour remplacer les pièces, délais de production, congédiement dans le cas de camouflage). La complexité du travail réalisé par les assembleurs, combinée à des contraintes à la fois liées aux aménagements physiques des postes et à l'organisation de la production optimisée (lean), génèrent des erreurs fréquentes, malgré toutes les précautions prises pour les éviter. Les assembleurs subissent les effets de cette recherche constante de qualité de même que les répercussions qui accompagnent le fait de faire des erreurs. Plusieurs d'entre eux sont marqués par des événements passés de non-qualité où ils ont été impliqués, ce qui a des conséquences sur leur ouverture à faire la rotation. Comme interviewer, nous avons été étonnés de constater que certains assembleurs, comptant pourtant plusieurs années d'expérience, semblaient avoir un sentiment d'efficacité personnel bas et la plupart du temps lié à la mémoire d'un échec marquant leur ayant laissé un goût amer.

⁵ Nous considérons qu'un assembleur que l'on affecte à une étape d'assemblage qu'il n'a jamais ou très peu effectuée peut aussi être qualifié de « nouveau » et ainsi profiter de ce matériel de support.

Un second constat est qu'il faut placer les assembleurs en situation de réussite pour développer un niveau de confiance suffisant⁶, un gage pour adhérer à la rotation. Or, le processus d'apprentissage requiert une relative stabilité dans une situation de travail de manière à développer cette confiance en ses habiletés par des réussites et des succès en nombre suffisant. La progression dans l'apprentissage de nouvelles étapes doit se faire à un rythme approprié et planifié – l'expérimentation permettant de spécifier en partie ces paramètres puisque nous ne disposons pas de repères théoriques suffisamment robustes. Dans le même ordre d'idée – bien que nous ayons seulement effleuré cette question – la manière d'appréhender la situation à la suite d'une erreur commise par un assembleur pourrait faire l'objet d'une révision. Des cas nous ont été rapportés où l'assembleur, à la suite d'une erreur, pouvait se sentir isolé. Selon les situations, il peut en effet être écarté du processus de correction de l'erreur, et ce, au vu et au su de tout le collectif de travail, s'exposant parfois à des railleries. Outre cette source d'inconfort, l'assembleur ainsi mis de côté ne profite pas du processus de résolution des erreurs qui pourrait lui être profitable dans son apprentissage. Malgré ces situations parfois embarrassantes, l'équipe de travail demeure un refuge sécurisant.

Le collectif comme facteur de protection : poursuivant dans cette idée, le rôle de soutien du collectif apparaît comme une condition positive majeure, non pas pour complètement enrayer la crainte que suscite les erreurs, mais à tout le moins la gérer. Fait plutôt rare lorsqu'il est question de rotation, le travail d'assemblage requiert une collaboration directe pour, par exemple, riveter ou manipuler des pièces. Les assembleurs s'entraident, communiquent fréquemment entre eux, partagent des informations, etc. En dépit de l'apparente individualité de ce travail, la collaboration entre assembleurs représente la norme plus que l'exception⁷. À nouveau, une analyse thématique des entretiens avec les assembleurs sur la façon dont ils perçoivent leur environnement social nous en a appris beaucoup. Pour les assembleurs, il existe une séparation claire entre « eux » et les « autres ». Ces autres – représentés par toutes les personnes ou entités à l'extérieur de leur département (p. ex. : autres départements d'assemblage, ingénierie, méthodes, sous-traitants) – sont éloignés de leur réalité et prennent des décisions qu'ils ne comprennent pas toujours. Cette perception augmente leur sentiment d'appartenance à leur groupe, à leur « gang ». Leur équipe à l'intérieur de laquelle règnent la camaraderie, les blagues et une ambiance amicale, constitue un groupe social protecteur, une entité tissée serrée dans laquelle on veille les uns sur les autres. En effet, les échanges y sont faciles, on peut parler du travail, on ne ressent pas de tabous.

L'entraide est une préoccupation et une responsabilité partagée par tous; on soutient le collègue en difficulté qu'il soit en retard ou bien en situation à risques, on va aider les collègues des autres stations lorsque c'est nécessaire et on peut préparer le travail des autres si on en a l'occasion. De plus, le collectif prend en charge, de façon formelle ou informelle, les nouveaux qui arrivent, on cherche à les aider à s'organiser, à leur donner des trucs, à les alerter sur les risques d'erreurs aux postes, à leur transmettre des connaissances, à les accompagner dans leur progression pour leur donner confiance, à les protéger ou encore à gérer leurs appréhensions et leurs craintes. On ne peut se considérer seul puisque bien qu'intervenant chacun sur son poste, tout le travail d'assemblage est connecté, tout doit s'enchaîner, il existe de fortes dépendances dans la

⁶ L'expérience active de maîtrise est une des sources les plus influentes sur la croyance en l'efficacité personnelle (Rondier, 2004).

⁷ L'organisation du travail dans le département, où plusieurs travailleurs sont affectés aux mêmes stations, renforce encore davantage l'aspect collectif de l'assemblage.

production et il faut travailler ensemble. D'ailleurs, le chef d'équipe et les plus anciens jouent le rôle de leaders dans ce microcosme. Tour à tour, ils aident, ils motivent, ils guident ou accompagnent, toujours dans un esprit d'union dans le département. La solidarité est clairement le maître mot pour se protéger des risques du travail, mais aussi pour partager la fierté du travail bien fait et les plaisirs de la camaraderie.

Un troisième constat est que ce collectif aurait tout intérêt à demeurer le plus stable possible lors de l'implantation de la rotation puisqu'il constitue une ressource essentielle à l'apprentissage et contribue au sentiment de confiance. Or, au contraire, le collectif de travail a, surtout en fin de projet, changé de façon régulière et marquée, des travailleurs expérimentés étant sollicités à d'autres postes ou s'absentant pour cause de blessures, des nouveaux faisant leur apparition ici et là et « disparaissant » sur le quart de soir aussitôt leur courte intégration complétée. Les impératifs de production et le respect de la convention collective dictaient le roulement et l'affectation du personnel.

La qualité est au cœur de l'organisation du travail : justement, l'impact de la qualité sur les assembleurs se fait aussi sentir indirectement par la manière dont est organisé le travail dans le département. En effet, les chefs d'équipe doivent eux aussi composer avec la dimension qualité dans leur travail au quotidien, des traces étant notées dans l'affectation des assembleurs aux diverses étapes d'assemblage, dans la gestion des délais occasionnés par l'accumulation des erreurs, etc. Un constat particulièrement frappant survenu au milieu de l'étude est venu cristalliser le rôle joué par l'organisation du travail et la manière dont on tient compte des exigences de qualité. Une analyse succincte des registres contenant l'ensemble des erreurs survenues dans le département à l'étude a montré que dans les trois premiers mois de 2013, on avait enregistré deux fois plus d'erreurs que dans toute l'année 2012. À la fin de 2012, le temps pour assembler une cabine est passé de quatre à trois jours. Afin de composer avec cette accélération de la cadence, de nouveaux assembleurs ont été affectés au département et un quart de soir a été instauré. Pour des raisons associées à la convention collective, les nouveaux assembleurs se sont rapidement retrouvés sur le quart de soir après quelques semaines de jour passées à apprendre les rudiments de l'assemblage dans le département. De soir, ils sont laissés davantage à eux-mêmes avec une supervision minimale et privés de la présence de ressources pouvant les aider dans leur apprentissage somme toute récent, ce qui explique en partie l'explosion du nombre d'erreurs – l'instabilité du collectif et la montée en cadence étant d'autres facteurs pouvant y avoir contribué. Lors d'entrevues avec les chefs d'équipe, nous avons appris que ces derniers, pour composer avec des situations de ce genre et limiter au maximum la fréquence des erreurs, spécialisaient les assembleurs sur certaines étapes. En fonction des habiletés perçues ou non chez les nouveaux, on leur confiait la réalisation de certaines étapes, et seulement celles-ci. Les plus talentueux se voyaient tranquillement exposés à des étapes réputées plus difficiles, mais sous supervision serrée. Justement, lorsque les chefs d'équipe ont dû composer avec l'augmentation des erreurs sur le quart de soir, il a été décidé de confier aux nouveaux assembleurs les étapes les plus simples et, à l'inverse, les étapes les plus critiques ont été prises en charge par les assembleurs plus expérimentés de jour, densifiant ainsi leur travail. Il est facile de constater que cette forme d'organisation du travail va totalement à l'encontre de l'objectif affiché de développer la polyvalence des assembleurs, mais qu'elle constitue possiblement la seule forme de contrôle qu'ont les chefs d'équipe pour livrer la production attendue. Ces contradictions doivent faire l'objet de discussions dans l'organisation de manière à trouver des solutions adéquates.

L'erreur comme vecteur de l'apprentissage : il est facile de comprendre que l'erreur, au sein de l'entreprise étudiée, est perçue négativement. Faire des erreurs est une source de perturbations, engendre des coûts, des délais, etc. Les erreurs sont compilées minutieusement, mais leurs traitements n'ont pour l'heure que des visées administratives – compatibles par ailleurs avec les hautes exigences normatives et de traçabilité du secteur aéronautique. Or, nous avons l'intime conviction que les bases de données contenant les erreurs pourraient servir à d'autres fins. D'une part, leur analyse pourrait permettre d'en déterminer les principales causes de manière à tenter de les réduire à la source. D'où proviennent les erreurs ? Quelle est la proportion, le ratio des erreurs dites « normales » par rapport à celles plus problématiques ? Nous savons, par exemple, que la source de certains défauts dans l'assemblage est attribuable à d'autres départements qui approvisionnent celui des cabines de pilotage. Ces analyses contribueraient à améliorer l'organisation du travail et de la production traités précédemment.

D'autre part, les erreurs pourraient être utilisées à des fins pédagogiques. L'erreur constitue un écart par rapport à une norme établie et à laquelle on attribue généralement une valeur négative et donc appelant une sanction ou une pénalité. Sous l'impulsion de travaux de certains chercheurs, à l'instar de Jean-Pierre Astolfi (1997), l'erreur acquiert tranquillement un statut de ressource pour l'apprentissage. Mieux comprendre quelles sont les principales erreurs commises par les assembleurs en apprentissage permettrait d'orienter les enseignements et les rétroactions à donner. Aussi, on pourrait concevoir des ateliers pratiques pour simuler les conditions de réalisation du travail à l'origine des erreurs les plus communes. Comme le temps d'apprentissage représente aussi un coût pour l'organisation, une meilleure compréhension des erreurs aurait pour effet de mieux orienter l'apprentissage, d'établir des priorités dans la formation de manière à gagner en efficience. Même si on peut souhaiter que l'ensemble du processus d'assemblage puisse être couvert en formation, il peut s'avérer suffisant – et stratégique compte tenu des réalités des entreprises – de mettre l'accent principalement sur l'apprentissage dans les conditions de réalisation qui posent le plus de problèmes aux assembleurs et qui sont par conséquent à l'origine de la non-qualité. En formation, l'erreur serait permise et profiterait à l'apprenant, contrairement à la situation actuelle où l'essentielle de la formation a lieu directement au poste.

5.3 Les conditions préalables à la rotation

Nous avons produit une synthèse des conditions nous apparaissant essentielles à considérer pour implanter la rotation dans l'entreprise où s'est déroulée l'étude (tableau 5-1). Outre la liste des conditions (première colonne), le tableau précise l'intérêt et l'apport pour la rotation de la prise en compte de ces conditions (seconde colonne) ainsi que les enjeux et les difficultés observés pour l'entreprise à les mettre en place (dernière colonne). Soulignons que cette liste a émergé au fur et à mesure de la collecte des données; des éléments s'y sont greffés même après le second et dernier essai d'implantation de la rotation. L'application à d'autres cas (c.-à-d. d'autres entreprises ou départements distincts) du secteur de l'aéronautique nous permettrait de vérifier le pouvoir de généralisation de ces conditions. Certaines d'entre elles se retrouvent de façon assez classique dans la littérature sur la rotation. Par exemple, permettre que l'apprentissage puisse se faire en laissant suffisamment de temps et en mettant en place certaines conditions (p. ex. le compagnonnage) n'est pas nouveau, ni le fait d'identifier des transformations aux postes. D'autres sont plus spécifiques au secteur comme la gestion des problèmes techniques de qualité et, dans une moindre mesure, la stabilité souhaitée du collectif de travail. Sans revenir en détail sur chacune des conditions, nous aimerions surtout insister sur deux aspects.

Tableau 5-1 : Conditions préalables à l'implantation de la rotation et enjeux organisationnels

Conditions	Intérêt, apport pour la rotation	Enjeux pour l'entreprise pouvant limiter son action
<i>Dimensions humaines</i>		
Stabilité du collectif	La stabilité du collectif favorise le transfert des compétences entre les apprentis et les coachs Elle aide aussi au travail collaboratif et à la montée en confiance des nouveaux	Répondre aux imprévus (prêt de personnel, assurer le juste à temps) Gérer les absences et le mouvement de personnel Accueillir des nouveaux (vieillessement de la main-d'œuvre, mobilité, production accrue)
Libération et disponibilité des coachs	Les coachs doivent être disponibles, avoir du temps et être proches physiquement des apprentis pour les accompagner lors des nouvelles affectations Ils jouent à la fois un rôle de contrôle de la qualité et de mentors pour les apprentissages	Rôle multiple des coachs les rend difficile à libérer : - mobilisés sur des assemblages très techniques - appelés à assurer leur propre charge de travail - non reconnus comme coachs - moins présents lors du quart de soir
<i>Dimensions organisationnelles</i>		
Formation avant l'entrée au poste	La formation préalable (en dehors des postes) sur les opérations de base aiderait à réduire les risques d'erreur sur les assemblages Elle faciliterait l'acquisition des compétences sur les postes et accélérerait les processus d'intégration sur les nouvelles affectations Elle réduirait le contrôle exercé par les assembleurs	Formation d'accueil des assembleurs actuellement très générale et offrant peu de reconnaissance de l'expertise (représentations appauvries) Développer un programme de formation plus spécifique nécessiterait de grands investissements : définir des objectifs, des modalités pédagogiques et réaliser des supports aux apprentissages, former des coachs (moyens pédagogiques à utiliser), libérer du personnel, simuler des postes (élaborer des ateliers, trouver des pièces pour pratiquer, etc.)
Gestion, prise en charge locale	Le chef d'équipe joue le rôle de « chef d'orchestre » dans le département, il est à la fois le gestionnaire et le régulateur de la variabilité, l'arbitre des situations, le maître des affectations et des priorités, celui capable d'assurer la gestion de la rotation au quotidien	Surcharge du chef d'équipe Rôle multiple méconnu Grande dépendance vis-à-vis du chef d'équipe en cas de mobilité interne
<i>Dimensions techniques</i>		
Réduction et contrôle des problèmes de qualité technique	La réduction des problèmes de qualité techniques (ex. : peinture qui décolle) permettrait de stabiliser les affectations et instaurerait un environnement propice aux apprentissages (présence des chefs d'équipe accrue, réduction des situations difficiles)	Certains problèmes récurrents sont difficiles à contrôler (ex. : pièces provenant de sous-traitants) D'autres problèmes nécessitent des investigations importantes pour identifier la source des problèmes
Transformations aux postes	Les transformations permettraient la réduction des facteurs de risque d'apparition de TMS Elles augmenteraient les possibilités d'apprentissage de certaines tâches à plus de monde et les possibilités d'alternance entre les tâches	Processus de transformations dans le secteur aéronautique sont longs et complexes compte-tenu des hautes exigences de qualité Il est difficile de modifier les environnements de travail sans modifier les processus de fabrication La modification des « anciens contrats » est plus difficile

L'apprentissage, un incontournable : même s'il est relativement commun de parler du rôle que peut jouer la formation lorsqu'il est question de rotation, force est de constater que dans le contexte étudié, cet aspect revêt une importance particulière. Dans bien des cas lors du travail manuel où l'organisation du travail est d'inspiration taylorienne, un apprentissage structuré directement sur les postes peut être suffisant. Dans ce cas-ci, une formation permettant une transition entre la formation initiale des assembleurs et leur entrée sur les postes est loin d'être une condition superflue, nos données confirmant la richesse de l'expertise des assembleurs afin d'atteindre les exigences de qualité inhérentes à ce secteur d'activité particulier.

Pour l'heure, nous inférons que ce qui est appris à l'école de formation initiale des assembleurs, autant que lors de la formation pour l'intégration des nouveaux, ne suffit pas à bien les préparer au travail réel d'assemblage dans le département des cabines de pilotage. À titre d'exemple, lors de la formation d'accueil des nouveaux assembleurs, ces derniers vont pratiquer les habiletés de base (~ 2 heures), mais sur des plaques d'acier plates (c.-à-d. sans contour) placées à la verticale dans un étau et à la hauteur de la taille. Selon nos observations, une telle configuration de la situation de travail – la plus simple qui soit d'un point de vue moteur – doit représenter moins de 5 % des cas vécus dans la réalité. Ainsi, c'est rendu sur les postes que l'on apprend à exécuter ces habiletés de base dans les conditions réelles : à bout de bras, près de pièces sensibles et fragiles, en équilibre précaire puisque grimpé sur le gabarit ou sur un marchepied, en contrainte de temps, etc. De plus, l'apprentissage sur les postes a pour conséquence que l'erreur n'est plus permise. Si on accepte l'idée que les erreurs peuvent servir à l'apprentissage par le fait qu'elles permettent de faire un diagnostic des difficultés que rencontre l'apprenant, l'apprentissage uniquement sur les postes nous prive de cette source de connaissance. Outre cette formation avant l'entrée au poste, la disponibilité de coach, le développement de matériel de support et – de façon plus indirecte – la stabilité du collectif et la gestion de la rotation par les chefs d'équipe concourent toutes à favoriser l'apprentissage et la montée progressive en compétence et en autonomie. Ceci représente un premier défi pour l'organisation.

L'impact des erreurs dans une organisation de type « juste à temps » : une autre dimension – plus problématique à notre avis – consiste à trouver des solutions de manière à implanter la rotation au sein d'une organisation du travail et de la production optimisée (lean) où plusieurs événements de non-qualité se produisent. Nous en avons pour preuve les deux essais d'implantation effectués durant cette étude qui, au final, se sont avérés très riches d'enseignements sur ces dits enjeux organisationnels et, de notre point de vue, la seule façon de les identifier. C'est à l'occasion de ces essais que le rôle de coordination du chef d'équipe est ressorti de façon aussi marquée. Ces essais ont aussi permis de constater la difficulté d'assurer la fluidité de la séquence d'assemblage des cabines qui est prévue quand surviennent des erreurs de qualité, particulièrement quand elles sont majeures. En effet, les erreurs les plus communes de type « toolmark », par exemple, peuvent généralement être réparées à l'intérieur des heures d'assemblage prévues par l'organisation prescrite du travail, si leur fréquence n'est toutefois pas trop importante. On assume qu'elles vont se produire – l'erreur zéro étant une utopie – et on dispose d'une certaine marge de manœuvre pour les traiter. Elles sont en quelque sorte prises en compte dans les délais de production et elles ne nécessitent pas ou peu l'implication d'acteurs extérieurs au département, comme les agents qualité.

Il en va autrement des erreurs plus graves qui impliquent des opérations non planifiées de démontage partiel de la cabine, la présence des agents qualité qui doivent venir diagnostiquer la

situation de manière à identifier la solution au(x) problème(s), la mobilisation des assembleurs les plus expérimentés – en plus des chefs d'équipe – mis à contribution pour réparer ces erreurs, le suivi des réparations effectuées et leurs conformités à la procédure identifiée, etc. C'est sans compter les délais occasionnés par l'attente de nouvelles pièces pour remplacer celles abîmées. En plus, ces cabines occupent des espaces supplémentaires qui obstruent le département. Ce sont ces erreurs qui viennent perturber le cycle normal d'assemblage et qui demandent – sous un mode réactif et souvent dans l'urgence – des adaptations parfois importantes. Les chefs d'équipe doivent alors « improviser » et revoir leur planification de la production puisque la réparation de ces cabines s'ajoute à la production normale, ce qui crée des retards et des goulots d'étranglement. Les assembleurs expérimentés étant monopolisés pour effectuer ces réparations urgentes, ils ne contribuent plus autant à la production normale qui prend alors du retard, un cercle vicieux duquel il est parfois long de se sortir.

C'est justement pour éviter l'occurrence de ces situations occasionnant une perturbation du flux normal de production des cabines que les chefs d'équipe spécialisent les assembleurs. Même si des erreurs sont toujours à anticiper, on peut au moins espérer qu'elles demeurent mineures, peu fréquentes et gérables à l'intérieur des paramètres de temps prévus, ce qui est quasi impossible pour les erreurs importantes. Celles-ci (p. ex. : de la peinture qui décolle, une pièce usinée abîmée) ont justement été observées lors de nos deux essais, obligeant le chef d'équipe à revoir les affectations des assembleurs qui avaient été prédéterminées pour que nous puissions effectuer notre suivi de la rotation. La priorité est alors devenue de « sortir » les cabines du département pour rétablir le flux normal et ainsi ne pas créer une attente induite dans les autres départements qui accueillent les cabines assemblées (p. ex. : composantes électriques, peinture). On peut se demander si les entreprises soumises à des changements importants de la production ne devraient pas pouvoir développer des systèmes à la fois de rotation et de spécialisation à adapter en permanence selon le contexte de production, la composition des équipes d'assembleurs, etc. Au premier plan, les régulations du chef d'équipe sur la gestion des erreurs sont à considérer. Sans prétendre à l'exhaustivité, nos essais d'implantation nous ont permis d'identifier divers enjeux pour l'organisation dans la matérialisation concrète de ce projet de rotation. Force est de constater que l'implantation de la rotation et le développement de la polyvalence peuvent difficilement s'improviser et doivent faire l'objet d'un réel projet organisationnel impliquant les parties concernées. Considérés par certains acteurs comme des « échecs », il n'en demeure pas moins que ces essais d'implantation en demi-teinte ont été à l'origine d'une véritable prise en charge par l'organisation de ce projet, les décideurs étant les seuls à avoir une réelle mainmise sur ce qui est acceptable ou non en termes d'enjeux de production.

5.4 Planter la rotation : un projet organisationnel

Tout au long du projet de recherche, les parties prenantes du milieu – autant patronale que syndicale – ont montré une collaboration et une implication traduisant l'importance pour eux de cette nouvelle forme d'organisation du travail qu'est la rotation. Cette collaboration s'est traduite principalement par des réponses positives à la majorité de nos demandes pour poser notre diagnostic et rendre compte de l'état d'avancement de nos travaux : observations aux postes et enregistrements vidéo illimités, importantes libérations de travailleurs et du personnel d'encadrement, accès à des documents internes sans censure, planification de réunions du comité de pilotage impliquant la présence des hauts dirigeants, etc. Le département a parfois été vidé de ses travailleurs et la production interrompue pour que nous puissions mener une rencontre

collective de validation, ce qui est loin d'être banal et illustre les moyens qui nous ont été consentis. L'entreprise n'a jamais lésiné pour nous offrir les ressources pour bien circonscrire cette problématique complexe qu'est la rotation.

Malgré cette excellente collaboration, la réalité productive nous a vite rattrapés lors des essais où des événements de non-qualité se sont produits. Les aléas de la production, essentiellement attribuables à l'occurrence de ces fameuses erreurs majeures, ne permettaient pas aux acteurs de l'organisation de maintenir des conditions propices à l'essai des scénarios de rotation, en dépit de leur bonne volonté. Nous ne pouvions que constater les efforts des assembleurs et chefs d'équipe pour surnager et se sortir du pétrin. Dès lors, nous avons senti que cette question complexe serait abordée comme un véritable projet d'entreprise et que les enjeux organisationnels présentés dans la section précédente allaient – pour certains du moins – être débattus au sein de l'organisation. Prise en charge par un membre du département de la formation, une conduite de projet (voir Daniellou (2004) pour un intéressant texte sur la question) a été mise en place et un budget et des ressources ont été accordés. Nous avons accompagné ce groupe pendant quelques mois et avons pu constater, malgré le dynamisme et la bonne volonté des participants, l'énorme défi auquel ils étaient confrontés. Nous avons cessé notre implication dans ce comité puisque nous avons déjà « étiré » les délais de la fin officielle du projet, ce qui est une source de frustration pour l'équipe de ne pas pouvoir constater les retombées de notre démarche. Des attentes ont à coup sûr été créées chez les assembleurs, sans que nous ne sachions comment elles ont été gérées par la suite.

À l'instar de Coutarel et ses collaborateurs (2003), nous avons acquis la conviction que l'implantation de la rotation et le développement de la polyvalence qui l'accompagne sont des questions complexes qui doivent être traitées avec un grand sérieux. Dans ce contexte particulier, ce constat nous apparaît renforcé si on tient compte des exigences de qualité élevées et du mode d'organisation du travail en juste-à-temps. Bien qu'intéressante en termes de prévention des TMS et d'enrichissement personnel, la rotation peut aussi, dans la mesure où les conditions décrites dans ce rapport ne seraient pas considérées à leur juste valeur, augmenter la probabilité d'apparition des problèmes de santé que l'on désire prévenir. D'une part, de nombreuses conditions doivent être considérées pour que la rotation révèle son plein potentiel. D'autre part, leur mise en œuvre pose un défi et interroge la faisabilité d'un tel projet dans le contexte actuel. Souvenons-nous qu'à l'origine du projet, l'objectif était d'identifier des conditions favorables à l'implantation de la rotation dans l'entreprise concernée, et non de mener un projet d'implantation. La poursuite d'un tel objectif nous aurait peut-être incités à mener l'intervention de façon différente, à la manière justement d'une conduite de projet. Tout de même, nous aimerions attirer l'attention du lecteur sur quelques particularités de l'approche d'intervention que nous avons mise en place et qui ont contribué positivement à l'objectif visé. Outre les informations collectées dans cette recherche et mises à la disposition des acteurs pour orienter la conduite de projet sur la rotation, trois autres facteurs en lien avec la manière dont nous avons mené l'intervention méritent une attention :

Une démarche participative : l'implication d'une majorité d'acteurs dans la démarche a certes contribué à améliorer l'adhésion générale au projet, surtout du côté des travailleurs – assembleurs, chefs d'équipe et superviseurs – qui allaient être directement impactés. Cette participation ne s'est pas limitée uniquement à la collecte d'informations auprès d'eux, mais aussi à leur demander leur avis sur certains enjeux, valider les informations recueillies et les tenir

informés du déroulement du projet et des orientations choisies. L'année et demie consacrée aux collectes de données a permis petit à petit de préciser les pourtours de ce changement organisationnel important, donnant plus de confiance et de contrôle à ceux qui pouvaient être préoccupés *a priori*. Un climat favorable à la rotation s'est donc tranquillement installé en cours de démarche, non sans un petit fléchissement vers la fin attribuable selon nous tant à l'approche imminente de l'échéance de sa concrétisation qu'à un sentiment d'essoufflement face à la longueur du processus. Il faut aussi dire qu'en fin de projet, l'entreprise était confrontée à de nouveaux défis qui venaient interférer avec celui de la rotation : accélération de la cadence, embauche de nouveau personnel et instabilité du collectif d'assembleurs avec perte globale d'expertise, roulement interne important de l'encadrement de premier niveau, etc.

Une démarche paritaire : nous étions perçus par les parties patronale et syndicale – à juste titre – comme un acteur neutre dans cette intervention. Cet état de fait était ouvertement exprimé, particulièrement par les représentants syndicaux, comme étant un facteur incontournable pour assurer sa collaboration et celle de ses membres à ce projet qui n'était pas sans occasionner des préoccupations. La bonne entente patronale-syndicale a donc été bénéfique, autant dans la participation de tous les acteurs que dans les discussions constructives au sein du comité de pilotage. Bien humblement, et sans renier notre expertise, ce statut d'acteur neutre constituait notre principal atout, car faut-il le rappeler, le milieu demandeur était conscient de notre position de chercheurs, avec toutes les conséquences qui s'en suivent : durée plus longue que lors de mandats de consultation qui découle des efforts pour généraliser nos résultats et qui implique plus de cueillette de données, importance de la qualité des données collectées qui implique un processus de triangulation et des rencontres de validation, etc.

Transformer pour comprendre : des « échecs » instructifs : des essais d'implantation se sont imposés très tôt en cours de projet pour plusieurs raisons. La première découlait d'une pression à l'interne – autant des décideurs que du personnel sur le plancher – pour bouger et voir le fruit de notre travail. Nous avons consenti à réaliser de tels essais, non pas uniquement pour répondre à cette demande, mais parce que nous avons la conviction que le fait de tester concrètement allait nous permettre de comprendre certains déterminants, ce qui s'est avéré. Nous avons ainsi pu réaliser que plusieurs des conditions que nous avons identifiées comme préalables à la rotation ne pouvaient que difficilement être mises en place, car incompatibles, voire contradictoires avec la gestion des contingences et des aléas de la production. Le rôle joué par les erreurs, particulièrement celles difficiles à corriger, est dès lors clairement ressorti. Nous avons déjà apprécié leurs impacts sur les assembleurs, que ce soit en termes d'ouverture face à la rotation ou sur les questions d'apprentissage (décrits à la sous-section 5.2). Nous avons toutefois sous-estimé leur rôle dans l'organisation du travail au quotidien, en particulier quant aux erreurs majeures qui – pour être corrigées dans des délais acceptables – appellent des régulations urgentes qui perturbent la dynamique normale d'assemblage.

Ces essais ont été très riches d'enseignements, entre autres par l'émergence de phénomènes jusque-là mésestimés, et ont ainsi contribué à un changement de perception de la part des acteurs internes. En effet, une conséquence non anticipée de ces essais a aussi été de constater comment ils ont fait réagir et mené à une prise en charge interne par le biais de la démarche de conduite de projet qui en a découlé. Nous croyons que cette démarche permettra aux acteurs de l'entreprise concernés par ces questions de rotation et de polyvalence de pouvoir collectivement trouver des solutions afin de mettre en place les conditions identifiées dans cette étude – résumées au

tableau 5.1. À titre illustratif, la création d'une formation préalable à l'entrée des assembleurs sur les postes demandera à l'entreprise : de trouver un espace suffisamment grand pour y tenir la formation, de récupérer des pièces « usagées » sur lesquelles les assembleurs pourront s'exercer aux opérations de base et dans des conditions spatiales qui se rapprochent le plus de la réalité sur les stations, d'identifier des formateurs à l'interne ou en embaucher de nouveaux, de définir les objectifs de la formation et son contenu, d'estimer le temps de formation nécessaire, etc. Tout ça demande des ressources financières et humaines et une planification sous la forme d'une conduite de projet (p. ex. : échéanciers, responsabilités). C'est la raison pour laquelle nous insistons sur le fait que l'implantation des conditions propices à la rotation doit être approchée comme un projet organisationnel. Comme nous venons de le montrer avec la formation avant l'entrée aux postes, derrière chacune de ces conditions se cachent souvent plusieurs étapes à leur matérialisation concrète. Il est ainsi aisé de dire que le collectif de travail doit être stable pour faciliter la rotation, mais il est en réalité moins facile d'y arriver concrètement, le mouvement de personnel étant pour l'heure une stratégie efficace pour faire face aux aléas de la production. Que doit-on faire pour assurer cette stabilité, tout en assurant la production normale ? C'est à ce type de question que seront confrontés les acteurs de l'entreprise, une conduite de projet structurée impliquant toutes les personnes concernées étant le meilleur gage pour trouver des solutions réalistes dans des délais raisonnables.

6. CONCLUSION

Le contexte particulier de cette étude et ses réalités a eu des impacts sur trois groupes d'acteurs, des plus éloignés au plus près des situations de travail : l'équipe de chercheurs, l'encadrement de premier niveau et les assembleurs-monteurs. Chacun de ces groupes d'individus a fait face à des enjeux spécifiques. D'abord, les chercheurs ont été confrontés à des enjeux méthodologiques. Les écarts entre les écrits scientifiques sur la rotation et la réalité observée dans le milieu demandeur ont mené à des innovations pour étudier à la fois la complexité du travail et les facteurs de risque associés. Nous croyons que ces outils – et la démarche dans laquelle ils s'inscrivent – sont performants et généralisables à d'autres situations d'assemblage du secteur de l'aéronautique. Nous espérons avoir la possibilité de confirmer ces prétentions dans une étude future.

L'encadrement de premier niveau – superviseurs et chefs d'équipe – de même que les décideurs ont à leur tour été confrontés à des enjeux organisationnels dans leurs efforts d'implantation de la rotation. Bien que les conditions identifiées dans cette étude comme préalables à la rotation soient à leur portée, il n'en demeure pas moins que leur mise en place représente un défi. Ce dernier ne pourra être relevé que si les questions de rotation et de polyvalence deviennent au centre d'un réel projet organisationnel mené sous la forme d'une conduite de projet disposant de suffisamment de ressources. Le principal défi de cette démarche sera de trouver des solutions au paradoxe qui existe entre le développement de la polyvalence et le mode actuel d'organisation du travail et de la production. En l'occurrence, la correction des erreurs majeures et ses impacts sur la dynamique d'assemblage dans le département devront faire l'objet de discussions. Dans tous les cas, une gestion de la rotation au plus près du plancher et avec des marges de manœuvre suffisantes permettant de « jouer » avec le dispositif en cas d'imprévu dans la production sont à préconiser : on doit pouvoir réguler la dynamique de production pour gérer la survenue des erreurs et des défauts lors de l'assemblage.

Finalement, et au premier plan, les enjeux d'apprentissage pour les assembleurs-monteurs doivent être appréciés à leur juste valeur. Malgré l'étiquette de travailleurs manuels et les représentations qui l'accompagnent, leur expertise technique est importante, sans compter leurs compétences (motrices) d'adaptation. D'une part, même si les assembleurs manifestent une belle ouverture face à la rotation, certaines de leurs appréhensions devront être prises en compte dans le processus d'implantation. D'autre part, reconnaître qu'apprendre prend du temps, requiert une certaine stabilité (des affectations, du collectif), de connaître des succès en nombre suffisant et de disposer de ressources externes (coach, soutien aux apprentissages) sont des dimensions *sine qua non* pour permettre à l'apprenant non seulement de développer ses compétences, mais en parallèle son sentiment d'efficacité personnelle. La reconnaissance organisationnelle de l'expertise des assembleurs-monteurs est incontournable et constitue une clé de la réussite éventuelle de ce changement qu'est la rotation.

BIBLIOGRAPHIE

- Aptel, M., Cail, F., Gerling, A., Louis, O. (2008). Proposal of parameters to implement a workstation rotation system to protect against MSDs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 11-12, 900-909.
- Astolfi, J.P. (1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF éditeur, coll. Pratiques et enjeux pédagogiques.
- Aubert, S. (2011). Apport de l'ergonomie à la définition du contenu des savoir-faire de métier et à l'organisation de leur transmission. « C'est pas compliqué de percer un trou ! ». Dans actes du colloque du CEE, *Transmission des savoirs et mutualisation des pratiques en situation de travail*, CCE, France.
- Beaujouan, J., Aubert, S., Coutarel, F. (2013). Formateur-animateur : un rôle sous-estimé et à outiller dans la conception de dispositifs de formation. Cas de la formation aux opérations de contreperçage sur avion. Dans *Les questions vives en éducation et formation : regards croisés France-Canada*, Nantes, France.
- Buchholz, B., Paquet, V., Punnett, L., Lee, D., Moir, S. (1996). PATH : a work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work. *Applied Ergonomics*, 27,3, 177-187.
- Buchmann, W. (2013). *Aspects de moyen et long termes dans la genèse et l'évolution des Troubles Musculo-Squelettiques au travail. Une recherche dans l'industrie aéronautique*. Thèse de doctorat en ergonomie, CNAM, France.
- Chatigny, C. (2001). Polyvalence et développement des compétences : quelques obstacles identifiés lors d'études portant sur les conditions d'apprentissage en entreprise. *31^e Congrès annuel de l'ACE, Ergonomie et sécurité*. Hull, Canada.
- Chiasson, M.-È. (2011). *Évaluation des facteurs de risque de troubles musculo-squelettiques: comparaison de méthodes d'observation et perception des travailleurs*. Thèse de doctorat, École Polytechnique de Montréal, Canada, 202 p.
- Cloutier, E., Fournier, P.-S., Ledoux, É., Gagnon, I., Beauvais, A., Vincent-Genod, C. (2012). *La transmission des savoirs de métier et de prudence par les travailleurs expérimentés – Comment soutenir cette approche dynamique de formation dans les milieux de travail*. IRSST, Montréal, 182 p.
- Coutarel, F., Daniellou, F., Dugué, B. (2003). Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manœuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS ? Conception et organisation du travail dans les abattoirs en France. *PISTES*, 5, 2. <http://pistes.revues.org/3328>
- Dadoy, M. (1990). La polyvalence et l'analyse du travail. Dans M. Dadoy et coll., *Les analyses du travail : enjeux et formes*, CEREQ, 54, mars.
- Daniellou, F. (2004) L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. Dans P. Falzon (Ed.) *Ergonomie*. Paris, PUF.
- Delignières, D. (1991). *Apprentissage moteur et énergie*. Cours d'agrégation externe EPS, écrit 2, Centre National d'Enseignement à Distance.
- Denis, D., St-Vincent, M., Lortie, M., Gonella, M., Dion, M.H. (2011). Analyse des activités de manutention d'une population de journaliers d'une grande municipalité québécoise : un outil pour composer avec le caractère changeant de la manutention. IRSST, Montréal, 92 p.

- Everaere, C. (2008). La polyvalence et ses contradictions. *18e Congrès de l'AISLF* (Association Internationale des sociologues de langue française) – Istanbul, Turquie, 7-11 juillet.
- Everaere, C. (1999). *Autonomie et collectif de travail*. France : ANACT.
- Falardeau, A., Vézina, N. (2004). Apport de différentes sources de données à la description comparée des contraintes et à l'amélioration d'un groupe de postes occupés en rotation. *PISTES*, 6, 1. <http://pistes.revues.org/3282>
- Frazer, M. (2003). Utilisation des charges maximales et cumulatives sur la colonne vertébrale pour évaluer les emplois, la rotation des emplois et les contrôles techniques. *PISTES*, 5, 2. <http://pistes.revues.org/3325>
- Gaudart, C. (2003). La baisse de la polyvalence avec l'âge : question de vieillissement, d'expérience, de génération ? *PISTES*, 5, 2. <http://pistes.revues.org/3323>
- Gaudart, C. (1996). *Transformations de l'activité avec l'âge dans des tâches de montage automobile sur chaîne*. Thèse de doctorat d'ergonomie, EPHE, Paris.
- Gerling, A., Aublet-Cuvelier, A., Aptel, M. (2003). Comparaison de deux systèmes de rotation de postes dans le cadre de la prévention des troubles musculosquelettiques. *PISTES*, 5, 2. <http://pistes.revues.org/3324>
- Gonella, M., Denis, D., St-Vincent, M. (2013). Les exigences de qualité du secteur aéronautique: quel impact pour le travail d'assemblage ? Dans *Élargir la portée de l'ergonomie entre ciel et mer*, congrès de l'ACE, octobre, Whistler, Canada.
- Hinnen, A., Laubli, T., Guggenbuhl, U., Krueger, H. (1992). Design of check-out systems including laser scanners for sitting work posture. *Scand. J. Work Environ. Health*, 18, 186-194.
- Horton, L.M. (2012). *The effect of job parameters on localized muscle fatigue and performance : an investigation of rotation frequency and task order*. Ph.D., Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, États-Unis.
- Jonsson, B. (1988a). The static load component in muscle work. *European journal of applied physiology*, 56, 305-310.
- Jonsson, B. (1988b). Electromyographic studies of job rotation . *Scand. J. Work Environ. Health*, Suppl. 1, 108-109.
- Karasek, R., Brisson, C., Kawakami, N., Houtman, I., Bongers, P., Amick, B. (1998). The Job Content Questionnaire (JCQ): An instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *J Occup Health Psychol.*, 3, 4, 322-355.
- Karasek, R. (1985). *Job Content Questionnaire and User's Guide*. Los Angeles, Department of Industrial and System Engineering, University of Southern California, 50p.
- Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, Jørgensen K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18, 3, 233-7.
- Leplat, J. (2005). Les automatismes dans l'activité : pour une réhabilitation et un bon usage. *Activités*, 2, 2, 275-282.
- Menegon, F., Fischer, F. (2012). Musculoskeletal reported symptoms among aircraft assembly workers: a multifactorial approach. *Work*, 41, 3738-3745.

- Nogueire, H, Parise Diniz, A., Barbieri, D., Padula, R., Carregaro, R., de Oliveira, A. (2012). Musculoskeletal disorders and psychological risk factors among workers of the aircraft maintenance industry. *Work*, 41, 4801-4807.
- Ouellet, S., Vézina, N., Chartrand, J., Perrier, P.-P., Malo, J.L. (2003). L'implantation de la rotation des postes : un exemple de démarche préalable. *PISTES*, 5, 2. <http://pistes.revues.org/3322>
- Rocha, R., Daniellou, F., Nascimento, A. (2012). La rotation et les stratégies collectives de préservation de la santé développées par des opérateurs d'une usine. *@ctivités*, 9, 2. www.activites.org/v9n2/rocha.pdf
- Rodrigo, F., Okimorto, M.L. (2012). The effect of job rotation intervals on muscle fatigue – lactic acid. *Work*, 41, 1572-1581.
- Rondier, M. (2004). A. Bandura. *Auto-efficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle. L'orientation scolaire et professionnelle*, 33, 3, 475-476.
- Sailly, M. (1998). *La question de la productivité et la prévention des TMS*. Dans : TMS et Évolution des conditions de travail. France : ANACT.
- Simoës, R., Daniellou, F., Nascimento, A. (2012). From prescribed to real rotations: a means of collective protection for the health of workers in a soft drink factory. *Work*, 41-suppl. www.metapress.com/content/mm272257082k5886/fulltext.pdf
- Sparrow, W.A., Newell, K.N. (1998). Metabolic energy expenditure and the regulation of movement economy. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 173-96.
- St-Vincent, M., Denis, D., Trudeau, R., Imbeau, D. (2005). *Commerce de détail Phase II: Analyse ergonomique des activités de manutention et de service à la clientèle dans des magasins-entrepôts de grande surface*. IRSST, Montréal, 119 p.
- St-Vincent, M., Laberge, M., Denis, D., Richard, M.C., Imbeau, D., Delisle, A., Dufour, B. (2004). Les principaux déterminants de l'activité de manutention dans un magasin-entrepôt de grande surface. IRSST, Montréal, 77 p.
- St-Vincent, M., Vézina, N., Dufour, B., St-Jacques, Y., Cloutier, E. (2003) La rotation des postes : ce qu'en pensent des travailleurs d'une usine d'assemblage automobile. *PISTES*, 5, 2. <http://pistes.revues.org/3320>
- Vézina, N. (2005). La rotation des postes peut-elle représenter un moyen de prévention des troubles musculo-squelettiques ? *Performances*, 24, 12-16.
- Vézina, M., Cloutier, E., Stock, S., Lippel, K., Fortin, É., Delisle, A., St-Vincent, M., Funes, A., Duguay, P., Vézina, S., Prud'homme, P. (2011). *Enquête québécoise sur des conditions de travail, d'emploi et de SST (EQCOTESST)*. IRSST, Montréal, 756 p.
- Vézina, N., St-Vincent, M., Dufour, B., St-Jacques, Y., Cloutier E. (2003). *La pratique de la rotation dans une usine d'assemblage automobile : une étude exploratoire*. IRSST, Montréal, Canada. <http://www.irsst.qc.ca/-publication-irsst-la-pratique-de-la-rotation-des-postes-dans-une-usine-d-assemblage-automobile-une-etude-exploratoire-r-343.html>

ANNEXES

ANNEXE A: QUESTIONNAIRE ASSEMBLEURS, PERCEPTIONS SUR LA ROTATION

Les questions 1 à 6 nous permettront d'effectuer des traitements statistiques et de mieux comprendre vos conditions de travail.

1. Êtes-vous ... ☐ Un homme ☐ Une femme

2. Quel âge avez-vous ? _____ ans

3. À quel poste du secteur travaillez-vous ?

4. Depuis combien de temps travaillez-vous ...
a) Dans l'entreprise _____ ans b) À votre poste actuel _____ ans

5. Quelle est votre statut d'emploi actuel ?

☐ Employé régulier ☐ Employé temporaire ☐ Autre _____

6. Votre travail présente-t-il des contraintes particulières (plusieurs réponses possibles) ?

☐ Efforts importants ☐ Rythme élevé ☐ Stress / Monotonie

☐ Postures contraignantes

☐ Autres _____

7. Si les conditions nécessaires étaient mises en place (p. ex. : formation pour les différents postes, équipe de travail adaptée, temps de cycles ajustés, etc.), seriez-vous prêt à faire a rotation des postes ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

8. Est-ce que vous croyez que la rotation des postes soit faisable chez dans l'usine si une formation suffisante était donnée ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

9. Est-ce que vous pensez que la rotation des postes soit bonne pour votre santé, qu'elle puisse diminuer les douleurs ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

10. Au contraire, pensez-vous que la rotation des postes soit mauvaise pour votre santé, qu'elle puisse augmenter les malaises physiques ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

11. Est-ce que vous pensez que la rotation des postes puisse être bonne pour diminuer la monotonie dans votre travail ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

12. Est-ce que vous pensez que la rotation des postes pourrait entraîner des problèmes de qualité ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

13. Est-ce que vous pensez que la rotation des postes serait une source de stress ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

14. Est-ce que vous pensez que la rotation des postes pourrait rendre votre travail plus intéressant ?

☐ OUI ☐ NON ☐ NSP

Expliquez

ANNEXE B : GRILLE DE CLASSIFICATION DE LA COMPLEXITÉ DES TÂCHES

La classification comprend trois grandes dimensions :

- Habiletés de base
- Ajustement/*fitting*
- Séquence

Habiletés de base : il s'agit des opérations de base à maîtriser pour réaliser l'assemblage, essentiellement percer, fraiser, riveter. Une particularité du travail de l'assembleur est de bien positionner ses outils par rapport à la surface de travail. Il recherche alors une perpendiculaire entre l'outil et la surface : les travailleurs parlent de la recherche « du plat », de « sentir ton angle ». Cette exigence est à la source des nombreux compromis posturaux des assembleurs.

Les habiletés de base sont à classer dans les savoir-faire manuels. Elles requièrent, pour être maîtrisées, du temps de pratique, et ce, dans les conditions réelles où elles doivent être appliquées. On considère particulièrement la motricité manuelle fine et les exigences de coordination entre l'œil et les mains. Le toucher et l'application de force sont aussi des aspects à prendre en compte.

Variables	Critères / définitions
Opérations de base réalisées dans des conditions neutres	Les conditions n'entravent pas ou peu le travail de l'assembleur, il n'est pas limité, gêné pour atteindre la qualité requise. La recherche « du plat » (c.-à-d. de la perpendiculaire) est facile et n'exige pas ou peu de compromis posturaux. Par exemple : zones de travail facilement accessibles, plans de travail en face de l'assembleur ou sur une zone verticale, zones d'accès proches (c.-à-d. travail près du corps), éclairage suffisant, etc.
Opérations de base réalisées en présence d'une condition aggravante (≈ difficile)	Les conditions aggravantes entravent l'atteinte de la qualité requise de l'assembleur; la recherche « du plat » (c.-à-d. de la perpendiculaire) avec les outils est difficile. Voici des exemples de conditions aggravantes : <u>Intervention dans des zones de travail exigeantes</u> : l'assemblage s'effectue dans des recoins ou des espaces (<i>access hole</i>, autour du gabarit, au-dessus de la tête) qui amènent l'assembleur à adopter des postures de travail contraignantes pour soutenir son geste et/ou pour exécuter le geste lui-même. C'est quasi essentiellement l'aménagement du poste qui contraint l'assembleur à faire des compromis posturaux. Un ou plusieurs des compromis suivants peuvent en découler : • Difficulté à maintenir la stabilité globale du corps (avoir un bon équilibre) : l'assembleur se retrouve sur un pied, doit se pencher vers l'avant



pour atteindre la zone de travail, est grimpé sur quelque chose, etc. Le positionnement global du corps est difficile, ce qui affecte la qualité du support pour le geste à réaliser : on est moins stable.

- **Difficulté de positionnement des membres supérieurs (MS) :** le compromis postural se fait au niveau du ou des MS, à la hauteur de l'épaule, du coude et/ou du poignet. L'assembleur doit se « déboîter » pour bien s'aligner : donne l'impression qu'il est « tout croche ».
- **Éloignement des MS du corps :** le travail doit se faire à bout de bras, la distance œil-tâche est importante. Le contrôle du mouvement et la vision sont alors plus complexes. L'application de force est plus difficile.
- **Travail bimanuel :** les deux mains sont mises simultanément à contribution pour exécuter le travail : elles doivent se « coordonner ». Parfois nécessaire pour appliquer plus d'efforts, contrôler l'outil, être précis, etc. Il est alors impossible ou difficile d'avoir un point d'appui supplémentaire par les mains.
- **Efforts importants** pour réaliser l'opération et/ou **contrôle de l'effort** à appliquer : toutes conditions qui nécessitent d'appliquer plus d'efforts : plus gros rivets, épaisseur des pièces, etc. Parfois, sur des pièces non fixées ou plus molles, l'effort à appliquer doit être « dosé », c.-à-d. juste ce qu'il faut : il faut se retenir.

Stabilité globale du corps



Positionnement des membres supérieurs



Éloignement des MS du corps



Travail bimanuel



Efforts importants / contrôle de l'effort



Intervention à proximité ou sur des pièces dont l'intégrité est critique : l'assemblage est réalisé à proximité ou directement sur des pièces qui ne doivent pas être abîmées, les risques de dommages directs aux pièces ou collatéraux sont élevés (p. ex. pièces machinées). On doit faire encore plus attention que normal. Outre les conséquences physiques, l'attention et la vigilance (concentration) doivent être plus grandes.



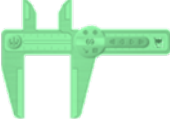
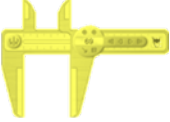
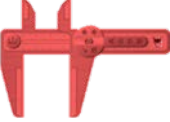
Travail sur ou à proximité du sill.

Intervention sur de petites attaches ou placées à proximité : l'assembleur est contraint dans des zones de travail restreintes, sur des petits éléments (p. ex. petits rivets). La précision du geste est élevée. La recherche du plat est aussi plus difficile car l'outil utilisé (la tête) est plus petit, plus fin.

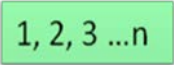
Opérations de base réalisées en présence de deux conditions aggravantes ou plus



Ajustement/*fitting* : cette catégorie touche aux aspects de présentation spatiale de l'assemblage, de la compréhension du « jeu » des tolérances qui permet d'anticiper l'assemblage de la cabine. Cela concerne aussi le repérage dans l'espace. L'ajustement/*fitting* combine à la fois des savoir-faire manuels (trimmer, ajuster), mais aussi des connaissances (tolérances requises). La minutie doit être importante et les conséquences d'un mauvais *fitting* sont élevées (p. ex. : coûts, retards de production, etc.).

Variables		Critères / définitions
Trous et localisations prédéfinis / part-to-part, pièces ajustées		L'ensemble des trous est préalablement localisé. L'assembleur installe les pièces et elles correspondent les unes aux autres, il n'y a pas d'ajustements à effectuer. Le cas échéant, un gabarit de perçage indique ou identifie clairement l'emplacement des trous.
Situation mixte, certains trous sont définis, d'autres non, certaines pièces à ajuster		L'emplacement de certains trous est localisé, d'autres ne le sont pas. L'assembleur doit faire certaines mesures et effectuer certains ajustements des pièces (<i>layouts</i> , <i>trimage</i> , etc.).
Aucun trou n'est prédéfini, pièces non ajustées		L'assembleur doit réaliser l'ensemble des ajustements et identifier l'emplacement des trous (mesures, <i>layouts</i> , <i>trimages</i> , etc.). Les pièces doivent être travaillées pour s'assembler et correspondre les unes aux autres, et ce pour respecter les tolérances.

Séquence : la séquence concerne l'enchaînement des pièces à assembler. On considère plusieurs aspects : la quantité de pièces à installer, la complexité de l'ordonnancement de l'assemblage, la localisation des pièces sur la cabine. La séquence concerne essentiellement des connaissances : il faut le savoir.

Variables	Critères / définitions
Peu de pièces, grosses pièces 	L'emplacement et l'orientation des pièces sont connus, ou peuvent être facilement identifiés. Le risque d'erreur est faible, la séquence d'assemblage se retient facilement.
Une condition pouvant augmenter le risque d'erreur 	Conditions pouvant augmenter le risque d'erreur : • <u>Nombre de pièces à installer</u> : au-delà de x pièces... • <u>Séquence d'installation (spécifications)</u> : il y a de nombreuses étapes requises pour l'assemblage (p. ex. : pré-assemblage sur l'établi, installation de telle pièce avant telle autre, etc.). • <u>Orientation / angle (position) des pièces</u> : les pièces doivent être installées selon une orientation précise (à droite vs à gauche, à l'intérieur vs à l'extérieur, à un angle de 30°, etc.).
Deux conditions ou plus pouvant augmenter le risque d'erreur 	

ANNEXE C : QUESTIONNAIRE COMPLEXITÉ / FORMATION

Introduction entrevue

L'entrevue portera sur les questions d'apprentissage et de formation au poste de travail. On posera des questions sur les habiletés nécessaires, les difficultés rencontrées pour les apprentissages, la quantité de choses à apprendre ou encore les variations dans le travail. On regardera ensemble différents éléments : les tâches à faire, les outils / équipements / machines (instruments), les produits / matières premières, les consignes / procédures à suivre, l'environnement spatial (les aménagements ou lieux de travail), les enjeux et les attentes, le temps et les échéances, les perturbations dans le travail et finalement les collègues de travail (structure sociale).

1. Identification du travailleur

1. Quel âge avez-vous ? _____ ans
2. Quelle est votre qualification / formation ? Est-ce en lien avec le travail que vous effectuez ?
3. Quel est le nom officiel du poste ? *Non officiel* ?
4. Depuis combien de temps travaillez-vous ...
a) Dans l'entreprise _____ ans b) À ce poste _____ ans
5. Quel a été votre parcours dans l'entreprise (différents postes occupés, combien de temps) ? Ou dans d'autres entreprises ?

2. Questions générales

6. Quel est le niveau d'apprentissage nécessaire pour faire le travail à ce poste ?
Un niveau **minimal** d'apprentissage
Un **assez bon** niveau d'apprentissage
Un niveau **important** d'apprentissage
Un **haut** niveau d'apprentissage
7. Combien de temps cela prend pour :
a. être capable de faire / de tenir le poste ? b. être bon au poste ?
8. Parmi toutes les choses qu'il y a à faire au poste, qu'est-ce qui est le plus difficile à apprendre ?
9. Avez-vous l'impression que vous continuez à apprendre dans votre travail ?

3. Tâches / opérations

Grâce à la chronique de quart, préparer un portrait :

- la description de la séquence des opérations / tâches
- liste des opérations / tâches
- photos des opérations / tâches

10. Faire parler sur / valider : exactitude, exhaustivité, variabilité, écarts, précision, etc. de ce qui est présenté.

Est-ce que cela décrit bien les tâches / opérations que vous avez à faire ? Est-ce que c'est complet, que manque-t-il ? Qu'est-ce qui peut changer, dans quelles circonstances ? Vous arrive-t-il d'avoir à faire des tâches en parallèle / en même temps ? Faites-vous vos tâches dans un certain ordre ou est-ce que c'est variable ? Faites-vous les mêmes tâches à chaque jour ?

11. Parmi l'ensemble du portrait décrit avant, qu'est-ce qui prend le plus de temps à maîtriser, à apprendre, ce qui est le plus long pour développer les habiletés nécessaires au travail ? En quoi cela demande plus de temps, pour quelles raisons ?
12. En général, combien de temps cela prend pour être bon pour faire les choses décrites avant?
13. Parmi l'ensemble du portrait décrit plus tôt, qu'est-ce qui est le plus difficile à maîtriser, à apprendre ? En quoi, pour quelles raisons ?

4. Instruments utilisés

Grâce à la chronique de quart, préparer un portrait :

- la liste et la description de l'ensemble des instruments utilisés qui auront été repérés
- repérer les instruments principaux vs secondaires
- photos de ces instruments

14. Faire parler sur / valider : exactitude, exhaustivité, utilité, nécessité, etc. de ce qui est présenté. Est-ce que cela décrit bien l'ensemble des instruments / des familles d'instruments utilisés ? Est-ce que certains sont des instruments principaux et d'autres plus secondaires ? Lesquels sont les plus utiles ? À quelle fréquence est utilisé chaque instrument / famille d'instruments ?
15. Parmi l'ensemble des instruments décrits avant, lequel ou lesquels prennent le plus de temps à maîtriser, à apprendre, lequel ou lesquels demandent le plus pour développer les habiletés nécessaires à leur utilisation ? En quoi cela demande plus de temps, pour quelles raisons ?
16. En général, combien de temps cela prend pour être bon pour utiliser l'ensemble des instruments décrits ?
17. Parmi l'ensemble des instruments décrits plus haut, lequel ou lesquels sont les plus difficiles à maîtriser, à apprendre ? En quoi, pour quelles raisons ?
18. En général, est-ce que les instruments discutés plus tôt (Oui / Non) : a. sont bien adaptés au travail ? b. sont bien entretenus / fonctionnent bien ? c. êtes-vous responsable de cet entretien? d. sont suffisamment disponibles pour réaliser le travail ? Expliquer.

5. Matières premières : pièces et attaches

Grâce à la chronique de quart, préparer un portrait :

- la description des matières premières repérées (liste)
- photos des matières premières

19. Faire parler sur / valider : exactitude, exhaustivité de ce qui est présenté. Est-ce que cela décrit bien les matières premières que vous utilisez ? Qu'elles sont les plus utilisées / les plus courantes ?
20. Est-ce que les matières premières changent beaucoup ?
21. Est-ce que les propriétés / caractéristiques des matières premières évoquées plus tôt sont constantes dans le temps ?
22. Est-ce que certaines matières premières parmi celles discutées plus tôt posent des problèmes particuliers / des difficultés spécifiques ? Expliquer.
23. Est-ce qu'il y a des choses à savoir et / ou à faire particulières / spécifiques pour certaines matières premières discutées plus haut ?

6. Consignes / procédures

À partir des documents recueillis, établir un portrait :

- faire une synthèse des consignes

24. Faire parler sur / valider : exactitude et exhaustivité de ce qui est présenté.

Est-ce que cela décrit bien les consignes que vous recevez ? Est-ce qu'il y en a d'autres, de quelle façon sont-elles transmises ?

25. En quoi est-ce que ces consignes vous sont utiles ? Sont-elles faciles à mémoriser, à connaître ? Combien de temps cela prend pour bien les comprendre, les connaître ? Expliquer.

26. Est-ce que ces consignes changent souvent ? Expliquer.

27. Est-ce que c'est possible de s'éloigner de ces consignes ? De prendre de la distance / de sortir des consignes ?

28. En général, est-ce que les consignes que vous recevez sont claires (Oui / Non) ?

7. Contexte spatial

Grâce à la chronique de quart, préparer un plan qui indique les lieux :

- la liste et la description des lieux / espaces de travail repérés

- photos des lieux et des espaces / évolution des configurations

29. Faire parler sur / valider : exactitude, exhaustivité, etc. de ce qui est présenté.

Est-ce que cela décrit bien l'ensemble des lieux et des espaces / configurations ? Est-ce que certains sont plus importants que d'autres / plus utilisés ?

30. Parmi l'ensemble des lieux et des espaces décrits avant, lequel ou lesquels posent le plus de difficultés ? En quoi, pour quelles raisons ?

31. Est-ce important de bien connaître ces lieux, ces espaces, ces configurations ? Pour quelles raisons, quelles sont les choses à savoir ? Si oui, combien de temps cela prend à bien les connaître ?

32. Comment se font les déplacements / changements de lieux (transitions) entre chaque lieux et / ou espaces de travail / configurations ?

8. Enjeux / attentes

33. Diriez-vous que dans votre travail, c'est important de bien faire les choses ou plutôt de les faire rapidement ?

34. a. De façon plus générale, quelles sont vos priorités, qu'est-ce qui est le plus important (ce sur quoi il faut mettre l'accent) dans votre travail ? b. Et pour vos collègues ? c. Et pour la compagnie ?

35. Parmi ce qui a été discuté plus tôt, est-ce que ça change / évolue dans le temps (pour quoi, quoi) ?

36. Est-ce que vous arrivez à faire ce qu'il faut pour atteindre / combler les attentes ? Est-ce que vous parvenez à faire le travail qui vous est demandé ? Expliquer.

37. Est-ce qu'une erreur dans votre travail pourrait entraîner (Oui / Non) : a. des conséquences sur la qualité ? b. des impacts financiers pour la compagnie ? c. des risques pour la sécurité des personnes ? d. des sanctions / réprimandes ? Expliquer.

38. Est-ce que vous arrivez à savoir, au fur et à mesure, si votre travail est bien fait / fait correctement (dans les temps, avec la bonne qualité) ? Comment pouvez-vous le savoir / avoir cette information (feedback, rétroaction) ?

9. Cadre temporel

39. Avez-vous l'impression d'avoir assez de temps / qu'on vous donne assez de temps pour faire votre travail adéquatement ? Sentez-vous que vous avez des contraintes de temps dans votre travail ?
40. Devez-vous suivre un rythme de travail qui vous est imposé ou vous pouvez décider de votre rythme de travail ?
41. Avez-vous l'impression de pouvoir gérer votre temps à votre guise (préparer, anticiper, planifier, prévoir) ? Êtes-vous autonome dans la gestion de votre temps de travail ? Pouvez-vous varier l'ordre des opérations (régulation) ?
42. Est-ce que certaines étapes de votre travail sont plus difficiles à organiser / prévoir ?
43. Si les délais / les échéances représentent la durée pour réaliser un travail ayant un début et une fin. Est-ce important de respecter des échéances / délais ? Ces échéances, sont-elles (Oui / Non) : a. quotidiennes / à chaque jour ? b. Hebdomadaires / à la semaine ? c. Sur de plus longues périodes ? d. Y a-t-il des conséquences si vous ne respectez pas les échéances ?

10. Perturbations / changements

Grâce à la chronique de quart, préparer un premier portrait :

- *exemples de la nature des perturbations : incidents, interruptions, aléas, anomalies, dysfonctionnement, etc.*
- *illustrations*

44. Faire parler sur / valider : exactitude, faire compléter ce qui est présenté.
Est-ce que cela décrit bien les changements / interruptions auxquels vous pouvez être confrontés ?
45. Est-ce que vous pouvez nous donner des exemples de ce qui peut vous interrompre / vous gêner dans votre travail ?
46. Est-ce que ces perturbations / changements arrivent souvent ? Expliquer. Est-ce que les perturbations arrivent dans des conditions particulières ? Expliquer.
47. Est-ce que parmi les exemples discutés plus haut certains sont plus difficiles à gérer que d'autres ? Expliquer.
48. Y a-t-il eu beaucoup de changements dans votre travail dans les derniers temps ou est-ce un travail stable qui ne change pas beaucoup ? Si des changements sont intervenus, expliquez.
49. Est-ce que vous avez des moyens de prévenir / d'anticiper ces perturbations pour ne pas qu'elles arrivent / surviennent (possibilités d'anticipation plutôt que d'être en mode réaction face aux incidents) ?

11. Structure sociale

50. Est-ce que vous avez à interagir avec beaucoup de personnes différentes ? Groupes d'acteurs différents ? Combien et qui ? De quelles natures sont ces interactions : échanger ponctuellement / rencontrer à l'occasion, collaborer activement / travailler ensemble ?
51. Est-ce que ces personnes / ces groupes d'acteurs avec qui vous devez travailler changent souvent ?
52. Avez-vous à vous synchroniser / à vous accorder dans le temps avec des personnes pour faire votre travail ?
53. Est-ce que vous avez des moments / circonstances pendant lesquelles vous pouvez échanger / profiter de l'expérience des autres (partage de savoirs) ?

ANNEXE D : VARIABLES ET CRITÈRES DE CLASSIFICATION POUR LE THÈME QUALITÉ

Thèmes / sous-thèmes analysés

Risques d'erreur (potentielle)

Catégorie qui touche à l'anticipation des erreurs par les assembleurs. Peut s'agir d'actions, de réflexions ou de projections des conséquences des erreurs par les assembleurs.

Conséquences potentielles

Énoncés et descriptions des suites négatives potentielles résultant des opérations d'assemblage (utilisation outils, opérations de base, etc.) ou des modes d'organisation (intégration de nouveaux, quarts de travail, etc.) et des risques encourus (pièces défectueuses, temps supplémentaire, etc.).

Prudence, anticipation

Réflexions des assembleurs pour éviter, contrôler et réduire le risque de non-qualité.

Expression du besoin et de la nécessité d'être toujours en « veille », alerte, attentif pour maîtriser les risques.

Peurs

Craintes ultimes des assembleurs, souvent en lien avec une expérience passée vécue ou vue. Ces peurs peuvent mener à des stratégies d'évitement de certaines tâches, entraîner de l'inquiétude ou influencer leur activité et leurs choix.

Protection physique des assemblages

Moyens utilisés par les assembleurs pour protéger les assemblés et les pièces environnantes. Par exemple, placer une plaque de métal derrière pour préserver les pièces lors du perçage, apposer du ruban protecteur pour éviter les marques d'outils.

Contrôle

Méthodes individuelles ou administratives mises en place pour garantir la qualité exigée.

Vérification, inspection

Initiatives personnelles ou contrôles obligatoires de certaines opérations / étapes d'assemblage.

Procédure administrative

Interventions et inspections réalisées par le département qualité.

Cascade administrative déclenchée à la suite de la détection, du repérage d'une erreur ou d'un dommage.

Erreurs réelles / effectives

Ensemble des erreurs et de non-qualité repérées par les assembleurs. Les assembleurs décrivent le type d'erreurs constatées, vécues, rencontrées.

Rapport de non-conformité (RNC)

Attribution symbolique du RNC, comment l'objet administratif (le rapport) est décrit comme une entité autonome.

Pour les assembleurs, le RNC devient une représentation de l'erreur au-delà de son caractère administratif.

Dommages passés

Évocation, souvenir des défaillances vécues et encore présentes à l'esprit des assembleurs.

Repérages

Identifications sensorielles (visuelle, tactile, etc.) à la suite d'un dommage (marque d'outil, taille de trou, etc.).

Exigences et contraintes

Obligations normatives requises pour l'assemblage (prescriptions) et implications sur les modes opératoires nécessaires.

Tolérances exigées

Spécifications techniques délimitant les marges d'ajustements et les intervalles autorisés définis par le département des méthodes.

Précision

Descriptions des modes opératoires et des connaissances des assembleurs garantissant l'exactitude des opérations réalisées, p.ex. : choix des bons outils, respect des séquences d'assemblage, travail minutieux, etc.

Ajustement

Évocation des contraintes liées aux opérations d'ajustement, p.ex. : pièces sans repères vs *part-to-part*, réaction des matériaux, etc. Les assembleurs se décrivent comme des *fitteurs*.

ANNEXE E : MÉTHODE D'ANALYSE DES RISQUES POUR LES STATIONS 1 ET 2

Le matériel analysé était les vidéos d'un cycle complet de chacune des stations, cumulant environ 50 heures chacune. Les vidéos étaient enregistrées à l'aide d'un *quad*, c'est-à-dire quatre caméras fournissant différents plans du poste de travail, par tranches de 30 minutes.

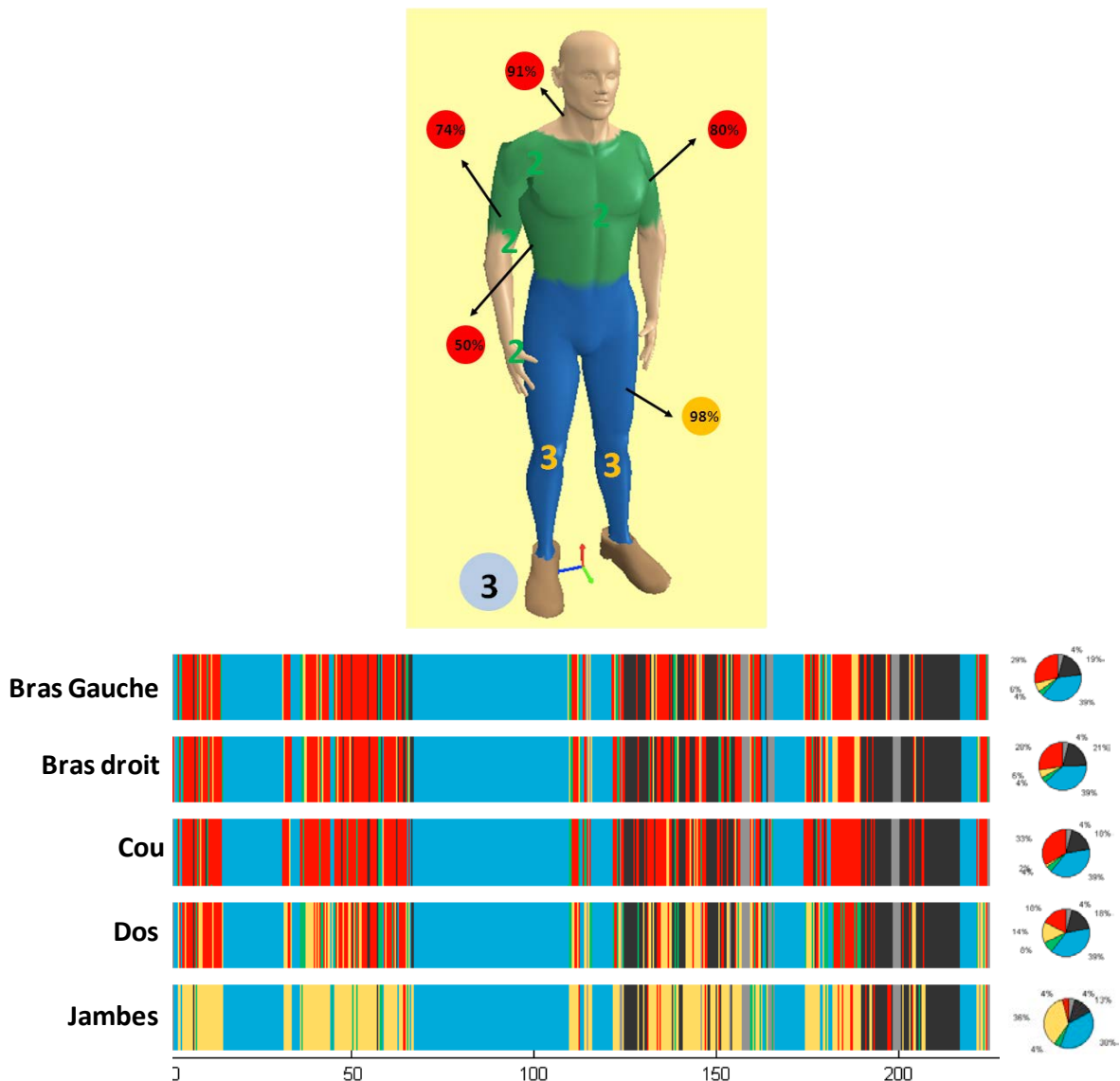
L'analyse des facteurs de risque a été faite à partir du logiciel VEA (Chappe, 2006). Les postures de travail ont été analysées en continu pour quatre régions corporelles (cou, dos, bras droit et gauche et jambes). Trois niveaux de risque ont été utilisés pour décrire la contrainte posturale durant le travail : vert : postures neutres ou peu exigeantes; jaune : postures contraignantes; rouge : postures très contraignantes à la limite des amplitudes corporelles. Les catégories de postures utilisées sont inspirées de la littérature en ergonomie (REBA, OWAS, RULA, EN-1005-4). Les données obtenues à partir des analyses vidéo ont été exportées afin de construire une base de données décrivant la posture pour chacune des zones corporelles à toutes les 15 secondes.

Lors de l'analyse, diverses situations sont documentées : lors du travail sur la cabine, lors du travail connexe extra-cabine ou lors de pauses, lors de discussion avec le chef d'équipe ou un autre interlocuteur, lorsque l'assembleur n'est pas visible sur la vidéo.

Variables observées pour la méthode initiale aux stations 1 et 2

Variables	Niveaux d'exigence physique	Classes d'observables
Posture du cou	1 - vert	Neutre
	2 - orange	Neutre combiné à torsion ou à flexion latérale
	3 - rouge	Extension - Flexion - Extension combinée à torsion - Flexion combinée à torsion ou à flexion latérale
	NSP	Travail hors cabine - Discussion - Travail non visible
Posture du dos	1 - vert	Neutre - Flexion entre 0° et 20°
	2 - orange	Extension - Flexion entre 20° et 60°
	3 - rouge	Neutre combiné à torsion ou flexion
	NSP	Flexion entre 20° et 60° combinée à torsion ou flexion - Flexion > 60° et/ou combinée à torsion ou flexion
Posture du bras droit et posture du bras gauche	1 - vert	Neutre
	2 - orange	Neutre combinée à abduction
	3 - rouge	Flexion entre 45° à 90° - Flexion > 90° - Flexion entre 45° à 90° combinée à une abduction - Flexion > 90° combinée à une abduction
	NSP	Travail hors cabine - Discussion - Travail non visible
Posture des jambes	1 - vert	Marche- En mouvement - Assis
	2 - orange	Debout sur deux jambes - Debout poids réparti sur une jambe
	3 - rouge	Accroupi - À genoux - Grimpé
	NSP	Allongé sur le dos - Allongé sur le ventre - Allongé sur le côté
		Travail hors cabine - Discussion - Travail non visible

Pour compléter les observations, trois assembleurs des stations 1 et 2 ont répondu à un questionnaire. Celui-ci portait sur les contraintes corporelles ressenties pour chacune des étapes de l'assemblage ainsi que sur la perception de l'effort pour les opérations jugées les plus difficiles aux postes. Il a été décidé d'utiliser deux types de représentation des résultats pour chaque unité de rotation (voir figure).



Exemple de mannequin corporel et de barres de couleurs : station 1 / étape 3

D'abord les données sont présentées sous forme d'un mannequin intégrant à la fois les résultats des analyses vidéo selon les trois niveaux de risque ainsi que les réponses obtenues à partir du questionnaire sur les contraintes corporelles ainsi que les efforts. Le mannequin présente pour chacune des zones corporelles analysées (cou, dos, bras droit / gauche et jambes), le pourcentage le plus élevé du temps passé dans un des niveaux de risque. Le dénominateur utilisé pour le calcul de ce pourcentage a été le temps de travail. C'est-à-dire que les périodes sans travail

(pauses, activité inconnue, travail sur autre poste, etc.) et les périodes de discussion n'ont pas été prises en compte dans le calcul.

L'autre forme de présentation a été développée afin de suivre l'évolution des contraintes tout au long de l'unité de rotation et de l'alternance du temps consacré à l'assemblage, aux discussions et aux pauses. Ainsi pour chaque région corporelle il est possible de générer une bande de couleur qui correspond à la durée de l'unité de rotation. Cette représentation permet, par exemple, d'estimer quelle sera la durée d'exposition à des contraintes élevées, l'alternance de périodes faciles et de périodes plus difficiles. Cette forme de représentation est très intéressante, car elle donne une idée du temps de récupération durant la durée de l'opération considérée.

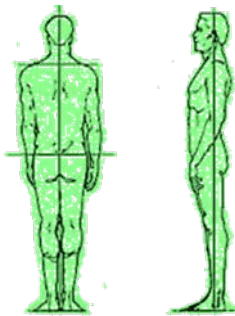
Bien qu'offrant un potentiel très riche, cette première méthode d'analyse a été jugée trop coûteuse et mal adaptée aux cycles longs.

ANNEXE F : GRILLE DE CLASSIFICATION VISUELLE POUR LA MÉTHODE D'ANALYSE ADAPTÉE DES FACTEURS DE RISQUE

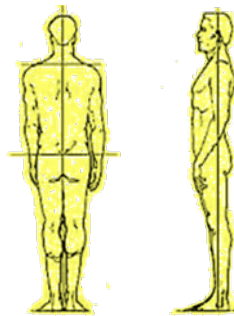
POSTURES

POSTURE GÉNÉRALE, postures à risque : debout statique, grimpé, accroupi, à genoux, allongé

Posture à risque entre 0 et 30 % du temps
Niveau 1, vert



Posture à risque entre 30 et 50 % du temps
Niveau 2, jaune



Posture à risque entre > 50 % du temps
Niveau 3, rouge



DOS, postures à risque : extension, flexion, torsion

Posture à risque entre 0 et 30 % du temps
Niveau 1, vert



Posture à risque entre 30 et 50 % du temps
Niveau 2, jaune



Posture à risque entre > 50 % du temps
Niveau 3, rouge



MEMBRES SUPÉRIEURS : loin du corps, en hauteur

Posture à risque entre 0 et 30 % du temps
Niveau 1, vert



Posture à risque entre 30 et 50 % du temps
Niveau 2, jaune



Posture à risque entre > 50 % du temps
Niveau 3, rouge

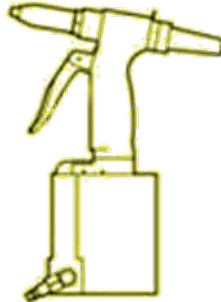


VIBRATIONS

Exposition entre 0 et 33 %
temps
Niveau 1, vert



Exposition entre 33 % et
66 % du temps
Niveau 2, jaune



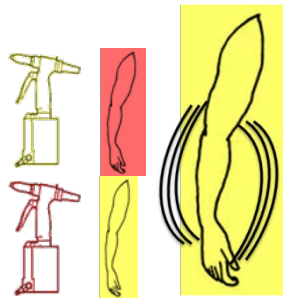
Exposition plus de 66 % du
temps
Niveau 3, rouge

**COMBINAISON VIBRATIONS ET POSTURES À RISQUE AUX MEMBRES SUPÉRIEURS**

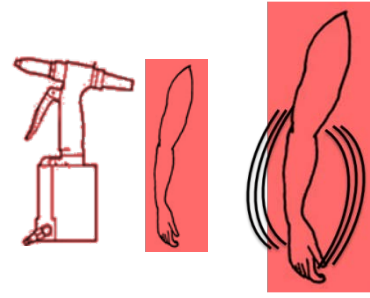
Combinaison vibrations et
postures membres
supérieurs moyen
Niveau 1



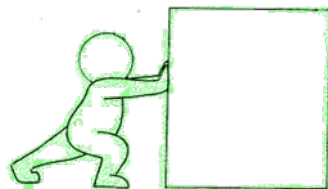
Combinaison :
- Membre supérieur moyen
et vibrations élevées
- Membre supérieur élevé et
vibrations moyennes
Niveau 2



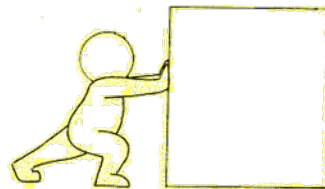
Combinaison membres
supérieurs levés et
vibrations élevées
Niveau 3

**EFFORTS**

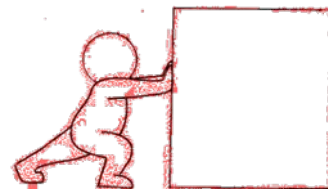
Niveau entre 0 et 2
Niveau 1, vert



Niveau entre 3 et 5
Niveau 2, jaune

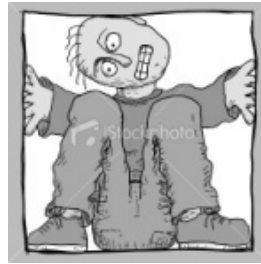


Niveau > 5
Niveau 3, rouge

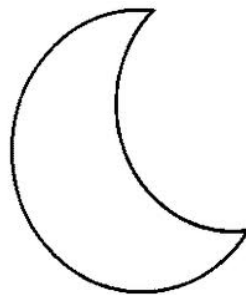


FACTEURS AGGRAVANTS

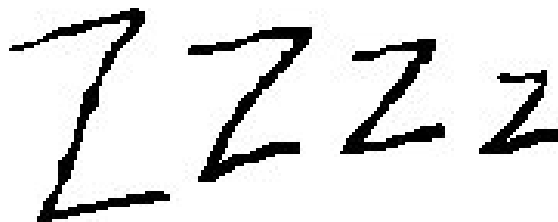
Espaces de travail restreints



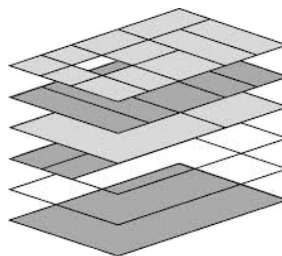
Manque de visibilité



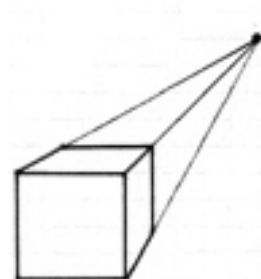
Peu de récupération



Pièces complexes, multicouches



Pièces en arrière



ANNEXE G : QUESTIONNAIRE UTILISÉ POUR LA MÉTHODE ADAPTÉE D'ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE

Introduction entrevue

L'entrevue porte sur les facteurs de risque au poste de travail.

Pour chaque étape de travail, les questions portent sur le contexte / l'environnement dans lequel se réalise l'étape, les postures adoptées, l'application de force ainsi que l'utilisation d'outils vibrants.

I. Identification du travailleur et état de santé

1. Quel âge avez-vous ?
2. Quelle est votre main dominante ?
3. Sur quelles étapes travaillez-vous actuellement (depuis un mois) ?
4. Actuellement, ressentez-vous des douleurs ou êtes-vous blessé, identifiez des régions corporelles (schéma corporel) ?
5. Faites-vous des liens entre ces douleurs / blessures et votre travail ?

Pour chacune des étapes rapportées à la question 3.

II. Contexte, environnement de travail

Pouvez-vous nous décrire le contexte / l'environnement dans lequel s'effectue l'étape.

6. Combien de temps dure cette étape ? Cette durée peut-elle varier ?
7. Nous avons identifié plusieurs tâches effectuées à cette étape, pouvez-vous valider / confirmer ce portrait ?
8. Durant cette étape, à quel endroit travaillez-vous sur la cabine ?
9. À cette étape, travaillez-vous dans un espace restreint / confiné (à l'intérieur de la cabine, coincé par le gabarit, dans l'*access hole*, etc.) ou travaillez-vous plutôt dans un espace ouvert (à l'extérieur de la cabine) ?
10. Avez-vous une bonne visibilité à cette étape, voyez-vous bien le travail à faire (vos mains), distinguez-vous bien les pièces à assembler ?
11. Durant cette étape, devez-vous adopter des postures difficiles (vous contorsionner, vous étendre, vous pencher, etc.) pour pouvoir atteindre les pièces ou avoir une bonne visibilité ?
12. Sur quel type de surface de pièces travaillez-vous à cette étape (surface plane, à double ou à triple contour) ?
13. À cette étape, devez-vous intervenir sur plusieurs couches / épaisseurs de matériaux ?
14. Pour quelles tâches de cette étape devez-vous utiliser des outils vibrants ? Indiquez un pourcentage global d'utilisation d'outils vibrants sur l'ensemble de cette étape ?
15. Vous sentez-vous fatigué à la fin de cette étape (échelle de fatigue) ?
16. À cette étape, prenez-vous des moments pour récupérer ?
17. Durant cette étape, pouvez-vous alterner entre différentes opérations ? Par exemple : fractionner la séquence de perçage et/ou de rivetage, travailler à droite puis à gauche.

III. Postures

Nous avons identifié plusieurs tâches à réaliser durant cette étape, pouvez-vous nous décrire les postures que vous adoptez pour réaliser ces diverses tâches.

Nous avons repéré quatre postures globales du corps. À l'aide des photos, pour chaque posture globale adoptée durant cette tâche, pouvez-vous nous expliquer comment sont positionnés vos membres supérieurs et votre dos.

Pour chaque tâche identifiée plus haut.

14. Durant cette tâche, devez-vous vous positionner debout / grimpé / assis – à genoux – accroupi / allongé ?

15. Quelle est la proportion du temps où vous êtes dans chacune de ces postures globales durant cette partie de l'étape : 10% ; 30% ; 50% ; 80% ; 100% ?

D'après le pourcentage indiqué, confirmer avec l'assembleur la proportion de temps (en heure et en minute) en fonction de la durée totale de l'étape.

16. Lorsque vous êtes dans cette posture durant cette tâche, comment sont positionnés :

- Vos membres supérieurs ? Travaillez-vous près ou loin de votre corps ? En haut ou en bas ? *Proportion de temps.*
- Votre dos ? Travaillez-vous en extension dorsale, en flexion dorsale, en torsion (asymétrie) ? *Proportion de temps.*

IV. Exigences physiques

Durant cette étape, vous nous avez décrit les postures adoptées pour les différentes tâches de l'étape.

En vous référant à une échelle de perception, pouvez-vous maintenant nous parler des difficultés physiques durant ces tâches.

17. L'étape demande-t-elle l'usage de la force ? Si oui, pour quelles tâches ?

18. À partir de l'échelle de perception des efforts, pouvez-vous évaluer le niveau d'effort nécessaire à la réalisation des tâches rapportées comme forçantes ? Pour quelles régions corporelles devez-vous forcer (échelle d'efforts et bonhomme) ?

19. Selon vous, quels éléments du travail peuvent expliquer ces exigences d'efforts ?

20. Pour finir sur cette étape, avez-vous des pistes de transformations à proposer pour améliorer cette étape ?

Reprendre ces questions pour couvrir l'ensemble des étapes réalisées.

V. Questions générales

Pour toutes les étapes :

21. Parmi les étapes que vous réalisez, quelle est l'étape la plus exigeante physiquement ?

22. Pouvez-vous ordonner les étapes que vous réalisez de la plus facile à la plus difficile physiquement ?

ANNEXE H : EXEMPLES DE DOCUMENTS VISUELS UTILISÉS LORS DES ENTREVUES D'ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE

Exemples de documents visuels illustrant une unité de travail (station 4, étape 4)

Station 4 – Étape 4



Station 4 – Étape 4 Grandes tâches

1. Ajuster et installer les gabarits de perçage, au centre à droite et à gauche
2. Percer et localiser les jigs
3. Percer et installer brackets et nuts-plates : squeezer, riveter

Exemples de documents visuels illustrant les postures du dos

DOS Extension



DOS Torsion



DOS Flexion



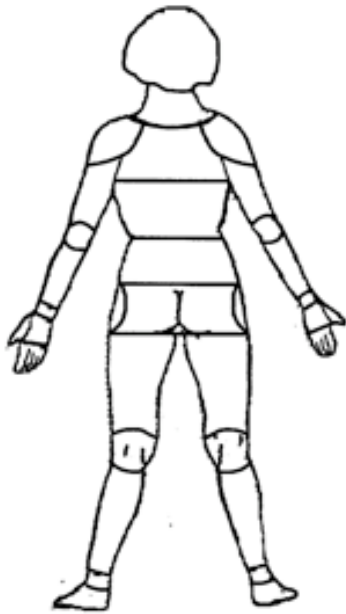
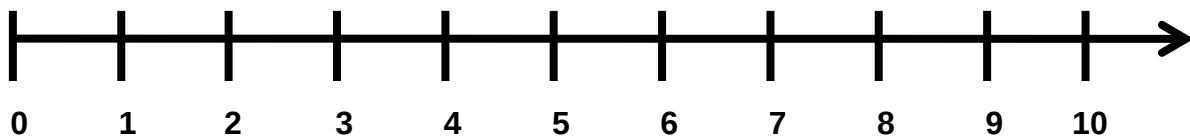
Exemples de documents visuels illustrant les questions

Schéma corporel utilisé
pour indiquer la
localisation des douleurs

Échelles de perception utilisées pour décrire les
niveaux de fatigue et d'efforts



FATIGUE

0 : Aucune fatigue
0,5 : Fatigue très très faible
1 : Fatigue très faible
2 : Fatigue faible
3 : Fatigue modérée
4 : Un peu de fatigue
5 : Fatigue élevée
7 : Fatigue très élevée
10 : Fatigue très très élevée

EFFORTS

0 : Aucun effort
0,5 : Très très faible
1 : Très faible
2 : Faible
3 : Modéré
4 : Un peu difficile
5 : Difficile
7 : Très difficile
10 : Très très difficile

ANNEXE I : EXEMPLES D'ÉLÉMENTS CONTENUS DANS UN CAHIER DE MONTAGE, INFORMATION UTILISÉE POUR LA MÉTHODE D'ANALYSE ADAPTÉE DES FACTEURS DE RISQUE

Les cahiers de montage sont des documents produits par le département des méthodes dans lesquels les assembleurs peuvent retrouver succinctement la description des pièces et des attaches à installer.

0021	B0206001AG5-2	ZHDW-003	BOLT, PROTRUDING SHEAR HEAD	8	/PC	GC219-3501	N/A
0023	B0206001AG5-4	ZHDW-003	PIN	7	/PC	GC219-3501	N/A
0024	B0206001AG5-4	ZHDW-003	PIN	8	/PC	GC219-1600	N/A
0025	B0206001AG5-3	ZHDW-003	PIN	6	/PC	GC219-1600	N/A
0026	MS20470AD4-3A	ZHDW-003	RIVET, SOLID, UNIVERSAL HD	4	/PC	GC219-3501	N/A
0027	MS20470AD4-4A	ZHDW-003	RIVET, SOLID, UNIVERSAL HEAD	21	/PC	GC219-3300	N/A
0028	MS20470AD4-5A	ZHDW-003	RIVET, SOLID, UNIVERSAL HEAD	5	/PC	GC219-3300	N/A

21 rivets à installer

Sur cette première figure, il est mentionné d'installer des rivets ("rivet, solid, universal head"), au nombre de 21.

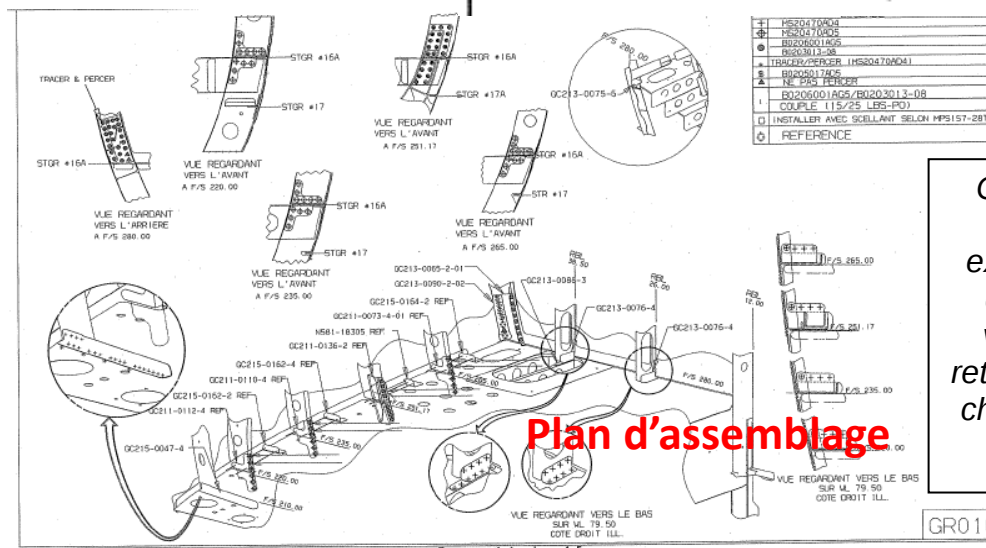
Sur cette deuxième figure, il est indiqué de localiser et de percer 13 trous ("tracer et percer qty (13)3).

-LOCALISER ET SECURISER LA PLAQUE AVEC L'ATTACHE A
-TRACER ET PERCER QTY.(13)
ET SECURISER AVEC LES CLECO
-DIA. #10

13 trous localisés et percés

***** COMPOSANTS *****
LIGNE COMPOSANT QTY
007 GC211-0073-4-01 0
008 GC215-0164-2 0

0500 953 AGX320AA 0.000 0.000 0.000
0.000 0.000



Plan d'assemblage

Cette troisième figure est un exemple de plan d'assemblage visuel que l'on retrouve à la fin de chaque cahier de montage.

ANNEXE J : GRILLE D'OBSERVATION POUR LE SUIVI DES INTERACTIONS ENTRE UN COACH ET UN ASSEMBLEUR

Date : ____ / ____ / ____ # cabine dans cycle : ____ # officiel cabine _____

Étape

Station 1						
1	2	3	4	5	6	7

Station 2						
1	2	3	4	5	6	7

Moment dans l'étape : 1/4-25 % 2/4-50 % 3/4-75 % 4/4-100 %

Acteurs impliqués

Assembleur _____ Coach _____ Autre _____

Horaire, durée de l'interaction

Heure de début _____ Heure de fin _____ Durée _____

Type d'interaction

☐ compagnonnage, apprentissage ☐ qualité ☐ autre _____

Description de l'interaction

PRENDRE DES PHOTOS

Échanges (pièces, méthodes de travail, outils), gestes, position sur la cabine, référence au cahier ou autre support de formation, tiers impliqué, satisfaction / attitude de l'apprenant, habiletés de base / ajustement-*fitting* / séquences

ANNEXE K : SECTION D'UN DOCUMENT VISANT À COMPLÉTER LES INFORMATIONS DES CAHIERS DE MONTAGE

Étape	Points clés
4 Percer les angles aux 4 coins des sills	Sécuriser les angles en place. - Accoter correctement les 2 surfaces de contacts et maintenir un espacement pour les angles localisés en haut. Percer 2 trous communs à la station 280 aux 4 coins et installer deco. - Utiliser mèche 2½" sur corner drill, (attention aux marques d'outils). Ouvrir 3 trous communs aux «sills», pleine grandeur aux 4 coins. - Percer #40 avec la bague et ouvrir 1/4 en protégeant avec la partie arrière avec la plaque de protection en titane. Aléser les trous (0.265 – 0.272) et ébavurer avec le «stop csk».