HAL
open science

Comment l'analyse de l'activité amène à réinterroger un projet d'automatisation en prévention des TMS ?

Valérie Terquem, Sophie Ihoua, Adelaide Nascimento

To cite this version:

Valérie Terquem, Sophie Ihoua, Adelaide Nascimento. Comment l'analyse de l'activité amène à réinterroger un projet d'automatisation en prévention des TMS ?. 55e congrès de la SELF. L'activité et ses frontières – Penser et agir sur les transformations de nos sociétés, Revue @ctivités (SELF), Jan 2021, Paris (en ligne), France. hal-03186399

HAL Id: hal-03186399

https://cnam.hal.science/hal-03186399v1

Submitted on 31 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LA REVUE ACTIVITÉS PARIS
55ème CONGRÈS SELF
L'activité et ses frontières
r et agir sur les transformations de nos sociétés

EBSCOhos
The full text of SELF congresses proceedings in Ergonomics Abstracts is included in Academic Search Ultimate on EBSCOhost ™

www.ergonomie-self.org → Ergonomics abstract

Comment l'analyse de l'activité amène à réinterroger un projet d'automatisation en prévention des TMS?

Valérie Terquem, Sophie Ihoua, Adélaïde Nascimento

CRTD-Cnam Equipe Ergonomie – 41 rue Gay-Lussac 75005 Paris

vterquem@hotmail.fr, sophieih@hotmail.com, adelaide.nascimento@lecnam.net

Dans le cadre d'une démarche de prévention des TMS (troubles musculosquelettiques), une entreprise a entrepris d'automatiser une machine considérée comme très contraignante pour les membres supérieurs. Elle sollicite des ergonomes pour l'aider dans ce projet. L'analyse de l'activité a révélé que de nombreux paramètres n'avaient pas été pris en compte dans le devis et le plan initial, alors que ceux-ci auront des impacts sur les sollicitations articulaires, tout comme sur les processus de fabrication et sur l'organisation du travail. Devant la nécessité de repenser le projet, nous avons proposé à la Directrice de l'entreprise de l'accompagner dans la définition d'un cahier des charges fonctionnel. Une démarche participative a été mise en place et a permis de définir les besoins relatifs à la future machine. L'analyse de l'activité s'est présentée comme un outil puissant dans la redéfinition du projet. L'objectif de la communication est de présenter comment l'analyse de l'activité réalisée par les ergonomes amène la direction à réinterroger le projet d'automatisation en vue de la prévention de TMS.

Mots clés : automatisation, conception, organisation du travail, cahier des charges, prévention des TMS.

How does the analysis of activity call into question a project of automation in MSD prevention?

As an MSD (musculoskeletal disorders) prevention approach, a company undertook to automate an activity in which the equipment was deemed harmful for the upper limbs. The company asked for some ergonomists to consult on the ongoing project. The analysis of activity performed by the ergonomists revealed that many parameters have not been taken into account in the initial plan. Also they would have had some impact on joint and muscle loads, as well as on manufacturing processes and work organization. We suggested, as the company needs to rethink the project, to assist them in drawing up operational specifications to the new machine. A participatory approach was set up and allowed to define the needs related to the future machine. The analysis of activity was a powerful tool for thinking through the project again. The aim of this paper is to present how the ergonomists' analysis of activity led the executive board to redefine the project.

Keywords: automation, design, work organization, specifications, MSD prevention.

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Paris, les 16, 17 et 18 septembre 2020. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Terquem, V., Ihoua, S., Nascimento, A. (2020). Comment l'analyse de l'activité amène à réinterroger un projet d'automatisation en prévention des TMS ? Actes du 55ème Congrès de la SELF, L'activité et ses frontières. Penser et agir sur les transformations de nos sociétés. Paris, 16, 17 et 18 septembre 2020

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

INTRODUCTION

De nombreux projets de conception industrielle portant sur l'automatisation d'une machine se limitent essentiellement aux aspects techniques sans réellement prendre en compte le travail réel des opérateurs, pouvant ainsi engendrer des résultats contraires à ceux attendus par l'entreprise, voire à des paradoxes liés à l'automatisation (Bainbridge, 1983). Plusieurs études ont montré les apports de l'ergonomie en permettant l'intégration du travail réel dans les projets de conception (Lecoester *et al.*, 2018 ; Béguin, 2004 ; Daniellou, 2004 ; Garrigou *et al.*, 2001 ; Bellemare *et al.*, 1995). Les méthodologies de l'ergonomie de conception impliquent la mise en place d'une démarche participative (Lecoester *et al.,* 2018 ; Barcellini, Van Belleghem et Daniellou, 2013 ; Daniellou, 2004 ; Garrigou *et al.*, 2001 ; Bellemare *et al.,* 1995), visant à faire travailler ensemble différents acteurs sur le projet de conception. A partir de l'analyse de l'activité, l'ergonome construit une bibliothèque de situations d'action caractéristiques (Daniellou, 2004) et identifie des situations de référence (Bellemare *et al.*, 1995).
A partir de ces données, des scénarii sont élaborés et permettront aux différents acteurs de jouer leur activité lors de simulations (Van Belleghem, 2018, 2012). En effet, pour Garrigou *et al.* (2001), les scénarii d'activité future permettent de « produire des pronostics portant sur des difficultés que les opérateurs pourraient rencontrer dans leur activité future » (p.4). L'identification de ces difficultés et des contraintes éventuelles dès la phase de conception permet aux acteurs de concevoir le travail futur et de rectifier le projet initial.
Nous sommes intervenues dans le cadre d'une demande de conception d'une nouvelle machine visant la réduction du risque TMS (troubles musculosquelettiques) dans une PME.
Dans le cadre d'un projet d'automatisation, notamment quand la future machine ne peut être testée au préalable et nécessite un investissement financier de la part de l'entreprise, il est nécessaire de réaliser un diagnostic du projet et de sa faisabilité, afin de déterminer les impacts sur la santé et la performance.
L'objectif de cette communication est de montrer comment les résultats de l'analyse de l'activité ont permis de remettre le projet en question et d'intégrer de nouveaux repères pour la conception, notamment pour la rédaction d'un cahier des charges fonctionnel.

LE TERRAIN ET LA DEMANDE

L'entreprise où se déroule l'intervention est une PME appartenant à un groupe constitué de trois entreprises et comprenant 30 salariés. Elle est spécialisée dans la fabrication de textiles pour les boulangeries. La demande initiale est formulée par la direction qui souhaite être accompagnée dans le cadre d'un projet d'automatisation d'une machine permettant la pose d'œillets sur des toiles d'enfourneur. L'intention concernant le projet a été exprimée en 2014 après la survenue d'un accident du travail lors de l'utilisation de la machine à œillets actuelle, manuelle. L'entreprise désire remplacer celle-ci par une machine automatique afin de limiter les risques d'accident ainsi que les sollicitations articulaires des membres supérieurs.
Même si le projet s'inscrit dans une démarche de prévention des TMS et d'amélioration des conditions de travail, la direction ne cache pas l'objectif d'augmenter la productivité grâce à l'automatisation afin de faire face à la concurrence.
A la suite de la déclaration de deux maladies professionnelles (tableau 57A RG) et des arrêts maladie prolongés de deux expérimentées pour des pathologies des membres supérieurs, le climat social s'est dégradé dans l'entreprise, notamment entre la direction et l'atelier de production. Les enjeux sont forts tant pour la Direction que pour les opérateurs.trices. Ils.elles ont donc des attentes fortes par rapport à ce projet et espèrent avoir la possibilité d'effectuer une autre tâche pendant que la machine automatique pose les œillets. Ce travail en temps masqué permettrait de gagner du temps dans la fabrication des produits et de tenir les délais de livraison. Le projet d'automatisation concerne un atelier de production où travaillent 9 salariés (5 femmes et 4 hommes).

METHODES

Nous avons proposé à la Directrice de l'entreprise de l'accompagner dans la rédaction d'un cahier des charges fonctionnel pour la future machine automatique. En nous appuyant sur les méthodologies de l'ergonomie de conception, une démarche participative (Lecoester *et al.,* 2018 ; Barcellini, Van Belleghem et Daniellou, 2013 ; Daniellou, 2004 ; Garrigou *et al.*, 2001 ; Bellemare *et al.,* 1995) a été mise en place en permettant l'implication des différents acteurs au cours des phases de développement et d'implantation (Albert *et al.,* 2017) de l'intervention.
Lors de la phase de développement, des analyses d'activité ont été réalisées auprès de 3 opérateurs.trices. Elles visaient à comprendre les contraintes et ressources dans l'usage de la machine actuelle. Un co-recueil de données a été mis en place afin de compléter les données recueillies par les ergonomes. Celui-ci consistait à demander aux opérateurs.trices de remplir une fiche d'observation concernant la fabrication des toiles et la pose des œillets. Deux fiches de co-observation ont été conçues par les ergonomes et modifiées et validées par la cheffe d'atelier. Une fiche, remplie par la cheffe d'atelier sur dix jours, visait l'identification des différentes configurations d'œillets en prenant en compte plusieurs critères (largeur de la toile, nombre de rangées, nombre d'œillets par rangée, écart entre les rangées, entraxes) pour les toiles concernées par le projet. Ces informations sont utiles au paramétrage de la future machine. L'autre fiche, remplie par les opérateurs.trices pendant vingt et un jours, portait sur le temps d'utilisation de la machine avec la mention des pauses et des interruptions (nature et durée). Les objectifs étaient de connaître la durée d'utilisation de la machine par opérateur.trice et d'estimer le gain de temps avec la future machine.
Pour la phase d'implantation, il a été convenu avec le Comité de pilotage de mettre en place deux groupes de travail qui se sont déroulés chacun sur trois séances de deux heures :
- Un groupe de travail « organisationnel » impliquant un représentant de chaque service afin d'enrichir la compréhension du processus de gestion des commandes et des interactions entre les services ;

- un groupe de travail « projet d'automatisation » : Les participants étaient le responsable de production, la cheffe d'atelier (experte), une opératrice novice, le technicien bande et maintenance, la directrice et le concepteur présent uniquement lors de la deuxième séance. Les deux autres opératrices expérimentées, étant en arrêt maladie au moment de l'intervention, n'ont pas pu participer aux groupes de travail. Chaque séance débutait par un état des lieux des connaissances actuelles sur le sujet afin de permettre à tous les participants de construire un référentiel opératoire commun pour faciliter les débats (Caroly et Barcellini, 2013). Les participants étaient ensuite invités à échanger sur le travail à l'aide de différents objets intermédiaires afin de définir les besoins opérationnels pour la rédaction du cahier des charges fonctionnel, concevoir le travail futur et anticiper les impacts de l'automatisation d'une machine sur l'organisation du travail dans l'atelier de production.

Nous centrerons nos résultats sur ceux issus de l'analyse de l'activité et sur ceux issus du groupe de travail « projet d'automatisation ».

RESULTATS

Un réel besoin d'automatisation…

Les résultats de l'analyse de l'activité et des chroniques d'actions lors de l'utilisation de la machine (4 séquences vidéos de 1'42 min à 11'27 min) ont montré que certaines actions réalisées (activation du levier et du vérin, vérification et manipulation de la toile) avec la machine actuelle induisaient des sollicitations importantes des membres supérieurs (élévation des bras droit et gauche) et des postures contraignantes pour le tronc (torsion/rotation).

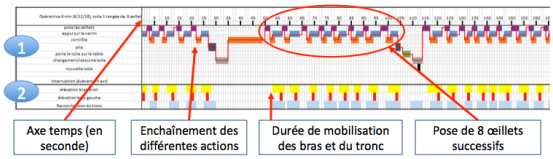
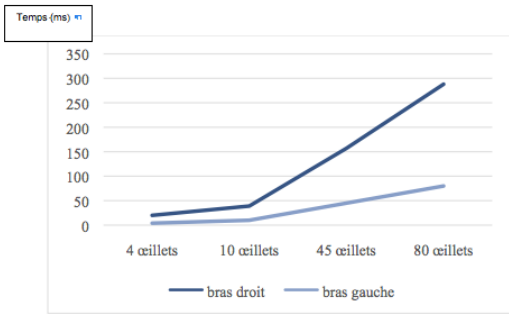


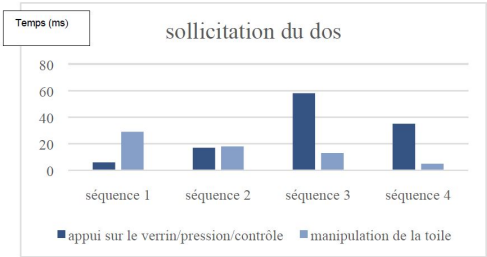
Figure1 : Exemple d'une chronique d'actions réalisée à partir d'une vidéo d'une novice utilisant la machine à œillets

Le graphique 1, ci-dessous, montre une corrélation entre la durée d'élévation des bras et le nombre d'œillets à poser.



Graphique 1 : Sollicitation pour le bras droit et le bras gauche en fonction du nombre d'œillets à poser

Lors des entretiens, les opérateurs.trices, y compris les novices, rapportent des douleurs au niveau des membres supérieurs et du dos lors de l'utilisation de la machine. Suivant le type de toile et les actions effectuées, les modes opératoires ainsi que les sollicitations articulaires varient. Le graphique 2 permet de visualiser que les contraintes pour le rachis se font principalement lors des actions pour activer le vérin et des phases de contrôle. Ces contraintes sont plus importantes pour les toiles avec de nombreux œillets (séquences 3 et 4) contrairement à celles avec un seul œillet à poser (séquences 1 et 2).



Graphique 2 : Sollicitation du dos en fonction des groupements d'actions « appui sur le vérin/pression/contrôle » et « manipulation de la toile ».

Avec l'automatisation de la machine, les actions « appui sur le vérin/pression/contrôle » seront supprimées, alors que les actions liées à « la manipulation de la toile » persisteront. En effet, avec l'automatisation, les opérateurs.trices seront amenés.ées à manipuler la toile lors de différentes actions pouvant induire éventuellement des postures contraignantes. Afin d'anticiper les contraintes posturales et d'intégrer la démarche de prévention des TMS dans l'élaboration du projet, il sera nécessaire de définir les actions liées à la manipulation des différentes toiles et leurs conséquences sur la santé des opérateurs.trices suivant les situations de travail.

… mais une grande variabilité de fabrication qui questionne le projet

Les résultats de l'analyse ont montré qu'il existait une très grande variabilité dans la confection des toiles d'enfourneur. Celles-ci peuvent différer selon la matière première, le type de toile à réaliser (cordon, barre ou sangles), l'épaisseur de la toile, la largeur de la toile et la disposition des œillets. Les résultats des fiches de co-observation ont montré que la configuration des œillets était variable d'une toile à l'autre, voire d'une extrémité à l'autre pour une même toile. Peu de récurrence a été établie dans leur disposition en prenant en compte les différents critères. Sur 181 toiles fabriquées, nous avons constaté 141 modèles différents.

		Rangée A					Rangée B				
Largeur toile (mm)	Quantité	Nb de rangée	Espace entre 2 rangées (mm)	Nb d'œillets /rangée	Nb d'œillets (total)	Espace entre 2 œillets (mm)	Nb de rangée	Espace entre 2 rangées (mm)	Nb d'œillets /rangée	Nb d'œillets (total)	Espace entre 2 œillets (mm)
530	1	1		7	7	90	1		7	7	90
550		1		7	7	80	1		7	7	80
550	1	1		5	5	125	3	40	5	15	125
550	1	1		5	5	120	3	40	5	15	120
550	1	3	40	5	15	125	3	40	5	15	125
555	1	1		6	6	100	1		6	6	100
556	2	2	40	5	10	127	3	40	5	15	127
560		1		5	5	127 130 130 127	3	40	5	15	127 130 130 127
560		3	20	7	21	85	3	40	7	21	85
560	1	2	40?	5	10	130	3	40	5	15	130
560	1	2	40	5	10	130	3	40	5	15	130
560	1	1		5	5	130	3	40	5	15	130
560	1	1		5	5	130	3	40	5	15	130
560	1	1		5	5	130	3	40	5	15	130
560	1	1		7	7	85	3	40	7	21	85
560	1	1		6	6	106	1		6	6	106
560	1	3	40	7	21	88	3	40	7	21	88
565	1	1		5	5	120	3	40	5	15	120
565	1	2	40	7	14	85	3	40	7	21	85
570	1	1		6	6	95 95 160 95 95	3	40	6	18	95? 95? 160? 95? 95?
570	1	1		7	7	84	3	40	7	21	84
760	2	1		7	7	120	3	40	7	21	120
760	1	1		7	7	120	3	40	7	21	120
780	1	3	20	7	21	120	3	40	7	21	120
780	1	2	40	7	14	120	3	40	7	21	120
785	2	1		8	8	105	1		8	8	105
785		1		7	7	120	3	40	7	21	120
790	1	1		5	5	190	3	40	5	15	190
800	1	1		8	8	105	1		8	8	105
810	1	1		9	9	95	1		9	9	95
840		1		8	8	105	1		8	8	105
840	1	1		7	7	128	3	40	7	21	128
850	1	1		6	6	160	2	Passage de barre	6 4	10	160 265
850	1	1		7	7	128	3	40	7	21	128
850	2	1		9	9	95	1		9	9	95
850	2	1		9	9	100	1		9	9	100
855		1		10	10	90	1		10	10	90
855	2	1		6	6	160	3	40?	6	18	160?
860	1	1		6	6	155	1		6	6	155
860	10	1		6	6	155	1		6	6	155
860	1	1		7	7	140	3	40	7	21	140
860	1	1		7	7	128	3	40	7	21	128

Figure 2 : Extrait de deux tableaux relevant les différentes configurations d'œillets pour les toiles d'enfourneur et pour chaque extrémité.

Ce constat a amené une discussion en comité de pilotage concernant la nécessité de maintenir la machine actuelle malgré l'automatisation, puisque vraisemblablement la variabilité de fabrication ne permet pas une automatisation totale de la confection des toiles. La suite de l'accompagnement comprend donc l'instruction des repères pour l'usage de la nouvelle machine (Quelles toiles seront traitées par la machine automatique ? Quelles données seront nécessaires au paramétrage de la machine ? Quelles actions exécuteront les opérateurs sur la machine ?), ainsi qu'un projet d'aménagement spatial pour le maintien de la machine actuelle en plus de la nouvelle.

Repenser le projet initial afin d'intégrer de nouveaux repères pour la conception

A partir des résultats de l'analyse de l'activité et les données fournies par le concepteur (plan, devis), différents usages ont été déterminés pour la future machine automatique :
- La pose des œillets ;
- L'alimentation de la machine en œillets ;
- Le lancement de la machine ;
- La maintenance.

Pour chacun de ces usages, les critères suivants ont été pris en compte :
- Les actions à réaliser sur la machine ;
- Les caractéristiques des opérateurs amenés à effectuer ces actions ;
- Les postures et les sollicitations articulaires induites par ces actions (élévation des bras, torsion/flexion/extension du tronc, station debout) ;
- Les facteurs augmentant les contraintes et notamment le risque de TMS (exigences de force, zone de travail...).

Ces données ont permis l'élaboration de supports de simulation et de scénarii. Lors des séances de simulation, les participants ont joué leur activité à l'aide d'avatars permettant ainsi la construction de spécifications pour la rédaction du cahier des charges fonctionnel, selon les différents usages :

- Pour réaliser la pose des œillets par la machine automatique, l'opérateur.trice exécutera différentes actions nécessitant de manipuler la toile (pose et fixation de la toile sur la machine...). Étant donné les hauteurs des différents espaces de travail (chariots, support de pose de la toile de la machine automatique), ces actions risquent d'induire des contraintes pour le rachis similaires à celles rencontrées lors de l'utilisation de la machine manuelle. Les dimensions de la machine ont donc été redéfinies afin de limiter les postures contraignantes et les sollicitations articulaires. L'abaissement de la hauteur du plan de travail, ainsi que les dimensions des espaces de travail, ont été préconisés à partir de la norme NF EN ISO 14 738 et des résultats du groupe de travail.

- Pour l'alimentation des œillets, l'emplacement précis des bacs, ainsi que leur capacité exacte, n'ont pas été spécifiés par le concepteur. D'après le plan, ceux-ci se situeraient à 1,60 m de hauteur et semblent difficiles d'accès. Il a donc été spécifié en groupe de travail que la capacité exacte des bacs nécessitait d'être définie afin de pouvoir déterminer à quelle fréquence ceux-ci devront être remplis. Toutefois, le concepteur a notifié que lorsque ceux-ci seront vides, la machine s'arrêtera automatiquement. Si cela se produit sur une toile en cours de fabrication, l'opérateur.trice sera contraint.e de finir manuellement la pose des œillets restants. Pour éviter cette situation, il est nécessaire que les opérateurs.trices disposent de repères lisibles au niveau des bacs afin de connaître leur capacité et de pouvoir anticiper leur remplissage.

- Le lancement de la future machine automatique se fera à partir de la saisie des données issues du bon de commande sur un écran tactile. Les données nécessaires au paramétrage ont été définies en groupe de travail en accord avec le concepteur. Celui-ci nous a précisé que les dimensions de l'écran seraient de 15 x 10 cm. Par contre, l'emplacement exact n'étant pas précisé sur le plan, celui-ci a été défini de façon à limiter les contraintes posturales.

- Pour assurer le bon fonctionnement de la future machine automatique, des actions d'entretien et des réparations, en cas d'incidents et de pannes, seront nécessaires. Le concepteur a confirmé que certaines parties de la machine devront faire l'objet d'un entretien régulier. Par contre, la notice d'utilisation et la liste des pannes et des incidents possibles n'ont pas été communiquées. Il a été défini en groupe de travail que ces informations devront être complétées dans le cahier des charges afin de définir le type de pannes et d'incidents possibles, leur fréquence et leur gravité, l'accessibilité des zones de maintenance, qui devra intervenir pour les résoudre (maintenance interne à l'entreprise ou prestataire extérieur) et si une formation était nécessaire pour le technicien en charge de la maintenance au sein de l'entreprise.

Des modifications de processus de fabrication à une réorganisation des espaces de travail

Afin d'identifier les impacts de l'implantation de la machine sur l'organisation du travail et sur les aménagements de l'atelier, différents repères et critères ont été établis :

- les caractéristiques des toiles en prenant en compte les critères de qualité afin de déterminer lesquelles seront traitées par la machine automatique ;
- le processus de fabrication actuel afin d'identifier les étapes qui seront modifiées par l'introduction d'une nouvelle machine et de concevoir le futur processus de fabrication ;
- la cadence de production afin de déterminer si les opérateurs pourront gagner du temps et réaliser une autre tâche pendant l'activation de la machine ;
- les flux de circulation dans l'atelier, c'est-à-dire les déplacements de l'opérateur.trice utilisant la machine automatique et ceux des autres opérateurs travaillant dans l'atelier.

A partir des résultats de l'analyse de l'activité, plusieurs échantillons de toile ont été remis au concepteur pour la réalisation de tests afin de déterminer les toiles qui seront traitées par la machine automatique. En attente du retour du concepteur, la liste des toiles concernées par l'automatisation n'a pas été spécifiée. Toutefois, le concepteur a confirmé que certaines toiles particulières ne pourront pas être traitées par la machine en raison notamment de leur épaisseur nécessitant une force de pression trop importante pour un sertissage mécanique, de l'emplacement des œillets au niveau des bords ou des coutures et de la taille différente des œillets à poser. La machine automatique ne traitera qu'une seule taille d'œillets et celle-ci ne pourra être changée alors que certains modèles de toiles requièrent la pose d'œillets de deux tailles différentes. Il est donc nécessaire pour l'entreprise de garder la machine à œillets actuelle afin de satisfaire les exigences clients. En effet, La variabilité des caractéristiques et la spécificité des toiles dépendent des exigences clients. Aussi les données nécessaires au paramétrage de la machine ont été définies de façon à limiter le nombre d'actions à réaliser pour lancer le programme, tout en permettant à l'opérateur.trice de pouvoir identifier et rectifier les erreurs éventuelles de saisie.

Cette étape de paramétrage va modifier le processus de fabrication actuel des toiles et le traitement des informations au sein de l'atelier. En effet, avec la machine manuelle, l'opérateur.trice traçait au préalable des repères au crayon et à l'aide d'un gabarit sur la toile, puis posait les œillets et identifiait la toile à partir de ces repères. Avec la machine automatique, cette étape sera modifiée. Le traçage à partir d'un gabarit ne sera plus nécessaire pour les toiles traitées par la machine. Cette modification dans les étapes de fabrication aura une incidence sur le traitement et la circulation des informations, contenues dans le bon de commande et nécessaires à la confection des toiles.

Les opérateurs espéraient qu'avec l'intégration de la nouvelle machine, ils pourraient gagner du temps dans la fabrication des toiles afin de tenir les délais de production, notamment en réalisant une autre tâche lors de l'activation de la machine. D'après notre évaluation, la machine automatique mettra 2s pour poser des œillets sur une toile (données confirmées par le concepteur) contre 7s actuellement pour une pose manuelle. Ce gain de temps ne permettra pas aux opérateurs.trices d'effectuer une autre tâche entre deux activations de la machine. Un.e opérateur.trice devra rester à proximité pour placer les extrémités de la toile et procéder au changement des toiles.

L'implantation de cette nouvelle machine nécessite une réorganisation de l'atelier en prenant en compte les déplacements effectués par les différents opérateurs pour réaliser les divers produits fabriqués par l'entreprise. En effet, plusieurs espaces de travail ont été définis au sein de l'atelier en fonction des actions à réaliser, des outils de travail et des stocks afin de limiter les déplacements. La simulation sur une maquette de l'atelier à l'aide d'avatars a permis de définir l'emplacement de la future machine dans l'atelier et les aménagements spatiaux nécessaires à son intégration afin de permettre les flux de circulation. Celle-ci se situera à la place de la machine à œillets actuelle à proximité des tables de découpe. La machine actuelle sera déplacée à côté de la machine automatique.

Au cours des séances du groupe de travail, des lacunes dans le projet actuel ont été mises en évidence et ont montré à l'entreprise la nécessité de repenser le projet. A partir de ces résultats, un cahier des charges fonctionnel a été rédigé en définissant les besoins suivant les différents usages (alimentation des œillets, pose des œillets, nettoyage des chutes, maintenance) de la machine et prenant en compte les sollicitations articulaires engendrées par les actions à réaliser lors de ces différents usages ainsi que d'autres éléments tels que les ambiances physiques et les communications. En accord avec la direction, une version modifiable a été transmise à l'entreprise afin de permettre l'intégration de nouvelles données et de données complémentaires, notamment en lien avec la formation du personnel et l'entretien des machines.

DISCUSSION

Le cahier des charges fonctionnel permet à l'entreprise de disposer de repères descriptifs et de repères prescriptifs (Garrigou *et al.*, 2001 ; Daniellou, 2004). Les résultats des simulations ont permis d'établir un « pronostic relatif au travail futur » (Daniellou, 2004, p.370) notamment au sujet des modes opératoires et du processus de fabrication. Ce pronostic a montré à l'entreprise que le projet d'automatisation ne se limitait pas à la conception technique d'une machine. En effet, celui-ci aura des impacts sur l'organisation du travail actuelle de l'atelier et implique de concevoir une nouvelle organisation du travail (Lecoester *et al.*, 2018). L'analyse du travail réel en servant de base de référence permet d'anticiper le travail futur (Bellemare *et al.*, 1995). Les résultats de l'analyse de l'activité et la définition des besoins pour le cahier des charges fonctionnel ont mis en évidence les impacts du projet d'automatisation sur le processus de fabrication. En effet, l'apparition de nouvelles tâches et de nouvelles contraintes changeront les modes opératoires des opérateurs.trices et montrent la nécessité de prendre en compte l'activité de ceux-ci dès le projet de conception (Bainbridge, 1983). Contrairement aux attentes de l'entreprise, la machine ne remplacera pas complètement l'opérateur pour la pose d'œillets puisque celui-ci devra fixer et enlever les toiles et la programmer.
Même s'il s'agissait d'un travail répétitif, les résultats des analyses ont montré qu'il existait une grande

variabilité dans les produits et dans les modes opératoires. Ces résultats se retrouvent dans l'article de Bellemare *et al.* (1995) au sujet d'un abattoir de volailles.

CONCLUSION ET MISE EN PERSPECTIVE

Les résultats de l'analyse de l'activité et du groupe de travail ont montré à l'entreprise que de nombreux paramètres n'avaient pas été pris en compte dans le projet initial d'automatisation. La non prise en compte de ces paramètres aurait pu engendrer des contraintes à la fois pour la santé des opérateurs et pour l'organisation du travail. Ces résultats auraient abouti à un paradoxe de l'automatisation (Bainbridge, 1983), puisque le but de ce projet, qui s'inscrit dans une démarche de prévention des TMS, était de supprimer des sollicitations articulaires importantes pour les opérateurs.trices et non d'en créer de nouvelles. L'anticipation de ces contraintes dès la phase de conception de la machine permet à l'entreprise d'amorcer une réflexion sur les axes correctifs à apporter et de concevoir le processus de fabrication impliquant cette machine et une nouvelle organisation du travail.
La mise en place d'une démarche participative au cours de l'intervention ergonomique a permis de renouer le dialogue social entre les différents acteurs. Pendant les séances des groupes de travail, les participants ont échangé sur le travail, ont identifié ensemble des dysfonctionnements dans l'organisation du travail et ont cherché ensemble des solutions pour résoudre ces dysfonctionnements en prenant en compte les impacts sur leur travail et sur celui des autres. La construction sociale de l'intervention a permis aux acteurs de s'approprier les méthodologies utilisées et de s'en servir au-delà des groupes de travail. Afin de permettre à cette dynamique de perdurer et la concrétisation du projet d'automatisation, des acteurs extérieurs à l'entreprise (concepteur et contrôleur CRAMIF) ont été intégrés à la démarche. D'autres documents, en plus du cahier des charges fonctionnel, ont été remis à l'entreprise afin de lui permettre la mise en place d'une démarche de prévention durable des TMS. En effet, la démarche de prévention des TMS ne peut se limiter au projet d'automatisation. Les résultats de l'analyse de l'activité et ceux issus des groupes de travail ont montré que d'autres situations de travail sont problématiques.
Ainsi le travail réalisé sur le projet d'automatisation dans le cadre d'une démarche de prévention des TMS a permis de montrer à l'entreprise la nécessité de travailler sur l'organisation du travail, en prenant en compte la question des risques psycho-sociaux (RPS) rappelant l'origine multifactorielle des TMS.

BIBLIOGRAPHIE

AFNOR (2008). Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines. NF EN ISO 14738.

Albert, V., Vézina, N., Bilodeau, H. et Coutarel, F. (2017). « Comment et pourquoi: proposition d'un modèle d'évaluation des processus de la phase de développement d'interventions ergonomiques ». *Perspectives Interdisciplinaires sur le travail et la santé*, [En ligne], 19-3.

Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. *Automatica*, vol. 19, n°6, 775-779.

Béguin, P. (2004). L'ergonome, acteur de la conception. In Falzon, P. (dir.), *Ergonomie* (pp.375-390), Paris : PUF.

Barcellini, F., Van Belleghem et L, Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In Falzon, P. (dir.), *Ergonomie constructive*. (pp. 191-206). Paris : PUF.

Bellemare, M., Garrigou, A., Ledoux, E. et Richard, J.-G. (1995). Les apports de l'ergonomie participative dans le cadre de projets industriels ou architecturaux. *Relations industrielles*, 50(4), 768-788. Université de Laval.

Caroly, S. Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. In Falzon, P. (dir.), *Ergonomie constructive* (pp.33-45). Paris : PUF.

Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In Falzon, P. (dir.), *Ergonomie* (p359-373). Paris : PUF.

Garrigou, A., Thibault, J.-F., Jackson, M. et Masci, F. (2001). « Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception ». *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [En ligne], 3-2.

Lecoester, A., Gaillard, I., Forriere, J. et Six, F. (2018). « Les compétences pour négocier l'organisation du travail : le cas d'un projet industriel d'automatisation ». *Activité* [En ligne], 15-2.

Van Belleghem, L. (2018). « La simulation de l'activité en conception ergonomique : acquis et perspectives ». *Activités* [En ligne], 15-1.

Van Belleghem, L. (2012). Simulation organisationnelle : innovation ergonomique pour innovation sociale. *47ème Congrès de la SELF*, Lyon, France, sept.