

# **Prévention des troubles musculosquelettiques chez les opérateurs :Cas d'une entreprise industrielle dans le secteur automobile.**

## **Prevention of Musculoskeletal disorders among operators: Case of an industrial company in the automotive sector.**

**Farah KAROUI-1 (a), Abada MHAMDI-2 (b)**

(a) L'institut supérieur des sciences humaines de Tunis \_ Université Tunis El Manar

(b) Faculté de Médecine de Tunis \_ Université Tunis El Manar

.....  
Date de réception :09/09/2024. Acceptation :18/10/2024. Publication :20/12/2024

### **Résumé :**

**Cette intervention est le fruit d'une approche participative impliquant tous les acteurs concernés au sein d'une entreprise industrielle dans le secteur automobile. Cette analyse ergonomique a comme finalité d'évaluer et de prévenir les TMS (Troubles musculosquelettiques) auprès des opérateurs qui travaillent sur le poste "assemblage plaque". Le choix de ce poste résulte de l'analyse de la demande initiale d'intervention, formulée par l'entreprise afin de cibler le poste le plus critique.**

**L'investigation menée a dévoilé la partie invisible de l'iceberg : les facteurs de risques psychosociaux, organisationnels et biomécaniques propices à déclencher les TMS chez la population étudiée. La méthodologie déployée est basée sur les deux courants théoriques de l'ergonomie : le courant des facteurs humains et le courant de l'analyse de l'activité.**

**Finalement, des propositions de recommandations ont été suggérées à la lumière des résultats de l'analyse. Les plans d'actions suggérés tournent autour de 2 axes : l'organisationnel et le matériel-technique. « L'homme au travail » est au cœur de cette intervention dans une approche itérative.**

**Mots-clés : Troubles musculosquelettiques ; Evaluation ergonomique ; Prévention ; Facteurs de risque.**

## **Abstract:**

**This intervention is the fruit of a participative approach involving all the players concerned within an industrial company in the automotive sector. The aim of this ergonomic analysis is to assess and prevent musculoskeletal disorders (MSD) among operators working on the "plate assembly" workstation. The choice of this workstation resulted from an analysis of the initial request for intervention, formulated by the company in order to target the most critical workstation.**

**The investigation carried out revealed the invisible part of the iceberg: the psychosocial, organizational and biomechanical risk factors likely to trigger MSDs in the population studied. The methodology deployed is based on the two theoretical currents of ergonomics: the human factors current and the activity analysis current.**

**Finally, recommendations were suggested in the light of the results of the analysis. The suggested action plans revolve around 2 axes: organizational and material-technical. "Man at work" is at the heart of this iterative approach.**

**Keywords: Musculoskeletal disorders; ergonomic Evaluation; Prevention; risk factors.**

## **1. Introduction :**

Les troubles musculosquelettiques (TMS) sont toujours un phénomène d'actualité. Ils représentent la première maladie professionnelle reconnue au sein des plusieurs pays (INRS, 2023). En effet, le contexte tunisien est caractérisé par une croissance industrielle accompagnée d'une augmentation de la prévalence des pathologies des TMS (Ghram et al, 2010).

Notre intérêt est porté sur le secteur de l'industrie automobile, avec une perspective axée sur la RSE (responsabilité sociétale des entreprises). La réussite et la pérennité de l'entreprise sont désormais conditionnées par sa capacité de se distinguer dans un environnement concurrentiel.

La culture de l'entreprise cible de l'intervention est basée sur une approche participative qui valorise le facteur humain au sein de son système. La demande d'intervention a été formulée par le département hygiène sécurité et environnement (HSE) dans le cadre de la mise en œuvre d'une démarche centrée sur l'ergonomie.

En effet, La demande de l'intervention s'articule autour de deux points principaux. L'un concerne le choix stratégique de l'entreprise qui s'inscrit dans le développement continu et la promotion du bien-être au travail. Cette approche se traduit à travers les projets en cours, sous la supervision du département

HSE : Le projet « Chantier Ergonomie » (création du comité ergonomie pluridisciplinaire contenant un représentant de chaque département, action sur les situations du travail pour les améliorer) et le projet « ISO 45001 » (Obtention de certification : Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail). Le second axe met en lumière les indicateurs de mal-être, tels que les maladies professionnelles, les accidents du travail et les plaintes sanitaires des opérateurs.

La première partie sera dédiée à la présentation des différentes étapes de l'intervention et les outils utilisés. Ensuite, les résultats obtenus seront présentés. Enfin, ces derniers seront discutés.

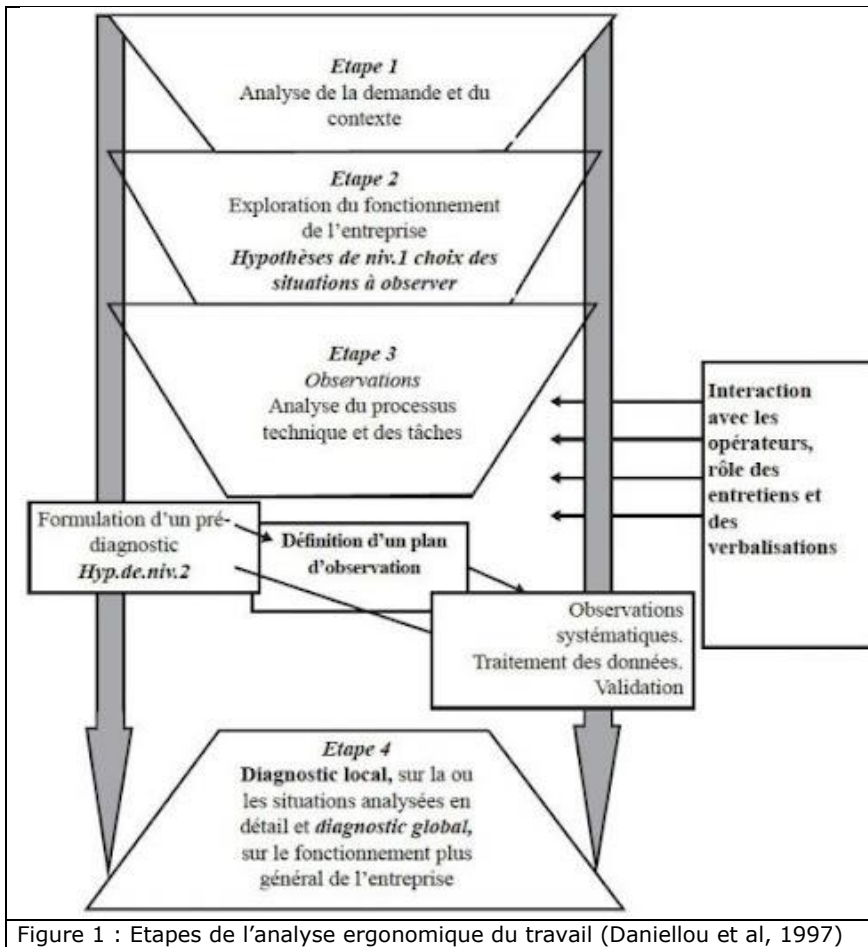
## **2. Méthodologie :**

L'objectif de cette intervention est l'évaluation et la prévention des TMS. Les TMS font parties de la catégorie des maladies professionnelles résultant d'une sollicitation excessive des tissus péri articulaires tels que les muscles et les tendons. Cette sur sollicitation est généralement provoquée par des tâches répétitives au travail. Aujourd'hui, les scientifiques s'accordent tous sur l'origine multifactorielle des TMS (Darses et de Montmollin, 2012). Il est important de prendre en compte le caractère multifactoriel des TMS afin de ne pas se limiter à la partie émergente de l'iceberg.

« L'analyse ergonomique est particulièrement adaptée à l'identification de ces facteurs et de leur conjonction et surtout à la compréhension de leurs interrelations dans l'apparition des troubles. Plusieurs méthodologies sont développées pour détecter les situations à risque et diagnostiquer les causes de survenue des TMS » (Darses et de Montmollin, 2021).

L'intervention ergonomique est un processus évolutif, itératif, nourri par les données recueillies au fur et à mesure (Daniellou et al, 1997 ; Darses et de Montmollin, 2012).

Le modèle de référence pour l'intervention menée est le modèle de l'analyse de l'activité, présenté par Daniellou et al, (1997). Selon ces chercheurs, l'analyse ergonomique du travail se déroule en 4 grandes étapes comme l'indique la figure suivante :



D'abord, l'analyse de la demande et du contexte ; Ensuite, l'étape suivante consiste à l'exploration du fonctionnement de l'entreprise. La 3<sup>ème</sup> étape, c'est l'analyse des tâches et du processus technique. Finalement, le diagnostic, vise à formaliser les facteurs de risques identifiés à la suite d'une lecture approfondie couplée avec une investigation participative.

### 2.1. L'analyse de la demande et du contexte.

Cette étape consiste à déchiffrer la demande initiale explicite d'intervention auprès des acteurs pour éclaircir le compromis sur les délais, les ressources, les responsabilités et le sujet. Découvrir les aspects implicites de la demande, obtenir des données provenant de diverses sources et créer une image d'ensemble de la situation autour de laquelle se construit les intérêts des participants. (Daniellou et al, 1997 ; Darses et de Montmollin, 2012).

Dans le cadre de l'instauration du projet ergonomique, un comité de pilotage est constitué afin d'assurer le suivi et le bon déroulement de l'intervention. Ce comité est constitué d'onze personnes, chacune est représentante de son département (RH, maintenance, conception, production...). Des entretiens semi-directifs suivis par une analyse du contenu avec les membres de ce comité, ont permis de recueillir les divers points de vue des participants concernant les étapes de l'intervention, les objectifs fixés et sa durée.

L'intervention s'est déroulée en cinq phases, chacune est suivie d'un compte rendu. L'intervention s'est déroulée sur une période s'étalant sur six mois. Enfin, l'objectif principal était de repérer les postes les plus critiques en ce qui concerne leurs impacts sur le système et sur les opérateurs (Prenant en compte différents indicateurs tels que les maladies professionnelles déclarées, les réclamations en lien avec la qualité et le vécu des opérateurs.). Les opérateurs occupant les postes identifiés constitueront la population cible d'une analyse ergonomique du travail visant à identifier des facteurs de risques des TMS et à formuler des recommandations.

Les responsabilités partagées ont été l'objet d'un compromis, accompagné d'une communication interne portant sur l'intervention et ses divers aspects.

## **2.2. L'exploration du fonctionnement de l'entreprise.**

Cette étape aboutit à la sélection des situations présentant les taux de réclamation les plus élevés et les conséquences les plus significatives. Le fonctionnement de l'entreprise est pluridimensionnel, complexe et polymorphe.

L'ergonome devrait se situer au carrefour de différentes sphères du fonctionnement. En d'autres termes, il est en mesure de comprendre le fonctionnement technique afin qu'il puisse comprendre ce qu'il est en train d'observer. Les noms des postes, des outils, les termes techniques et l'enchaînement des procédures constituent une composante primordiale. De plus, les aspects tels que la charge de travail, le temps de travail, la production et les temps de pause constituent des éléments essentiels dans le secteur industriel. En effet, « la production » est au cœur de son fonctionnement global car la finalité ultime des industries c'est le fait de produire et de vendre ses produits. Il est à noter que le contexte interne (législatif, technique et sanitaire) n'est pas détaché du contexte externe. Le fruit de cette étape, c'est le choix des situations à analyser d'une façon approfondie (Daniellou et al, 1997 ; Darses et de Montmollin, 2012).

Pratiquement, une double démarche a été déployée : l'une est qualitative et l'autre est quantitative.

Concernant la démarche quantitative, il s'agit de cibler les données relatives aux accidents du travail, aux TMS déclarés et aux jours d'arrêt au sein de l'entreprise afin d'identifier les postes les plus critiques. En 2021, quatre cas de TMS ont été déclarés, dont deux sont liés aux postes d'assemblage manuel, totalisant ainsi le nombre le plus élevé de jours d'arrêt. Enfin, par rapport aux statistiques des accidents du travail, ce poste occupe le premier rang en termes de criticité. En effet, la gravité des accidents du travail y est la plus élevée (le nombre de jours d'arrêt est le plus important pour les travailleurs sur ce poste par rapport aux autres). De plus, la fréquence de ces accidents est la plus importante pour les opérateurs travaillant sur le poste d'assemblage manuel.

Concernant la démarche qualitative, il s'agit d'être à l'écoute de tous les acteurs du système du travail. Quarante-sept fiches comportant les plaintes écrites des opérateurs ont été étudiées. De plus, dix-sept opérateurs ont participé à des sessions « d'ateliers ergonomiques » pendant lesquelles ils ont eu l'opportunité d'exprimer leurs avis par rapport aux faits alarmants et critiques pour eux. Enfin, quarante-sept entretiens semi-directifs ont été menés d'une manière anonyme et individuelle autour de la problématique de santé au travail.

Le poste « assemblage » était mentionné par plus de 60% des opérateurs en tant que poste pénible : bavure au niveau des yeux et des vêtements ; douleurs musculaires, fourmillements, bruit élevé et fatigue visuelle (concentration exigée pour les petites composantes : goupille, petit tube). Les opérateurs estiment qu'à long terme, le travail sur ce poste use le corps. Il est à noter que les résultats des analyses du contenu des entretiens semi-directifs individuels menés avec le comité de pilotage confirment la criticité du travail sur ce poste, ce qui est en correspondance avec l'analyse quantitative précédemment menée (criticité du poste : gravité et fréquence (accidents de travail et maladies professionnelles)).

Pour conclure, l'investigation menée à travers les données quantitatives et qualitatives plaide en faveur du choix du poste « Assemblage plaque » pour analyser le travail des opérateurs occupant ce poste.

### **2.3. L'analyse de processus techniques et des tâches**

L'observation se situe au centre de cette étape, comme une méthode d'analyse basique et incontournable pour

l'ergonome. Il s'agit de définir un plan d'observation. D'abord les observations sont ouvertes et exploratoires. Le but est d'interagir avec les opérateurs, nouer un lien de confiance, se familiariser avec les termes techniques et comprendre le fonctionnement global de l'entreprise. Il est important de constituer le plan d'observation systématique, en d'autres termes à travers une grille des observables. Cette approche est soutenue par les entretiens et la verbalisation des opérateurs autour de leurs activités. Les données qualitatives seront traitées et validées par les opérateurs afin de substituer toute fausse interprétation ou jugement personnel de l'ergonome (Daniellou et al, 1997 ; Darses et de Montmollin, 2012).

La méthodologie déployée pendant cette phase tourne autour de 2 axes à la lumière des approches théoriques déployées. D'une part, en ayant recours à l'approche des facteurs humains, il est essentiel d'évaluer des dimensions du plan de travail en fonction des caractéristiques anthropométriques des opérateurs ainsi qu'une évaluation de l'ambiance physique s'impose (ambiance lumineuse, ambiance sonore, ambiance thermique et vibration.). D'autre part, l'approche de l'analyse de l'activité sera explicitée à travers l'observation systématique en premier lieu (outils : Actograph, un logiciel permettant de visualiser les variations des éléments observables tels que la position de chaque partie du corps, les déplacements et les tâches au fil du temps). Puis les sessions d'auto-confrontation simples et croisées seront susceptibles de solliciter la verbalisation autour des vidéos enregistrées. Les choix des personnes participantes aux sessions d'auto-confrontation croisée sera fait à la lumière des résultats de l'observation systématique (à chaque session participera un opérateur avec difficultés majeures et un opérateur présentant moins de contraintes).

Concernant l'échantillonnage, il est important de déceler les caractéristiques de la population cible pour que l'échantillon choisi soit représentatif. En effet, le nombre total des opérateurs qui travaillent sur le poste assemblage est de 110 opérateurs (22 opérateurs et 88 opératrices). Ils sont organisés en deux groupes : Le premier travaille de 6h00 à 14h00 tandis que la deuxième de 14h00 à 22h00 pour la deuxième. Huit opérateurs ont participé à l'évaluation des facteurs de risques (4 femmes et 4 hommes). Les variables considérées lors de l'échantillonnage tournent autour de 2 axes : celles inhérentes à l'opérateur : taille, sexe, ancienneté et celles en lien avec l'organisation du travail (groupe matin VS groupe après-midi) et les difficultés rencontrées aux niveaux des machines et des composants à

assembler (Des machines avec une grande difficulté d'assemblage VS Des machines avec difficultés moyennes). Au-delà des variabilités organisationnelles et individuelles, l'emplacement des postes du travail est primordial lors de l'évaluation de l'ambiance physique.

Ci-dessous se trouve une illustration (en croix rouge) des lignes sélectionnées pour l'échantillonnage de l'analyse de l'activité et l'évaluation des facteurs de risque des TMS au niveau des postes « Assemblage plaque » à l'UAP (unité autonome de production).

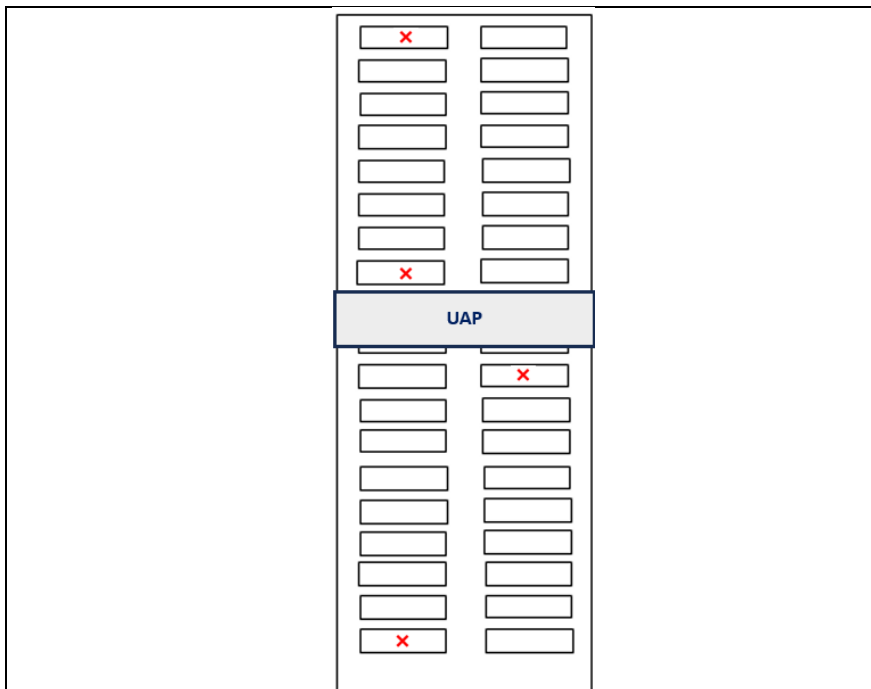


Figure 2 : Emplacement de l'échantillon d'intervention

Après avoir eu le consentement des opérateurs pour les filmer, des vidéos (de 30 minutes chacune) ont été filmées ensuite analysées par le moyen du logiciel Actograph permettant de souligner la différenciation des catégories des observables au fil du temps.

## 2.4. Diagnostic

Cette étape consiste à appréhender en détail, les situations étudiées afin de dévoiler les causes racines des dysfonctionnements, et les synthétiser sous l'intitulé « diagnostic local ». D'autre part, le « diagnostic global » permet la « généralisation » des résultats obtenus lors de l'analyse menée

sur les situations élues comme objet d'étude du diagnostic local. Cette généralisation permettra par la suite, la proposition d'un plan d'action convenable pour la population cible (Daniellou et al, 1997 ; Darses et de Montmollin, 2012).

En effet, les résultats de l'étape précédente ont révélé les postures critiques. Tout d'abord, diriger le regard vers la goulotte de bonnes pièces pour placer chaque bonne pièce implique une posture contraignante au niveau du coude gauche (+90°) ainsi qu'une rotation du cou. En effet, à plusieurs reprises, les pièces tombent en dehors de la goulotte de bonnes pièces, ce qui induit un effort supplémentaire, à la fois mental (attention) et physique (position contraignante du coude gauche et du cou), pour les récupérer. Ensuite, baisser la manette à partir de son extrémité (épaule droite +90° ; coude droit +100°).

L'observation systématique par le moyen du logiciel Actograph était complétée par des sessions d'auto-confrontation simples, pendant lesquelles l'opérateur a eu l'occasion de verbaliser ses actions, l'interprétation de l'opérateur de sa propre activité fournit une meilleure compréhension de la situation étudiée. En deuxième lieu, des auto-confrontations croisées se sont déroulées afin d'échanger les perspectives et les « savoir-faire » entre les opérateurs.

Ensuite, l'évaluation de l'ambiance physique a permis de mettre en lumière les facteurs de risques de TMS liés à l'inadéquation de certaines mesures observées avec les normes. Par exemple, lorsque l'opérateur place les pièces à assembler sur le plateau, la mesure sonore est très proche du seuil de danger indiqué par l'INRS (91 dB enregistrés pendant 39 minutes sur une période de 8 heures, contre un seuil de danger de 92 dB pour 30 minutes), pour une durée de 30 minutes, le seuil de 92 dB ne devrait pas être dépassé (INRS, 2022).

Pour conclure, cette phase a permis de cerner les facteurs de risques des TMS identifiés chez l'échantillon étudié. Cela a permis de formaliser des recommandations à prendre en considération pour l'ensemble de la population cible afin de prévenir les TMS. La section suivante présente les facteurs de risques identifiés ainsi que les recommandations proposées.

### **3. Présentation et analyse des résultats :**

D'après Brangier et Valléry, (2021), les facteurs de risques des troubles musculosquelettiques se répartissent en trois catégories principales : organisationnels, psychosociaux et biomécaniques.

Les résultats sont structurés autour de trois axes

principaux, chacun correspond à un groupe distinct de facteurs de risque identifiés.

### 3.1. Facteurs de risques biomécaniques

Les facteurs de risque biomécaniques englobent, d'une part, les contraintes liées à l'exposition prolongée aux ambiances physiques non adéquates comme le travail en environnement froid ou chaud. D'autre part, ils incluent contraintes corporelles. C'est-à-dire, rester longtemps dans une posture défavorable (torsion ou bien flexion du tronc ; abduction des ou encore la flexion ou l'extension du coude). Aussi, l'intensité élevée relative aux efforts (charges déplacées ou transportées et forces) et la répétitivité élevée des actes. Entre autres, la pression localisée au niveau de la main ou du corps entier correspond aussi aux risques biomécaniques. Finalement la combinaison des facteurs de risque biomécaniques (la présence de plus qu'un facteur), constitue en soi un nouveau facteur de risque. (Brangier et Valléry, 2021).

Les facteurs de risque biomécaniques identifiés, se répartissent en cinq axes principaux.

D'abord, la répétition élevée des gestes (prendre les pièces ; les mettre sur le posage ; baisser la manette ; relâcher la manette ; retirer la pièce et la mettre dans le panier/boîte).

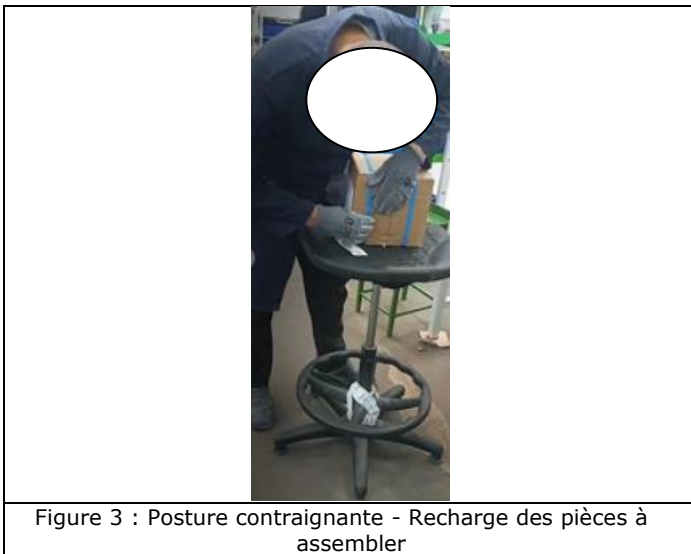


Figure 3 : Posture contraignante - Recharge des pièces à assembler

Puis, l'intensité élevée des efforts (Forces : rapprocher la table, tirer la manette ; charges transportées ou déplacées : récupération des cartons des pièces à assembler et la mise du panier rempli sur la table support).

Ensuite, le maintien prolongé d'une posture défavorable (flexion/extension du coude ou du poignet : travail avec le standard : mettre les pièces dans la goulotte de bonnes pièces exige une rotation du cou et une flexion du coude ; ouvrir les cartons des composants à assembler : inclinaison du tronc).

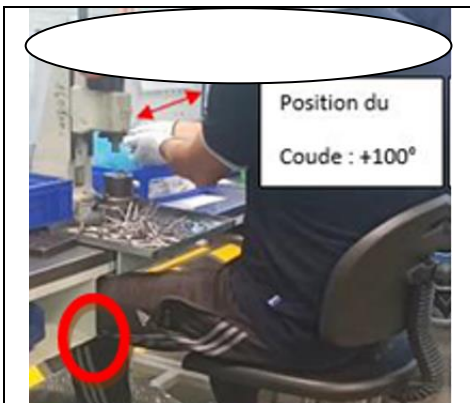


Figure 4 : Écrasement des genoux de l'opérateur et posture défavorable

Le facteur de risque suivant, concerne les écrasements sur les genoux des opérateurs induits par l'emplacement de panier des bonnes pièces et par les vis qui fixent la machine sous la table. La figure 2 illustre les deux dernières contraintes mentionnées.

De plus, la durée d'exposition prolongée aux contraintes physiques constitue un facteur de risque. En effet, le bruit est élevé : lorsque la machine ne comporte pas un joint et lorsque l'opérateur met les composants à assembler sur le plateau. De plus l'éclairage est inadéquat au niveau de posage et sur la table (écriture). Entre autres, la vibration est ressentie aux niveaux des tables, des repose-pieds, des plateaux et des machines non fixées. La figure 2 illustre l'état d'une table mal fixée.



Figure 5 : Mauvaise fixation des tables : Vibration lors de l'assemblage

L'association de plusieurs facteurs de biomécaniques amplifie le risque et constitue un facteur de risque en soi.

### **3.2. Facteurs de risques organisationnels**

Les facteurs de risque organisationnels sont étroitement liés à l'organisation du travail. Cette sphère correspond au travail caractérisé par un temps de cycle très court et contrainte temporelle. De plus, elle inclut l'absence de temps de récupération, l'absence des marges de manœuvres tant collectives qu'individuelles ainsi que le manque des outils et de ressources disponibles pour l'opérateur pour bien effectuer son travail. Enfin la monotonie de la tâche en fait partie aussi (Brangier et Valléry, 2021).

Les facteurs de risques organisationnels identifiés, tournent autour de 5 axes.

D'abord, travailler sous contrainte du temps constitue le premier facteur de risque identifié. Ce facteur est incontournable, car le monde industriel est régi par les cadences et le temps (à l'encontre du modèle du travail en mode freelance par exemple, ce dernier mode constitue une contrainte du temps moins importante que le travail industriel).

Ensuite le temps du cycle est estimé par la plupart des opérateurs comme très court. Les opérateurs nécessitent du temps pour accomplir les tâches prescrites non mentionnées dans l'instruction du travail (remplir la fiche, faire les mesures de qualité, récupérer les composants à assembler, charger le plateau intermédiaire). En plus ils nécessitent du temps pour gérer les difficultés rencontrées (rapprocher la table, régler la chaise, ramasser le panier une fois tombé à cause des vibrations de la table ; chercher un aimant dans d'autres lignes, aider ces collègues pour mettre les cartons de l'emballage final et pour la récupération des cartons lourdes contenant des pièces à assembler).

Le troisième facteur de risque réside dans l'absence des moyens permettant d'effectuer un travail de qualité. En effet, il y a des tables support de petites tailles, ainsi qu'un manque des aimants et des pinces. De plus, il existe des plateaux trop petits 36.5/26 cm ; 26.5/36 ; 33.5/25 cm (chute de pièces ; ils s'inter mêlent ; se remplissent et se vident rapidement d'où le laps du temps pour le recharger est minime). Entre autres, les extensions métalliques sous la table causent des écrasements sur les genoux. De plus, plusieurs chaises sont inadéquates.

De plus, il existe des posages qui comportent la symétrie des mesures qualité (la place de l'outil de symétrie prise au

détriment des pièces sur le plateau).

Le dernier facteur identifié c'est : la monotonie de la tâche (« c'est quoi notre travail ? Toute la journée baisser la manette, baisser la manette ; baisser la manette » ; « je suis devenue presque comme une machine »).

### **3.3. Facteurs de risques psychosociaux (RPS) :**

Le collège d'expertise sur le suivi des RPS (2011), a défini les risques psychosociaux « comme des risques pour la santé mentale, physique et sociale, engendrés par les conditions d'emploi et les facteurs organisationnels et relations susceptibles d'interagir avec le fonctionnement mental ».

Le facteur de risque psychosocial identifié chez la population cible : le stress professionnel. Selon l'INRS (2022), le stress pourrait activer les mécanismes de l'inflammation et de la douleur, nuire à l'activation musculaire, diminuer l'efficacité des gestes professionnels et diminuer la capacité de régénération des tissus. En effet plusieurs auteurs (Aptel, 2001 ; Devereux et Buckle, 2000) ont démontré l'existence d'un lien fort entre les altérations biomécaniques et le stress. D'ailleurs selon Brangier et Valléry (2021), le stress professionnel affecte l'activation musculaire et la capacité de réparation des tissus. En effet, le stress est en cause de la stimulation des mécanismes de la douleur et de l'inflammation ce qui rend moins efficace, les gestes professionnels (Brangier et Valléry, 2021).

Le stress est induit par plusieurs facteurs. D'abord, le bruit (explicité dans la rubrique « facteurs biomécaniques »).

Ensuite, l'absence des moyens pour bien accomplir son travail (pas de chaises adéquates, vibration des tables, manque des outils, manette qui se coince).

De plus, le temps du cycle est perçu comme trop court selon les opérateurs (une deuxième lecture de temps de cycle est exigée).

Enfin, l'opérateur est en mesure d'être vigilant tout le temps pour veiller aux paniers (s'assurer de les contrôler pour qu'ils ne tombent pas) au-delà des exigences attentionnelles de la tâche en soi. Par exemple, l'opérateur est en mesure de s'assurer de bon assemblage des pièces. En effet, certaines plaques devraient être positionnées sur une seule facette bien spécifique de ce fait, L'opérateur devrait s'assurer de l'orientation correcte de la pièce et vérifier cela avant chaque opération d'assemblage.

## **4. Plans d'actions :**

L'intervention menée a permis de mettre en relief les facteurs de risques identifiés au sein de l'entreprise en question. Intervenir c'est comprendre pour agir (Bonfond et Clot, 2018). Dans une logique d'action, des recommandations sous forme de plans d'actions ont été proposées.

### **4.1. Recommandations Organisationnelles**

La première recommandation, c'est la rotation des opérateurs. Il s'agit d'alterner le travail des opérateurs de la manière suivante : 4 heures de travail sur le poste assemblage, suivies de 4 heures de travail sur un autre poste (Gerling, A et al., 2013). Pour se faire il faut former les opérateurs sur au moins 2 postes différents (différenciation au niveau de la sollicitation physique, par exemple « assemblage manuel » et « pliage automatique »).

Ensuite, il est crucial d'éliminer l'effort supplémentaire induit par la non-fixation des tables : rôle primordial de la maintenance. Il est important d'entretenir les machines, les tables, les reposés pieds et les plateaux. En plus il faudrait s'assurer du bon fonctionnement de la climatisation au niveau de toutes les lignes : réparation des pannes, vérification quotidienne du niveau de la température. Entre autres, il faudrait veiller au bon fonctionnement des luminaires et remplacer les luminaires usés par d'autres dont l'éclairage aux alentours de 500 lux.

Puis, le soutien et la reconnaissance des efforts de l'employé par la hiérarchie sont cruciaux pour atténuer la souffrance liée au travail et favoriser un processus de sublimation.

Finalement le dernier axe concerne principalement les départements méthodes (instructions de travail et temps de cycle) et l'industrialisation (conception). Il est recommandé d'agrandir les dimensions des goulottes de bonnes pièces, les positionner auprès de la machine ou les transformer vers un grand rectangle par exemple. Inclure la possibilité d'ouverture et de fermeture de cette dernière serait bénéfique (minimiser l'extension de l'avant-bras hors la zone d'atteinte pour y atteindre). Enfin, il est essentiel de revoir le temps de cycle en prenant en considération le temps réel nécessaire pour effectuer les mesures de qualité, récupérer les cartons et les composants à assembler, ainsi que le temps requis pour recharger le plateau. (Daniellou et al, 1997).

## 4.2. Recommandations Techniques et matérielles

D'abord, il faudrait prévoir des chaises adéquates pour tous les opérateurs. Ensuite il est nécessaire de fournir une bouteille de dégrippant pour chaque "team leader" en faveur des opérateurs. A utiliser lorsque la manette se coince ou bien lorsque la manette est estimée comme « dure ».

Puis, il est recommandé de prévoir au moins un pinceau et un aimant par ligne. Entre autres, il devrait prévoir une table de 93 cm de hauteur (poste debout norme NF X 35-104) dédiée pour l'ouverture des cartons contenant des composants, avec la poubelle de la ligne en dessous pour éliminer les déplacements et le temps requis pour en chercher.

Aussi, il est nécessaire d'acheter des joints anti-bruit au cas de fin de stock et d'intégrer la vérification de son existence au niveau de la machine d'assemblage dans le processus « ok démarrage ».

Enfin, il faudrait prévoir une séparation entre les pièces et le plateau : séparation en matière absorbante du bruit (exemple : tissus en velours collé sur le plateau (le coller pour éviter la glissade du tissu et les contraintes imposées lors de glissade : contrainte temporelle et stress). Cette séparation ne devrait pas être trop épaisse pour ne pas prendre beaucoup d'espace au détriment des pièces). Dans le même sens, si cette séparation n'est pas possible, il faudrait changer les plateaux par une autre matière en caoutchouc par exemple pour minimiser le bruit. Enfin il est recommandé de changer les plateaux de petites tailles avec d'autres plus grands.

## 5. Discussion :

Cette intervention a pris en considération les différentes catégories de facteurs de risques mentionnés dans la littérature scientifique (Darses. Montmollin, 2012 ; Daniellou et al. 1997). Toutes les mesures de l'ambiance physique ont été menées sur plusieurs reprises au cours de la journée.

L'échantillonnage du groupe représentatif des opérateurs sur la machine étudiée a tenté de prendre en considération la variabilité interindividuelle (sexe, âge, ancienneté). Toutefois ces variables ne sont pas exclusives, la variable relative à l'état de santé de l'opérateur n'a pas été considéré. Les TMS sont influencés par les caractéristiques propres à chaque individu (Darses et Montmollin, 2012).

L'autre limite concerne l'évaluation de l'ambiance sonore. Le nombre des machines en cours de fonctionnement simultané n'était pas pris en considération. En effet, selon l'INRS (2022), il faut ajouter 3 dB à la valeur mesurée s'il y a deux machines à mesure sonore identique qui fonctionnent en même temps. Ce

qui était le cas pour quelques références de machines presse assemblages. D'autre part, les limites de l'analyse de l'activité résident dans l'absence d'intégration du facteur de risque lié au port des charges lourdes (INRS, 2022).

## 6. Conclusion :

« L'ergonomie est plus qu'un art qu'une science, mettant en relation intime compréhension du travail et transformation de celui-ci » (Daniellou et al, 1997). L'essence de l'art – et de l'ergonomie entre autres-, c'est le contact avec autrui : l'intersubjectivité. Le contact avec l'autre, suppose la rencontre de différentes réalités. Ce qui révèle du drame, de l'ingéniosité, de la créativité et encore plus.

L'intervention menée est inscrite dans la perspective d'être près, d'être « myope » afin de bien cibler les zones d'obscurité dans l'iceberg du « travail ». Il s'agit d'un fruit d'un travail collectif autour de la problématique de la santé au travail.

Une analyse de la demande explicite a permis de cibler le type de poste le plus critique, aboutissant à un échantillonnage de huit personnes de la population cible a mis l'accent sur les différences interindividuelles à prendre en considération. Ensuite, une double approche a été mise en œuvre : d'une part l'approche de l'analyse de l'activité (entretiens, actograph et auto-confrontation par vidéo) et d'autre part l'approche de facteurs humains (évaluation des dimensionnements des postes et de l'ambiance physique). Les résultats de cette évaluation ont permis de dévoiler les facteurs de risques de TMS afin d'y proposer des plans d'action.

## 7. Référence

1. Aptel, M. (2001) "TMS du membre supérieur lié au travail : des connaissances établies pour construire la prévention", dans, INRS, MSA eds Prévenir les Troubles Musculosquelettiques, mieux articuler Santé et Organisation du travail, Actes du colloque, Paris, 27-28 novembre, 14-16.
2. Bonnefond, J., Clot, Y. (2018) "Clinique du travail et santé au travail : ouvertures, perspectives et limites", Perspectives interdisciplinaires sur travail et santé, 20 – 1.
3. Brangier, E., Valléry, G. (2021) Ergonomie : 150 notions clés, DUNOD.
4. Daniellou, F., et al. (1997) Comprendre le travail pour le transformer, ANACT.
5. Darses, F., et Montmollin, M. D. 2012. L'ergonomie, La découverte.
6. Devereux, J., Buckle, P. (2000) Adverse work stress reactions – a review of the potential influence on work related musculoskeletal disorders, Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress. 5-457 to 5-460.
7. Ghram et al. (2010) « Analyse des facteurs socioculturels et survenue des troubles musculosquelettiques : le cas des couturières en Tunisie ». Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé, 12-2.
8. INRS. (2022) Bruit.
9. INRS. (2023) Les troubles musculo-squelettiques (TMS).
10. NF X 35-104- : Postures et dimensions pour l'homme au travail sur machines et appareils
11. [www.college-risquespsychosociaux-travail.fr](http://www.college-risquespsychosociaux-travail.fr)