

# Troubles musculo-squelettiques : Quel rapport avec les automatismes ?

**Les troubles musculo-squelettiques résultent au sein de l'entreprise de nombreux facteurs à la fois matériels, organisationnels, relationnels et psychologiques. Au centre : l'opérateur. L'automatisation des tâches peut avoir de multiples influences sur l'apparition ou non de ces maladies professionnelles dont le nombre ne fait que croître.**

Les troubles musculo-squelettiques comptent parmi les maladies professionnelles les plus répandues. Les TMS du membre supérieur (TMS-MS) représentent les 2 tiers des maladies professionnelles reconnues. En 2006, le système de santé a traité plus de 30 000 cas de première prise en charge, sachant qu'une même personne peut être atteinte de plusieurs troubles... Actuellement, ce sont les problèmes liés aux épaules, parmi les plus invalidants, qui tendent à se développer le plus.

Les modifications des conditions de travail conduisent à un nombre toujours plus élevé de salariés exposés aux facteurs de risque de TMS-MS. De nombreux secteurs économiques sont concernés, aussi bien en production que dans les services.

Plusieurs phénomènes sont susceptibles d'expliquer l'accroissement du nombre de TMS-MS :

- l'accroissement des contraintes de productivité ou l'instauration de nouvelles modalités organisationnelles (flux tendu, juste à temps...), qui peuvent conduire à une augmentation

de la charge de travail des opérateurs et de la pression temporelle ;

- l'intensification du travail, l'augmentation du travail à la chaîne, la diminution des marges de manœuvre des opérateurs ou la pénibilité croissante des conditions de travail ;

- l'automatisation partielle des processus de fabrication qui, d'une part, accroît la répétitivité des séquences de travail restées manuelles et d'autre part, requiert, pour certaines séquences, des mouvements précis de faible amplitude et accomplis très souvent dans une posture peu confortable ;

- l'amélioration de la connaissance des pathologies professionnelles, une meilleure sensibilisation des acteurs et des exigences accrues des salariés en matière de santé...

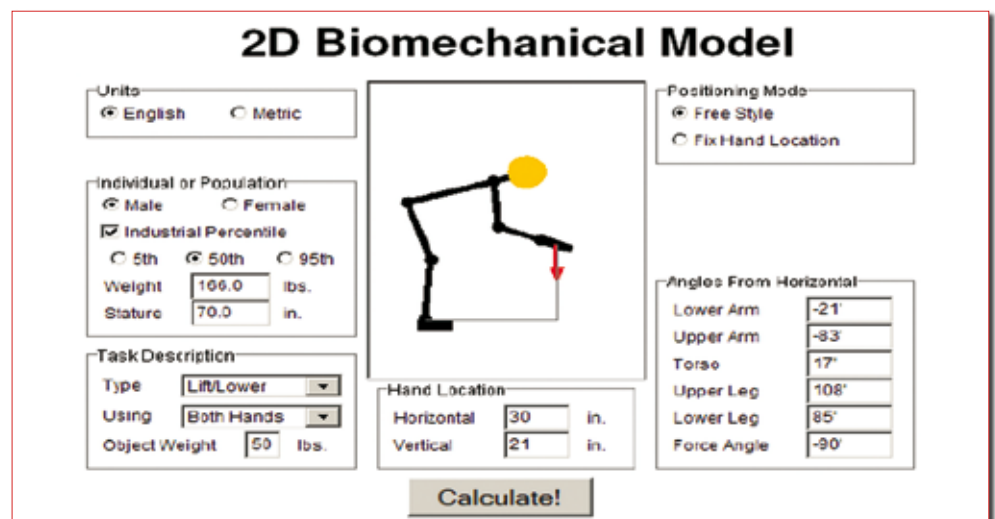
Au-delà de la souffrance individuelle engendrée par ces troubles, il résulte de cet accroissement du nombre de cas, un coût médical, économique et social relativement élevé à l'échelle d'un pays.

Certes, il n'est pas toujours facile d'établir les liens entre santé et travail, et la prise de conscience des acteurs n'est que progressi-

ve. Certaines entreprises et plus généralement certains secteurs, sont aujourd'hui réputés pour mettre en pratique des métiers relativement difficiles. Les entreprises sont alors confrontées à des difficultés de recrutement comme dans les domaines de l'abattage, de la découpe ou de la transformation de la viande. Si initialement les industries de l'automobile et de l'agro-alimentaire comptaient parmi les secteurs les plus pourvoyeurs de TMS chez les salariés, aujourd'hui toutes les industries manufacturières sont concernées.

## COMMENT SE MANIFESTENT LES TMS ?

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) recouvrent diverses maladies, dont la douleur serait



Il existe sur le marché des logiciels permettant de calculer les efforts d'un opérateur, ici en situation de lever de charge. (doc. Ergoweb)

l'expression la plus manifeste et qui concerne tous les segments corporels permettant à l'homme de se mouvoir et de travailler. Ainsi, les TMS recourent aussi bien la fatigue posturale que des affections bien caractérisées.

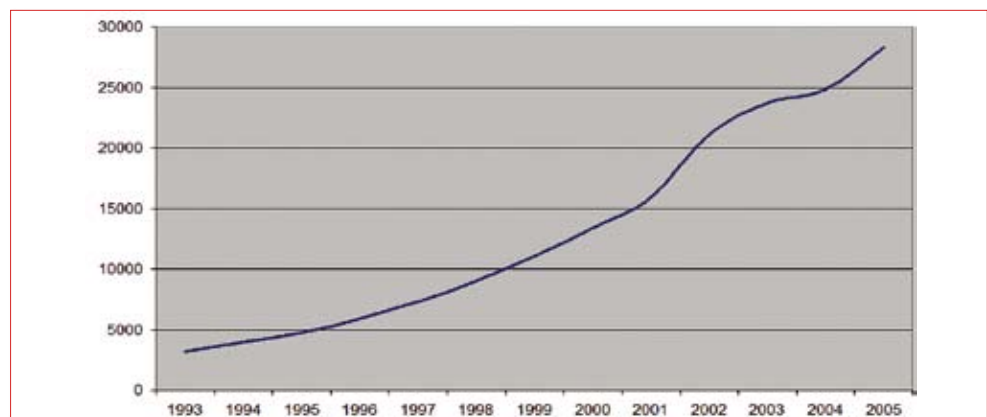
Les troubles musculo-squelettiques atteignent les tissus mous de la région des articulations. Muscles, tendons, ligaments et structures nerveuses (la compression du nerf médian dans le canal carpien par exemple) sont le lieu des déficiences.

## AU-DELÀ DES ASPECTS BIOMÉCANIQUES

« Si les ingénieurs et techniciens ont aujourd'hui pris conscience de phénomènes tels que la répétitivité des gestes et font les efforts nécessaires à l'aménagement des postes, ils n'ont pas encore véritablement considéré la dimension psychosociale et organisationnelle du travail, précise Jacques Marsot, responsable du laboratoire d'ingénierie de conception des systèmes sûrs. Ne pas prendre en compte l'influence de la richesse du contenu du travail ou le fait d'alterner des tâches, conduit à une prise de conscience partielle et peut aboutir à des échecs. »

Par exemple, le choix de commandes bimanuelles dite ergonomiques ne fait pas tout. Ce choix, malgré le fait qu'il soit pertinent, ne doit pas cacher une activité de chargement/déchargement/désassemblage des pièces, effectuée par l'opérateur. Car c'est bien cette activité qui demeure la plus sollicitante.

« La présence de TMS chez les salariés est aussi un fac-



Evolution du nombre de TMS selon le tableau 57 des maladies professionnelles. (Source INRS)

teur de dysfonctionnement de l'entreprise, remarque Agnès Aublet-Cuvelier, responsable du laboratoire de biomécanique et d'ergonomie à l'INRS. D'autant plus que le recul de l'âge de départ à la retraite des salariés va avoir pour conséquence le maintien à leur poste d'opérateurs de plus en plus âgés. Ces mêmes opérateurs devront être en mesure d'accomplir leur tâche. »

## FACTEURS ORGANISATIONNELS ET PSYCHOSOCIAUX

Les TMS dépendent principalement de deux grandes familles de facteurs de risques :

- les facteurs de risques biomécaniques ;
- les facteurs de risques psychosociaux et organisationnels.

Les facteurs de risques biomécaniques sont liés aux efforts musculaires des salariés, à leurs postures contraignantes, à la répétitivité des gestes ou encore aux postures statiques. Ces risques doivent être considérés en fonction des durées d'exposition et tempérés par les durées des pauses effectuées.

En amont, ou en parallèle, interviennent les risques psychosociaux et organisationnels. Ces derniers agissent au

travers du ressenti de chaque salarié et de la façon dont il vit au quotidien sa mission. L'autonomie dans le travail, le niveau d'exigence psychologique et plus généralement l'ambiance dans laquelle il évolue concourent à développer ou non des troubles musculo-squelettiques. Dans l'industrie, le ressenti du salarié peut être lié à la façon dont la production s'organise, à la visibilité de l'opérateur à court terme, aux possibilités de communication qui lui sont offertes. L'éventualité de recourir à une entraide pour mener à bien sa tâche (coup de main d'un collègue ou stock de pièces tampon) permet aussi d'envisager son poste différemment. L'isolement spatial et relationnel doit absolument être évité. Enfin, le temps de travail et la rotation des postes influencent aussi pour une grande part le bien-être du salarié. Dans certains cas, un ou plusieurs de ces points peuvent entraîner un stress chronique qui induit à son tour des troubles organiques. Ces troubles se manifestent alors par un allongement des temps de récupération et de réparation des phénomènes inflammatoires subis par le salarié. Les pauses jusqu'alors suffisamment longues pour retrouver ses capacités et sa disponibilité ne le sont plus.

## VARIER LES TÂCHES

La rotation de l'opérateur sur plusieurs postes est seulement l'une des pistes de prévention contre l'apparition des TMS. Cela permet de varier ses missions et de lui confier des tâches plus ou moins sollicitantes. « Mais pour cela, toutes les conditions doivent être réunies. Car dans la pratique une formation trop courte, voire inexistante conduit à un état de stress de l'opérateur du fait d'une montée en cadence trop rapide sur un poste non encore maîtrisé, lance Agnès Aublet-Cuvelier. On s'aperçoit aujourd'hui que la possibilité de rotation de poste n'est pas prise en compte par l'entreprise d'une façon assez réfléchie. La polyvalence est une bonne chose, mais l'entreprise doit s'en donner les moyens. Par ailleurs, la rotation entre postes plus ou moins pénibles, ne doit pas être envisagée comme un facteur de dilution du risque. »

Il faut retenir que la polyvalence et la rotation ne doivent pas être l'unique moyen de prévention. Le changement de poste d'un salarié très spécialisé sur une mission implique des changements de gestuelles qui peuvent eux-même induire des douleurs et des souffrances physiques les premiers jours de

la prise de poste. Par ailleurs, changer de poste régulièrement limite les possibilités de personnalisation de son environnement de travail et peut conduire à une perte de repères du salarié. Tous ces paramètres sont évidemment à prendre en compte au quotidien dans la gestion des équipes.

## QUEL RÔLE POUR LES AUTOMATISMES ?

Du point de vue de l'aspect mécanique, l'automatisation peut conduire à une réduction des risques de TMS chez les opérateurs. Les postes les plus exposés tels que le vissage, le perçage, le clipsage ou le sertissage peuvent être aménagés de façon à réduire les causes de troubles. Par exemple, les vibrations d'une visseuse manuelle et le couple induit à la main de l'opérateur en fin de serrage, sont typiquement à l'origine de troubles. Mais automatiser ces fonctions peut aussi conduire à la suppression du poste ! Dans ce cas, plus de risques de TMS, mais plus de travail non plus...

« Aujourd'hui, les lignes de fabrication ou d'assemblage font l'objet de changements de séries de plus en plus fréquents, explique Jacques Marsot. Les postes n'ayant pu évoluer vers une automatisation, techniquement ou économiquement viable, sont alors restés manuels. Dans ce contexte, l'automatisation partielle peut s'avérer néfaste pour l'opérateur resté seul sur la ligne de fabrication ! »

Et Agnès Aublet-Cuvelier d'ajouter : « Les tâches qu'il doit effectuer, pour peu qu'elles soient monotones et trop répétitives, risquent de diminuer ses marges de manœuvre et d'appauvrir dangereusement son travail. »



Du point de vue de l'aspect mécanique, l'automatisation peut conduire à une réduction des risques de TMS chez les opérateurs. Les postes les plus exposés tels que le vissage, le perçage, le clipsage ou le sertissage peuvent être aménagés de façon à réduire les causes de troubles.

Capables de réduire les risques d'apparition de TMS chez les opérateurs, les automatismes peuvent à l'inverse devenir une charge indirecte supplémentaire pour les salariés. Cette problématique est notamment vérifiée lors de dysfonctionnement du cycle automatisé. Dans ce cas, il peut être demandé à l'opérateur de parer à la défaillance de l'automatisation de la machine. Ce qui lui ajoute une charge de travail supplémentaire, dans des conditions d'ergonomie nullement étudiées. Un défaut de l'automatisation peut induire une charge mentale supplémentaire et difficile à gérer par l'opérateur. Typiquement, ce phénomène s'installe lorsque la machine produit les pièces de moindre qualité. L'opérateur doit alors, en plus de sa propre mission, contrôler les pièces produites. A ce sujet, la directive 2006/42/CE (voir plus bas) demande d'« éviter une

surveillance qui nécessite une concentration prolongée ». Dans d'autres situations, un dysfonctionnement de l'automatisation peut amener à présenter des situations inconfortables, voire dangereuses pour les techniciens de maintenance.

Le danger consiste aussi à rapatrier provisoirement sur un poste manuel des opérations initialement réalisées automatiquement sur des pièces qui de ce fait peuvent s'avérer trop lourdes et trop volumineuses pour être manipulées par un opérateur. Par extension, il est bon de signaler qu'un système automatisé d'aide à la manutention mal conçu ne sera pas utilisé par l'opérateur comme cela a pu être prévu. L'opérateur contournera naturellement le défaut de conception en réalisant certaines manipulations lui-même, d'où un risque d'apparition de TMS.

## DIRECTIVE 2006/46/CE : PRISE DE CONSCIENCE

La nouvelle directive européenne 2006/42/CE qui vient en substitution de la directive 98/37/CEE sera applicable à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2010. Elle comporte notamment un volet plus détaillé concernant les TMS. Il est notamment indiqué que la machine ne doit pas imposer une cadence à l'opérateur dans la mesure où il existe un poste de travail manuel sur celle-ci. « En d'autres termes, le poste de travail ne doit pas être conçu comme une conséquence d'un échec de l'automatisation », ajoute Laurent Claudon, responsable d'études au sein du laboratoire d'ingénierie de conception des systèmes sûrs à l'INRS.

La directive 2006/42/CE pose les exigences essentielles de santé et de sécurité relatives à la



conception et à la construction des machines. Dans son chapitre 1.1.6, elle évoque effectivement la notion d'ergonomie : « Dans les conditions prévues d'utilisation, la gêne, la fatigue et les contraintes physiques et psychiques de l'opérateur doivent être réduites au minimum compte tenu des principes ergonomiques suivants :

- tenir compte de la variabilité des opérateurs en ce qui concerne leurs données morphologiques, leur force et leur résistance,
- offrir assez d'espace pour les mouvements des différentes parties du corps de l'opérateur,
- éviter un rythme de travail déterminé par la machine,
- éviter une surveillance qui nécessite une concentration prolongée,
- adapter l'interface homme-machine aux caractéristiques prévisibles des opérateurs. »

## CONCEPTION NUMÉRIQUE : UN ATOUT ?

« L'usine numérique » ou la conception des postes de travail et leur mise en situation virtuelle est-elle une possibilité supplémentaire de lutter contre l'apparition des TMS ? « En insérant des opérateurs numérisés dans les plans de conception, on peut envisager d'aborder partiellement les aspects biomécaniques, explique Laurent Claudon. Cela permet d'aménager le poste de travail à la source grâce à une étude de postures avec un évaluateur ergonomique. Mais cela reste une partie de l'ensemble des paramètres à prendre en compte. Un intérêt supplémentaire de l'outil numérique pourrait être le lancement d'une démarche participative avec les futurs opérateurs, afin de susciter un échange constructif. »

Mais ce genre d'exercice coûte cher et fait encore l'objet d'une mise en œuvre fastidieuse. De ce fait, seules les industries de l'automobile et de l'aéronautique s'y consacrent.

Actuellement, le concept d'usine numérique évolue avec la notion de réalité virtuelle, en plaçant un véritable opérateur dans un environnement numérique. En témoignent les récents travaux de la plate-forme PERF-RV2 (Plate-forme française de réalité virtuelle) auxquels participe l'INRS. L'objectif de PERF-RV2 est de démontrer que l'intégration de l'humain virtuel dans l'usine numérique permettra d'améliorer, dès la conception, l'efficacité et l'ergonomie des postes de travail.

Malgré les avancées de ces outils, il existe cependant un risque de taille : se référer à un mannequin numérique en imaginant qu'il donne accès à l'ensemble des facteurs de risques liés aux TMS. « Ce n'est pas une démarche suffisante par rapport à la réalité des situations et relations humaines que l'on peut rencontrer sur les lieux de travail », met en garde Agnès Aublet-Cuvelier.

## LES RELAIS DE PRÉVENTION

Face à la problématique des TMS, chefs d'entreprises, responsables du personnel et chefs d'équipes ou même bureaux d'études, sont bien trop souvent démunis ou ne considèrent qu'un des multiples aspects du problème. Il existe alors des relais d'information et de prévention, capables de concevoir en amont, d'analyser, de prévenir et de trouver des solutions :

- Le médecin du travail a ici un rôle de conseil auprès de

l'employeur sur les actions de prévention à mener. Il visite les postes de travail dans les ateliers. Ainsi, le médecin du travail analyse les situations et peut donner l'alerte si nécessaire. Sa place est aussi en amont, en lien avec les bureaux d'études, lors des phases de conception des lignes de fabrication ou d'assemblage. Il peut intégrer une démarche pluridisciplinaire.

- Dans les entreprises dont la taille justifie leur présence, les infirmières du travail interviennent sur le sujet en concertation avec les médecins du travail.
- Les ingénieurs et les contrôleurs de la CRAM (Caisse Régionale d'Assurance Maladie), membres de droit des CHSCT (Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail) interviennent à la fois à un stade préventif et curatif.
- Les services inter-entreprises de santé au travail disposent d'Intervenants en Prévention des Risques Professionnels (IPRP), dont la plupart ont une formation d'ergonome.

- Les Agences Régionales d'Amélioration des Conditions de Travail (ARACT), organismes paritaires, ont pour mission d'appuyer les entreprises et leurs partenaires dans les démarches visant à promouvoir les conditions de travail et la performance économique.

## EN ENTREPRISE : TOUS CONCERNÉS

Dans l'entreprise, le responsable sécurité, les opérateurs, les agents des méthodes, tout comme le personnel de maintenance ont un rôle à jouer. Les personnels responsables des achats doivent aussi se sentir concernés, car ils seront par exemple à l'origine des choix de vis ou d'inserts plus ou moins faciles à mettre en œuvre sur les postes de montage ! Les responsables logistiques peuvent de leur côté, suivant les contraintes de production, faire en sorte d'alterner le lancement en production de séries de fabrication réputées difficiles ou faciles...

### A LIRE POUR EN SAVOIR PLUS...

« **Les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur (TMS-MS) : Guide pour les préventeurs** » Cet ouvrage édité par l'INRS répond aux questions les plus fréquemment posées et fournit des données statistiques. Il renseigne aussi sur la physiopathologie et les signes cliniques des TMS (juillet 2007 - ISBN 978-2-7389-1498-9).

« **Influence de l'utilisation des commandes bimanuelles sur le risque de troubles musculo-squelettiques** » Cet ouvrage rend compte d'une étude sur la relation entre TMS et commandes bimanuelles. Si elle ne permet pas de conclure définitivement sur la relation entre l'utilisation de ces commandes et l'apparition de TMS, elle dégage cependant des pistes de réponses et de réflexions sur une nouvelle demande en développement (août 2005 - Note Scientifique et Technique NS 247 de l'INRS).

Sur Internet ([www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)) : le dossier Focus TMS. Cliquez sur « Se documenter » puis sur « Recherches thématiques ».