



Démarche de conception d'un outil numérique d'évaluation du risque de TMS

Rémy HUBAUT^{1,3}, Sandrine CAROLY¹, Fabien COUTAREL², Christophe BLANCHON³ & Christophe ROYBIN⁴

1. PACTE, Université Pierre Mendès France, Le Patio, BP 47, 38 040 Grenoble cedex 09, France
2. Clermont Université, Université Blaise Pascal, EA 4281, ACTE
3. Inoprod, Centre d'Affaires du zénith Le trident – Bâtiment E46 rue de Sarliève 63800 Cournon D'Auvergne
4. Usine Renault Trucks, Volvo Group, Avenue Amédée Mercier, 01000 Bourg en bresse
remy.hubaut@hotmail.fr; sandrine.caroly@upmf-grenoble.fr; Fabien.Coutarel@univ-bpclermont.fr; blanchon@inoprod.com; christophe.roybin@volvo.com

Résumé : Les outils actuels pour évaluer le risque d'apparition de troubles musculo-squelettiques (TMS) restent globalement largement inscrits dans une approche biomécanique. Cette tendance semble accentuée dans les outils numériques émergents d'évaluation du risque TMS : centrés sur la captation en direct du mouvement, ce qui présente déjà des difficultés techniques importantes, ils n'intègrent pas les connaissances établies par la littérature scientifique (consensus international autour d'un modèle bio-psycho-social des TMS).

Notre projet de thèse propose l'étude des conditions d'intégration d'une approche bio-psycho-sociale des TMS, fondée sur l'ergonomie de l'activité, visant la conception d'un outil numérique d'évaluation multifactorielle des risques TMS dans le secteur industriel.

Mots-clés : Outils numérique, prévention, troubles musculo-squelettiques, ergonomie

Conception of a digital tool for musculoskeletal disorder's assessment.

Abstract. Current tools for assessing the risk of developing musculoskeletal disorders (MSDs) remain generally far enrolled in a biomechanical approach, although some of them propose changes towards greater consideration of multiple risk factors. This trend seems accentuated in emerging digital tools risk assessment MSDs focusing on the live motion capture and associated difficulties, they do not integrate the knowledge established by the scientific literature (international consensus around a model bio-psycho-social MSD).

Our thesis proposes the study of conditions for integration of a bio-psycho-social approach to MSDs, based on the ergonomics of the activity, for the design of a digital tool for multifactorial risk assessment TMS in the industrial sector.

Keywords: Digital tools, prevention, musculoskeletal disorder, ergonomics

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Marseille du 21 au 23 septembre 2016. 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 :

Hubaut, R., Caroly, S. & Coutarel, F. (2016). Conception d'un outil numérique d'évaluation du risque de TMS. Actes du 51^{ème} Congrès de la SELF, Marseille, 21-23/09/16.

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.



Texte original*.

INTRODUCTION

Malgré les nombreux travaux qui leur sont dédiés, les TMS constituent toujours un défi sociétal majeur, du fait de leurs retombées, en termes de santé mais également de performances, sur les individus et les organisations. Pour faire face à ce problème, les entreprises doivent chercher des solutions organisationnelles qui ne sont pas toujours simples à trouver ou à mettre en application.

En même temps que les évolutions réglementaires des années 2000 (par exemple autour du décret relatif à l'évaluation a priori des risques professionnels, ou encore, plus récemment, le « décret pénibilité »), on observe le développement de nombreux outils d'évaluation du risque TMS et leur usage massif, notamment dans le milieu industriel. Cependant, le repérage des facteurs de risques permis par ces outils reste le plus souvent insatisfaisant du point de vue de l'ergonomie : concentrés sur les dimensions biomécaniques des mouvements et postures, ils ne prennent pas en compte l'ensemble des facteurs de risques qui font pourtant l'objet d'un consensus international entre les chercheurs, aujourd'hui dans les modèles étiologiques concernant l'apparition des TMS.

Le développement d'outils numériques portables, capable de saisir en direct le mouvement et de produire automatiquement et presque instantanément des données de cotations représente à la fois une formidable opportunité et un grand risque. L'opportunité réside dans les possibilités d'usage que ces outils offrent aux utilisateurs actuels de ces outils (actuellement non numériques), par exemple facilité d'utilisation pour évaluer rapidement les facteurs de risque de TMS et faire des analyses et interprétations instantanées. Le risque réside dans le renforcement des difficultés, par l'usage de l'outil, à **passer d'une analyse du mouvement à une analyse du geste professionnel** : les difficultés techniques associées à la mise en place de ces outils aux performances séduisantes ne vont-elles pas contribuer à produire des outils dont la prise en compte du risque ne traitera qu'une partie de la réalité ?

Nous présenterons, dans cette communication, d'abord le cadre théorique des troubles musculo-squelettiques, et des outils d'évaluation, la problématique de la recherche, le cadre méthodologique, puis les résultats attendus de notre projet de thèse pour la conception d'un outil numérique d'évaluation des TMS.

LES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES

Les Troubles musculo-squelettiques (TMS) sont des affections péri-articulaires qui touchent les tendons à la périphérie des articulations. Les TMS sont l'expression d'une hyper-sollicitation d'origine professionnelle, se traduisant par des douleurs pouvant aller jusqu'à l'incapacité permanente, aussi bien dans les activités professionnelles que domestiques. Les TMS se divisent en 2 grandes familles : les TMS des membres supérieurs, et ceux du rachis. Ils comprennent des maladies bien identifiées : syndrome du canal carpien, épicondylite latérale, tendinopathie de la coiffe des rotateurs, et l'expression de douleurs non spécifiques, localisées ou non (Roquelaure et al. , 2012).

Texte original*.

De l'approche épidémiologique

Un consensus scientifique international s'est dégagé sur un modèle bio-psycho-social des TMS (Figure1) intégrant certaines caractéristiques psychologiques, sociales et organisationnelles des situations de travail [National Research Council, 2001; Bongers et al, 2006 ; Van Rijn et al, 2010 ; Kausto et al, 2010 ; Krause et al, 2010 ; cités par Roquelaure et al., 2012].

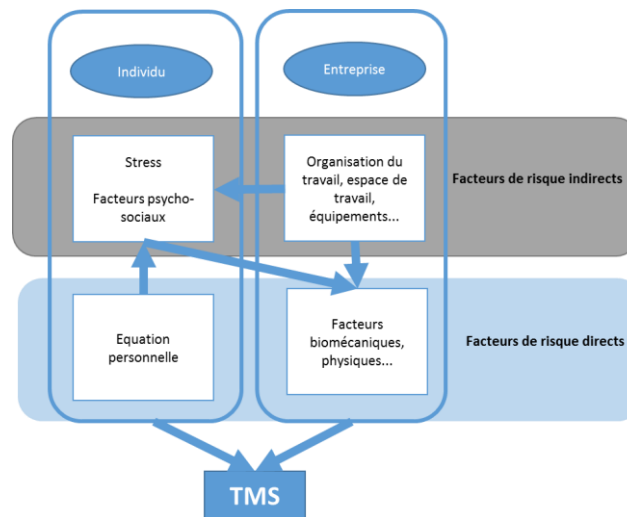


Figure 1 : Modèle bio-psycho-social des TMS tiré de l'INRS

Ce modèle classe les facteurs de risques en facteurs directs et indirects, en distinguant ceux relevant de l'individu, et ceux relevant de l'entreprise. Malgré un caractère multifactoriel, la littérature épidémiologique, tend à favoriser plutôt la diminution de l'exposition aux facteurs directs : les facteurs biomécaniques, car ce sont le plus souvent ceux les plus faciles à mesurer. Ce type de démarche se traduit par une prévention ciblée sur le dimensionnement du poste de travail, ou une exigence d'adaptation du travailleur aux caractéristiques de sa tâche. Elle peut conduire à ce que Winkel et Westgaard (2008) ont qualifié de « piège de l'ergonomie », une diminution de l'exposition aux facteurs de risque biomécanique qui laissant de côté le volet organisationnel de l'intensification du travail ne conduit pas à une amélioration du problème de TMS. De manière générale : « *On ne peut pas conclure de manière systématique à la toxicité d'un geste, à partir de sa seule description biomécanique.* » (Bourgeois, et al., 2000). Le risque de toxicité du geste va croître avec la présence de contraintes dans la situation de travail, contraintes auxquelles l'opérateur ne pourra pas apporter de solutions, et avec **la combinaison des différents facteurs**.



Texte original*.

A l'approche ergonomique

La complexité de la combinaison de facteurs à l'origine de l'apparition des TMS, nécessite de sortir du cadre du poste de travail et des facteurs de risque pour aller explorer les déterminants de ces facteurs de risque (Bellemare, 2002). Ces déterminants sont à investiguer dans la sphère élargie de l'entreprise (clients, fournisseurs, réglementation etc...), mais aussi dans la sphère sociétale, et constituent des leviers d'action pour réduire l'exposition aux facteurs de risques issus de l'approche épidémiologique (figure 2 : Coutarel, 2009). Appréhender ces déterminants permet d'envisager une approche développementale de la prévention des TMS passant par la construction de marges de manœuvre (Vézina 2000). La marge de manœuvre situationnelle (Coutarel et al, 2015) correspond à l'espace de régulation mobilisé par l'opérateur dans une situation de travail précise. Celle-ci dépend de l'interaction entre les caractéristiques de l'environnement de travail et les caractéristiques de la personne. Les dimensions de la marge de manœuvre situationnelle sont multiples : définition des tâches, objectifs de performance, variabilité de la production, état du collectif... ; état de santé de l'opérateur, valeurs liées au travail, compétences...). Contribuer au développement de la marge de manœuvre situationnelle suppose simultanément de diminuer les contraintes et de développer les ressources dont dispose l'opérateur pour faire face aux exigences du travail. Quand les approches classiques des TMS insistent sur la diminution des expositions, il s'agit donc aussi de construire simultanément les ressources des acteurs et des organisations pour faire face aux défis quotidiens du travail, pour favoriser la possibilité de rencontrer les objectifs de performance dans des conditions favorables (Coutarel & Petit, 2013).

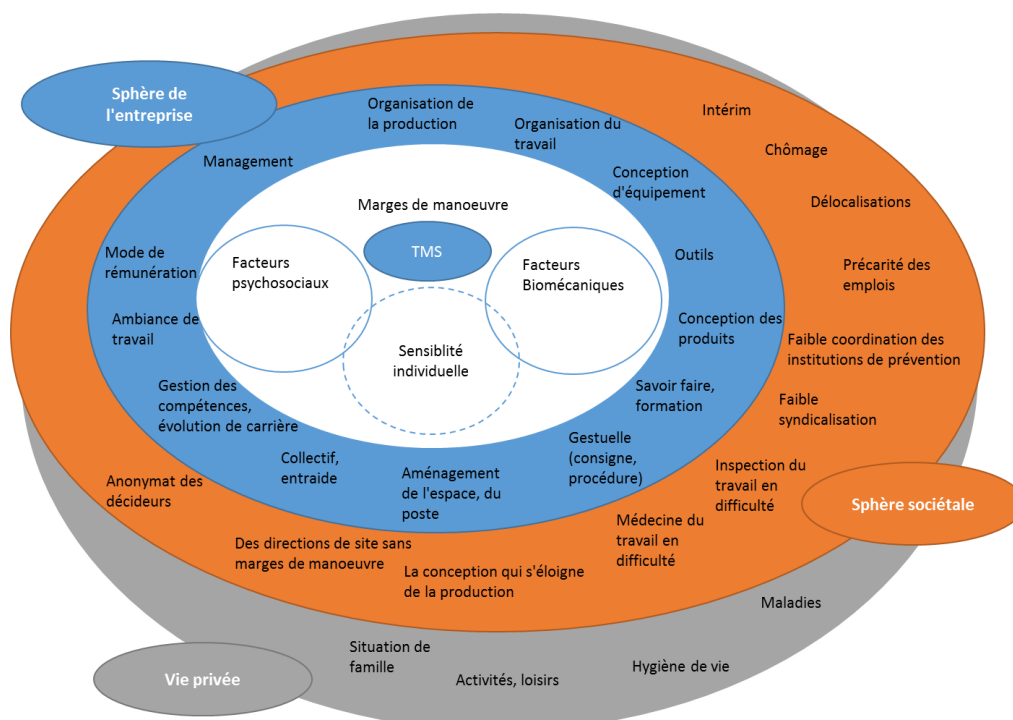


Figure 2: Modèle ergonomique du risque de TMS (Adapté de l'Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail par Coutarel, 2009)



Texte original*.

LES OUTILS D'ÉVALUATION

Les outils d'évaluation des conditions de travail

La question des outils d'évaluation des TMS est d'abord issue des outils, plus généraux, d'évaluation des conditions de travail. Ces outils ou « grilles » d'évaluation ont été produits dans les années 70 pour permettre de recueillir des informations de manière simple et objective autour des conditions de travail (Six, 1999). Elles sont produites par des entreprises (par exemple : Renault : RNUR, 1976 ; Saviem : AVISEM, 1977), des laboratoires de recherche (par exemple, la grille du Laboratoire d'Economie et de Sociologie du Travail d'Aix-en-Provence, Guélaud et al., 1975), ou par des organismes de prévention (par exemple, la grille de l'Agence Pour l'Amélioration des Conditions de Travail). Ces grilles permettent le recueil de facteurs physiques, psychologiques, sociaux dans une approche multifactorielle des TMS afin d'identifier les risques pour la santé et la sécurité de l'opérateur. Plusieurs limites de ces grilles ont été relevées. En premier lieu, Piganiol (1980), insiste sur le fait qu'il n'existe ni unité, ni appareil de mesure pour certains éléments du système de cotation. L'utilisateur de la grille doit donc travailler avec des estimations de valeurs qui seront ramenées à des seuils de tolérances génériques de l'organisme humain. Ensuite, le fractionnement de la situation de travail en différents facteurs met de côté les interactions qu'entretiennent ces différents facteurs dans la situation de travail et leurs effets sur l'opérateur (Leplat, 1978). Enfin, l'utilisation de ces grilles pose la question de la participation de l'opérateur à l'analyse et à l'évaluation de ces conditions de travail. Si certaines grilles formalisent la participation de l'opérateur (LEST, SAVIEM), celle-ci reste limitée.

Les outils d'évaluation des TMS

La nécessité de faire face à l'épidémie de TMS au début des années 90 conduit au besoin d'outils d'évaluation spécifiques du risque de TMS, si possible facilement utilisables (notamment par des non ergonomes). Les premières approches physiologiques et biomécaniques du risque se concentrent sur la dimension physique. Des grilles spécifiques à l'évaluation du risque de TMS sont ainsi construites : *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), *Occupational Repetitive Action* (OCRA), *Quick Exposure Check* (QEC). Les facteurs professionnels y sont appréhendés de façon isolée (par exemple, la force n'est pas mise en lien avec le rythme de travail), alors que c'est souvent leur combinaison dans la situation de travail qui est à la genèse des TMS (Coutarel, Daniellou & Dugué, 2005). Par ailleurs, ils conduisent à centrer l'attention de leurs utilisateurs sur les dimensions locales du travail (le poste de travail), alors même que la prévention suppose une évaluation des risques qui vise l'action sur des déterminants de ces facteurs de risques locaux (Bellemare & Baril-Gingras, 2011 ; Roquelaure et al., 1999) : par exemple, organisation du travail, culture de sécurité, objectifs de production, etc. Cibler ces déterminants peut s'avérer majeur pour la prévention (Coutarel et al., 2015) et invite à mieux comprendre le geste dans son ensemble plutôt que le mouvement seulement (Simonet, 2011), qui n'en est que la partie visible. Le modèle du geste, développé par l'ergonomie considère celui-ci comme une structure complexe (physique, cognitive, psychique) (Coutarel, 2015). Le mouvement n'est que la partie visible. Le geste est le résultat d'un compromis entre la tâche, les objectifs de l'entreprise, ceux de l'opérateur, les moyens matériels, l'expérience de l'opérateur (Bourgeois & Hubault, 2005), ainsi que les possibilités de travail collectif (Caroly, 2010).

Texte original*.

L'outil, instrument de la prévention

Dans une perspective *anthropotechnique* de Rabardel (1995, 1997, Folcher & Rabardel, 2004), le préventeur entretient une relation de type instrumentale avec les outils d'évaluation du risque de TMS. L'outil d'évaluation, d'abord artéfact s'inscrit dans des processus psychologiques et cognitifs permettant son appropriation par les utilisateurs finaux. Puis, il se constitue progressivement comme instrument, selon un processus de genèse instrumentale par lequel s'élaborent des schèmes sociaux d'utilisation (Bobillier Chaumon, 2013). Les outils d'évaluation sont les médiateurs de la relation entre le préventeur ou le concepteur et la situation de travail, et les opérateurs. Selon les éléments retenus lors de leur conception, les outils orientent la nature de l'action de prévention. Les résultats obtenus lors de l'utilisation d'un outil vont influencer l'objet de la transformation : la catégorie de déterminant de facteurs de risque retenue. Les outils transforment les usages des utilisateurs et *in fine*, les utilisateurs eux même dans leurs représentations, leurs compétences, leur pratique (figure 3).

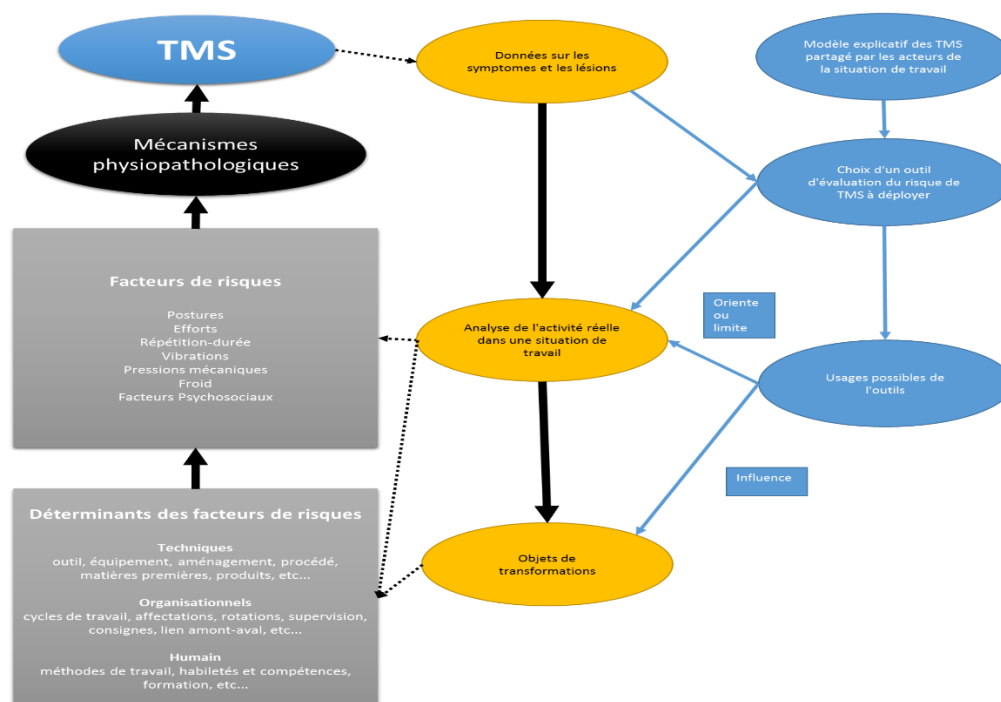


Figure 3 : La démarche de prévention médiatisée par les outils, inspirée du modèle du diagnostic ergonomique pour la prévention des TMS (Bellemare, 2002)

L'utilisation des outils d'évaluation des risques spécifiques aux TMS ou d'analyse des conditions de travail se heurtent souvent à la difficulté de mesurer des environnements variés. L'usage de ces outils par les acteurs HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) ou les ingénieurs peut être chronophage dans les entreprises de grandes tailles avec un grand nombre de postes. Ceci peut amener certains acteurs de la prévention à être cantonnés à de la cotation des postes, sans leur permettre d'explorer d'autres facteurs que les facteurs biomécaniques contenus dans les outils, ni de construire réellement des démarches de prévention efficaces.

Les possibilités numériques actuelles pourraient permettre de capter et de traiter quasiment en direct certains éléments du mouvement humain au poste de travail et de le mettre en lien avec d'autres facteurs de risques organisationnels ou psycho-sociaux. La rapidité, la précision et la portabilité de ces nouveaux outils offrent des perspectives séduisantes, déjà mises en



Texte original*.

avant par certaines entreprises : capter un mouvement avec son téléphone portable et sortir immédiatement une exploitation des données relatives à ce mouvement en termes de gestes et postures par exemple. L'enjeu est de tenir une approche globale et systémique que cette première approche de l'évaluation des TMS par les technologies innovantes.

PROBLEMATIQUE DE LA RECHERCHE

La principale problématique du projet de thèse est d'**apprécier comment intégrer à ces futurs outils numériques des caractéristiques plus favorables à l'évaluation globale du risque TMS ?**

Le défi réside dans la capacité de ces futurs outils à prendre en compte l'ensemble des dimensions de l'activité humaine (cognitive, sociale, psychologique, biomécanique) plutôt que seulement la dimension biomécanique (Kumar, Narayan, & Moro, 2004), alors même que les outils « classiques » (non numériques) d'évaluation du risque TMS n'ont pas encore réussis à intégrer l'évolution vers plus de complexité des modèles étiologiques. L'appréhension de ces dimensions devrait mener à une analyse du geste, et non plus du mouvement, dans le but de développer les ressources des opérateurs et des organisations pour faire face au problème des TMS.

En s'appuyant sur les travaux de Bobillier-Chaumon (2013), nous nous poserons aussi la question suivante : en quoi ces nouvelles technologies vont-elles favoriser l'activité des utilisateurs de ces outils de cotation et analyse des risques ou au contraire empêcher et limiter leur activité de prévention ?

MÉTHODOLOGIE

Dans le cadre de cette recherche, deux types d'utilisateurs sont ciblés :

- Un ergonome (le doctorant) inséré dans une équipe de concepteurs de processus de travail ;
- Des acteurs HSE ergonomes et non ergonomes d'une équipe santé sécurité d'un important site industriel. L'équipe HSE se compose d'un ergonome, de quatre ingénieurs QHSE, ainsi que des référents managers de terrain, mettant en œuvre des outils d'évaluation du risque de TMS au sein des projets d'amélioration continue.

Les situations de travail qui serviront au projet sont des situations de production, le site industriel de terrain est un fabricant de véhicules poids-lourds, comprenant 1800 employés. La thèse devra discuter du périmètre de validité des résultats obtenus (à d'autres utilisateurs, à d'autres types de situations de travail).

Notre projet de recherche s'inscrit dans une démarche d'ergonomie de conception. Notre recherche s'appuiera sur les 4 étapes suivantes :

- Un inventaire des outils d'évaluation des TMS (numériques ou non), avec la confrontation de leur modèle théorique aux modèles étiologiques des TMS. Nous identifierons les situations de référence de l'utilisation des outils, afin de pouvoir identifier les objectifs qu'ils poursuivent.
- Des analyses de l'activité des opérateurs sur les différents terrains, par le doctorant avec l'usage d'outils existants pour en évaluer les avantages et les inconvénients par rapport à une compréhension globale du geste, couplée avec une analyse de l'activité



Texte original.*

des acteurs de l'entreprise qui sont amenés à utiliser des outils d'évaluation des risques TMS ou des conditions de travail. Nous comparerons les résultats donnés par l'utilisation de ces outils d'évaluation et l'analyse ergonomique de l'activité et du travail, réalisée par le doctorant. Ceci nous permettra d'établir les usages réels des outils de prévention, les situations d'action caractéristiques, et les zones d'ombre qu'ils laissent dans l'analyse de l'activité.

- Le diagnostic et les demandes d'entreprise permettront d'éclairer les objectifs et les conditions de l'utilisation du futur outil numérique. Le diagnostic devra permettre d'établir un cahier des charges de l'outil numérique attendu.
- Une phase de simulations autour des caractéristiques du futur outil. Ces simulations visent à identifier les difficultés rencontrées par l'ergonome-doctorant et les acteurs HSE dans l'utilisation future de l'outil. Ceci afin de pouvoir en améliorer l'utilisabilité, et de comparer les usages du futur outil, pour un ergonome inséré dans un projet de conception, et pour des acteurs HSE dans le cadre d'une politique d'amélioration continue de la sécurité en lien avec la production.

PREMIERS RÉSULTATS ET CONCLUSION

Les résultats attendus de cette recherche sont de concevoir un outil qui permette d'intégrer dans les dernières technologies d'autres facteurs de risques d'évaluation et de compréhension du geste professionnel. Notre outil devra s'adapter à des situations toujours variables au sein du secteur industriel. Nous appréhenderons cette variabilité au travers de macro-indicateurs qui sont les déterminants de l'organisation : organisation de la production (flux tiré, poussé, tendus ; production à la chaîne, par lot) ; organisation du management (directif, délégatif, participatif, persuasif...) ; de la formation (sur ligne de production, en salle, sur poste aménagée, compagnonnage etc...), environnement de travail (bruit, chaleur, vibrations, poussière, éclairage etc...). Mais aussi des caractéristiques de la population (âge, ancienneté, type de contrat, expérience professionnelle etc...). Nous essayerons ainsi de mettre en lumière les contraintes (facteurs de risques et déterminants des facteurs de risques), et les ressources (individuelles, collectives, organisationnelles, techniques), dont la rencontre conduit à l'émergence de TMS.

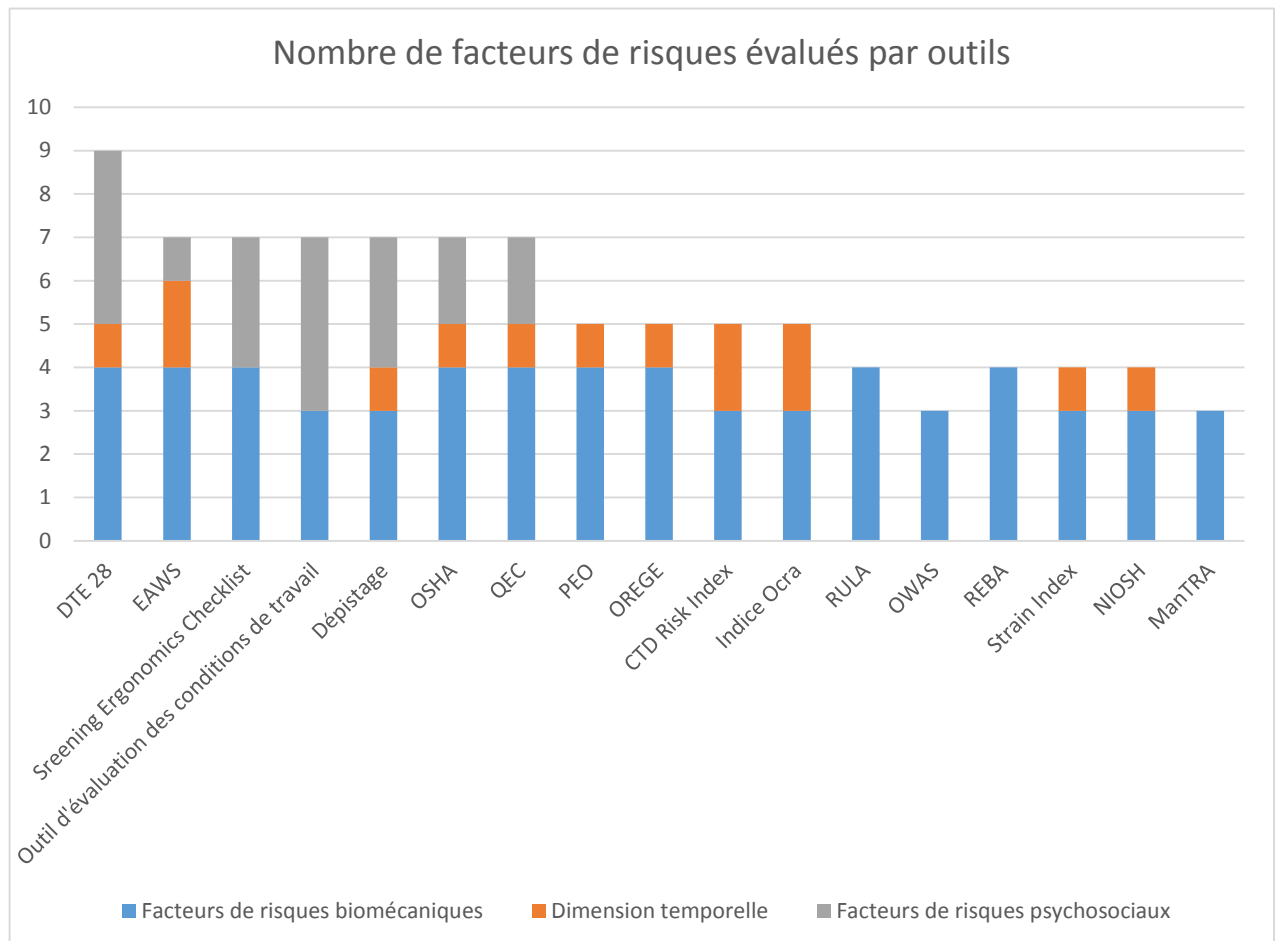
Pour faire le lien entre les ressources et les contraintes, nous nous appuyerons sur l'activité dont certains éléments pourront être mesurés en temps réel par des dispositifs de capture du mouvement par exemple. Nous pourrions ainsi lier une organisation en flux tendu, avec une forte pression temporelle, et une répétitivité des gestes mesurée comme délétère. Nous nous appuyerons aussi sur le ressenti subjectif des opérateurs au travail, afin de pouvoir identifier ce qui pourrait conduire à l'émergence de TMS. L'outil pourra avoir différents niveaux de complexité pour des utilisateurs de profils différents, pouvant inclure l'opérateur lui-même. La numérisation de l'outil pourrait faciliter un traitement quantitatif des données qualitatives.

Les premiers résultats de l'inventaire des outils d'évaluation confirment la prédominance de l'évaluation des facteurs de risques biomécaniques. Sur 17 outils inventoriés, 7 seulement questionnent au moins un facteur de risque psychosocial, 4 outils questionnent plus de 2 facteurs. Les facteurs psychosociaux pris en compte dans ce classement sont : l'intensification de la charge de travail, le travail monotone, le travail cadencé, le contrôle sur la situation de travail, la reconnaissance du travail, le support social et la dimension cognitive du travail. L'organisation du travail n'est abordée qu'à travers la dimension temporelle dans 11 outils, dont 3 seulement tiennent compte de temps de récupération et de pauses. Sur les facteurs



Texte original*.

biomécaniques considérés : l'effort, la répétitivité, la posture et la manutention, 10 outils prennent en compte les 4 facteurs, 7 ne questionnent pas les manutentions, 1 ne tient pas compte de la répétitivité. Mais, tous les outils évaluent au moins 3 facteurs biomécaniques (graphique 1).



Graphique 1 Nombre de facteurs de risques évalués par outils

Il semblerait que la prise en compte prédominantes des facteurs biomécaniques par les outils d'évaluation du risque de TMS, tend à favoriser une démarche de prévention des TMS principalement sur le dimensionnement physique du poste de travail (Caroly et al., 2008). Pourtant la durée d'exposition pourrait favoriser la mise en place d'une prévention visant des modifications de l'organisation du travail, par exemple la rotation. Actuellement, la phase d'analyse de l'activité d'usage des outils d'évaluation par les utilisateurs est en cours de déploiement sur le terrain industriel. Du côté de l'équipe de conception des processus de travail, un certain nombre d'outils numériques ont pu être appréhendés.

La démarche de conception adoptée dans cette thèse devrait nous permettre de suivre le processus de genèse instrumentale qui existe autour des outils d'évaluation du risque de TMS. Ce qui permettra d'évaluer leur impact sur les démarches de prévention et faire évoluer la représentation des acteurs sur la compréhension du risque de TMS, et des actions de



Texte original*.

prévention à mettre en œuvre. Il s'agit ainsi d'envisager comment ramener le travail réel dans les outils d'évaluation des risques au travail.

BIBLIOGRAPHIE

Bellemare, M., & Baril-Gingras, G. (2011) Outils pour apprécier les aspects socio-organisationnels lors d'une intervention de prévention. In *Troisième Congrès francophone sur les troubles musculosquelettiques (TMS). Échanges et pratiques sur la prévention/Organisé par l'Anact et Pacte*.

Bellemare, M., & IRSST (Québec). (2002). *La transformation des situations de travail par une approche participative en ergonomie: une recherche intervention pour la prévention des troubles musculo-squelettiques*. Montréal: IRSST.

Bobillier Chaumon, M. E. (2013). Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité: questions et perspectives pour la psychologie du travail. Habilitation à diriger les recherches, UPMF.

Bongers PM, Ijmker S, Van den Heuvel S, et al. (2006), Epidemiology of work related neck and upper limb problems: Psychosocial and personal risk factors (Part I) and effective intervention from a bio behavioural perspective. *J Occup Reha-bil*;16:279-302.

Bourgeois, F., & Hubault, F. (2005). Prévenir les TMS. Activités, pp. 20-36.

Caroly, S. (2010). Activité collective et réélaboration des règles: des enjeux pour la santé au travail.

Caroly, S., Coutarel, F., Escriva, E., Roquelaure, Y., Schweitzer, J. M., & Daniellou, F. (2008). La prévention durable des TMS: Quels freins? Quels leviers d'action?.

Coutarel, F. (2015). Les gestes répétitifs. *Les risques du travail*, 207-210.

Coutarel, F., Caroly, S., Vézina, N., & Daniellou, F. (2015). Marge de manœuvre situationnelle et pouvoir d'agir: des concepts à l'intervention ergonomique. *Le travail humain*, 78(1), 9-29.

Coutarel, F., & Petit, J. (2013). Prévention des TMS et développement du pouvoir d'agir. *Ergonomie constructive*, 175-190.

Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2005). La prévention des troubles musculo-squelettiques: quelques enjeux épistémologiques.

Coutarel, F. (2004). *La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception: quelles marges de manœuvre pour le déploiement de l'activité?* (Doctoral dissertation, Université Victor Segalen-Bordeaux II).

Guelaud, F., & Delamotte, Y. (1975). *Pour une analyse des conditions du travail ouvrier dans l'entreprise: recherche du Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail*.

Kausto J, Miranda H, Pehkonen I, et al. (2010), The distribution and co-occurrence of physical and psychosocial risk factors for musculoskeletal disorders in a general working population. *Int Arch Occup Environ Health*

Krause N, Burgel B, Rempel D. (2010), Effort-reward imbalance and one-year change in neck-shoulder and upper extremity pain among call center computer operators. *Scand J Work Environ Health*;36:42-53.

Kumar, S., Narayan, Y., & Moro, L. (2004). Measurement and prediction of cumulative load in X-ray technologists. Proceedings of the Fifth International Scientific Conference on Prevention of Work-related Musculoskeletal disorders.



Texte original*.

Leplat, J. (1978). L'équivalence des situations de laboratoire et de terrain. *Le travail humain*, 307-318.

National research council. (2001), The National Academy of Sciences. Muscu-loskeletal Disorders and the Workplace: Low back and Upper Extremity muscu-loskeletal disorders. National Academy Press, Washington, DC.

Piganiol, C. (1980). *Techniques et politiques d'amélioration des conditions de travail dans l'entreprise. Entreprise moderne d'édition.*

Rabardel, P., & al. (2005). Modèles du sujet pour la conception. Toulouse: Octarès

Roquelaure, Y., Leclerc, A., Coutarel, F., Brunet, R., Caroly, S., Daniellou, F. (2012). Comprendre et intervenir. Enquêtes épidémiologiques et approches ergonomiques à propos des troubles musculo-squelettiques du membre supérieur. C. Courtet, M. Gollac (Dir.), *La santé négociée*, 173-187. La Découverte.

Roquelaure, Y., Mariel, J., Benetti, A., Elia, C., Fanello, S., Bureau, D., ... & Penneau-Fontbonne, D. (1999). Surveillance active des TMS et de leurs facteurs de risque: Epidémiologie en santé et travail. *Revue de médecine du travail*, 26(1), 35-41.

Simonet, P. (2011). L'hyposocialisation du mouvement : prévention durable des troubles musculo-squelettiques chez les fossoyeurs municipaux. Thèse de psychologie du travail. Soutenue le 5 décembre 2011. Paris CNAM.

Six, F. (1999). De la prescription à la préparation du travail: apports de l'ergonomie à la prévention et à l'organisation du travail sur les chantiers du bâtiment. *Document pour l'habilitation à Diriger des Recherches. Lille: Université Charles de gaulle Lille*, 3.

Van Rijn RM, Huisstede BAM, Koes BW, et al. (2010), Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder – a systematic literature review. *Scand J Work Environ Health*;36:189-201.

Vézina, N. (2000). *Quelles sont les relations entre travail et TMS ?* In INRS (eds.).

Volkoff, S., & Molinié, A. F. (1982). Quantifier les conditions de travail?(L'exemple de l'enquête nationale d'octobre 1978). *Travail et emploi*, 11, 63-70

Winkel, J., & Westgaard, R. H. (2008). Facteurs de risques de TMS au travail et perspectives de solutions: passé, présent, avenir. *HESA Newsletter*, 34, 3-7.

