



HAL
open science

Les outils simples d'évaluation du risque d'apparition des troubles musculo-squelettiques (TMS) : quelle intégration de la marge de manœuvre situationnelle (MMS) dans le cadre du repérage des situations à risques ?

Maxime Norval

► To cite this version:

Maxime Norval. Les outils simples d'évaluation du risque d'apparition des troubles musculo-squelettiques (TMS) : quelle intégration de la marge de manœuvre situationnelle (MMS) dans le cadre du repérage des situations à risques?: Etude de cas dans une industrie d'assemblage de moteurs diesel à usage non routier. Santé publique et épidémiologie. Université Bretagne Loire - Angers, 2019. Français. NNT: . tel-02138786

HAL Id: tel-02138786

<https://hal.science/tel-02138786>

Submitted on 24 May 2019

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.

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE D'ANGERS
COMUE UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

ECOLE DOCTORALE N° 605

Biologie Santé

Spécialité : Santé publique / Ergonomie

Par « Maxime NORVAL »

« Les outils simples d'évaluation du risque d'apparition des troubles musculo-squelettiques (TMS):
quelle intégration de la marge de manœuvre situationnelle (MMS) dans le cadre du repérage des
situations à risques ? »

« *Etude de cas dans une industrie d'assemblage de moteurs diesel à usage non routier* »

Thèse présentée et soutenue à Angers, le 6 mars 2019

Unité de recherche : Irset-Inserm UMR 1085-Equipe d'Epidémiologie en santé au travail et ergonomie (Ester)

Rapporteurs avant soutenance :

Alain GARRIGOU Professeur Universitaire
d'ergonomie, Université de Bordeaux

Elise LEDOUX Professeur Universitaire,
Université du Québec à Montréal

Composition du Jury :

Présidente

Audrey PETIT Professeur Universitaire, Praticienne hospitalier, Université Bretagne Loire, Angers

Examineurs

Agnès AUBLET-CUVELIER Directrice de recherche, département HT, INRS, Nancy

Audrey PETIT Professeur Universitaire, Praticienne hospitalier, Université Bretagne Loire, Angers

Directeur de thèse

Yves ROQUELAURE Professeur Universitaire, Praticien hospitalier, Université Bretagne Loire, Angers

Co-directeur de thèse

Fabien COUTAREL Maître de conférences en ergonomie, Université Clermont Auvergne, Clermont Ferrand

Invité(s)

Nicole VÉZINA Professeur Universitaire d'ergonomie, Université du Québec, Montréal

Sandrine CAROLY Professeur Universitaire d'ergonomie, Université Grenoble Alpes

Moshen ZARE Enseignant-chercheur, Université de technologie de Belfort-Montbéliard

Dominique LORRE Responsable sécurité, Unité de production John Deere, Orléans-Saran

L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon



les conditions suivantes :

- Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).
- Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.
- Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.

Consulter la licence creative commons complète en français :

<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/2.0/fr/>

Ces conditions d'utilisation (attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification) sont symbolisées par les icônes positionnées en pied de page.



REMERCIEMENTS

Le travail d'élaboration d'une thèse se construit pas à pas. Au-delà de l'engagement personnel nécessaire à sa concrétisation, il est ponctué par de multiples rencontres. J'ai beaucoup appris de ces rencontres, et il me reste tant à apprendre. Derrière ces échanges se cachent des personnes que je souhaite remercier pour le rôle qu'elles ont joué dans cette construction.

L'élaboration de cette thèse n'aurait pas été possible sans l'aide de nombreuses personnes. Je tiens à adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse.

Je tiens à remercier vivement le Pr Yves Roquelaure pour m'avoir fait l'honneur de diriger ma thèse, de m'avoir accueilli au sein du laboratoire, de m'avoir fait bénéficier de son expertise et de m'avoir accordé sa confiance. Aussi je remercie vivement le Pr Fabien Coutarel pour avoir accepté de co-diriger ce travail, merci pour tes conseils toujours pertinents et constructifs ainsi que pour ta disponibilité, ton écoute et ta bienveillance.

Des remerciements particuliers vont à Alain Garrigou et Elise Ledoux rapporteurs de ce travail ; à Agnès Aublet-Cuvelier et Audrey Petit examinatrices ; à Nicole Vézina, Sandrine Caroly, Sandrine Caroly, et Mohsen Zare invités du jury, qui me font l'honneur de lire et évaluer mon travail.

Mes remerciements vont également à l'ANR qui a soutenu la réalisation de cette thèse.

Merci à l'ensemble des membres des laboratoires Ester et Acté qui ont participé de près ou de loin à ce projet de recherche. Merci à René pour tes réflexions et tes métaphores, à Julie et Natacha pour vos soutiens et vos conseils, à Valérie pour ta bienveillance et ton aide organisationnelle.

Ce travail a été réalisé au sein du site de production John Deere, et je tiens à remercier chaleureusement tous ses membres ; chacun(e) avec un style propre à lui (elle) a su trouver les mots pour me soutenir, m'aiguiller et m'apporter des questionnements constructifs. Merci particulièrement à Dominique Lorre, Dominique Lebert, Angéline Thouvenot, mais aussi à Morgan, Bruno, Christine, Catherine, Julie, Béatrice.... Et enfin, merci aux opérateurs pour leur collaboration et leur investissement dans mes recherches.

Mes remerciements sincères et amicaux à Mohsen Zare. Les mots utilisés pour exprimer mes remerciements ne reflètent qu'en partie la gratitude que je souhaite lui adresser pour sa participation active et pour nos nombreux échanges passionnés et très constructifs.

J'exprime un remerciement très chaleureux à mes amis proches, je pense tout particulièrement à : Coc, Jules, Adri, Polo, Roro, Bam's, Renard, Nadège, Romanus, Bénito, Clement, Hug, Antoine, Justin.... Merci pour les nombreux débats, les questionnements sur la pratique, vos points de vue toujours plein d'originalités, les prises de reculs sans ergonomie, les activités sportives, les soirées, les terrasses, les jeux, pour tout ce que vous m'avez appris...

Je tiens spécialement à exprimer mes tendres pensées à Chloé, qui au-delà de la relecture, a du partager cette expérience au jour le jour et n'a eu de cesse de me soutenir et de m'encourager. Je lui en suis infiniment reconnaissant pour la patience, la compréhension et l'accompagnement dont elle a fait preuve.

La fin d'une thèse constitue une étape dans la vie de son auteur, je ne saurai jamais assez remercier mes proches qui ont toujours su me donner la force d'aller de l'avant. Il est naturel que mes pensées les plus fortes aillent vers mes parents et ma sœur. Je leur dois beaucoup et plusieurs parts de ma personnalité. Je les remercie pour leurs encouragements, leurs relectures intensives, leurs réflexions et conseils nombreux et leurs soutiens de tous les moments.

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) sont les pathologies les plus reconnues comme maladies professionnelles, en France et en Europe. Le repérage des situations à risques est essentiel dans les démarches de prévention : ce repérage initial, que l'on appelle « l'évaluation des risques de TMS », permet de cibler les situations les plus critiques sur lesquelles des moyens ambitieux pourront être mobilisés. Cette évaluation repose le plus souvent sur la mobilité d'outils « simples ».

La composition même des outils simples (critères intrinsèques), leurs usages (critères d'usage) et leurs résultats sont souvent questionnés au regard des variabilités de l'activité et de la multi-factorialité des TMS. Cette thèse en ergonomie s'intéresse aux difficultés d'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS lors des phases initiales des démarches de prévention. Pour répondre à ces difficultés, ce travail propose d'étudier plus particulièrement l'apport des connaissances issues du champ de l'ergonomie de l'activité et notamment la Marge de Manœuvre Situationnelle (MMS).

A partir de la documentation sur le modèle de l'activité centré sur la personne de N.Vézina (2001), nous avons identifié et listé les indicateurs représentatifs de la MMS. Puis, nous avons analysé la place de ces indicateurs MMS dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples avec une grille de lecture créée à cet usage. Ensuite dans une industrie de la métallurgie, nous avons déployé 9 outils simples (OSHA, RULA, REBA, QEC, CE, EAWS, NIOSH, MAC, JSI) et exploré l'état de suffisance MMS (suffisance, soupçon d'insuffisance ou insuffisance) sur un échantillon de 10 postes de travail, combinant approche qualitative et semi-quantitative. Nous proposons une liste d'indicateurs pour objectiver la suffisance de MMS à partir de la composante des stratégies de réalisation, de la composante d'effets directs sur la santé et sur la performance.

En plus de l'orientation essentiellement biomécanique des outils simples d'évaluation du risque TMS, nous observons une absence de prise en compte des indicateurs MMS. Lors de l'exploration en situation réelle, nous identifions une forte variabilité des résultats des outils simples entre eux. Nous présentons la variabilité des résultats de plusieurs outils simples déployés sur une même situation de travail, mais aussi, les différences de sensibilités de ces outils simples d'un poste à l'autre. En ce qui concerne l'évaluation de la suffisance de MMS, nous observons des écarts de jugement entre les deux méthodes déployées (qualitative et semi-quantitative). Enfin, et de manière générale, l'estimation du risque est moins élevée lors de l'exploration de la MMS qu'avec les outils simples. Les différences de jugement constatées nous orientent vers l'importance de prendre en compte la MMS dès la phase d'évaluation du risque TMS.

La prise en compte de la MMS dans le repérage des situations à risques introduit la prise en compte des ressources dont l'opérateur dispose pour faire face aux situations de travail et à leurs enjeux. On peut expliquer de cette manière les écarts avec les outils classiques centrés sur les contraintes. La prise en compte de la MMS semble donc à la fois pertinente théoriquement, et plus discriminante stratégiquement, vis-à-vis des situations à risques repérées.

Sur le plan opérationnel, l'étude de la prise en compte de la MMS dans ces outils « simples » méritera d'être poursuivie dans de futurs travaux. Les écarts entre l'approche qualitative et semi-quantitative de la MMS en témoignent.

Ce travail montre que l'étude de la MMS peut apporter des informations complémentaires à celles actuellement obtenues avec les outils simples d'évaluation du risque TMS. Nos résultats sont en faveur d'un modèle d'évaluation du risque TMS en entreprise qui utilise l'état de suffisance MMS pour estimer le risque d'apparition des TMS et cibler les situations de travail les plus critiques, et sur lesquelles de plus importants moyens d'analyse devront être mobilisés.

Mots-clés : Prévention, Troubles Musculo-Squelettiques, Outils simples d'évaluation du risque, Régulation de l'activité, Marge de Manœuvre Situationnelle (MMS), Indicateurs MMS, Etats de suffisance MMS, Ciblage situations critiques

Présidence de l'université
40 rue de rennes – BP 73532
49035 Angers cedex



Musculoskeletal disorders (MSDs) are one of the most recognized occupational diseases, in France and Europe. The identification of risk situations is essential in MSD prevention approaches: this initial identification, which is called "MSD risk assessment" allow targeting the most critical situations on which the engineers and ergonomist could intervene to reduce risk factors. This evaluation has often been based on using the "simple" tools.

The nature of simple tools (intrinsic criteria), the way of using them (criteria related to users), and the quality of results are the main factors that question the reliability and precision of these tools, regarding the variability of work activity and the multifactoriality of MSD. This thesis focuses on the problems related to using simple MSD risk assessment tools during the initial phases of prevention procedures. This study, therefore, propose taking into account knowledge from the field of ergonomics of activity and, particularly, SOL as a way to improve identifying critical situations.

The human-centered activity model, developed by N.Vézina's (2001), was used to identify SOL indicators. Then, we investigated the presence of the SOL indicators in the underlying theoretical model with a checklist including SOL indicators created for this purpose. Nine simple tools (OSHA, RULA, REBA, QEC, CE, EAWS, NIOSH, MAC, JSI) were used to evaluate ten samples of workstations of a metallurgy industry (Johndeer Orlean-Saran). The indicators of SOL were also explored in this sample of workstations to define whether SOL is sufficient. We used a semi-qualitative and qualitative approach to determine the sufficiency of SOL. A list of indicators including the component of the strategy of realization, the component of direct effects on the health and on the performance was used to determine the sufficiency of SOL. The results of simple risk assessment tools and SOL indicators were then compared to identify its differences.

The SOL indicators and reconstruction of the underlying theoretical model of the simple tools showed that the simple tools do not take into account SOL indicators and they are principally oriented on biomechanical factors. Analyzing the risk of MSDs on ten workstations by nine simple tools showed the variability of exposure between tools for the same work situations. We analyzed the same workstation by the indicators of SOL on semi-qualitative (observation by ergonomist based on SOL checklist) and qualitative (interview with operators based on the same SOL checklist approach). The different approach of SOL exploration showed a difference between its results. We also found the differences in judgment between MSDs risk identification by simple risk assessment tools and the indicators of SOL (qualitative approach). The indicators of SOL estimated the lower risk of MSD than the simple tools. These differences of judgment describe how SOL indicators can improve the phase MSD risk identification as a supplement of current simple tools.

Considering the SOL in the identification of risk situations lead to take into account the resources available to the operator to cope with the challenges in a work situation. We can explain in this way that the difference between the assessments by the simple tools and the SOL indicators might be related to the focus of simple tools (oriented on constraints). The consideration of SOL is appropriate theoretically and more discriminating strategically, regarding identified risk situations.

Considering SOL in the "simple" tools deserve to study further to be more operational. The difference between semi-qualitative and qualitative approach for analysis SOL is an example that shows SOL require further studies to be applicable by all the ergonomists.

This study showed that the SOL indicators could provide complementary information to that obtained by simple tools. These results propose a risk assessment approach that uses SOL sufficiency to target critical situations.

keywords : Preventors ; Musculoskeletal Disorders ; Risk assessment tools ; Regulation of activities ; Situational Operational leeway (SOL) ; SOL indicators ; State of SOL adequacy ; Critical situations

Présidence de l'université
40 rue de rennes – BP 73532
49035 Angers cedex



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) **NORVAL Maxime**
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.



signé par l'étudiant(e) le 10 / 01 / 2019

**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

Présidence de l'université
40 rue de rennes – BP 73532
49035 Angers cedex



Structures d'accueil

Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'un financement CIFRE (Convention Industrielle de Formation par la Recherche) obtenu auprès de l'ANR (Association Nationale Recherche):

Site d'accueil – Terrain de recherche :

JOHN DEERE – Unité Orléans-Saran
Groupes moteurs John Deere
Unité d'Orléans-Saran
La Foulonnerie - B.P. 11013
45401 Fleury les Aubrais Cedex - France

Laboratoire scientifique affilié au projet :

Laboratoire principal ESTER: Epidémiologie en santé au travail et ergonomie (équipe 10 Institut de recherche en santé environnement travail - Irset, labélisé Inserme UMR 1085) : Faculté de santé - Département Médecine, 28 rue Roger Amsler, CS 74521 - 49045 Angers cedex 1.

Laboratoire secondaire ACTÈ : Activité, Connaissance, Transmission, Education (équipe EA 4281 axe 3 « professionnalisation et métier » : Université Clermont Auvergne, UFR STAPS, Clermont-Ferrand 2, BP 104 - 63172 Aubière Cedex.

Table des matières

Introduction	1
Genèse du sujet et thématique de recherche.....	1
Chapitre I : Contexte de la recherche sur les TMS	9
1. Etat de la prévention des TMS	9
1.1. Les déclarations de TMS en lien avec le travail.....	9
1.2. La structure des démarches de prévention des TMS.....	12
1.3. Les outils simples d'évaluation des risques « à quoi servent-ils » ?	15
2. Les outils simples : un paradoxe face aux variabilités et à la multi-factorialité des TMS	17
2.1. Les variabilités de l'activité	17
2.2. La progression des connaissances scientifiques sur les TMS	20
Chapitre II : Etat des connaissances théoriques : outils simples, difficultés d'utilisation et proposition d'améliorations à partir des connaissances de l'ergonomie de l'activité.....	31
1. Les outils simples d'évaluation du risque des démarches de prévention des TMS	31
1.1. La phase initiale d'évaluation du risque TMS	32
1.2. La conception des outils d'évaluation du risque TMS.....	34
1.3. Les outils simples étudiés et les informations fournies par leurs concepteurs	38
2. Les difficultés d'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS	56
2.1. Les critères intrinsèques et les critères d'usage des outils simples	57
2..1. Les critères intrinsèques aux outils simples	57
2..2. Les critères d'usage des outils simples.....	65
2.2. La variabilité des résultats des outils simples	68
2.3. La qualité du ciblage des situations critiques, une des explications des difficultés en prévention des TMS.....	70
3. La régulation de l'activité et la MMS : un complément aux outils simples d'évaluation du risque TMS ?	73
3.1. La régulation et la MMS : une approche innovante.....	75
3.2. Les définitions des notions de régulation et de MMS	78
3.3. Le modèle de l'activité centré sur la personne en activité de N.Vézina (2001).....	83
3.4. Les composantes du modèle centré sur la personne et état des connaissances sur ces indicateurs.....	87
3.5. Propositions d'améliorations pour identifier les situations critiques à partir du jugement de la suffisance MMS.....	94
Chapitre III : Problématiques, objectifs et hypothèses de recherche	99
Chapitre IV : Méthodologie.....	105
1. Contexte, partenaires et terrain d'étude	105
2. Stratégies de recherche et articulation du rapport	106

3. Apports scientifiques	108
4. Les plans d'expériences	109
Chapitre V : Quelle intégration des indicateurs de la MMS dans les modèles sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS ?	115
Article 1 : Operational leeway in work situations : do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis ?	115
Chapitre VI : Étude comparative des résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS et des résultats de l'étude de la marge de manœuvre en situation réelle du travail	131
Article 2 : Ergonomic assessment tools and analysis the contribution of situational operational leeway: A case study in a motor assembly manufacture	131
Chapitre VII: Discussion	153
1. Bilan et synthèse des résultats.....	155
1.1. Variabilité de l'activité et multi-causalité des TMS : le paradoxe des outils simples d'évaluation du risque	155
1.2. Risques de biais, d'erreurs de mesure et d'imprécision liés aux outils simples et propositions d'améliorations à partir des connaissances sur la MMS.....	156
1.3. Prise en compte actuelle des indicateurs MMS par les outils simples d'évaluation du risque TMS.....	160
1.4. Écarts de jugement entre les outils simples et l'exploration de la MMS : de l'estimation des expositions à une approche globale des stratégies de réalisation et leurs effets	162
2. Réponses aux questionnements, à la problématique de recherche et aux hypothèses.....	167
3. Limites de l'étude.....	169
3.1. Sélection des indicateurs représentatifs de la MMS.....	171
3.2. Reconstitution des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples	172
3.3. Représentativité des cas d'étude sélectionnés dans l'industrie d'assemblage moteur	173
3.4. Méthodologie, échantillon et interprétation des données : justification des choix réalisés	175
3.4.1 Recherche des indicateurs MMS dans les modèles sous-jacents aux outils simples.....	175
3.4.2 Variabilité des résultats des outils simples	177
3.4.3 Exploration de l'état de suffisance MMS et étude des écarts de jugement	180
4. Perspectives et applications pour l'entreprise d'accueil.....	185
4.1. Livrables pour l'entreprise d'accueil du projet de recherche	185
4.2. Valorisation des publications scientifiques : bilan des avancées.....	186
4.3. Perspectives générales.....	186
Conclusion.....	189
Références bibliographiques	191

Table des illustrations.....	205
Table des tableaux	207
Listes des sigles et abréviations	208
Glossaire – Définitions des termes utilisés.....	209
Annexe 1 : Modèles conceptuels dominant de la survenue des TMS.....	213
Annexe 2 : Fiche détaillée des outils simples d'évaluation du risque TMS étudiés.....	221
Occupational Safety and Health Agency (OSHA).....	222
Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	229
Rapide Entire Body Assessment (REBA)	235
Quick Exposure Check (QEC)	241
Job Strain Index (JSI).....	251
Manual Handling Assessment Tools (MAC).....	256
L'équation de National institute for occupational Safety and health (équation révisée du NIOSH).....	263
Criticité Ergonomique (CE) : outil interne à John Deere (Orléans-Saran)	268
Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.4 (EAWS).....	276
Questionnaire TMS développé par l'INRS	286
Questionnaire Cosali de la démarche Saltsa	296
Tableau récapitulatif des informations sur les outils simples étudiés	309
Annexe 3 : Reconstitution détaillée des composantes MMS pour l'ensemble des situations de travail étudié dans le cadre de l'article soumis auprès de la revue International Journal of Industrial Ergonomics	311
Annexe 4 : Communications et publications annexes.....	322
Communication 52ème Congrès SELF 2017 : Renouveau des questions et des outils d'évaluation du risque en prévention des TMS à la lumière d'un concept en devenir : la marge de manœuvre.....	322
Communication SELF 2018 : Outils simples d'évaluation du risque TMS et exploration des indicateurs de la marge de manœuvre en situation réelle de travail. Etude de cas dans une industrie d'assemblage de moteur.....	333
Article revue électronique Activité, suite SELF 2017 : La marge de manœuvre situationnelle, une opportunité pour la recherche des situations critiques lors de l'évaluation du risque de TMS.	347
Annexe 5 : Prolongement par 2 études de cas : Rôle de la divergence des critères intrinsèques et de la diversité des critères d'usage sur la variabilité des résultats des outils simples.	375
Divergence des critères d'usage : déploiement d'un outil simple sur une même tâche avec des évaluateurs différents	377
Divergence des critères intrinsèques : déploiement de 3 outils simples sur une même tâche par le même évaluateur.....	383
La variabilité des résultats des outils simples : modélisation des critères intrinsèques et des critères d'usage	386

Introduction

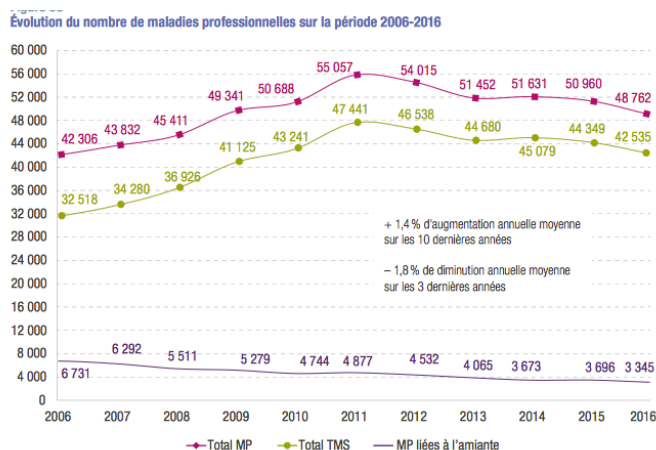
Genèse du sujet et thématique de recherche

La prévention des troubles musculo-squelettiques (TMS) est un enjeu majeur de santé au travail à l'échelle internationale. D'après l'OMS la prévention des TMS en lien avec l'activité professionnelle est une priorité pour 56,40% des gouvernements interrogés dans le monde (World-Health-Organization, 2013). En France, les TMS figurent comme la première maladie professionnelle (MP) en lien direct avec le travail et représentent environ 88% des pathologies professionnelles déclarées et reconnues en 2014 (CNAMTS, 2015). Entre 2006 et 2011, une tendance à l'augmentation des déclarations de TMS, comme maladie professionnelle, est observée en France. Depuis 2012 le nombre de déclarations a diminué sans que l'on puisse établir la cause de cette diminution (CNAMTS, 2016) (figure 1).

Figure 1 : Évolution du nombre de maladies professionnelles et TMS en France 2006-2016 (Rapport annuel 2016 de l'assurance maladie)

Dénombrement des maladies professionnelles pour les années 2012 à 2016 (en italique, taux d'évolution annuelle)	2012	2013	2014	2015	2016
Troubles musculo-squelettiques (TMS)	46 538 -1,9%	44 680 -4,0%	45 079 0,9%	44 349 -1,6%	42 535 -4,1%
Cancers liés à l'amiante y compris mésothéliomes	1 579 2,9%	1 415 -10,4%	1 363 -3,7%	1 469 7,8%	1 409 -4,1%
Amiante (toutes pathologies)	4 532 -7,1%	4 065 -10,3%	3 673 -9,6%	3 696 0,6%	3 345 -9,5%
Autres tableaux fortement représentés hors cancers (surdités, allergies, asthmes, eczémas, silico...)	1 937 7,9%	1 653 -14,7%	1 664 0,7%	1 598 -4,0%	1 448 -9,4%
Cancers hors amiante	323 62,3%	292 -9,6%	322 10,3%	335 4,0%	369 10,1%
Autres tableaux de MP	471 -19,6%	415 -11,9%	444 7,0%	396 -10,8%	347 -12,4%
MP hors tableaux (y compris cancers)	214 34,6%	347 62,1%	449 28,4%	585 30,5%	718 22,5%
Total MP	54 015 -1,9%	51 452 -4,7%	51 631 0,3%	50 960 -1,3%	48 762 -4,3%

Données nationales AT/MP issues des bases annuelles SGE TAPR sur les neuf CTN, compte spécial, bureaux et sièges sociaux, et catégories professionnelles particulières



La prévention des TMS, tous secteurs et disciplines confondus, a fait l'objet d'une production de connaissances scientifiques importante depuis le début des années 90 (Coutarel, Caroly, Vézina, & Daniellou, 2015; Guérin, Laville, Daniellou, Duraffourg, & Kerguelen, 2006; Karsh,

Norval Maxime | Les outils simples d'évaluation du risque TMS : quelle intégration de la MMS lors du repérage des situations critiques ? - 1



2006; Roquelaure, Petit, Meyer, Leclerc, & Mairiaux, 2013; St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). L'évolution des pratiques d'une majorité des disciplines impliquées dans la prévention des TMS et l'évolution des connaissances, notamment dans le champ de l'ergonomie de l'activité sont à l'origine de ce projet de recherche. Celui-ci tente d'apporter des explications et des réponses aux difficultés actuellement rencontrées par les préventeurs et les entreprises pour la prévention de cette pathologie en lien avec l'activité de travail.

Cette thèse en ergonomie porte sur la prévention des pathologies périarticulaires en lien avec le travail : les troubles musculo-squelettiques (TMS). Elle aborde la problématique de la prévention des TMS dans les entreprises industrielles et se focalise sur les outils d'évaluation du risque déployés lors des phases initiales des démarches de prévention. Ces outils permettent, une première approche des situations de travail et sont aussi appelés outils simples d'évaluation des risques. Les concepteurs de ces outils ont pour but d'aider les préventeurs à caractériser le risque d'apparition des TMS sur les situations de travail de manière simple et rapide. Créées pour orienter l'ensemble de la démarche de prévention vers certaines situations de travail, l'utilisation et l'orientation donnée par ces outils simples d'évaluation du risque TMS sont aujourd'hui remises en question.

Les connaissances, les méthodes et les principes d'action de l'ergonomie sont sollicités dans cette recherche pour tenter d'expliquer les difficultés actuellement rencontrées par les préventeurs lors de l'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS. L'ergonomie s'intéresse à l'activité humaine dans toutes ses dimensions afin de limiter les effets négatifs de celle-ci à la fois sur la santé du travailleur mais aussi sur sa performance. L'analyse de l'activité est ce qui permet à l'ergonome de comprendre le travail et ses conséquences. Son apport réside dans l'élaboration de connaissances, mais aussi dans l'utilisation et le développement de méthodes visant à mieux comprendre et à anticiper les principales caractéristiques de l'activité de travail afin de les prendre en considération dans les choix de conception et de transformations des situations de travail (Caroly, Simonet, & Vézina, 2015; Guérin et al., 2006; Noulin, 2002; St-Vincent et al., 2011).

Cette thèse s'installe également dans le prolongement de la thèse de Mohsen Zare, soutenue et publiée en 2015, qui met notamment en avant la difficulté d'utilisation des outils simples

d'évaluation du risque face à la diversité des stratégies de réalisation observée en situation de travail (Zare, 2015). L'utilisation des outils simples d'évaluation dans diverses structures industrielles, par le doctorant et ses collaborateurs, a permis de constater les critiques soulevées lors de l'utilisation de ces outils simples. De plus, ce sujet de la prévention des TMS et des outils d'évaluation du risque, à déjà été abordé lors de mon master en ergonomie de la motricité à Orléans réalisé en alternance chez un des leaders de l'équipementier automobile (Faurecia Automotive Seating). Le mémoire alors réalisé sur la prévention des TMS et les outils simples d'évaluation du risque soulevait déjà les difficultés rencontrées par les préventeurs lors de l'utilisation de ces outils simples. Cette thèse complète et approfondit ce sujet sur l'utilisation des outils simples d'évaluation des risques TMS. La diversité de leurs formes, la variabilité de leurs résultats, la divergence d'orientations ou encore la qualité des informations récoltées sont des critiques rencontrées dans la littérature et lors de l'utilisation de ces outils simples (Bao, Howard, Spielholz, silverstein, & Polissar, 2009; Mathiassen, Liv, & Wahlström, 2013; Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Takala et al., 2010). Ces difficultés seront présentées dans ce rapport pour justifier du besoin d'évolution des pratiques dans la recherche des situations critiques

Les approches de la prévention des TMS ont évolué d'une approche défensive face aux facteurs considérés comme à risque, à une approche constructive et développementale s'intégrant au quotidien dans les projets d'amélioration ou de conception interne aux entreprises. L'approche défensive, cherche à identifier les expositions des travailleurs par les outils simples d'évaluation du risque pour réduire ces expositions à risque. Toutefois cette « chasse aux risques » montre ses limites. En complément de l'identification et de la réduction des expositions à risque, une approche constructive de l'ergonomie de l'activité est proposée pour offrir un espace de régulation utile à l'ajustement, voire au développement des modes opératoires, en faveur de la performance tout en préservant la santé des individus (Coutarel et al., 2015; Falzon, 2013; St-Vincent et al., 2011). Cet espace de régulation peut se caractériser par la marge de manœuvre en situation de travail, aussi appelée « marge de manœuvre situationnelle » (Coutarel et al., 2015). Le lien entre la marge de manœuvre situationnelle et l'apparition de problématique de santé n'est plus à démontrer (Coutarel & Petit, 2013; Cuny-Guerrier, 2017; Durand et al., 2011; St-Vincent et al., 2011)

Nous nous sommes intéressés à la manière dont les outils simples d'évaluation prennent en compte les nouvelles connaissances issues de l'ergonomie de l'activité sur le lien entre l'apparition des TMS et les notions de régulation et de marge de manœuvre situationnelle. Nous proposons, la prise en compte de la marge de manœuvre situationnelle dès les phases d'évaluation du risque TMS pour améliorer l'identification des situations critiques. L'amélioration du ciblage des situations critiques à risque TMS doit aider les préventeurs à mieux orienter leurs démarches de prévention, et ainsi, à long terme, limiter l'apparition de la pathologie.

La question centrale de ce projet de recherche, porte ainsi sur la place des connaissances issues du champ de l'ergonomie de l'activité dans les outils simples, actuellement déployés dans les industries, pour identifier les situations critiques. Les résultats de ce travail doivent permettre d'améliorer les outils en eux-mêmes et leurs utilisations en situation réelle d'évaluation du risque. Ainsi, nous commençons par présenter les éléments actuels, identifiés dans la documentation scientifique et sur le terrain, et qui sont à l'origine de cette remise en question. Ensuite après avoir présenté ces outils simples et les difficultés d'utilisations notamment liées à la variabilité des résultats, nous présenterons les notions de régulation et de marge de manœuvre situationnelle. Ce travail préparatoire nous permettra par la suite d'identifier la place de ces nouvelles connaissances dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils d'évaluation faisant l'objet de l'article 1. Au cœur de ce travail nous avons déployé ces outils d'évaluation et avons exploré la marge de manœuvre situationnelle sur un échantillon de situations de travail, pour comprendre ce que les nouvelles connaissances peuvent apporter comme informations complémentaires faisant l'objet de l'article 2. Ensuite nous questionnons, lors de la discussion, de l'intérêt d'apporter des compléments aux outils d'évaluation du risque actuel, tout en critiquant leurs utilisations. Des améliorations pourront être proposées pour augmenter l'efficacité de cette phase d'évaluation du risque, primordiale dans l'orientation de l'ensemble de la démarche de prévention des TMS.

Nous pensons qu'en cherchant à compléter les outils actuellement utilisés dans les entreprises par les nouvelles connaissances issues de l'ergonomie de l'activité, nous pouvons améliorer le ciblage des situations de travail à risque et à moyen terme permettre une diminution de la prévalence des TMS dans son ensemble. A long terme nous faisons l'hypothèse qu'il existe un lien fort entre l'apparition d'une pathologie TMS et l'insuffisance de marge de manœuvre en situation de travail.

Partant de la littérature scientifique pour aller vers la pratique en prévention chez John Deere, ce projet doctoral aborde la problématique des outils simples d'évaluation du risque TMS selon une approche issue de l'ergonomie. L'intérêt de ce travail est de s'appuyer sur les retours scientifiques et personnels issus des expériences terrains concernant l'utilisation de ces outils simples et d'explorer l'apport des nouvelles connaissances conceptuelles issues de l'ergonomie. Cette approche contribue à rendre visibles deux visions différentes : les points de vue fonctionnels présentés dans la littérature scientifique (étiologie TMS, modèle sous-jacent outils simples, notions de régulation de l'activité et de MMS) et opérationnels constatés lors de la pratique (variabilité de l'activité, critère d'usage des outils simples, variabilité des résultats des outils simples, objectivation des notions de régulation et de MMS, différences d'approches de l'activité de travail).

Cette thèse est réalisée dans le cadre d'une CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) en collaboration avec les laboratoires Ester d'Angers, Acté de Clermont Ferrand et l'entreprise John Deere Unité Orléans-Saran. Le site de production de moteur diesel d'engin non routier John Deere est le terrain d'étude de cette recherche réalisée en entreprises. Le positionnement et l'activité de l'ergonome dans l'entreprise ont facilité le bon déroulement de la recherche car il permettait les allées-retours entre les hypothèses scientifiques et la réalité des pratiques en entreprise. En plus des productions scientifiques présentées dans ce rapport de recherche, le site de production John Deere a bénéficié des connaissances du doctorant en ergonomie et plus particulièrement dans le domaine de la prévention des TMS durant les 3 années passées au sein de l'entreprise. Les enjeux de ce travail de recherche doctorale pour l'unité de production John Deere Orléans-Saran peuvent se découper sous plusieurs formes. L'amélioration de la prévention des TMS est le principal enjeu qui peut se décliner sous plusieurs axes comme l'évolution des pratiques de prévention, l'évolution de la démarche interne, l'amélioration du ciblage des situations à risque ou encore l'évolution de la formation des concepteurs de poste. L'activité réalisée, par le doctorant durant les 3 années passées au sein de l'entreprise a permis des évolutions répondant aux enjeux évoqués. A l'issue de la soutenance de cette thèse des livrables seront réalisés, sous la forme d'une présentation orale, afin de faire un état des pratiques de prévention interne. A partir des résultats de ce travail de recherche, des propositions d'amélioration concernant la démarche de prévention des TMS et

plus particulièrement l'outil interne d'évaluation du risque TMS (Criticité ergonomique) seront alors réalisées. Les conclusions de ce travail de recherche sur la prise en compte de la MMS lors de l'évaluation du risque TMS pourront se traduire par des préconisations d'améliorations sur le ciblage des situations critiques réalisées en interne à John Deere. Ces propositions d'amélioration seront discutées avec l'entreprise mais ne pourront pas être mises en place par le doctorant dans le cadre de ce projet.

Le rapport réalisé tente d'articuler plusieurs niveaux d'analyses pour répondre aux difficultés soulevées par l'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS et proposer des compléments permettant d'améliorer la phase de ciblage des situations critiques. Ce rapport s'articule sur le principe d'une thèse-articles avec une logique de publication servant directement la logique générale.

Le premier chapitre présente le contexte actuel d'instabilité permanente de l'activité de travail dans les entreprises, fait un état des déclarations des TMS et présente l'évolution des connaissances sur l'étiologie des TMS pour argumenter la remise en cause proposée des outils simples d'évaluation du risque.

Le deuxième chapitre présente les cadres théoriques mobilisés à partir de la littérature. On y retrouve dans une première partie une présentation de la place, du rôle et de l'utilisation actuelle des outils d'évaluation dans les démarches de prévention TMS en entreprise. Cela nous permettra d'introduire, dans une deuxième partie les critiques réalisées concernant la composition même de ces outils et leurs critères d'usages. Enfin dans une dernière partie nous présentons les définitions des notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre situationnelle (MMS) pour comprendre ce que ces notions peuvent apporter à l'approche actuelle de la prévention des TMS et plus particulièrement lors de la recherche des situations critiques.

Le troisième chapitre expose la problématique de ce projet de recherche et les questions intermédiaires soulevées pour pouvoir présenter les hypothèses de recherches.

Le quatrième chapitre présente l'organisation du projet, le contexte d'étude et la stratégie de recherche déployée. Cette partie retrace l'intérêt des articles publiés durant les 4 années de recherche et présente leur place dans l'articulation générale du rapport.

Les cinquième et sixième chapitres sont consacrés à la présentation des 2 articles publiés dans le cadre de ce projet doctoral. Le premier article intitulé « Operational leeway in the work

situations: Do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis?" a été publié dans la revue « international Journal of Occupational Safety and Ergonomics (1-29). Cet article cherche à identifier la prise en compte des nouvelles connaissances scientifiques issues du champ de l'analyse de l'activité par les modèles théoriques d'un échantillon d'outils d'évaluation du risque TMS actuellement utilisés dans les entreprises. Le deuxième article intitulé « What is the contribution of operational leeway indicators for ergonomic assessment tools in the evaluation of work situations? A case study in a motor assembly manufacture », a été soumis courant juillet 2018 auprès de la revue « Applied Ergonomics ». Cet article fait suite au premier et cherche à déployer des outils simples d'évaluations et à explorer les indicateurs MMS sur un échantillon de postes de travail dans l'entreprise John Deere Orléans Saran. Cette étude terrain est réalisée pour étudier les écarts de jugements entre ces 2 méthodes de recherche des situations critiques et pour comprendre ce que la MMS peut apporter par rapport aux outils simples.

Le septième chapitre est consacré à la discussion des résultats et tente de croiser les apports de ce projet et la littérature scientifique récente. Cette discussion contribue à la construction des connaissances sur la problématique des TMS pour les scientifiques et les préventeurs en entreprise.

Enfin, le dernier chapitre présente les orientations envisagées à la suite de ce projet pour améliorer les outils simples d'évaluation du risque TMS. Les perspectives présentées invitent les épidémiologistes, ergonomes, médecins et préventeurs à se saisir des conclusions de ces études pour envisager la création d'une équipe pluridisciplinaire et étudier l'hypothèse du lien entre l'insuffisance de marge de manœuvre situationnelle et l'apparition des TMS.

Une synthèse est présentée à la fin de chaque chapitre pour décrire l'apport de chacun d'eux à la logique générale de l'étude.

Enfin en annexe à ce rapport plusieurs parties sont présentées comme complément. On y retrouve plusieurs modélisations de l'étiologie des TMS, une description détaillée des outils simples étudiés, les actes des communications orales et un prolongement d'étude réalisé sur la variabilité des résultats des outils simples.



Chapitre I : Contexte de la recherche sur les TMS

Dans ce chapitre nous allons présenter les éléments qui ont permis ce questionnement sur les outils simples d'évaluation du risque TMS et qui sont à l'origine de ce projet de recherche. Dans une première partie, l'état de la prévention des TMS sera présenté au travers de l'évolution des déclarations de maladies professionnelles en France et en Europe. Puis les structures des démarches de prévention actuelles seront détaillées pour comprendre les pratiques actuelles en entreprise. Enfin le rôle d'orienteur donné à ces outils simples sera présenté pour justifier l'importance de notre objet d'étude. Dans la deuxième partie, les variabilités rencontrées à plusieurs niveaux dans l'activité de travail et l'évolution des connaissances sur l'étiologie des TMS sont présentées pour décrire le paradoxe rencontré dans l'utilisation des outils simples en entreprises.

1. Etat de la prévention des TMS

1.1. Les déclarations de TMS en lien avec le travail

Les troubles musculo-squelettiques représentent la première cause de maladie professionnelle dans les pays industrialisés. L'acronyme TMS regroupe un certain nombre d'affections telles que le syndrome du canal carpien, les épicondylites, les lombalgies, l'hygroma du genou ou encore les tendinites des extenseurs et des fléchisseurs (Aptel, Cail, & Aublet-Cuvelier, 2011). Leur physiopathologie se compose selon le trouble, de mécanismes de compression des nerfs, d'inflammation des tendons et des bourses séreuses (Lasfargues, Roquelaure, Fouquet, & Leclerc, 2003). Elles se traduisent essentiellement par des douleurs et une gêne fonctionnelle qui peuvent devenir handicapantes et sources de difficultés de maintien dans l'emploi, voire d'inaptitude au travail (Roquelaure, 2015). Le taux élevé de déclaration de maladies professionnelles dues aux TMS dans plusieurs pays européens encourage les recherches scientifiques. Nous observons cependant des taux de déclaration et de reconnaissance des TMS, en tant que maladie professionnelle, différents d'un pays à l'autre.

Le rapport d'Eurogip en 2016 présente un état des déclarations des troubles musculo-squelettiques comme maladies professionnelles dans 10 pays européens (Eurogip 126/F, 2017; Eurogip 135/F, 2018). Dans ce rapport, les TMS sont des affections liées à l'hyper-sollicitation des tissus situés au voisinage des articulations (Eurogip 126/F, 2017; Eurogip 135/F, 2018). On constate des écarts entre les pays, au niveau du nombre de TMS déclarés par salarié et au niveau du pourcentage des TMS parmi l'ensemble des maladies professionnelles. Pour exemple, en 2014 les TMS représentent, en France 88% des maladies professionnelles reconnues, en Espagne 75% et en Belgique 69%. Ces données sont à interpréter au regard des différentes modalités de reconnaissance et de déclaration des maladies professionnelles dans les pays. La précision des critères d'inclusion et d'exclusion inscrits dans des listes nationales de maladies professionnelles, les exigences de précision des critères de reconnaissance, le mode d'instruction des demandes de reconnaissance et le principe de sous déclaration sont variables d'un pays à l'autre.

En France, les TMS reconnus comme maladies professionnelles donnent lieu à une reconnaissance par la sécurité sociale associée à une indemnisation, sous conditions détaillées dans des tableaux correspondants. Ainsi pour le régime général de la sécurité sociale, les TMS sont référencés et décrits dans 5 tableaux de déclaration comprenant : le tableau n°57 pour des « affections pré articulaires provoquées par certains gestes et postures de travail », le tableau n°69 pour des « affections provoquées par les vibrations et chocs transmis par certaines machines, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur des éléments fixes », le tableau n°79 pour des « lésions chroniques du ménisque », le tableau n°97 pour des « affections chroniques du rachis lombaire provoquées par les vibrations de basses et moyennes fréquences transmises par le corps entier » et enfin le tableau n°98 pour des « affections chroniques du rachis lombaire provoquées par les manutentions manuelles de charges lourdes ». Ces TMS représentent, dans le régime général, la première maladie professionnelle en France (CNAMTS, 2015).

Le phénomène de sous déclaration soupçonné peut provenir des difficultés identifiées au niveau du travailleur et aussi au niveau de l'entreprise. En effet, la méconnaissance du lien professionnel de la pathologie, la crainte de perte d'emploi, la complexité des démarches administratives ou encore l'image négative donnée de l'entreprise peuvent être des explications à ces sous déclarations. Le rapport Santé-Travail des pays de Loire de 2017 estime que 3 %

des salariés hommes et 5 % des salariées femmes sont concernés par les troubles musculo squelettiques (Bournot, Tallec, Jaffré, Tassy, & Roquelaure, 2017). Certaines articulations sont plus impactées que d'autres. En effet, d'après le réseau de surveillance épidémiologique des TMS dans la région des Pays de la Loire, en 2011 la proportion des TMS en lien avec le travail pour les membres supérieurs présenté figure 2 est de 48% chez les hommes et à 50% chez les femmes pour les épaules, de 34% pour les hommes et 23% chez les femmes pour les coudes et de 18% pour les hommes et de 27% pour les femmes au niveaux des poignets (Brière, Fouquet & al, 2015). D'autres rapports, comme celui de l'assurance maladie classe dans son bilan annuel de 2016 les maladies professionnelles, déclarées et reconnues, en fonction de la zone corporelle la plus touchée à la zone la moins impactée. Ainsi ce rapport présente, comme présenté figure 3, les épaules, les coudes, les poignets comme les plus impactés et les genoux, les chevilles comme les moins touchés (CNAMTS, 2016).

Figure 2 : Répartition des TMS-MS de l'épaule, du coude et du canal carpien déclarées selon le sexe 2011 (Brière, Fouchet & al, 2015)

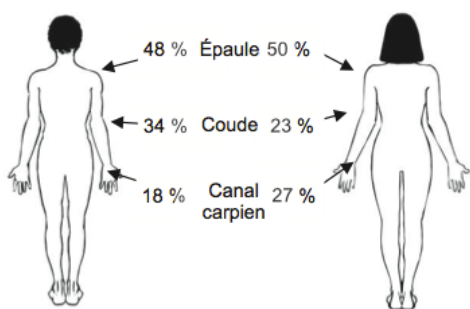
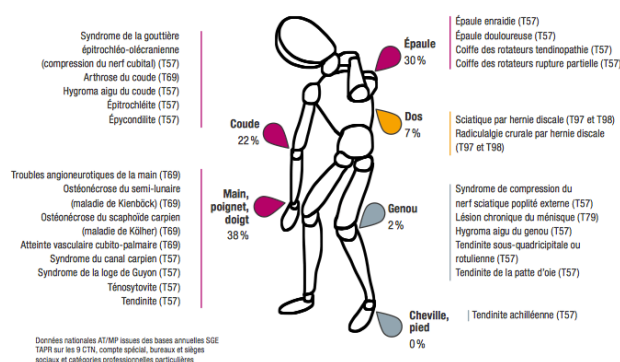


Figure 3 : Répartition en 2016 des syndromes de TMS par localisation (rapport annuel de 2016 de l'assurance maladie)



Les conséquences de la pathologie s'observent au niveau des individus touchés mais aussi au niveau des entreprises qui doivent faire face aux impacts financiers, organisationnels et humains. Au niveau individuel, la pathologie se traduit par des douleurs et des limitations fonctionnelles qui peuvent s'installer durablement avec des conséquences non négligeables sur la vie courante des individus pouvant aller jusqu'à la désinsertion professionnelle. Au niveau collectif, les entreprises sont impactées par les coûts financiers directs et indirects et par l'impact sociétal de la pathologie. Les coûts directs font référence aux cotisations sociales, à l'indemnisation des absences, à la prise en charge des soins, à la gestion administrative des dossiers et à l'aménagement des postes de travail. En France les coûts directs liés aux TMS sont



estimés à 963 millions d'euros en 2014 (CNAMTS, 2015). Les coûts indirects sont estimés à 3 fois plus élevés que les coûts directs et sont représentés par les coûts liés à l'absentéisme, la perte de compétences, l'affaiblissement de la productivité de l'entreprise, la réinsertion des salariés atteints, la dégradation de l'image de marque et la perte d'attractivité (Aptel et al., 2011).

Le taux élevé de déclaration des TMS, la sinistralité élevée et les multiples conséquences associées aux TMS justifient l'intérêt des recherches scientifiques menées sur la prévention de cette pathologie. Malgré un développement mondial considérable des recherches sur les TMS, la progression de la pathologie n'est pas stoppée. Depuis 2011, on observe une légère stagnation de l'évolution des déclarations qui ne traduit pas nécessairement une amélioration des pratiques de prévention. En effet, l'évolution du marché du travail avec une diminution des activités industrielles associée à une augmentation des activités de services, mais aussi les effets de la restriction récente des tableaux de déclarations de maladie professionnelle sont des phénomènes à considérer dans les chiffres déclarés. En plus de ces phénomènes, expliquant en partie la diminution du nombre de déclarations, les salariés ont une crainte envers la déclaration de maladie professionnelle et des conséquences que la démarche peut avoir sur leur employabilité, sur leur image dans l'entreprise ou encore sur les conséquences de leur absence sur ses collègues et sur l'activité. Malgré cette légère stagnation, le nombre élevé de déclarations de TMS interroge la relation entre les connaissances scientifiques permettant de comprendre la pathologie, son étiologie, et les connaissances issues de la pratique de terrain permettant de contribuer à des mesures de prévention (Coutarel, Daniellou, & Dugué, 2005). Après avoir justifié de l'intérêt de ce champ de recherche nous abordons les démarches de prévention des TMS déployées dans les entreprises pour savoir quelles sont les pratiques de prévention des entreprises et des préventeurs pour faire face à ce fléau ?

1.2. La structure des démarches de prévention des TMS

Les démarches de prévention des TMS classiques sont structurées pour permettre une recherche d'amélioration sur les situations de travail (Guérin et al., 2006; Malchaire, Cock, & Vergracht, 2001; Malchaire, Roquelaure, et al., 2001; Roquelaure et al., 2001; St-Vincent et al., 2011). Le département Condition de travail, Santé et Sécurité de l'Institut syndical

européen réunit un groupe de chercheurs et préventeurs experts dans le domaine des risques musculo-squelettiques et de l'évaluation du risque (Malchaire, Gauthy, Piette, & Strambi, 2011). Ce groupe définit 2 phases dans la démarche de prévention des TMS. En première phase, ils proposent d'évaluer les expositions à l'aide d'outils simples de dépistage des risques d'apparition des TMS pour identifier les situations les plus critiques. Puis dans la deuxième phase, sur ces situations critiques, ils recommandent de déployer des méthodes d'analyses plus complexes et plus précises pour définir les causes du risque d'apparition des TMS et entamer les recherches de transformations. Ces 2 phases s'appuient sur plusieurs étapes reliées les unes aux autres par une volonté générale de réduction des expositions considérées comme favorisant l'apparition de la pathologie.

La méthode SOBANE (Malchaire, 2007; Malchaire et al., 2011), propose une démarche complète, structurée et séquentielle d'analyse des risques professionnels qui comprend 5 étapes : (1) repérage des sources de danger à l'échelle de l'entreprise ; (2) évaluation des risques avec identification des facteurs de risque et estimation du niveau de danger ; (3) détermination des priorités d'action ; (4) définition des stratégies de prévention pour aller vers la transformation et (5) évaluation de l'efficacité des mesures prises (Malchaire, 2007; Roquelaure et al., 2013).

(1) La première étape, le repérage des sources de dangers, a pour objectif de mobiliser les différents acteurs et de localiser à l'échelle de l'unité de production les caractéristiques principales de l'activité et les sources potentielles de risques dans l'apparition des TMS. Cette première étape est le point de départ de la démarche de prévention. Le préventeur cherche à connaître l'historique de la demande, le réseau d'acteurs concernés et impactés par cette demande, et cherche à obtenir les différentes attentes et points de vue sur l'activité.

(2) L'étape d'évaluation des risques TMS permet d'estimer le risque d'apparition de la pathologie et de hiérarchiser les situations de travail à risque. Au cours de cette phase, le préventeur recueille des informations de diverses sources et choisit la ou les situations de travail sur lesquelles il devra réaliser des investigations détaillées. La collecte des informations disponibles dans l'établissement, des écrits scientifiques et professionnels, et l'identification des projets de changements programmés par l'établissement sont classiquement étudiés et croisés avec des données issues de l'observation des expositions en situation de travail. Les données sur les facteurs de risque TMS présents sur les situations de travail sont fournies par des outils simples d'évaluation du risque. Pour comprendre ce que sont ces outils simples nous nous

appuyons sur la définition donnée par Aptel et al. (2000, p7) : « Les outils simples sont des outils d'évaluation des facteurs de TMS qui ne nécessitent pas d'appareil de mesure particulier. Ils sont utilisables directement sur le terrain et se basent sur l'observation directe de l'activité de travail du salarié ou sur l'enregistrement vidéo de celle-ci » (Aptel et al., 2000, p7). Utilisés par des spécialistes de la prévention mais aussi par des non spécialistes, ces outils permettent la collecte de données sur le terrain et doivent fournir rapidement une estimation du risque d'apparition de TMS. L'évaluation du risque permet un état des lieux des pratiques à risque dans le but d'identifier les situations les plus critiques. Les cartographies du risque issues de ces données sont utilisées pour permettre la mise en place d'interventions sur les postes de travail considérés comme les plus à risque. Les entreprises ne pouvant pas réaliser des études détaillées sur tous les postes, par manque de ressources et/ou de compétences en interne, sélectionnent les postes les plus problématiques (Caroly & Barcellini, 2013; Caroly et al., 2008; Falzon, 2013). Cette phase d'évaluation du risque est considérée comme une aide aux choix stratégiques de prévention.

(3) Les priorités d'action sont déterminées par la comparaison des résultats des outils simples d'évaluation. La hiérarchisation des postes critiques obtenus oriente l'ensemble de la démarche de prévention. Les postes classés les plus à risques feront l'objet de recherche approfondie permettant par la suite la recherche de solutions préventives. Cette définition des stratégies de prévention sur les postes de travail les plus à risque permet de concentrer les efforts de prévention (financier, temps et compétences) sur certaines situations de travail.

(4) La recherche d'amélioration sur les situations de travail les plus à risques est une étape d'intervention qui s'appuie sur l'analyse ergonomique pour permettre la recherche des pistes d'actions (Franchi, 1997; Guérin et al., 2006; St-Vincent et al., 2011). Ce travail de compréhension détaillée du fonctionnement de l'activité de travail, par les méthodes de l'analyse de l'activité, est considéré comme un élément indispensable et un préalable à toute action de transformation du travail. Plusieurs stratégies d'action peuvent être envisagées à partir de l'intervention ergonomique (Aptel, Gerling, & Cail, 2000). « La démarche en ergonomie se doit d'inscrire les pistes de transformation du travail dans le cadre d'un projet auquel participent les différents acteurs de l'entreprise (chef d'entreprise, salariés, agents des méthodes, médecin du travail, infirmières, Etc.) » (Aptel, Gerling, et al., 2000). Les stratégies d'intervention s'appuient sur une approche participative de tous les acteurs de l'entreprise, sur la multi et transdisciplinarité des connaissances, conjuguées au savoir des différents acteurs, et

sur l'approche globale, systémique et contextuelle des situations de travail (Guérin et al., 2006). L'analyse de l'activité réalisée permet la recherche des pistes d'action et de transformation des situations de travail à partir des méthodes d'investigation spécifique tirée de l'ergonomie. Les outils d'analyses ergonomiques de l'activité de travail, utilisés lors des investigations, sont nombreux, on retrouve par exemple : les entretiens, l'observation participante, les auto-confrontations et auto-confrontations croisées, les verbalisations pendant l'action, les simulations, les mesures directes en situation de travail, etc. (Clot, Faïta, Fernandez, & Scheller, 2000; Daniellou & Béguin, 2004; Leplat, 2015; Theureau, 2010; Vermersch, 2003). Les pistes d'actions établies en collaboration avec le groupe de travail s'orientent généralement vers la modification de la conception des outils et des machines, de la conception des produits, du poste et de son environnement, de l'organisation du travail, et/ou de l'organisation de la production (Albert, Vézina, Bilodeau, & Coutarel, 2017; Guérin et al., 2006; Laville, 1976; St-Vincent et al., 2011).

(5) L'étape 5 évalue l'efficacité des mesures prises dans le cadre de la démarche de prévention, l'évaluation des risques sera renouvelée pour suivre les changements et vérifier l'impact des modifications réalisées.

Dans ce rapport nous nous intéressons aux outils simples d'évaluation du risque TMS utilisés lors de la phase 1 pour répondre à l'étape 2 d'évaluation du risque d'apparition de la pathologie. Ces outils simples d'évaluation du risque, utilisés pour guider l'ensemble de la démarche, apparaissent comme une des causes des difficultés rencontrées de la prévention des TMS. Avant de développer les principes de l'évaluation du risque (chapitre II.1), nous présentons la distinction entre les différents outils des démarches de prévention pour préciser notre objet de recherche.

1.3. Les outils simples d'évaluation des risques « à quoi servent-ils » ?

Nous faisons une distinction entre les outils d'analyse ergonomique de l'activité et du travail, et les outils simples d'évaluation du risque d'apparition de la pathologie. Les différences sont nombreuses et présentées ci-dessous pour clarifier l'objet de notre recherche.

Les outils d'analyse ergonomique de l'activité et du travail sont utilisés dans les démarches d'investigation approfondies dans la méthode SOBANE en phase 2 (phase d'intervention) et sont réalisées sur les situations de travail, déjà identifiées comme critiques. Ces outils d'analyse sont longs et complexes à déployer, leurs utilisations demandent une formation spécifique et des compétences en analyse de l'activité. Ils permettent une analyse détaillée des déterminants des situations de travail en s'appuyant sur des méthodes d'investigations tirées de l'ergonomie. Ces investigations s'appuient sur des outils d'analyse comme les mesures directes (capteurs biomécaniques, ambiances de travail...), les entretiens (directif, semi direct, libre, auto-confrontation...), les observations (direct, photo, vidéo, enregistrement audio...) et les simulations (virtuel, 3D, prototype, cartons, lego...). L'expertise de l'intervenant en relation avec les connaissances des participants à l'analyse permet ainsi d'obtenir des données détaillées sur l'activité de travail et ses déterminants pour réfléchir à de possibles transformations.

Les outils simples d'évaluation du risque TMS, ciblés par ce projet de recherche, sont utilisés dans le repérage des situations critiques (Malchaire, Cock, et al., 2001; Malchaire, Roquelaure, et al., 2001; Roquelaure et al., 2001). Ces outils simples sont faciles et rapides d'utilisation et s'appuient sur certains facteurs considérés comme à risque d'après leurs concepteurs (David, 2005; Takala et al., 2010). Ces outils d'évaluation sont utilisés lors des phases initiales de la démarche de prévention et permettent de faire un état des lieux du niveau de présence de certains facteurs de risques. Utilisés pour estimer le risque d'apparition des TMS et « cartographier les risques » ils permettent aussi d'après Landry (2008) « la recherche d'indicateurs pour faciliter la représentation du travail et le dialogue avec les concepteurs et les décideurs » (Landry, 2008). Les résultats des outils d'évaluation des risques TMS vont guider l'ensemble de la démarche de prévention vers certaines situations de travail considérées comme les plus à risque. La forme et la composition de ces outils simples sont présentées en détails chapitre II.1.

Dans ce rapport nous nous intéressons uniquement aux outils simples d'évaluation du risque utilisés pour identifier les situations critiques lors des phases initiales des démarches de prévention des TMS. Ces outils simples d'évaluation des risques TMS, sont discutables au regard des évolutions constatées dans la documentation scientifique, dans les entreprises, et

sur les situations de travail. En effet, l'enrichissement des connaissances scientifiques sur la pathologie TMS et l'évolution du travail actuel des systèmes de production sont à l'origine du paradoxe soulevé dans cette étude quant à la pertinence d'utilisation des outils simples d'évaluation.

2. Les outils simples : un paradoxe face aux variabilités et à la multi-factorialité des TMS

A partir de nos expériences en entreprises et des constats issus de la documentation scientifique nous retenons les évolutions constatées dans les entreprises autour des systèmes de production (Genelot, 2001; Lancry, 2016; Morin, 2007, 2015). La présence de variabilités à plusieurs niveaux dans l'activité de travail (individu, produits, organisation, environnement, etc.) crée une instabilité permanente qui rend difficile l'évaluation du risque avec des outils simples. Ces évolutions traduisent une augmentation des variabilités à plusieurs niveaux sur les situations de travail et sont accompagnées, dans le même temps, d'un enrichissement progressif des connaissances scientifiques sur l'étiologie des TMS. Aujourd'hui la multi-causalité des facteurs favorisant l'apparition de la pathologie TMS n'est plus à questionner. Les modèles explicatifs développés depuis les années 1900, sont présentés pour comprendre l'ajout progressif de facteurs considérés comme à risque dans l'apparition de la pathologie. Le modèle étiologique des TMS utilisé comme référence dans cette thèse est présenté à la fin de la partie.

2.1. Les variabilités de l'activité

L'approche épidémiologique de la pathologie TMS basée sur les outils simples d'évaluation du risque se heurte à la difficile question méthodologique de la prise en compte de la variabilité observée à plusieurs niveaux dans les entreprises. Les variabilités de l'environnement de travail, de la production et plus classiquement les variabilités inter et intra individuelles ne sont pas prises en compte lors de la conception des situations de travail et lors de la gestion du travail. Ces phénomènes sont considérés comme favorisant l'apparition des expositions à risque et favorisent l'apparition des TMS (Aptel, Aublet-Cuvelier, & Cnockaert, 2002; Gaudez, Gilles, &

Savin, 2016; Noulin, 2002). La prise en compte des variabilités décrites sont des impensés des modèles et des pratiques actuelles de la prévention en entreprise (Gaudez et al., 2016).

L'évolution dans l'approche client vers le sur-mesure (diversification des produits) a des conséquences non négligeables sur la performance du système de production et sur la santé des individus (Caroly et al., 2015; Westgaard & Winkel, 2011). La flexibilité demandée à la production, l'augmentation des petites séries et l'apparition des produits sur-mesure favorisent la variabilité de l'activité et l'augmentation des TMS (Gaudez et al., 2016; Roquelaure et al., 2012). Ces modifications liées à l'approche client sont associées à l'apparition des principes de productions comme le lean manufacturing ou les systèmes de production en juste à temps. Ces principes de production ont tendu les flux et créé une dépendance entre chaque situation de travail de l'organisation et le collectif de travail (Badets, Merlo, & Pilniere, 2017; Bouville, 2013). La diminution des stocks, la limitation des temps d'attente, la chasse aux actions sans valeur ajoutée ou encore la recherche de standardisation des postes et des pratiques créent des difficultés de compréhension des variabilités inhérentes à l'organisation du travail. Les opérateurs, travaillant dans des situations de production en juste à temps et en flux tendu, sont confrontés à une dépendance organisationnelle plus élevée, ce qui renforce notamment le risque de développer un TMS (Bourgeois & Hubault, 2005). Les modifications envisagées sur une situation de travail peuvent avoir des impacts lointains dans le temps et dans l'espace. L'exemple de l'entreprise John Deere est représentatif des difficultés liées à la variabilité de production. Le site de production John Deere d'Orléans-Saran est reconnu dans le groupe pour la diversité des produits réalisés. Considéré comme un avantage stratégique dans l'approche client mais aussi comme une difficulté pour les individus en situations de travail, le site ne possède qu'une seule chaîne d'assemblage pour produire une grande diversité de produits. La chaîne de production est conçue pour pouvoir produire plus de 400 références moteurs différentes sans changement notable d'organisation et sans modification majeure de l'environnement aux postes de travail. Le principe du « mixte moteur »¹ est déployé pour lisser

¹ : Le mixte moteur est un ordre de production réfléchi par les ingénieurs méthodes de l'entreprise pour limiter les temps sans valeur ajoutée et lisser la production. Le mixte moteur permet une alternance lors de la production des moteurs (3,4 et 6cyl et leurs options associées). Ce principe de production a été observé sur plusieurs sites industriels mais porte des noms différents comme : « Random » ; « lissage » ou « répartitions de production ».

² Les ambiances de travail représentent les ambiances physiques de l'activité comme la température, la luminosité, le
Norval Maxime | Les outils simples d'évaluation du risque TMS : quelle intégration de la MMS lors du repérage des situations critiques ? - 18

l'activité, améliorer les performances et limiter les mouvements répétitifs mais a aussi des conséquences sur la variabilité des conditions de réalisation de l'activité. La variabilité de l'organisation du travail crée des difficultés pour les travailleurs et complexifie la phase d'évaluation du risque TMS pour les préventeurs qui doivent comprendre la diversité des stratégies de réalisation déployées par les individus pour faire face à cette instabilité.

A cette variabilité contemporaine, s'ajoute la variabilité classique des machines, des éléments technologiques et des matières. Cette variabilité est d'autant plus vraie avec l'apparition massive des nouvelles technologies sur les situations de travail. Les robots collaboratifs, les automates, la robotique, les aides techniques à la manutention, les aides techniques au contrôle qualité et la programmation des machines sont apparus sur les situations de travail avec des conséquences non négligeables sur la pratique (Bobillier-Chaumon, 2016; Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009; Brangier & Robert, 2014; Lancry, 2016). Les pannes survenues sur le système technique et les aléas liés aux évolutions techniques sont difficiles à anticiper par les organisations. Les conséquences de ces variabilités sur les conditions de réalisation de l'activité sont importantes et se traduisent par des difficultés pour les travailleurs à atteindre les objectifs de performance tout en maintenant leur santé. Les variabilités classiques des machines et des matières associées à l'apparition de l'innovation sur les postes de travail créent de la diversité dans les conditions de réalisation de l'activité et donc de la variabilité dans les stratégies de réalisation déployées.

Enfin on identifie la variabilité des caractéristiques individuelles nommée aussi variabilité inter-intra individuelle. Ces variabilités entre les individus et pour un même individu ont été présentées à plusieurs reprises par les scientifiques comme ayant des conséquences importantes dans la réalisation de l'activité (Gaudez et al., 2016; Malchaire et al., 2000). La diversité des caractéristiques individuelles, des savoirs, des compétences, des caractéristiques anthropométriques, et de l'expérience des travailleurs se traduit par une variabilité des stratégies de réalisation entre les individus mais aussi pour un même individu. La manière de réaliser les tâches varie d'un individu à l'autre sur une même situation de travail. Dans le même

temps un même individu réalisera différemment l'activité, le matin ou l'après-midi, l'hiver ou l'été, en début ou en fin de carrière...etc.

Les conséquences des évolutions sociétales et des modes de production créent des difficultés accrues dans l'approche des expositions à risques avec des outils simples d'évaluation. Les variabilités détaillées ci-dessus semblent être une constante dans les entreprises, sans que l'on puisse réellement les prendre en compte par des outils simples. Les outils simples d'évaluation et leurs modèles de référence ne sont pas armés pour faire face aux variabilités décrites et ne sont pas destinés à comprendre la diversité des stratégies de réalisation qui en découle.

L'impact de toutes ces variabilités a déjà été démontré par les scientifiques sans pour autant que l'on puisse idéalement les prendre en compte lors de l'évaluation du risque TMS réalisé avec des outils simples (Balogh et al., 2004; Juul-Kristensen, Hansson, Fallentin, Andersen, & Ekdahl, 2001; Juul-Kristensen et al., 2008; Malchaire et al., 2000; Zare, Sagot, & Roquelaure, 2018). Ces phénomènes de variabilité ne sont pas intégrés aux modèles de prévention des TMS. Les outils simples d'évaluation du risque TMS utilisés dans les démarches de prévention des TMS ne sont pas pensés pour prendre en compte ces variabilités qui pourtant semblent être irréductiblement en augmentation sur les situations de travail et dans les organisations.

2.2. La progression des connaissances scientifiques sur les TMS

Nous observons un enrichissement des connaissances scientifiques sur les mécanismes d'apparition au niveau du modèle explicatif de la pathologie TMS. Depuis les années 1990, les approches dominantes de la prévention des TMS se sont concentrées sur l'étude des facteurs de risques essentiellement biomécaniques par l'identification des conditions pathogènes des sollicitations et notamment par l'étude de la biomécanique des mouvements (Armstrong et al., 1993; Hagberg, Kuorinka, & Forcier, 1995; Karsh, 2006; Roquelaure et al., 2013; Widanarko, 2013; Widanarko, Legg, Devereux, & Stevenson, 2014).

A partir des années 1990, la compréhension des mécanismes de survenue des TMS a évolué au fil de la progression des connaissances scientifiques en physiopathologie, en épidémiologie, en biomécanique du mouvement, en ergonomie et des retours des intervenants de terrains. Au

départ, les facteurs de risque physiques sont considérés comme les principales causes d'apparition de la pathologie, comme pour les modèles développés par Armstrong et al. (1993), par Hagberg et al. (1995) et par Sauter and Swanson (1996). Si l'importance des facteurs biomécaniques n'est aucunement remise en cause, l'histoire de la prévention des TMS a amené progressivement les chercheurs et praticiens de la santé au travail à envisager d'autres facteurs, dont on avait auparavant sous-estimé le rôle (Gollac & Bordier, 2007; Hagberg et al., 1995; Karasek & Theorell, 1990). L'évolution de la recherche scientifique et les travaux épidémiologiques ou médicaux ont enrichi le modèle étiologie des TMS en intégrant progressivement d'autres facteurs dits « psycho-sociaux » et « organisationnels » (Clot, 2000; Clot & Gollac, 2014; Karsh, 2006; Roquelaure et al., 2013; S. Stock, Nicolakakis, Messing, Turcot, & Raiq, 2013; Widanarko, 2013). Dans la littérature, la frontière entre facteurs de risque psycho-sociaux et organisationnels n'est pas clairement définie. La notion de facteurs organisationnels est peu utilisée, notamment dans les pays anglo-saxons, où l'on utilise plutôt le terme « facteurs psychosociaux ». On observe une confusion des termes selon les approches et les pays (Annexe 1: Tableau 2 extrait de la thèse de Julie Bodin (2017) p20). Dans ce rapport nous faisons une distinction entre ces deux catégories de facteurs qui, selon nous, ne présentent pas la même approche de l'activité. Les facteurs psycho-sociaux font référence aux perceptions des travailleurs alors que les facteurs organisationnels permettent d'approcher la manière dont le travail est organisé, structuré (Smith & Carayon, 1996).

En plus de cette diversité de facteurs favorisant l'apparition de la pathologie, ils s'influencent les uns les autres (Baillargeon & Patry, 2002) et leur combinaison fait souvent augmenter de façon importante les risques (Bourgeois et al., 2000). Le **consensus autour du caractère multifactoriel (multi-causalité) de la pathologie** n'est aujourd'hui plus remis en cause (Armstrong et al., 1993; Bernard & Putz-Anderson, 1997; Buckle, 1997; P Carayon & Smith, 2014; Clot & Fernandez, 2005; Karsh, 2006; Widanarko, 2013).

L'enrichissement des connaissances scientifiques vers le caractère multifactoriel des facteurs à risque TMS, fait émerger plusieurs modèles explicatifs depuis les années 2000 (Julie Bodin, 2017; Coutarel, Roquelaure, & Daniellou, 2013; Institut de la statistique du Québec, 2002; Institut National de Santé Publique du Québec, 2005; Roquelaure et al., 2006; Roquelaure et al., 2013; Sauter & Swanson, 1996). Nous avons listé, ci-dessous, **11 modèles conceptuels expliquant les mécanismes de survenue des TMS pour comprendre l'évolution vers la**

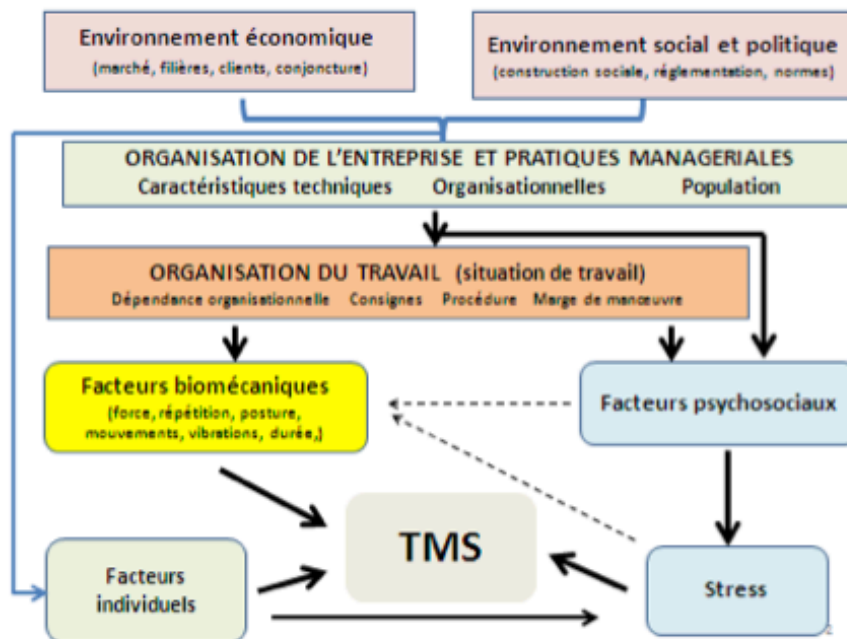
multifactorialité de la pathologie. Les modélisations réalisées par ces auteurs sont résumés ci-après et détaillés en annexe 1 :

- **Hagberg et al.** suggèrent quatre catégories de facteurs : les caractéristiques du milieu de travail, les facteurs de risque généraux, la physiopathologie et les résultantes (Hagberg et al., 1995).
- **Sauter et Swanson** suggèrent que l'organisation du travail a, d'une part un effet direct sur les exigences physiques et la « charge psychologique » (*psychological strain*) et, d'autre part, un effet indirect sur la « charge biomécanique » (*biomechanical strain*) via les exigences physiques et la charge psychologique (Sauter & Swanson, 1996).
- **Carayon et al** proposent un modèle où l'organisation du travail définit l'exposition aux facteurs de risques physiques et psychosociaux. La prise en compte des réactions au stress par rapport aux caractéristiques individuelles est associée à l'apparition de la pathologie (Pascale Carayon, Smith, & Haims, 1999).
- Le modèle proposé par un consensus d'experts réunis par le **National Research Council (NRC)** inclut des interrelations entre le lieu de travail, l'organisation du travail, le contexte social et les caractéristiques des individus pour expliquer la charge biomécanique et psychologique (National Research Council and Institute of Medicine, 2001).
- **Bellemare et al.** montrent que les facteurs de risque de TMS (postures, effort, répétitivité, facteurs psychosociaux, etc.) peuvent être engendrés par des déterminants techniques, organisationnels et humains (Bellemare, Marier, Montreuil, Allard, & Prévost, 2002).
- A partir de plusieurs modèles conceptuels présentés dans sa revue de la littérature, **Karsh** a proposé son propre modèle en incluant le contexte social, l'organisation du travail, l'environnement de travail, les exigences psychologiques, les exigences physiques, les facteurs personnels, la « charge » psychologique, la « charge » physique, les changements psychologiques, la « détection » des symptômes, la « labellisation » des symptômes (le fait de mettre un nom sur les symptômes) et les TMS (Karsh, 2006).
- **MacDonald et al.** proposent un modèle centré sur l'organisation du travail (MacDonald, Härenstam, Warren, & Punnett, 2008). Celui-ci suppose que l'organisation du travail détermine les risques professionnels (chimiques, biologiques, ergonomiques et psychosociaux) et ces derniers ont un effet sur la santé.
- **Punnett et al**, proposent les facteurs organisationnels (défini comme des facteurs en amont), qui auraient un effet sur les facteurs physiques et psychosociaux et ces derniers pourraient déterminer certains comportements de santé (tabac, alcool, sport, etc.) (Punnett et al., 2009).

- **Franchi** liste plusieurs déterminants susceptibles d'être observés dans une situation de travail à risque de TMS (Aptel, Gerling, et al., 2000; Franchi, 1997), les facteurs psychosociaux et biomécaniques sont des facteurs de risque proximaux de TMS qui interagissent entre eux. Ces facteurs proximaux sont déterminés par des facteurs distaux qui sont l'organisation de la production, la dépendance organisationnelle, la conception d'équipement, l'évolution de carrière, etc.
- **Stock et al.** proposent un modèle capitalisant les acquis des études épidémiologiques et ergonomiques sur les TMS (S. Stock et al., 2013). Il détaille plus précisément l'environnement organisationnel (organisation du travail, de la production, de la formation, de la santé au travail, dispositif technique, culture de l'entreprise, structures et hiérarchies). Dans ce modèle, l'environnement organisationnel a un effet sur les contraintes physiques et sur les facteurs psychosociaux au travail. Ce modèle intègre les facteurs personnels (FP) dans plusieurs relations pouvant représenter des facteurs de susceptibilité individuelle ou des ressources pour faire face aux contraintes professionnelles.
- **Roquelaure** reprend les différents niveaux d'organisation du travail défini par le NIOSH (Figure 1) : le contexte externe (*economic environment* et *social and politic environments*), le contexte organisationnel (*organization & management practices*) et le contexte du travail (*work organization*) (Roquelaure, 2015, 2016a, 2017, 2018).

La description des différents modèles explicatifs des TMS n'est pas l'objet central de ce travail de recherche, c'est pourquoi nous décrivons uniquement le modèle explicatif utilisé comme référence dans ce projet de thèse. **Nous nous appuyons sur le modèle développé par Y.Roquelaure en 2016 (Figure 4)** enrichi par les travaux de J.Bodin publié en 2017 sur la survenue des douleurs musculo-squelettiques à l'épaule (J Bodin et al., 2017; Roquelaure, 2016a).

Figure 4 : Modèle conceptuel des facteurs explicatifs de la survenue des TMS (Adapté par Roquelaure, 2016)



Ce modèle Bio-Psycho-Social développé par Roquelaure et ses déterminants organisationnels et managériaux, a été retenu car il est l'un des modèles dominants pour expliquer l'apparition des TMS (Julie Bodin, 2017; Roquelaure, 2016a; Roquelaure et al., 2012). Selon ce modèle, l'organisation du travail et les pratiques managériales déterminent les conditions de réalisation du travail et ainsi les expositions biomécaniques et psychosociales auxquelles doivent s'adapter les travailleurs. Dans ce modèle l'organisation du travail est définie par Carayon (1996, p. 31) comme la façon dont le travail est organisé, planifié, conçu, géré et évalué (Smith & Carayon, 1996). Parmi les facteurs organisationnels issus du modèle de Y.Roquelaure on peut citer les caractéristiques structurelles de l'entreprise sur lesquelles les travailleurs n'ont pas la possibilité d'agir. L'organisation doit ainsi être envisagée à de multiples niveaux, ayant chacun un impact sur l'activité de travail. Selon le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH),

l'organisation du travail peut être envisagée selon trois niveaux qui dépendent du niveau supérieur (NORA Organization of Work Team Members, 2002; S. Stock et al., 2013) (Figure 5). On retrouve ainsi le « contexte externe » qui représente les influences politiques, économiques, légales, technologiques et démographiques. Le « contexte organisationnel » est intégré au sein même de l'entreprise et représente les structures, l'organisation de la production, les politiques de management. Enfin le « contexte de travail » est formé des exigences du travail envers le travailleur, du climat et de la culture d'entreprise, et des caractéristiques des tâches.

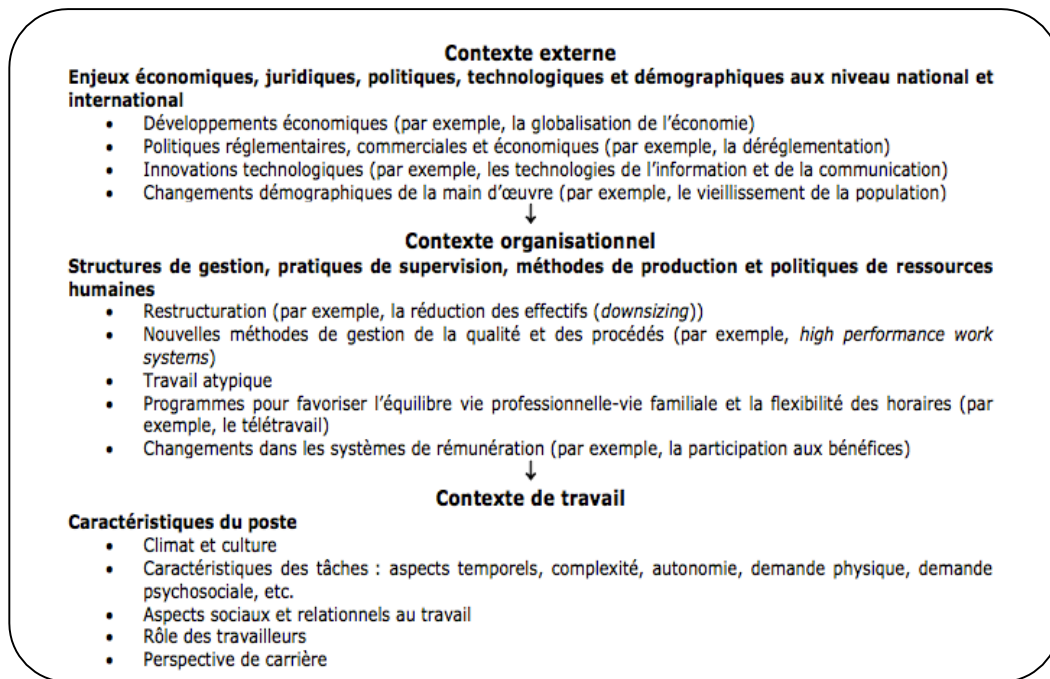


Figure 5 : Organisation du travail selon le NIOSH (Stock et al; 2013)

Ces 3 niveaux organisationnels repris dans le modèle de Roquelaure ont des conséquences sur l'apparition des TMS notamment parce qu'ils régissent directement les contraintes biomécaniques et psychosociales créées par la production et dont l'humain doit faire face avec ces propres caractéristiques personnelles.

- **Les facteurs biomécaniques** font références aux différentes fonctionnalités du corps et de ses mouvements dans l'espace, ils s'appuient sur l'explication des mécanismes physiopathologiques. La biomécanique des mouvements permet de comprendre la manière dont se traduit, au niveau organique, les atteintes musculo-squelettiques. La survenue de TMS est alors considérée comme la réponse de l'organisme à des sollicitations biomécaniques excessives s'exerçant sur les structures musculo-tendineuses (Armstrong et al., 1993; Bernard &

Putz-Anderson, 1997). Les contraintes biomécaniques provoquent des processus inflammatoires, mécaniques, vasculaires et dégénératifs favorisant l'apparition des TMS (Kuorinka, 1999; Lasfargues et al., 2003). Les facteurs biomécaniques sont les plus reconnus par la littérature (Armstrong et al., 1993; Hagberg et al., 1995; Karsh, 2006; Roquelaure, 2003). Il s'agit entre autres et de manière non exhaustive: des postures contraignantes (avec forte amplitude), des efforts fournis par le corps entier, de la force exercée par le corps ou certaines parties, du travail musculaire statique, de la répétitivité et de la vitesse des mouvements. Ces facteurs de risques ont des conséquences variables selon l'intensité, la fréquence et la durée de l'exposition (Leclerc et al., 1998; Roquelaure et al., 2002; Roquelaure et al., 1997).

- **Les facteurs psychologiques et sociaux** sont appréhendés du point de vue de l'opérateur, et sont étroitement liés aux caractéristiques de l'organisation (Clot, 2000; Clot & Faïta, 2000; S. Stock et al., 2013). Les risques psychosociaux sont définis dans le rapport du collège d'expertise sur le suivi des risques psychosociaux au travail, en référence au modèle de Karasek et Theorell, comme étant des risques pour la santé mentale physique et sociale, engendrés par les conditions d'emploi et les facteurs organisationnels et relationnels susceptibles d'interagir avec le fonctionnement mental de l'individu (Gollac & Bordier, 2007; Karasek & Theorell, 1990). Le lien épidémiologique entre ces dimensions psychosociales et la survenue de TMS à été abordé par plusieurs recherches (Karasek, Baker, Marxer, Ahlbom, & Theorell, 1981; Roquelaure, 2017; Roquelaure et al., 2013; S. Stock et al., 2013). Ces études épidémiologiques cherchent à présenter le lien entre le développement de la pathologie et les phénomènes psycho-sociaux en mettant l'accent sur la qualité de l'adéquation entre l'individu et son environnement de travail. Plusieurs phénomènes sont avancés, par les scientifiques de divers horizons, comme ayant un impact non négligeable sur la santé des individus (Stress, Burn-out, etc...), et sur l'apparition des TMS (Bernard & Putz-Anderson, 1997; Bongers, Ijmker, Van den Heuvel, & Blatter, 2006; Gollac & Bordier, 2007; Nasse, Légeron, & Bertrand, 2008). Nous retrouvons entre autres la demande et les exigences psychologiques qui renvoient à la perception de la charge de travail par l'individu, le soutien social qui correspond à la perception d'un soutien utile à la réalisation du travail de la part de ses collègues et de l'encadrement, ou encore la latitude décisionnelle considérée comme la perception des possibilités d'action dans la réalisation de l'activité (Caroly et al., 2008; Karasek & Theorell, 1990). D'autres facteurs psychosociaux présentent une relation statistiquement significative avec la survenue des TMS comme, l'intensification de la charge du travail, le travail monotone, le travail cadencé, le contrôle limité sur sa situation de travail, la

faible reconnaissance du travail et le faible support social (Bernard & Putz-Anderson, 1997; Buckle, 1997; Westgaard & Winkel, 2011). D'autres facteurs, dont la relation avec les TMS est fortement suspectée, mais non établie, sont également avancés dans la littérature scientifique comme les exigences émotionnelles, l'autonomie, les rapports sociaux au travail, la répression des émotions, les conflits de valeur ou encore l'insécurité de la situation de travail (Gollac & Bordier, 2007; Gollac & Volkoff, 1996; Koch, Schablon, Latza, & Nienhaus, 2014; Rugulies, Scherzer, & Krause, 2008; Toulouse et al., 2013).

- Le modèle proposé par Roquelaure intègre **les facteurs personnels** comme pouvant représenter des facteurs de susceptibilité ou des ressources dont disposent les individus pour faire face aux contraintes des situations de travail. Les facteurs personnels sont les caractéristiques de l'individu susceptibles de faciliter l'activité. On peut citer comme exemple, la force musculaire, la taille, l'âge, les savoirs faire ou encore la capacité de l'individu à demander de l'aide dans la réalisation de certaines tâches. L'individu utilisera ses propres ressources, en interaction avec l'environnement de travail, pour tenter de faire face aux contraintes et réaliser l'activité (Roquelaure, 2015, 2016a, 2017, 2018).

Autrement dit et pour conclure la présentation de ce modèle, l'organisation du travail et les pratiques managériales présentés en 3 niveaux ont des conséquences sur un ensemble de contraintes d'ordre biomécanique et psycho-social que l'humain doit gérer par ses propres ressources et celles mises à sa disposition par l'organisation (ex: moyen, entre aide...) . Le modèle étiologique des TMS décrit ci-dessus est réutilisé dans cette thèse, même si plusieurs études intéressantes, notamment en épidémiologie sont encore en cours pour augmenter la reconnaissance de certains facteurs (J Bodin et al., 2017; J Bodin et al., 2018; A. Petit et al., 2018).

Nous retenons dans cette partie l'enrichissement du modèle explicatif des TMS marqué par un consensus sur la multifactorialité des facteurs de risque favorisant l'apparition de la pathologie. La diversité et la multiplication des facteurs explicatifs de la pathologie sont des difficultés dans l'approche des situations de travail avec des outils simples d'évaluation du risque TMS.

Avec l'évolution des connaissances scientifiques sur l'étiologie des TMS, nous nous questionnons sur la pertinence d'approcher le travail par l'étude de certains facteurs considérés comme les

plus à risques. D'après Bourgeois et al. (2000) « les TMS sont affaires d'organisation, c'est à dire de modèle par lequel l'entreprise pense sa souplesse, la place qu'elle accorde aux hommes pour l'atteindre, ce qu'elle se sent fondée à leur demander pour l'obtenir ». En plus de **la multi-factorialité des TMS, la diversité des stratégies de réalisation déployée pour faire face aux variabilités de l'activité rend complexe l'approche de la prévention des TMS par des outils simples**. En effet, le paradoxe soulevé remet en cause l'approche avec des outils simples de certains facteurs alors que la multifactorialité des TMS n'est plus à démontrer. Ce constat de difficultés est d'autant plus marqué par les instabilités constantes dans l'activité et les évolutions des organisations du travail actuel décrit chapitre I. paragraphe 2.1.

SYNTHESE CHAPITRE I :

Le paradoxe initial soulevé par ce projet de recherche a été réalisé à partir de lectures d'écrits scientifiques associés à nos propres expériences dans le domaine de la prévention des TMS. Ce paradoxe concerne l'inadéquation de l'utilisation de l'outil simple d'évaluation des risques de TMS dans un contexte d'instabilité et de variabilité permanent de l'activité de travail, et face à l'enrichissement du modèle explicatif de la pathologie vers la multi factorialité. L'état des déclarations en Europe et en France, les confusions entre les outils de la démarche de prévention (outils simples et outils d'analyses), l'évolution du contexte d'instabilité dans les entreprises, et l'enrichissement des connaissances sur les facteurs explicatifs de la pathologie sont à l'origine du questionnement réalisé.

Le taux de déclarations élevé et l'évolution du nombre de pathologies TMS sont associés à un coût direct élevé pour les entreprises estimé en 2014 à 963 millions d'euros en France, hors coûts indirects. Les coûts directs sont les cotisations sociales ou l'indemnisation des absences reconnues comme maladies professionnelles. Les coûts indirects, estimé 3 fois supérieurs sont l'absentéisme et la désorganisation entraînés par ces absences. Le taux élevé des déclarations TMS et les coûts associés fait de cette pathologie liée au travail, une priorité de santé en France et dans plusieurs pays en Europe.

Les démarches de prévention des TMS recherchent à identifier les postes les plus à risque dans l'apparition des TMS, pour pouvoir diminuer les risques et diminuer les TMS, son remises en causes. La phase d'évaluation du risque aussi appelée : recherche des situations critiques est réalisée pour hiérarchiser les postes les plus critiques et permettre la programmation d'interventions plus complexe. Aujourd'hui cette estimation du risque TMS est réalisée avec l'aide d'outils simples d'évaluation du risque TMS. La distinction entre les outils simples d'évaluation du risque TMS et les outils d'analyses de l'activité (issus de l'intervention) est présentée pour préciser notre objet de recherche.

Par ailleurs, l'enrichissement des connaissances scientifiques sur l'étiologie des TMS permet d'identifier une augmentation des facteurs reconnus comme à risque dans l'apparition de la pathologie TMS. L'évolution des modèles descriptifs biomécaniques du mécanisme d'apparition de la pathologie a évolué vers un consensus sur la multi factorialité des facteurs de risque des TMS. De plus, les variabilités liées à l'activité comme l'instabilité des conditions de réalisation, la diversité des produits réalisés ou encore les variabilités classiques inter et intra individuelles ont été omises dans les modèles de prévention des TMS.

Ainsi notre étude prend son origine dans le paradoxe soulevé avec, d'un côté des outils simples d'évaluation du risque TMS qui orientent l'attention de son utilisateur vers certaines caractéristiques considérées comme à risque afin d'estimer le risque d'apparition et orienter l'ensemble de la démarche de prévention. D'un autre coté l'enrichissement des connaissances sur la multi factorialité de la pathologie et la non prise en compte des variabilités de l'activité, traduit par la variabilité des stratégies de réalisation, sont des impensés de ces outils simples.

Nous nous questionnons alors sur l'intérêt de ces outils simples et sur l'orientation qu'ils donnent aux démarches de prévention des TMS. Le rôle alloué à ces outils simples d'orienteurs de l'ensemble de la démarche de prévention est alors remis en cause dès ce chapitre I qui présente l'état des connaissances sur la pathologie et le contexte d'utilisations en entreprises.



Chapitre II : Etat des connaissances théoriques : outils simples, difficultés d'utilisation et proposition d'améliorations à partir des connaissances de l'ergonomie de l'activité

Ce chapitre présente un bilan des connaissances scientifiques utilisées pour cette thèse. Il permet d'approfondir les modèles théoriques sollicités dans le cadre des études publiées et présentées aux chapitres VI et VII. Nous présentons dans ce chapitre les modèles théoriques sollicités selon 3 parties. En partie 1, **les principes de la phase d'évaluation** sont détaillés pour introduire les logiques d'utilisation des outils simples. En partie 2, les **difficultés d'utilisation de ces outils** pour les praticiens, seront soulevées, notamment au travers de la constitution même des outils (critères intrinsèques), de la question du choix de l'outil et de son utilisation en situation réelle (critères d'usages). Ces difficultés seront utilisées dans ce rapport comme point de départ des critiques concernant ces outils simples. En partie 3, **l'approche « innovante » proposée par cette thèse** sera exposée à partir des nouvelles connaissances scientifiques sur l'activité de régulation et la marge de manœuvres en situations de travail.

1. Les outils simples d'évaluation du risque des démarches de prévention des TMS

L'objectif et les principes de la phase initiale d'évaluation du risque TMS sont décrits dans une première partie pour montrer l'importance de cette phase de ciblage des situations critiques. La place de cette phase initiale dans la démarche générale de prévention des TMS a déjà été présentée au chapitre I.1. Nous précisons ci-après **les mécanismes et les principes théoriques** de cette phase. Dans un deuxième temps **les 3 catégories d'outils simples** identifiées dans la littérature sont détaillées pour comprendre les principes d'approches des situations de travail. Enfin la 3^{ème} partie fait une synthèse des informations récoltées dans les revues théoriques d'outils et **les articles princeps de chaque outil simple** étudié dans ce rapport.

1.1. La phase initiale d'évaluation du risque TMS

La prévention des TMS demande des ressources humaines, des compétences spécifiques et des temps d'études importants pour pouvoir aller de l'identification des risques jusqu'à la transformation des situations de travail. L'intervention en ergonomie est l'un des moyens utilisés par les entreprises pour rechercher les pistes d'améliorations sur les postes de travail (Daniellou, 1988, 1992; Falzon, 2013; Laville, 1976; St-Vincent et al., 2011). Ces interventions complexes et longues ont démontré leurs effets mais ne peuvent pas être réalisées sur l'ensemble des postes de travail. D'après Aptel et ses collaborateurs en 2000 : « Les coûts des expertises réalisées lors des interventions ergonomiques en entreprise mettent en œuvre de telles techniques d'analyse du travail, et le manque de spécialistes équipés et formés à ces techniques font que ce type d'intervention en entreprise reste marginal. C'est pourquoi, des outils simples ont été proposés pour la phase d'évaluation du risque TMS, surtout au cours des années 1990 » (Aptel, Lafaurie, Tronchet, & Atain-kouadio, 2000).

La structure des démarches de prévention des TMS (chapitre I. paragraphe 1.2) présente la phase initiale de dépistage des situations critiques comme un moyen de prioriser les futures interventions vers certaines situations de travail (Albert et al., 2017; Landry, 2008; Malchaire, 2007; Malchaire et al., 2011; Roquelaure et al., 2013). L'évaluation du risque d'apparition de la pathologie doit s'installer dans une démarche générale ; ce n'est qu'une étape de la démarche globale de prévention des TMS. Cette phase d'évaluation du risque se place sur l'articulation entre la production de données permettant **la recherche des situations critiques et l'usage de ces données comme point de départ des interventions complexes** (intervention ergonomique). En 2008, Landry recense les outils simples d'évaluation des expositions en précisant que « tout travail d'évaluation nécessite la précision du cadre conceptuel auquel il fait référence [...] les buts de toute démarche d'évaluation sont de 4 ordres : 1. stratégique ; aider à la planification et à l'élaboration de futures actions. 2. Formatif ; fournir de l'information pour améliorer une intervention future. 3. Sommatif : déterminer les effets d'une intervention. 4. Fondamental : favoriser le débat. » (Landry, 2008; J.-F. Thibault, Merlin, & Garrigou, 2013). Dans ce rapport nous nous intéressons plus particulièrement à l'évaluation du risque TMS réalisée pour cibler les situations de travail critiques et aider à planifier les interventions (l'ordre 1 d'après Landry, 2008). Nous nous plaçons dans un but d'évaluation stratégique par la

hiérarchisation des situations de travail à risque même si les autres champs de l'évaluation pourront être améliorés par rapport à cette thèse.

La phase d'évaluation du risque s'inscrit aussi dans la justification réglementaire de la sécurité au travail (Malchaire et al., 2011). La réglementation générale oblige les entreprises à estimer les risques encourus par les travailleurs sur les situations de travail par le déploiement d'évaluation des risques professionnels (EvRP) (C. Trav. Art L4121-1, Thibault, Garrigou, Carballeda Pasquereau, 2008). L'intérêt de la démarche de prévention des TMS structurée à partir des résultats de l'évaluation du risque est aussi justifié par les obligations réglementaires des employeurs en matière de surveillance de la sécurité au travail et de la justification de l'évolution des résultats. Dans ce cadre à enjeux multiples, l'évaluation du risque d'apparition des TMS ne doit pas uniquement s'inscrire comme une démarche réglementaire d'évaluation globale des expositions au travail mais aussi comme une phase initiale spécifique à la démarche générale de prévention des TMS. Trop souvent les entreprises s'orientent vers l'élimination du risque sans mettre en place d'interventions (analyses complexes), elles réalisent alors leur prévention dans le cadre, mal nommé de la « gestion des risques » (Malchaire et al., 2011). Les obligations réglementaires et les besoins de prévention sont souvent réalisés séparément alors qu'on pourrait imaginer un lien entre eux.

Dans les entreprises la phase initiale de prévention TMS doit être alimentée par les documentations internes aux différents services mais aussi par de nouvelles données issues du déploiement d'outils simples d'évaluation du risque. Ces outils simples apportent les premières informations sur les situations de travail et servent à alimenter la dynamique de prévention des TMS (Albert et al., 2017). Les décideurs et managers des organisations estiment qu'un score est indispensable pour décider de « **l'acceptabilité d'une situation** », pour classer les situations à risque ou pour comparer les situations avant et après intervention (Malchaire et al., 2011). Cette pratique est confortable : le score prend la décision. Une valeur limite est fixée ; si le score est plus élevé, il y a un risque soupçonné d'apparition de TMS et des solutions devront être apportées suite à la mise en place d'une intervention; s'il est inférieur, la situation est considérée comme acceptable. Certains outils présentent leurs résultats avec des classifications à plusieurs niveaux pour permettre une hiérarchisation plus fine. La quantification des expositions considérées comme à risque dans l'apparition des TMS doit permettre, au sein d'une

dynamique de changement d'impulser la mise en place d'interventions ergonomiques complexes. Les résultats de l'étude des expositions doivent permettre de solliciter les représentations à la fois des personnes exposées ou non (opérateurs), des préventeurs de l'entreprise (service de santé au travail, service sécurité, CHSCT...), des décideurs (responsables de projet, managers, direction) et des personnes susceptibles de modifier, suite à l'intervention, les déterminants du travail (ingénieurs méthodes, bureau d'étude, maintenance) (Albert et al., 2017; Malchaire et al., 2011; Roquelaure, 2016a; J.-F. Thibault et al., 2013).

Dans une vision conceptuelle de la pathologie, nous pouvons envisager que cette méthode **d'approche de l'activité, par les expositions, puisse être acceptable à condition que le score établi soit fiable, représentatif du risque réel, que l'approche soit répétable et que l'échelle d'interprétation soit bien définie.** Dans la pratique ces conditions sont très rarement réunies et créent **un risque d'erreur lors de la priorisation des postes pouvant aboutir à des décisions erronées** lors des choix stratégiques de prévention.

La plupart des outils simples cherchent à établir des relations générales entre les expositions, les contraintes et le risque d'apparition de la pathologie en mettant de côté les variabilités inhérentes au système de production et aux individus. Ces impensés des modèles de prévention actuels basés sur l'étude des expositions ont des conséquences sur les résultats de ces outils simples. Ces conséquences sont présentées partie 2. de ce chapitre II. L'identification des expositions à risque et le rôle central d'orienteur de ces outils simples vers les situations de travail les plus à risque sont questionnés par rapport à l'évolution constatée sur le modèle explicatif de la pathologie et l'évolution constante du contexte dans les entreprises déjà décrites chapitre I.2.

1.2. La conception des outils d'évaluation du risque TMS

De nombreux outils ont été développés afin de mesurer et d'évaluer les risques d'apparition des TMS au travers d'une objectivation des mécanismes d'hyper-sollicitation que rencontre l'opérateur dans son activité (David, 2005; Malchaire et al., 2011; Takala et al., 2010). Les outils simples utilisés sont nombreux, et empruntés à plusieurs domaines scientifiques comme l'épidémiologie, l'ergonomie ou encore la biomécanique (Delalande-Danet et al., 2015; Neumann, 2006; Ringelberg & Koukoulaki, 2002). **Ces outils simples ont pour objectif de**

déterminer la possible présence d'expositions aux facteurs de risque TMS sur une fenêtre spatiale et temporelle définie en amont du déploiement. Ils sont développés à partir du modèle explicatif des TMS propre à chaque concepteur d'outil (Bourgeois & Hubault, 2005; Delalande-Danet et al., 2015; Franchi, 1997; Malchaire et al., 2011). Les outils simples d'évaluation du risque TMS se positionnent essentiellement comme « **producteur de mesures** » **plus ou moins précises** (J.-F. Thibault et al., 2013; J. F. Thibault et al., 2008). Ces outils s'appuient sur le principe de « **cause à effets** » pour estimer le risque d'apparition de la pathologie, ils sont orientés vers la connaissance et le diagnostic du niveau d'exposition des travailleurs à certains facteurs de risques durant l'activité.

Plusieurs revues de littérature sont réalisées autour de ces outils simples d'évaluation du risque TMS (David, 2005; Delalande-Danet et al., 2015; Li & Buckle, 1999; Malchaire, 2007; Malchaire et al., 2011; Neumann, 2006). Ces revues comparent et détaillent la composition des outils et discutent des facteurs de risque pris en compte. **Les classifications réalisées** par comparaison dans ces revues s'appuient sur des critères comme la composition et l'orientation des outils, la validité (répétabilité, fiabilité), les zones corporelles ciblées, et les préconisations d'applications (Chiasson, Imbeau, Aubry, & Delisle, 2012; David, 2005; Somville, 2007; Takala et al., 2010). Ces critères de classification traduisent la diversité des outils simples disponibles, ils seront détaillés partie 2 de ce chapitre.

La méta analyse de la littérature réalisée par Imbeau and Fradet (2004) sur 21 outils d'évaluation des facteurs de risques de TMS basée sur l'observation, présente une **diversité dans la composition même de ces outils**. Ces auteurs constatent que chaque outil combine différents facteurs de risque d'une façon qui lui est propre, fait aussi l'usage d'une échelle d'évaluation unique et que peu d'entre eux ont fait l'objet d'une forme de validation (Imbeau, Fradet, 2004).

Dans leur revue, Denis et al. (2000) identifient 23 outils d'évaluation des expositions à risque TMS (Denis, Lortie, & Rossignol, 2000). D'après leurs classifications tous les outils étudiés prennent en compte la posture; 14 prennent en compte également le type et le niveau d'effort incluant ainsi les tâches de manutention; 13 étudient le poids et/ou les caractéristiques de l'objet manutentionné; enfin, 9 s'intéressent aux tâches réalisées dans le travail, incluant outre les manutentions, tout autre type de tâches spécifiques comme la répétitivité ou la fréquence

d'exposition. On voit bien ici la **diversité des caractéristiques prises en compte** par chacun des outils simples et l'orientation donnée par les concepteurs d'outils aux futurs utilisateurs.

Malgré leurs diversités et leurs multiplications on identifie, dans la documentation scientifique, **3 grandes familles d'outils simples d'évaluation du risque d'apparition de la pathologie** : les outils simples d'observation type check-list (David, 2005; Denis et al., 2000; Malchaire et al., 2011; Takala et al., 2010), les outils questionnaire ou auto-questionnaire (Descatha et al., 2009; Descatha et al., 2007; Lenderink et al., 2012; Roquelaure et al., 2006; S. R. Stock, Fernandes, Delisle, & Vézina, 2005) et les outils internes aux grandes entreprises (Hägg, 2003; Schaub, Caragnano, Britzke, & Bruder, 2013).

- *Les outils simples d'évaluation par observation type check-list*

Les outils simples d'évaluation du risque TMS par observation évaluent les risques en situation réelle de travail et prennent en compte un nombre limité de paramètres considérés comme à risque à l'aide d'une liste de contrôles type check-list (Denis et al., 2000; Hignett & McAtamney, 2000; Punnett, Fine, Keyserling, Herrin, & Chaffin, 2000; Takala et al., 2010; Zare, Malinge-Oudenot, Höglund, Biau, & Roquelaure, 2016). Aussi appelée grille d'observation, elle oriente l'évaluateur vers certaines facettes de l'activité que le concepteur de l'outil considère comme important dans la survenue des TMS. Les grilles d'évaluation sont complétées au fur et à mesure du déroulement de l'activité sur une séquence de travail choisie. La séquence de travail observée (tâche(s), situations, poste(s), métier) est plus ou moins définie selon les concepteurs d'outils. Les outils simples d'observation type check-list, plus facile à mettre en œuvre, restent les méthodes les plus utilisées par les praticiens en entreprise (Caroly et al., 2008; Genaidy, Al-Shedi, & Karwowski, 1994; Roquelaure et al., 2013; Takala et al., 2010). La grande majorité des outils simples d'observation est dédiée aux praticiens et focalise, essentiellement, l'attention de l'utilisateur sur les aspects biomécaniques et physiques des situations de travail. L'exposition aux postures contraignantes, aux postures statiques et aux mouvements avec efforts sont des exemples de critères qui, en fonction des outils, sont observés sous 3 angles: l'intensité, la fréquence et la durée. D'autres dimensions comme les contraintes psycho-sociales ou les ambiances de travail sont interrogées de manière marginale par rapport au champ de la biomécanique et de la physiologie. On retrouve par exemple, de manière variable d'un outil à

l'autre, des informations comme la qualité des outils de travail, les ambiances de travail², le rythme de travail, ou encore le stress et l'entraide.

- *Les outils simples d'évaluation par questionnaire ou auto-questionnaire*

Les outils questionnaire ou auto-questionnaire s'appuient sur les représentations et les ressentis des travailleurs (Descatha et al., 2009; Descatha et al., 2007; Roquelaure et al., 2006; Roquelaure et al., 2013; S. R. Stock et al., 2005). Ces outils permettent d'avoir des informations sur les symptômes, les douleurs et les difficultés perçues par les individus lors de la réalisation de l'activité (Roquelaure, 2016a). A l'origine, ces questionnaires sont développés pour des études épidémiologiques sur des échantillonnages importants afin de caractériser les facteurs de risque en lien avec les TMS. Aujourd'hui, ils sont aussi utilisés pour faire un état du niveau de risque TMS à partir des représentations des travailleurs et sont couramment utilisés lors des phases initiales des démarches de prévention. Le déploiement de ces outils type questionnaire demande des compétences spécifiques en analyse du travail et doit faire l'objet de certaines précautions méthodologiques notamment sur la taille et la méthode d'échantillonnage de la population questionnée, sur la méthode de distribution et de récolte des questionnaires, ou encore sur la méthode de traitement et d'interprétation des données.

- *Les outils simples d'évaluation internes aux grandes entreprises*

Les outils simples d'évaluation internes sont des outils créés par les grandes entreprises qui s'appuient sur une combinaison d'outils simples pour se rapprocher au plus près des spécificités des milieux de travail étudiés et de leurs contextes d'activités (Hägg, 2003; Schaub et al., 2013). Ces outils permettent d'avoir des informations objectives et subjectives d'origine variée et permettent le croisement d'informations sur les contraintes observées dans l'activité, sur les perceptions de l'activité par les travailleurs et sur les conditions environnementales (température, vibrations...). Les outils internes sont très souvent constitués d'une check liste observationnelle classique, d'une partie questionnaire et de mesures directes sur les ambiances de travail. Même si peu d'outils simples internes d'évaluation du risque TMS sont validés

² Les ambiances de travail représentent les ambiances physiques de l'activité comme la température, la luminosité, le bruit et les vibrations

scientifiquement, la triangulation des données réalisées permet d'augmenter la pertinence et la fiabilité des résultats obtenus notamment lorsque le préventeur, utilisateur des résultats, arrive à mettre du lien avec le contexte, l'activité de l'entreprise ou encore avec les caractéristiques des populations concernées.

Ces 3 familles d'outils sont utilisées dans le cadre de la phase initiale d'évaluation du risque TMS. Les entreprises attendent d'une démarche d'évaluation du risque TMS qu'elle soit répétable, rapide et simple à mettre en place afin d'aboutir à une estimation du risque fiable et valide. D'après l'étude soutenue par L'INRS de Aptel, Lafaurie & Tronchet en 2000, il n'y a pas d'outils simples d'évaluation du risque TMS qui fasse l'unanimité. Le choix de l'outil simple d'évaluation se fonde alors sur l'intention de l'utilisation, l'objectif de prévention et les spécificités de l'activité (Aptel, Lafaurie, et al., 2000; Garrigou, 2015). La question du choix de l'outil simple à utiliser sera présentée dans la suite du rapport (chapitre II.2).

L'évaluation des risques permet de faire partager un regard sur le travail, et par conséquent construit des représentations sur le travail (Coutarel et al., 2005; Coutarel et al., 2013; Hubaut, Caroly, Coutarel, Roybin, & Blanchon, 2017; Roquelaure, 2016a). Parmi les 3 familles présentées, chaque outil simple d'évaluation du risque porte en lui un modèle de prévention, autrement dit chaque outil simple a une orientation particulière vers certaines caractéristiques de l'activité considérées comme à risque par le concepteur de l'outil (David, 2005; Malchaire et al., 2011). Dans cette étude nous avons sélectionné, parmi ces 3 grandes familles, plusieurs outils simples pour les étudier en détail. Les outils simples présentés à la suite, sont utilisés pour nos expériences exposées aux chapitres VI et VII.

1.3. Les outils simples étudiés et les informations fournies par leurs concepteurs

A partir des articles princeps³ publiés par leurs concepteurs nous présentons, dans cette partie, de manière synthétique ; l'origine, l'orientation théorique et les principes d'utilisations des outils

³ Premier article scientifique publié par le concepteur de l'outil lors de sa création (présentation de l'outil et conseils d'utilisation)

simples d'évaluation du risque TMS étudié dans ce rapport. Les modèles sous-jacents, la nature des facteurs de risque TMS pris en compte, le processus de déploiement et le support à chacun des outils sont détaillés en annexe 2 de ce rapport.

Ainsi nous avons sélectionné pour cette thèse, **à partir de l'outil interne à John Deere, un échantillon de 11 outils simples d'évaluation du risque TMS, comme étant les outils simples dominants**⁴. Parmi ces outils d'évaluation on identifie 8 outils simples d'observation type check-lists dont 3 spécifiques aux ports de charge manuelle, 2 outils internes aux grandes entreprises et 2 questionnaires ou auto-questionnaires.

Les outils simples d'évaluation du risque TMS étudiés et les articles princeps publiés par leurs concepteurs sont listés ci-dessous puis présentés en détails en annexe 2 et de manière synthétique à la suite:

- L'outil simple Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (Silverstein, 1997; Silverstein, Stetson, Keyserling, & Fine, 1997)
- L'outil simple Rapid Entire Body Assessment (REBA) (Hignett & McAtamney, 2000)
- L'outil simple Rapid Upper Limb Assessment (RULA) (McAtamney & Corlett, 1993)
- L'outil simple Quick Exposure Checklist (QEC) (Li & Buckle, 1998)
- L'outil simple (spécifique au port de charge manuelle) manual handling assessment charts (MAC) (Monnington, Quarrie, Pinder, & Morris, 2003)
- L'outil simple (spécifique au port de charge manuelle) job strain index (JSI) (Moore & Garg, 1995)
- L'outil simple (spécifique au port de charge manuelle) équation révisée du Niosh (Waters, Putz-Anderson, Garg, & Fine, 1993)
- L'outil simple Criticité Ergonomique (CE) : Outil interne à John Deere Orléans Saran composé de 3 petits outils : OSHA, RACHIS et RESENTI
- L'outil simple European Assessment Work Sheet (EAWS) (Schaub et al., 2013): outil interne à Volkswagen, Fiat
- Questionnaire TMS de l'INRS (Cail, Pichene, & Aptel, 1995)
- Questionnaire Cosali de la démarche SALTSA (Descatha et al., 2007)

⁴ Les outils dominants sont les outils simples d'évaluation du risque TMS les plus utilisés dans les entreprises et les plus reconnus dans la littérature scientifique

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : OSHA

L'outil OSHA provient de l'agence de santé américaine. Dans le cadre d'un projet de normes ergonomiques, le professeur Silverstein développe en 1997 une check-list permettant de détecter les risques de TMS quel que soit l'environnement de travail. Cette grille d'analyse a été traduite en français par l'INRS en 2000 (Aptel, 2000). Destinée à l'évaluation du risque des atteintes des membres supérieurs et de la nuque, sa simplicité et sa clarté en font un outil utilisable dans plusieurs milieux (Aptel, Lafaurie, et al., 2000; Silverstein, 1997).

La check-list est utilisée pour l'évaluation de 7 critères, en fonction de la durée d'exposition : répétitivité, efforts, postures contraignantes, surpressions cutanées, vibrations, environnement thermique et organisation du travail. Le score final obtenu indique la probabilité d'apparition de TMS à partir des 7 critères étudiés au travers des 17 questions de l'outil.

L'utilisateur de la check-list recherche la présence des facteurs de risque et estime, pour la durée d'une tâche, le temps pendant lequel les opérateurs sont exposés à chacun des facteurs de risque mis en évidence. La grille d'analyse indique alors le nombre de points assignés à chacun de ces facteurs de risque en fonction de la durée d'exposition. Après avoir complété l'ensemble de la grille, l'évaluateur fait le total des points pour obtenir un score final d'exposition. Si le score est inférieur à 2, il n'y a aucun risque. Si le score est supérieur ou égal à 3 mais inférieur à 5, il n'y a, à priori, pas de risque. Si le score est égal ou supérieur à 5 mais inférieur à 9, il y a un risque important, une intervention est nécessaire dans de brefs délais. Enfin, si le score est supérieur à 9, le risque est très important, une action immédiate est nécessaire.

On attire l'attention sur le fait que cet outil soit limité au dépistage. Bien que certains outils simples aillent vers l'identification des contraintes et donc implicitement cible la transformation, ce qui constitue implicitement une ambition d'analyse du travail, ils ne permettent pas la recherche de solutions. Ces outils simples d'évaluation du risque se concentrent sur l'estimation des expositions considérées comme à risque pour établir un diagnostic des d'expositions et évaluer le risque d'apparition de la pathologie. En aucun cas, il ne remplace l'intervention d'un spécialiste ou une analyse approfondie de la situation. Lors de l'utilisation l'évaluateur doit faire des choix sur la ou les tâche(s) à évaluer qui doivent être représentatives de l'activité. Dans les cas où plusieurs tâches sont évaluées en même temps, l'utilisateur de l'outil fera un choix sur la situation la plus contraignante ou la plus fréquente suite à un échange avec les opérateurs.

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : RULA

Rapid Upper Limb Assessment a été créé en 1993 par McAtamney et Corlett de l'université de Nottingham en Angleterre (McAtamney & Corlett, 1993). Cette grille d'évaluation par observation a été créée pour l'évaluation rapide des exigences des membres supérieurs d'un travailleur en prenant en compte les expositions au niveau des épaules, des coudes, des poignets, de la nuque, du tronc et des jambes. Cet outil peut être utilisé dans la plupart des environnements de travail allant de l'industrie, au BTP jusqu'à la vente et l'activité bureautique.

La check-list est utilisée pour l'évaluation de 5 critères de risques, en fonction de la durée d'exposition : répétitivité, effort, postures contraignantes (épaules, coudes, poignets, cou/nuque, tronc, jambes), port de charge, score d'activité (mouvement rapide, statique ou très répétitif). Le score final obtenu indique la probabilité d'un risque TMS à partir des expositions des 5 zones corporelles étudiées au travers des 11 questions de l'outil.

L'utilisateur doit déterminer les parties du cycle de travail (séquence de tâche) qui doivent être évaluées en amont du déploiement. L'évaluateur observe les postures empruntées pendant tout le cycle de travail pour sélectionner la ou les tâches à évaluer. La vidéo ou la photo peuvent être utilisées pour plus de précision. L'outil RULA est conçu pour analyser la partie gauche et la partie droite séparément tout en faisant un bilan avec un score global. L'évaluateur choisit alors d'évaluer la partie gauche du corps ou la partie droite, ou les deux. Le calcul du score final passe par l'addition des scores obtenus pour chaque question et permet d'obtenir un score partie gauche du corps et partie droite. Le score de chaque posture est établi à partir de tables de scores accompagnant chaque schéma du corps. On ne retrouve pas d'échelle d'interprétation spécifique partie droite ou partie gauche, seul le score obtenu par l'addition des deux scores (droit et gauche) aboutit à un score final qui peut être interprété. Si le score est de 1 ou 2 alors le risque est faible et acceptable (niveau 1). Si le score est de 3 ou 4 alors une étude approfondie est recommandée, des changements pourraient être envisagés (niveau 2). Si le score est de 5 ou 6, une étude approfondie et des changements sont nécessaires dans un avenir proche (niveau 3). Enfin, si le score est de 7, une étude approfondie et des changements sont immédiatement nécessaires (niveau 4).

Le concepteur de l'outil précise que le score final définit le niveau de risque global d'apparition des TMS, sans chercher les causes et sans conduire aux solutions d'amélioration (Malchaire et al., 2011). Les causes des risques et les pistes d'actions devront être recherchées lors d'études approfondies (interventions). Le concepteur d'outil ne requiert explicitement aucune participation du collectif de travail même si cette participation peut être envisagée pour identifier les tâches à évaluer (les plus contraignantes ou les plus fréquentes). Cet outil simple RULA ne s'applique pas à des manutentions manuelles qui comportent d'importants déplacements dans l'espace, ni aux tâches qui exigent des postures très variables et imprévisibles. Enfin le score final obtenu lors du déploiement ne tient pas compte des effets cumulatifs de toutes les tâches exercées dans le cadre du travail d'un individu, il se focalise sur 1 ou 2 tâches sélectionnées par l'évaluateur comme étant représentatives de l'ensemble des tâches.

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : REBA

L'outil d'évaluation des risques TMS REBA est une évolution de la grille RULA. Elle est publiée en 2000 par les mêmes auteurs Hignett and McAtamney (2000) et permet l'évaluation des postures du corps entier. Cette grille a été spécifiquement conçue pour évaluer les activités courantes dans les services de soins de santé mais est appliquée dans d'autres secteurs. En effet, d'après leurs concepteurs, elle peut être utilisée dans d'autres secteurs des services mais aussi dans l'industrie à partir du moment où le travailleur utilise tout le corps pour réaliser la ou les tâche(s) sélectionnée(s). Comme la grille RULA, l'outil REBA est conçu pour évaluer, séparément, la partie droite et la partie gauche du corps sans pouvoir faire des interprétations séparées.

La check-list est utilisée pour l'évaluation de 5 critères de risques, en fonction de la durée d'exposition et de la fréquence : répétitivité, effort et charge manipulée (moins de 15kg), qualité des prises (outils et charges manipulées), postures contraignantes (épaules, coudes, poignets, cou/nuque, tronc, jambes), score d'activité (mouvement rapide, statique ou très répétitif). Le score final obtenu indique la probabilité d'un risque TMS à partir des 5 critères de risques au travers des 9 questions de l'outil.

Le déploiement de l'outil repose sur l'observation d'un cycle de travail afin d'évaluer la ou les tâche(s) les plus fréquentes ou les plus contraignantes. La vidéo ou la photo peuvent être utilisées pour plus de précision. Après observation de la ou les (tâche(s)) les plus représentatives avec la

grille, un score est obtenu pour chaque question avec l'aide des tables de scores associées à l'outil. Pour obtenir le score global, l'évaluateur fait le bilan des scores obtenus pour les parties droite et gauche. Le score final obtenu est comparé à l'échelle d'interprétation définie par le concepteur de l'outil. Si le score est de 1 alors le risque est négligeable (niveau 1). Si le score est de 2 ou 3 alors le niveau de risque est faible mais il sera peut-être nécessaire d'intervenir si d'autres informations le confirment (niveau 2). Si le score est entre 4 et 7, le niveau de risque est moyen et une intervention est jugée nécessaire (niveau 3). Si le score est entre 8 et 10, le risque est élevé et une intervention est jugée nécessaire à brève échéance (niveau 4). Si le score est entre 11 et 15, le risque est très élevé, une intervention est jugée nécessaire dans l'immédiat (niveau 4).

Le concepteur de l'outil REBA précise que le score final obtenu avec la grille d'évaluation, définit le risque global d'apparition des TMS, sans rechercher les causes et sans conduire aux solutions d'améliorations (Hignett & McAtamney, 2000). L'outil ne permet pas l'évaluation du risque des activités de manutentions manuelles de charge, ne permet pas non plus la prise en compte des effets cumulatifs de toutes les tâches exercées dans le cadre du travail d'un individu.

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : QEC

L'outil Quick Exposure Checklist (QEC) a été conçu pour fournir une estimation du risque de développer des TMS dans l'activité professionnelle. Cet outil est développé en 1998 par Guangyan Li et Peter Buckle dans « A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks Quick Exposure Check (QEC) » (Li & Buckle, 1998). La check-list QEC est appropriée à de nombreux types d'activités (industrie, tertiaire...), et évalue séparément les niveaux d'exposition du corps entier au travers de 4 zones corporelles comme le dos, les épaules, les poignets et les coudes. On distingue deux parties exposées sous forme de questions, permettant à l'évaluateur et aux travailleurs d'estimer la présence de facteurs considérés comme à risque par les concepteurs d'outil. La grille développée au format papier au départ est aujourd'hui disponible en version informatisée.

La check-list permet d'évaluer l'exposition des individus à 14 critères de risques (partie évaluateur et partie travailleur). La partie évaluateur permet d'estimer : la fréquence des mouvements du dos et des poignets/mains, la position de l'épaule et du bras/coude, des poignets/mains, du dos et du

cou. Pour la partie travailleur on identifie des questions sur : les représentations de l'effort lors du port de charge, la durée de la tâche, l'estimation de la force appliquée sur un objet/outil, la précision visuelle, les vibrations produites par un véhicule et/ou par un outil manuel, les représentations de l'individu par rapport au rythme de travail et par rapport au stress créé par le travail. Le score final obtenu indique la probabilité d'un risque TMS à partir des expositions des 4 zones corporelles étudiées (dos, épaules, poignets, coudes) au travers des 14 questions de l'outil.

L'évaluateur doit observer l'activité et échanger avec le travailleur pour identifier la ou les tâche(s) les plus représentatives à évaluer. A partir de cette sélection de tâches, l'évaluateur répond aux 7 premières parties de l'outil (partie évaluateur) et questionne le travailleur pour les 8 autres parties (partie travailleur). Chaque question propose plusieurs réponses en fonction des expositions observées ou ressenties par le travailleur. A partir des réponses, l'évaluateur fait le bilan des scores intermédiaires (dos, épaules, poignets, coudes) en s'appuyant sur les tables des scores intermédiaires fournies avec l'outil. Une fois les résultats intermédiaires obtenus, le calcul du score final QEC en % est réalisé à partir de la formule suivante : $\text{Score QEC (\%)} = (\text{Somme des scores intermédiaires} / \text{Score maximal}) * 100$. Le score maximal étant de 176 pour des tâches avec de la manutention manuelle et 162 pour celles sans. L'interprétation de niveau d'exposition des 4 zones corporelles évaluées peut être réalisée séparément grâce aux échelles d'interprétation spécifique à chaque partie du corps qui sont fournies avec l'outil (voir support outils annexe 2). Le score final (bilan de tous les scores de la grille) exprimé en pourcentage est mis en relation avec l'échelle d'interprétation générale, permettant d'estimer le niveau d'action nécessaire. Si le score QEC (%) est inférieur à 40% le risque d'apparition de TMS est faible, aucune action n'est nécessaire. Si le score QEC (%) est entre 40 et 49% le risque d'apparition de TMS est considéré comme moyen, une intervention est envisageable. Si le score QEC (%) est entre 49 et 69% le risque d'apparition de TMS est considéré comme élevé, une intervention est nécessaire dans de brefs délais. Enfin si le score QEC (%) est supérieur à 70% le risque d'apparition de TMS est considéré comme très élevé, une intervention est nécessaire dans l'immédiat.

L'outil QEC requiert la création d'un échange avec le travailleur. Cet échange avec l'individu est essentiel dans l'évaluation du risque d'apparition des TMS car les questions posées dans l'outil sollicitent les représentations des travailleurs sur les exigences perçues. Cet outil simple ne s'applique pas à des manutentions manuelles qui comportent d'importants déplacements dans

l'espace, ni aux tâches qui exigent des postures très variables et imprévisibles. Notons, que le choix des tâches à évaluer est central à la fiabilité des données récoltées car les scores obtenus pour ces tâches seront utilisés pour représenter les contraintes de l'ensemble du poste.

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : MAC

L'outil Manual Handling Assessment Charts (MAC) permet l'évaluation du risque d'apparition des TMS lors des tâches de manutentions manuelles. Cette grille d'analyse développée par Monnington, Pinder, Quarrie en 2003 publiée dans Contemporary Ergonomics (3-8) est intitulée « Development of manual handling assessment charts (MAC) for health and safety inspectors » (Monnington et al., 2003). L'outil est destiné à évaluer les facteurs de risque biomécanique et physiologique d'une activité de manutention manuelle pour estimer le niveau de risque d'apparition de lombalgie. 3 types de tâche de manutention manuelle classique (voir stéréotypée) peuvent être évalués avec MAC : les tâches de levage (et d'abaissement), de transport et de manutention en équipe. Il existe un guide d'utilisation et une feuille de retranscription des résultats associés à l'outil et présentés annexe 2.

Le guide d'utilisation et la grille de retranscription des scores sont utilisés pour évaluer 12 critères de risques en fonction du niveau d'exposition : Poids de la charge/Fréquence des manutentions, distance horizontale entre les mains et le bas du dos, distance d'élévation de la charge, torsion du tronc et flexion latérale, contraintes spécifiques qui créent des postures contraignantes lors de la manutention, qualité de l'interaction mains/objet, état du sol/surface, facteurs liés à l'environnement (ambiance de travail), position du tronc/charge et asymétrie (lors de déplacements), obstacles en route (lors du déplacement), Communication, coordination et contrôle (lors de manutention en groupe).

L'évaluateur en collaboration avec le travailleur cherche à répondre aux questions du guide d'utilisation en observant les circonstances les plus mauvaises de la manutention manuelle (les plus contraignantes). Pour chaque facteur de risque plusieurs niveaux de réponse sont proposés (scores et couleurs associées), l'évaluateur répond à chacune des questions et inscrit ces résultats sur la grille de retranscription fournie avec l'outil. Après avoir complété l'ensemble de la grille, l'évaluateur fait le total des points pour obtenir un score global d'exposition. L'interprétation de ce score est réalisée avec une échelle d'interprétation à 3 niveaux fournie par le concepteur. Si le

score est <7 , le risque est considéré comme faible. Si le score est ≥ 7 et <11 , le risque est considéré comme modéré, il est préconisé d'examiner les facteurs à risque élevé pour réduire l'ampleur du risque. Si le score est ≥ 11 , le risque est considéré comme élevé, il est préconisé d'examiner toutes les composantes à risque élevé pour réduire rapidement l'ampleur du risque.

L'outil MAC permet l'évaluation des risques des tâches de manutention manuelle par observation en situations de travail (la vidéo peut aussi être utilisée), les opérateurs doivent être impliqués dans l'évaluation afin d'obtenir leurs représentations des risques. Notons que l'outil a été conçu, dans un premier temps, à l'intention des inspecteurs du travail et non à l'intention spécifique de l'évaluation du risque d'apparition des TMS, dans le cadre de démarche de prévention. Cependant dans la pratique quotidienne l'outil MAC peut être utilisé dans les entreprises par les employeurs, les responsables de santé et sécurité, les préventeurs et les représentants syndicaux pour identifier les tâches de manutention manuelle à haut risque et apporter des informations à la phase d'évaluation des risques TMS. Son utilisation ne demande aucune formation autre que la lecture du guide en lui-même (Monnington et al., 2003). Destiné au dépistage des situations à risque TMS avec de la manutention manuelle, cet outil simple ne permet pas la recherche des pistes d'actions. L'outil MAC peut être un partenaire de l'intervention si l'évaluateur enrichit le calcul du score par des discussions sur les raisons de telle ou telle circonstance de l'activité et sur les modifications possibles, mais ne pourra pas remplacer l'intervention.

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : JSI

L'outil Job Strain Index (JSI) a été développé par Moore et Garg en 1995 et publié dans American Industrial Hygiene Journal (56 :443-581). La check-list est destinée à étudier exclusivement les tâches de manutentions manuelles, les autres activités ne pouvant pas être évaluées. L'outil JSI permet l'observation d'une tâche répétitive et intensive de manutentions manuelles. S'il est répété sur l'ensemble des tâches d'une activité de manutention (activité avec plusieurs tâches de manutentions manuelles) il permet alors d'étudier les expositions d'une activité complète (activité ayant exclusivement des tâches de manutentions manuelles). L'outil d'évaluation JSI peut être utilisé dans n'importe quel milieu de travail qui comporte des tâches de manutentions manuelles. Cet outil simple est destiné à évaluer le risque d'apparition des TMS des membres supérieurs, au niveau des poignets, des coudes et des épaules. Les membres supérieurs droits et gauches sont évalués séparément. Au départ, développé pour le milieu agro-alimentaire de la viande, il peut

être utilisé pour toutes activités répétitives de manutentions manuelles statiques avec des contraintes importantes au niveau des poignets et des avant-bras.

La check-list est utilisée pour évaluer 6 critères de risques en lien avec la manutention manuelle, avec pour chacun d'entre eux, 5 propositions de réponses : intensité de l'effort, durée de l'effort par cycle, nombre d'efforts par min, postures main/poignet, vitesse d'exécution du travail, durée de la tâche par jour. Un score final est calculé à partir des réponses aux 6 questions et des coefficients associés (fournis avec l'outil). Le résultat final est obtenu suite à la multiplication des scores obtenus pour les 6 critères observés.

L'évaluateur doit observer et échanger avec le travailleur pour identifier la ou les tâches de manutentions manuelles (évaluer séparément chaque tâche de manutention manuelle) et sélectionner celles qui sont les plus contraignantes. A partir de cette sélection l'évaluateur complète la grille d'observation en répondant aux 6 questions en fonction des 5 propositions issues du guide d'utilisation de l'outil. Les scores associés sont inscrits dans la grille pour faciliter le calcul du score JSI. Suite à la multiplication des 6 scores (1 score par question) on obtient le score final du risque d'apparition de TMS. Si le score est inférieur ou égal à 3 alors l'activité est considérée comme sans risque. Si le score est compris entre (ou égal) 3-7 alors l'activité peut placer l'individu dans une situation à risque important de TMS-MS. Si le score est supérieur ou égal à 7 alors l'activité est considérée comme à risque très élevé de TMS-MS.

L'outil JSI est utilisé par les préventeurs en santé/sécurité, son déploiement requiert une formation spécifique aux méthodes d'observation du travail et à la création d'échanges avec les travailleurs. Les auteurs précisent que l'outil est destiné à l'évaluation des facteurs de risques TMS et non à leur prévention par la recherche d'amélioration.

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : Equation révisée du NIOSH

L'équation révisée du NIOSH (National institute for occupational Safety and health) est l'outil le plus répandu dans les entreprises pour évaluer les limites de poids acceptables lors de la manutention manuelle de charge en poste fixe (sans déplacement) et pour estimer le risque d'apparition de TMS au niveau du haut du dos. L'équation révisée du NIOSH développée par Waters, Putz-Anderson, Garg, & Fine a été mise au point en 1981 et révisée en 1993 par l'ajout de

paramètres comme l'activité asymétrique ou la qualité de la prise (Waters et al., 1993). Il existe une version française de l'équation révisée du NIOSH adaptée aux préventeurs des services de santé au travail au sein du rapport de l'INRS publié en 1995 (Aptel & Dronsart, 1995). Cet outil peut être utilisé par les préventeurs, dans n'importe quel environnement où les travailleurs exécutent des tâches de soulèvement et d'abaissement de charges effectuées à deux mains. Il s'appuie sur des critères biomécaniques, physiologiques, pour déterminer les charges maximales admissibles (CMA) supportées par 99% des hommes et 75% des femmes lors des tâches de manutention manuelle de lever et/ou de dépose de charge sans déplacement de l'opérateur (Aptel & Dronsart, 1995).

L'équation révisée du NIOSH s'appuie sur 7 critères pour établir la charge maximale admissible (CMA) et estimer le risque d'apparition des TMS par rapport à la charge actuellement manipulée (charge qui ne doit jamais dépasser 23kg). Les facteurs pris en compte sont le poids de la charge (FP), la distance de déplacement horizontal de la charge (FH), la distance de déplacement vertical de la charge (FV), la distance de déplacement de la charge ou distance d'élévation (FD), l'asymétrie ou l'angle de rotation avec la charge sur le plan sagittal (FA), l'interface main-objet ou la qualité de la prise (FI), et la fréquence de manipulation (FF). Le calcul de la CMA est réalisé à partir des réponses aux 7 critères et des coefficients associés (fournis avec l'outil). Les réponses à chacun des critères sont établies par observation, par échange avec le travailleur et par mesure directe (mesure de distance réalisée en activité avec un mètre classique et/ou par estimations vidéo). Le résultat final est obtenu suite à la multiplication des scores obtenus pour les 7 critères observés.

$$CMA = FP * FH * FV * FD * FA * FF * FI.$$

Le calcul de la CMA est réalisé pour chaque tâche de soulèvement et d'abaissement au début et à la fin du mouvement. La précision des prises de données à chaque étape est importante notamment quand les travailleurs réalisent, sur une même tâche, des activités en torsion, en soulèvement ou en abaissement ou quand la distance horizontale des mains n'est pas la même au début et à la fin du mouvement. Une fois la CMA calculée, le guide NIOSH propose de calculer un indice de soulèvement (LI) pour chaque tâche au début et à la fin du mouvement. L'indice de soulèvement est un ratio entre la CMA et le poids de l'objet qui permet d'estimer le risque

d'apparition des TMS avec la charge actuelle. Dans l'interprétation des résultats, si LI est inférieur à 1 alors le risque est faible. Si LI est supérieur à 1 alors le risque est estimé comme accru, il faut donc envisager une intervention. Si LI est supérieur ou égal à 3, le risque de lésion est très élevé, il est alors recommandé d'intervenir rapidement. L'interprétation peut être aussi réalisée à partir de la comparaison du poids réel soulevé et de la CMA. Si le poids réellement manutentionné dépasse la CMA, que ce soit au début ou à la fin de la prise de la charge, le concepteur du NIOSH laisse entendre que le risque est important. A l'opposé si le poids réellement manutentionné est inférieur à la CMA, le NIOSH laisse entendre que le risque de TMS est faible.

L'équation NIOSH s'utilise dans le cadre limité du dépistage car il permet d'estimer la charge admissible et le risque associé à la charge actuellement manipulée. L'équation ne peut pas être utilisée pour les manutentions réalisées à une seule main, sur des sols glissants ou dans des conditions défavorables (espaces restreints...), en position assise ou agenouillée, d'objets instables, de personnes ou d'animaux ou pour des tâches de transport, de poussée ou de traction. Les auteurs précisent que l'outil est destiné à l'évaluation des facteurs de risques TMS et non à la recherche d'amélioration.

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : Criticité ergonomique

L'outil d'évaluation des risques criticité ergonomique (CE) est un outil développé en 2010 par l'entreprise John Deere Orléans-Saran pour évaluer les risques des situations de travail. Il est aujourd'hui composé de 3 parties, l'une basée sur la check-list OSHA (Silverstein et al., 1997), la deuxième sur la check-list RACHIS et enfin la dernière partie se présente sous forme de questionnaire appelé RESENTIE. L'introduction de la version actuelle de l'outil Criticité ergonomique s'est réalisée de manière progressive. En 2005, la check-list OSHA a été introduite par le service prévention sécurité de l'entreprise pour faire un état du niveau de risque d'apparition des TMS et entamer une démarche de prévention spécifiquement orientée vers la diminution du nombre de TMS déclarés. Cet outil a été complété, en 2008 par un volet appelé Rachis, développé avec l'aide d'un cabinet extérieur. Enfin en 2010, en complément des 2 check-lists, une partie d'échange avec le travailleur appelée Ressenti a été introduite. La vidéo peut être utilisée pour compléter les parties OSHA et RACHIS

Les 3 parties permettent une évaluation du risque d'apparition TMS à partir d'une triangulation des résultats. La partie OSHA permet l'approche des expositions pour les membres supérieurs par l'observation de 7 critères de risques en fonction de la durée d'exposition : répétitivité, effort, posture contraignante, surpression cutanée, vibration, environnement thermique et organisation du travail. La partie RACHIS permet l'approche des expositions au niveau du dos par l'observation de 1 critère (posture la plus contraignante au niveau du dos) avec 5 propositions de réponses possibles. Enfin la partie RESENTIE permet la prise en compte de 13 informations comprenant une note sur les difficultés perçues (échelle de réponse à 6 niveaux), et des informations sur les caractéristiques des tâches et du travailleur (ancienneté de l'individu dans l'entreprise, ancienneté de l'individu au poste, taille et âge du travailleur, processus prescrit, hauteur de travail la plus basse et la plus haute, perceptions du travailleur sur la tâche la plus facile et la plus difficile, sur les contraintes de l'activité, sur les difficultés liées à la manutention, sur la sollicitation des membres inférieurs, et sur les moyens de prévention en place au poste). Pour ce volet Ressentie, seule la note de représentation des difficultés perçues (échelle de réponse à 6 niveaux) est prise en compte dans le calcul de la note CE, les autres informations sur les perceptions du travailleur et sur les caractéristiques de l'activité (individu et environnement) sont des informations qualitatives qui viennent compléter la note finale.

L'outil est déployé pour évaluer les risques TMS de l'activité d'un ou de plusieurs individus par rapport à un ensemble de tâches (multitâches). L'attention du préventeur est orientée, suite à une observation complète du cycle associé à un échange avec le travailleur, vers les tâches les plus contraignantes (les expositions les plus critiques parmi l'ensemble des tâches). L'interprétation des résultats se réalise à partir du score obtenu suite à la multiplication des 3 notes.

$$\text{Criticité ergonomique} = \text{Score OSHA} \times \text{Score Rachis} \times \text{Score note de ressenti.}$$

La note obtenue et l'échelle d'interprétation permettent d'estimer le risque d'apparition de TMS en 3 niveaux. Les résultats sont compris entre 0 et 888 (majoritairement entre 20 et 180). Si la note CE est <30 points le poste est considéré comme à contrainte très faible et pouvant accueillir des personnes à restriction (sous réserve de validation par le médecin du travail). Si la Note CE est comprise entre 30 et 112 points, le poste est considéré comme à risque modéré, une surveillance



doit être réalisée. Enfin, si la note CE est ≥ 112 points, le risque est considéré comme élevé et intègre une liste de projets majeurs à réaliser à court terme.

L'outil Criticité ergonomique ne demande pas de compétence particulière pour être déployé, il faut cependant prendre des précautions d'utilisations, notamment parce que la multiplication réalisée pour obtenir la note finale peut avoir un impact important sur les résultats obtenus (annexe 4). Lors du déploiement de la partie ressenti individuel, plusieurs précautions sont importantes comme la formulation de la question, la période choisie pour le questionnement, les perceptions de plusieurs individus travaillant sur un même poste. Le déploiement de l'outil Rachis doit lui aussi être déployé avec précaution car son score dépend d'une seule question : quelle est la posture la plus contraignante pour le rachis et les lombaires ? Enfin, l'outil OSHA demande toute l'attention de son évaluateur car elle demande notamment une estimation du temps d'exposition assez subjective qui peut avoir un impact sur le score final. La cohérence du score de chaque partie et l'expertise dans l'interprétation doivent faire l'objet d'une attention particulière pour l'évaluateur, en particulier pour les scores Ressentie et Rachis qui sont, chacun établi, sur un seul critère : la perception des difficultés des individus questionnés à un instant T (Ressentie), et l'observation exclusive de la posture du dos (Rachis).

- Outil simple d'évaluation du risque TMS : EAWS

La check-list EAWS (Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.4) aussi appelée European Worksheet Assembly est un outil développé par Schaub, Caragnanpo, Britzke, Bruder (2013) à l'université de technologie de Darmstadt en Allemagne (Schaub et al., 2013). Ces chercheurs ont participé à la création de cet outil simple d'évaluation qui a été intégré entre autres chez BMW, Fiat et Volkswagen dès 2005 (même si publié qu'en 2013). Cet outil permet de dépister le risque TMS avec une distinction entre les expositions du corps entier et des membres supérieurs.

La check-list est utilisée pour évaluer 19 critères de risques, en fonction de la durée et la fréquence d'exposition: postures contraignantes (poignets, épaules et corps entier), intensité de la charge physique de travail, actions avec effort (corps entier, bout de doigts), manutention manuelle (poids de la charge, posture durant la manutention, état du sol), efforts et gestes répétitifs (membres supérieurs), efforts statiques, contrecoups, chocs ou compressions dus à l'utilisation d'un outil, effet négatif d'une activité avec un objet en déplacement, répartition du

temps de travail, temps d'exposition de la tâche par jour, pauses prescrites et pauses réelles, gants inadaptés avec des outils vibrants, ambiance de travail (température extrême et vibration corps entiers), accessibilité. Selon les concepteurs de l'outil, les critères observés sont d'ordre psychologique, biomécanique et individuel (Schaub et al., 2013). Une fois la grille d'évaluation déployée l'évaluateur obtient 2 notes (corps entiers et membres supérieurs) qu'il pourra interpréter avec la même échelle d'interprétation.

L'utilisateur de la check-list recherche à observer les expositions d'un ensemble de tâches pour compléter la grille d'évaluation en fonction de la fréquence et du temps d'exposition. La ou les tâches les plus contraignantes devront faire l'objet d'une attention particulière. Après avoir complété l'ensemble de la grille d'évaluation, l'évaluateur fait le bilan des scores toujours sous 2 axes (corps entiers, membres supérieurs). Le bilan des scores pour la partie corps entier est réalisé suite à l'addition des scores des différentes parties de l'outil :

$$\text{Score Corps entier} = \text{Score Posture} + \text{Score Force} + \text{Score Manutention} + \text{Score Facteurs Aggravants (score compris entre 0 et 7872, majoritairement entre 0 et 80)}$$

Pour le calcul du score des membres supérieurs le principe d'addition des scores de plusieurs parties est repris : Score Membres supérieurs = Score Force et fréquence Membres supérieurs + Score posture des membres supérieurs + Score facteurs aggravants membres supérieurs x Score temps d'exposition (Score compris entre 0 et 495, majoritairement entre 0 et 80). L'interprétation des résultats est réalisée séparément pour le corps entier et pour les membres supérieurs mais avec la même échelle d'interprétation. Si le score final corps entier et/ou membres supérieurs est ≤ 25 , le risque est faible, il n'y a pas d'action de modification nécessaire. Si le score est compris entre >25 et ≤ 50 , il y a un risque possible, des modifications sont nécessaires suite à une étude approfondie. Enfin, si le score est >50 , le risque est élevé, suite à l'étude approfondie, des modifications sont indispensables pour réduire le risque d'expositions dans un délai court.

L'outil EAWS demande des compétences en analyse du travail ou une formation spécifique à son utilisation pour pouvoir être déployé. Son support de déploiement permet une retranscription et une interprétation rapide des résultats malgré de possibles difficultés d'appropriation de la grille par l'évaluateur. Cet outil permet l'évaluation d'un ensemble de tâches (multitâches) avec une estimation du risque TMS dans sa globalité, il ne permet pas une focale particulière sur une tâche ou une action. On attire l'attention sur le fait que cet outil est limité au dépistage. En aucun cas, il

ne remplace l'intervention d'un spécialiste ou une analyse approfondie de la situation pour identifier les pistes d'actions.

- Questionnaire TMS de l'INRS

Le questionnaire TMS de l'INRS est destiné à l'évaluation du risque TMS des salariés exposés à un risque d'apparition de TMS. Il a été conçu en 1995 par l'INRS (Cail et al., 1995). Publié dans la revue « document pour la médecine du travail » puis mis à disposition des préventeurs dans une version informatisée (Fox-pro[®] / Delphi 4.0[®]). Ce questionnaire est utilisé pour recenser les plaintes de TMS, les symptômes de stress et le vécu du travailleur. Une révision du questionnaire a été proposée par Haims & Carayon (1998) de l'université de Wisconsin (Etats-Unis) suite aux évolutions des connaissances scientifiques, notamment sur l'impact des facteurs psycho-sociaux en lien avec le travail informatisé (Haims & Carayon, 1998). Le questionnaire a été évalué et validé lors d'études effectuées sur une population de plus de 300 salariés dans des entreprises du tertiaire (P Carayon, Schmitz, & Newman, 1998). La nouvelle version de l'INRS, étudiée dans ce rapport, est publiée en 2000 par Cail, Morel, & Aptel et reprend certaines parties du questionnaire original en l'associant à des rubriques extraites de la version révisée. La version disponible sur l'INRS est, à l'origine, développée pour les épidémiologistes qui cherchent à faire des liens statistiques entre les facteurs considérés comme à risques et l'apparition des TMS. Aujourd'hui il est aussi utilisé pour faire un état du risque d'apparition des TMS à partir des plaintes, des symptômes et des représentations des contraintes perçues par le travailleur (Aptel, Gerling, et al., 2000).

Cette version du questionnaire reprise par l'INRS (2000) comporte 127 questions réparties sur 5 chapitres : généralités sur les caractéristiques des opérateurs, plaintes de TMS, symptômes de stress, contraintes psychosociales, vécu et représentation du travailleur (volet général). Il existe un volet sur le travail informatisé qui n'a pas été déployé dans cette étude au vu de l'activité observée. Pour la majorité des questions, plusieurs propositions de réponses sont offertes aux travailleurs.

Les codages des réponses permettent le calcul d'un score représentatif de l'exposition des travailleurs aux facteurs de risques TMS. Selon les concepteurs de l'outil le codage des réponses est converti sur une échelle discontinue de 0 à 100 (de 25 à 100 pour l'intensité des plaintes) pour



que toutes les réponses aient le même poids. Puis pour chacune des parties une addition des scores de chacune des questions, divisée par le nombre de scores est réalisée pour obtenir un score par partie. L'interprétation des scores doit être prudente. Les scores sont interprétés par partie : plaintes TMS, symptômes de Stress et facteurs psychosociaux. Pour les plaintes de TMS, on obtient un score qui englobe les épaules, coudes et poignets-mains (le cou faisant l'objet d'un score séparé). Ce score de localisation n'a pas d'interprétation, il permet de repérer les opérateurs ayant des douleurs à plusieurs articulations. Pour le stress, un score d'au moins 17 points peut être suspecté d'exposition au stress car il représente une majorité de réponses autres que jamais ou rarement. Pour les facteurs psychosociaux, un score supérieur à 50 points traduit une perception négative des effets du travail. Ces scores sont utiles pour comparer deux ou plusieurs populations (ex : population témoins et population d'étude) mais peuvent aussi être des indications lors de la phase d'évaluation du risque TMS. La mise en relation des scores des différentes parties peut être réalisée pour augmenter la pertinence des interprétations.

Ce questionnaire ne peut suffire pour aborder la recherche de transformation de l'activité, il peut être utilisé pour le dépistage des postes à risques. Il est indispensable que les données recueillies, au moyen de ce questionnaire, soient complétées par des interventions sur les postes considérés comme les plus à risque. Le questionnaire est long de déploiement et demande des compétences particulières en prévention des risques et en méthodologie d'analyse du travail (principe de précaution lors du déploiement d'un questionnaire, codage et interprétations des résultats). Le déploiement du questionnaire peut perturber l'activité car il mobilise l'individu durant son activité (ou temps spécifiques pendant l'activité). Les temps libres du travailleur peuvent aussi être utilisés pour compléter le questionnaire, cette méthode de déploiement comporte un risque de diminution de la qualité des données.

- L'auto questionnaire de la démarche SALTSA (Cohorte Cosali)

L'auto-questionnaire a été élaboré en 2001 dans le cadre de la démarche SALTSA pour réaliser un suivi des expositions dans le temps d'une cohorte de population des pays de la Loire (Descatha et al., 2007; Ha & Roquelaure, 2007; Ha et al., 2009). Ce questionnaire se décline en 2 volets, l'un général orienté vers les membres supérieurs et le dos, et l'autre spécifiquement orienté vers les contraintes des épaules. Les parties constitutives du questionnaire sont tirées du questionnaire de type Nordique (Descatha et al., 2007; Kuorinka et al., 1987), de la méthode d'évaluation OREGÉ

de l'INRS (Aptel, Lafaurie, et al., 2000), du consensus européen Saltsa (Sluiter, Rest, & Frings-Dresen, 2001), du Job Content Questionnaire de Karasek (Karasek et al., 1998; Niedhammer, Ganem, Gendrey, David, & Degioanni, 2006), l'échelle de Borg (RPE :Rating of perceived exertion) (Borg, Hassmén, & Lagerström, 1987), et d'enquête en lien avec les TMS (Cassou, Derriennic, Monfort, Norton, & Touranchet, 2002; Dares, 2015; Ha & Roquelaure, 2007; Leclerc, Chastang, Niedhammer, Landre, & Roquelaure, 2004; Roquelaure et al., 1997).

Ce questionnaire est utilisé pour le recueil d'informations sur les symptômes au niveau de dix zones anatomiques, sur certaines caractéristiques individuelles, sur les conditions de l'activité, et sur les contraintes biomécaniques, organisationnelles et psychosociales. Les représentations des travailleurs sont ainsi appréhendées par l'existence de symptômes au cours des 12 derniers mois et au cours des 7 derniers jours, sur la présence de facteurs de susceptibilité individuelle aux TMS (âge, sexe, poids, etc.), sur l'exposition professionnelle aux contraintes biomécaniques au cours des 12 derniers mois (répétitivité des gestes, intensité de l'effort physique, travail avec les bras au-dessus des épaules, etc.) et sur les caractéristiques organisationnelles (polyvalence, cadence automatique d'une machine, etc.) et psychosociales (latitude décisionnelle, soutien social, demande psychologique). Les bases de données créées sont anonymisées avant d'être étudiées, interprétées et présentées.

L'interprétation des données doit être réalisée avec l'aide d'un codeur ayant des compétences en statistiques. Les informations récoltées sur une population sélectionnée sont comparées aux résultats d'une autre population, aux résultats d'une population référence et/ou à une même population pour le suivi des expositions dans le temps (par comparaison des résultats à deux périodes différentes). Pour chaque salarié, des scores de pathologie et d'exposition sont établis par calcul statistique (Descatha et al., 2007). Les scores de pathologies sont obtenus en fonction du nombre d'affections saisies, pondérés par des coefficients liés à la probabilité d'inaptitude selon le site touché (épaule 3, coude 2, poignet et cervicalgie 1). Les scores d'exposition sont calculés par sommation des facteurs d'exposition enregistrés par le salarié. Les données peuvent être croisées (scores d'expositions/scores de pathologies) pour rechercher des associations d'expositions.

Le questionnaire est long de déploiement avec un temps de préparation, d'organisation et de dépouillement important pour le préventeur et un temps de remplissage d'environ 30 à 45 minutes pour le travailleur. Le questionnaire peut être complété sur le lieu de travail dans le cadre de démarches structurées, permettant au travailleur d'avoir un temps spécifiquement dédié, ou peut

être complété en dehors du lieu de travail (au domicile du travailleur, chez son médecin traitant, lors de pauses durant son activité professionnelle). Le remplissage des questionnaires en dehors du lieu de travail comporte un risque de diminution de la pertinence des données. La formulation des questions est prépondérante, leur sens peut être expliqué pour limiter les biais liés aux mauvaises interprétations par le travailleur. Des informations personnelles sont demandées à l'individu, le respect de la confidentialité des données reste essentiel pour ce type d'évaluation du risque d'apparition de la pathologie par questionnaire ou auto-questionnaire.

A la lecture de ces différentes descriptions et des fiches détaillées en annexes 2, on observe une diversité d'orientations donnée par les concepteurs d'outils, une différence de formes générales et d'informations prises en compte, et une variabilité des modes de calcul, des échelles d'interprétation et des zones corporelles ciblées (David, 2005; Delalande-Danet et al., 2015; Malchaire et al., 2011; Neumann, 2006). Les différences intrinsèques aux outils associées aux divergences des critères d'usage sont présentées à la suite de ce chapitre comme des difficultés rencontrées lors du ciblage des situations critiques.

2. Les difficultés d'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS

La pertinence et la fiabilité des outils simples d'évaluation du risque TMS utilisés pour identifier les situations critiques sont aujourd'hui remises en question (Bao et al., 2009; L. H. Barrero, J. N. Katz, & J. T. Dennerlein, 2009; Mathiassen & Christmansson, 2004; Roquelaure et al., 2013; Takala et al., 2010; Zare et al., 2016). Comme montré précédemment, les outils simples orientent la démarche de prévention vers certaines situations considérées comme à risque. Le regard et les efforts des préventeurs sont donc orientés par les résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS. Cependant, nous remettons en question ces outils à partir des constats observés dans la littérature scientifique mais aussi sur le terrain John Deere Orléans Saran. Ces constats nous montrent que les différences entre les outils sont nombreuses en fonction de leurs critères intrinsèques, ce qui rend difficile le choix pour les préventeurs.

L'utilisation de ces outils simples peut également être différente en fonction des critères d'usage mis en place par son utilisateur. Ces deux critères (intrinsèque et d'usage) peuvent expliquer les difficultés rencontrées lors de l'utilisation des résultats de ces outils simples. En effet, ces deux critères ont des conséquences sur la variabilité des résultats des outils simples et celle-ci est présentée, dans cette partie, comme un risque de biais lors du ciblage des situations de travail critiques. Les conséquences de ces difficultés (liées à la variabilité des résultats) sont d'autant plus importantes que cette phase d'évaluation du risque oriente l'ensemble de la démarche de prévention des TMS vers certaines situations de travail pour en laisser d'autres de côté (présentées chapitre II. Paragraphe 1.1). Les difficultés liées à la variabilité des résultats des outils simples peuvent ainsi remettre en cause l'efficacité de l'ensemble de la démarche de prévention. Plusieurs éléments développés dans cette partie montrant ces difficultés remettent en cause l'utilisation des outils simples. Le lien entre ces difficultés et le contexte de variabilité des conditions de réalisation de l'activité associé à l'enrichissement des connaissances sur la pathologie déjà décrit au chapitre I. amplifient la remise en question de l'utilisation des outils simples.

2.1. Les critères intrinsèques et les critères d'usage des outils simples

2..1. Les critères intrinsèques aux outils simples

Suite à la recherche des articles principes de chaque outil simple, nous avons reconstitué les modèles théoriques sous-jacents pour comprendre les divergences d'orientation théorique donnée par les concepteurs d'outils simples. Les modèles théoriques sous-jacents à chaque outil simple étudié ont été retranscrits lorsqu'ils étaient intégrés à l'article principes, où nous les avons reconstitués par hypothèses. Une synthèse des champs d'études explorées (orientation des informations recherchées) et du nombre d'informations prises en compte par chacun des outils simples de notre échantillon est présentée figure 6 et figures 7 ci-dessous. Les modèles théoriques sous-jacents à chacun des outils simples étudiés dans ce rapport et les classifications réalisées par les revues d'outils sont détaillés en annexe 2.

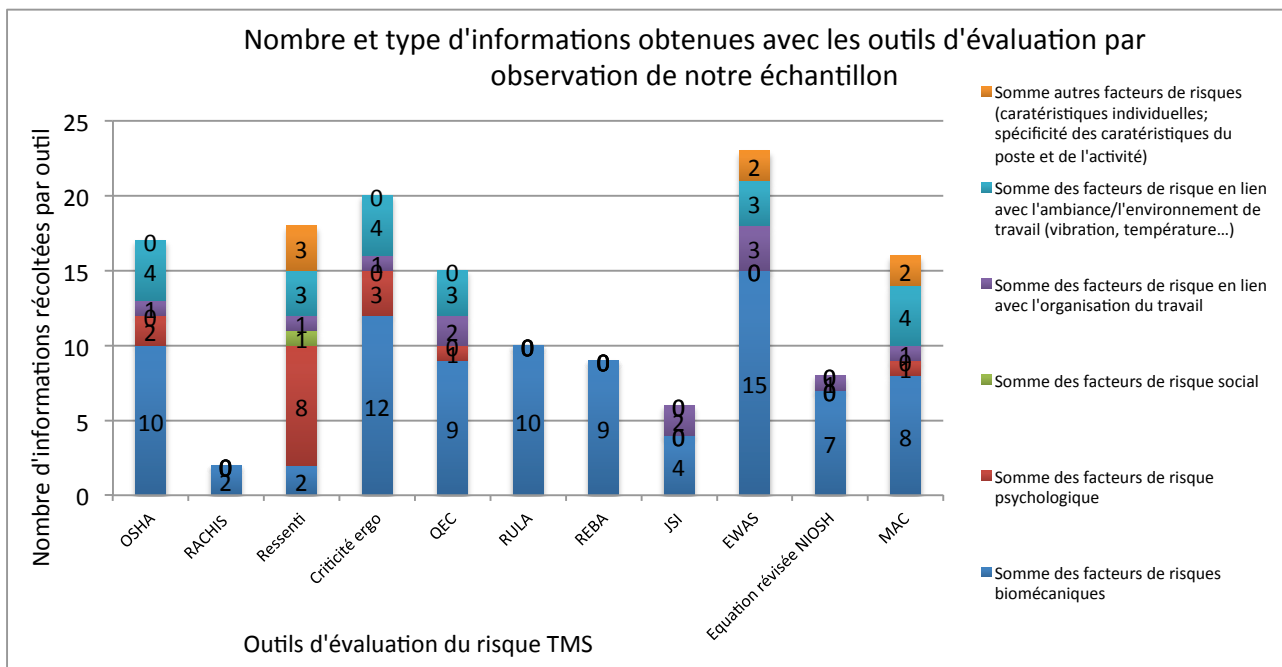
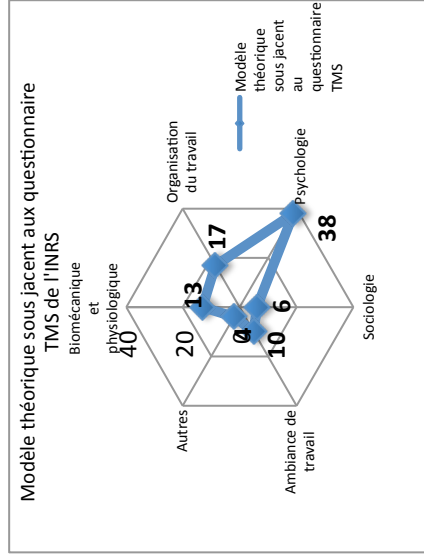
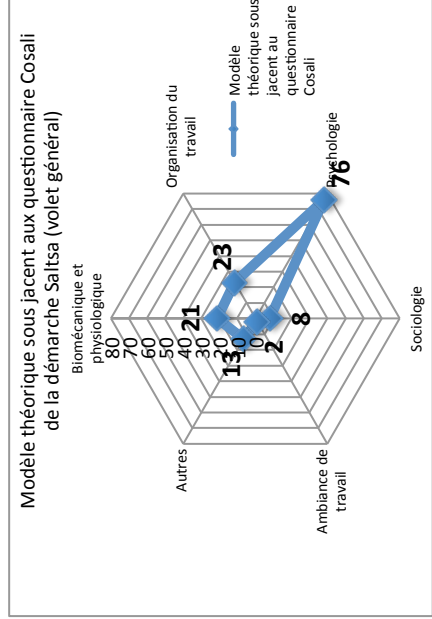


Figure 6 : Orientation des outils simples d'observation et nombre d'informations recherchées

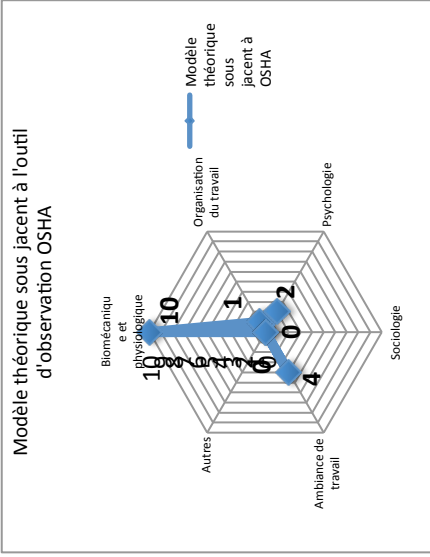
Figure 7 : Graphes radars de l'orientation de chaque outil simple de l'échantillon (modèles sous-jacents aux outils simples)



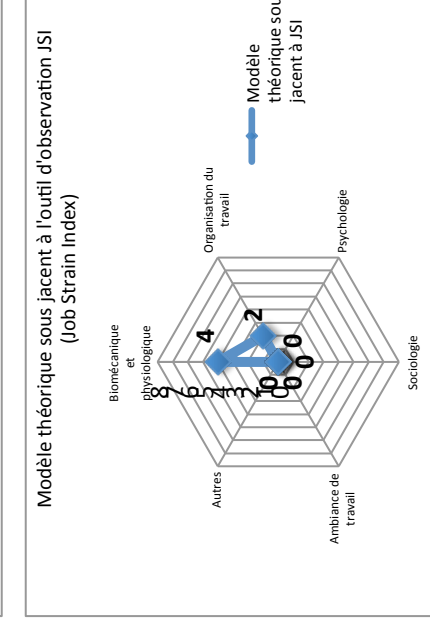
- Questionnaire TMS de l'INRS :**
- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie: 13
 - Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail: 17
 - Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 38
 - Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 6
 - Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 10
 - Autres informations : 4



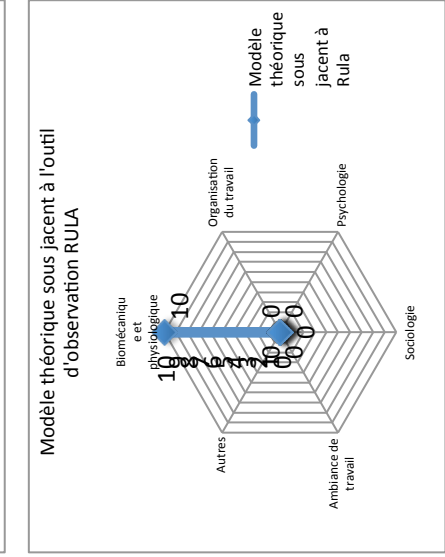
- Questionnaire Cosali de la démarche Saltsa (volet général):**
- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 21
 - Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 23
 - Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 76
 - Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 8
 - Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 2
 - Autres informations : 13



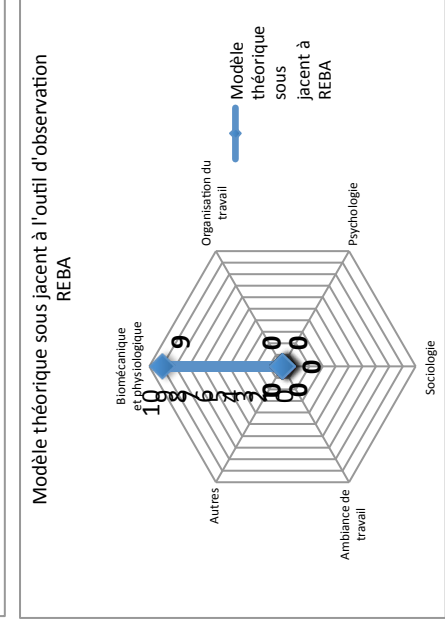
- Outil simple OSHA :**
- Informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 10
 - Informations en lien avec l'organisation du travail : 1
 - Informations en lien avec la psychologie : 2
 - Informations en lien avec la sociologie : 0
 - Informations sur les ambiances de travail : 4
 - Autres informations : 0



- Outil simple JSI :**
- Informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 4
 - Informations en lien avec l'organisation du travail : 2
 - Informations en lien avec la psychologie : 0
 - Informations en lien avec la sociologie : 0
 - Informations sur les ambiances de travail : 0
 - Autres informations : 0

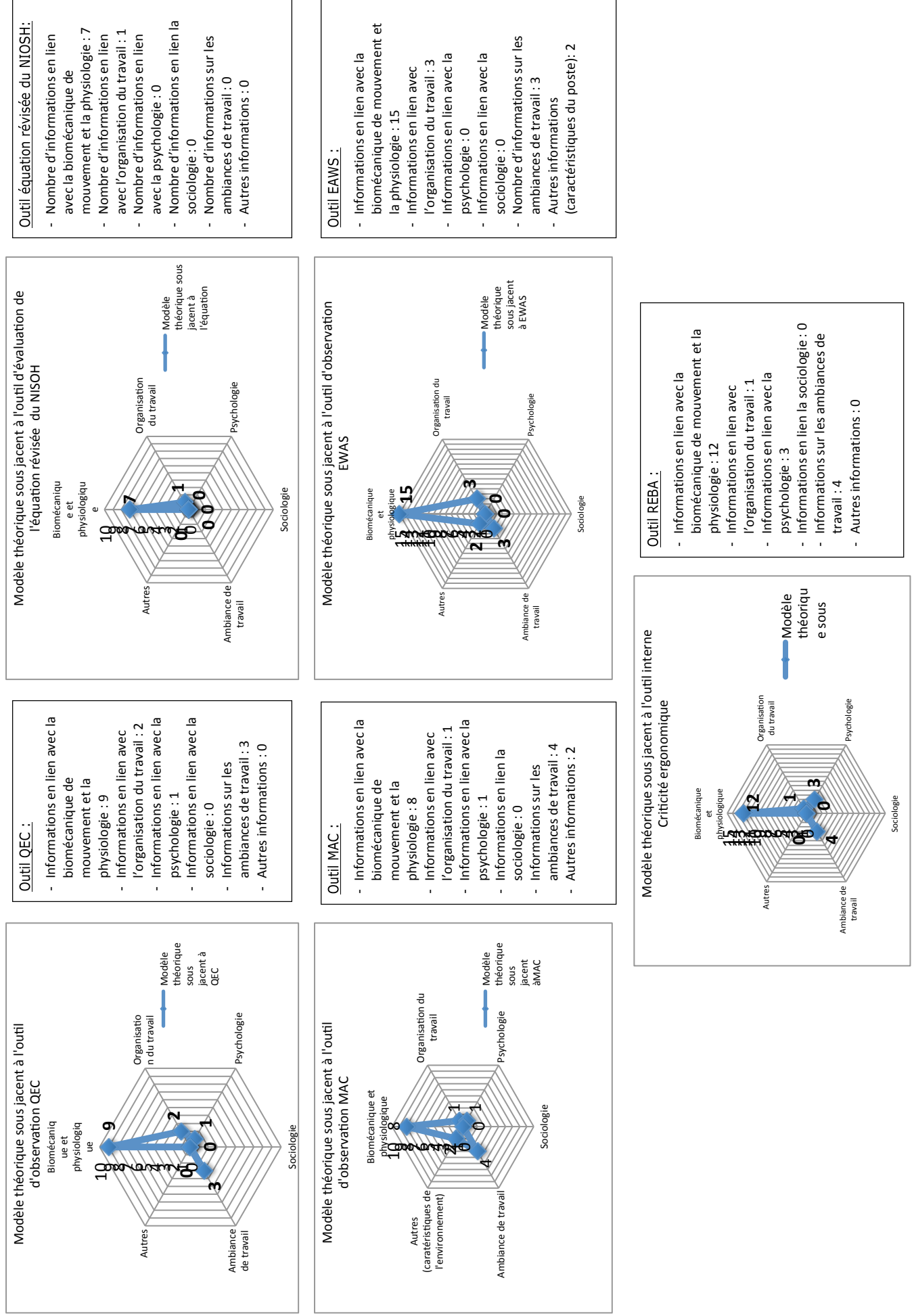


- Outil RULA :**
- Informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 10
 - Informations en lien avec l'organisation du travail : 0
 - Informations en lien avec la psychologie : 0
 - Informations en lien avec la sociologie : 0
 - Informations sur les ambiances de travail : 0
 - Autres informations : 0



- Outil REBA :**
- Informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 9
 - Informations en lien avec l'organisation du travail : 0
 - Informations en lien avec la psychologie : 0
 - Informations en lien avec la sociologie : 0
 - Informations sur les ambiances de travail : 0
 - Autres informations : 0

Figure 6 (Suite): Graph radar de l'orientation des outils simples de notre échantillon (modèle sous jacents aux outils simples)



La figure 6 (nombres et types d'informations obtenues par outils simples) et les figures 7 (graphe radar des modèles sous-jacents) montrent que le nombre d'informations prises en compte et la nature des facteurs de risques recherchés sont variables d'un outil à l'autre. Sur la figure 6 nous observons ainsi que tous les outils simples d'évaluation prennent en compte des facteurs de risques biomécaniques ou physiologiques de l'homme en activité avec des quantités d'informations majoritaires; 8 outils sur 11 incluent des facteurs de risque liés à l'organisation du travail, 6 outils sur 11 incluent des facteurs de risque liés avec l'ambiance/l'environnement ; 5 outils sur 11 incluent des facteurs de risque psychologiques. Trois outils ont un type de facteur (physique) ; 2 outils ont 2 types facteurs (physique et organisationnel) ; et 6 autres outils ont 4 à 6 types de facteurs. Les graphes en étoile de la figure 7 permettent d'observer l'orientation des informations prises en comptes par chacun des outils simples. On y retrouve, là aussi, un nombre variables d'informations prises en compte allant de 6 et 8 critères pour les outils simples JSI et NIOSH à plus de 140 critères pour l'outil questionnaire Cosali. Le type d'information prise en compte par outil est aussi représentée pour comprendre l'orientation et la nature des informations prise en comptes. **Les contraintes psychologiques ou les ambiances de travail ont une quantité d'informations minoritaire par rapport au champ des expositions physiques** (David, 2005; Malchaire et al., 2011; Prud'Homme, 2011; Roquelaure et al., 2013). La constitution même de ces outils à travers le nombre d'informations prises en compte et leurs orientations sont des critères intrinsèques différents d'un outil à l'autre.

Plusieurs publications ont été réalisées dans le cadre de revues d'outils simples, afin de comparer les informations prises en compte, leurs conclusions sont similaires à celles présentées ci-dessus sur les outils étudiés dans ce rapport. La revue de la littérature sur les outils d'évaluation du risque TMS réalisé par St-Vincent, Toulouse & Bellemare en 2000 montre que **les outils, démarches et moyens utilisés dans le cadre de la phase d'évaluation du risque TMS varient grandement d'une étude à l'autre et sont souvent mal définis** (St-Vincent, Toulouse, & Bellemare, 2000). Cette même étude souligne qu'il est courant d'utiliser plusieurs sources de données pour augmenter la pertinence et la fiabilité des résultats (St-Vincent et al., 2000).

Nous supposons que les concepteurs d'outils font des choix sur les facteurs, favorisant l'apparition des TMS, à prendre en compte selon leurs croyances et leurs convictions. La

construction de chaque outil simple se fonde sur les connaissances en matière d'étiologie et de prévention des TMS lors de leur création⁵ (connaissances scientifiques reconnues et connaissances des concepteurs d'outils), sur les objectifs de prévention souhaités par le concepteur (ou son missionnaire⁶), et sur la forme, la quantité et qualité des données attendues.

La diversité des outils simples d'évaluation du risque TMS entraîne des difficultés liées aux choix de l'outil. Vu le nombre important d'outils simples d'évaluation du risque TMS disponibles dans la littérature, leur choix devient stratégique car leurs résultats varient selon l'outil, ce qui conditionne la suite de la démarche de prévention (David, 2005; Delalande-Danet et al., 2015; Imbeau & Fradet, 2004; Li & Buckle, 1999; Malchaire, 2007; Neumann, 2006). **Les critères de choix étant nombreux il nous paraît intéressant de les décrire comme créant des variations voire des biais lors de la phase d'évaluation du risque TMS selon les caractéristiques intrinsèques des outils simples choisis.**

Plusieurs revues de littérature listent et comparent des outils simples d'évaluation du risque TMS (L. H. Barrero et al., 2009; David, 2005; Imbeau & Fradet, 2004; Malchaire et al., 2011; St-Vincent et al., 2000; Takala et al., 2010). Dans ces revues d'outils on identifie 7 critères de comparaison qui peuvent être utilisés par les préventeurs comme des critères de compréhension de la diversité des outils simples: 1. le milieu d'application de l'outil (secteurs d'activité), 2. le nombre et l'orientation des facteurs de risque TMS pris en compte par l'outil, 3. la focale d'étude⁷, 4. les zones corporelles ciblées par la prévention (zone de souffrance évaluée), 5. la validité scientifique de l'outil (répétabilité, fiabilité), 6. la forme de l'outil et sa simplicité d'utilisation (niveau de compétences requises, formation spécifique à l'outil), 7. la forme des résultats issus de l'outil (méthode de chiffrage et d'interprétation). Le tableau 2 placé en fin de l'annexe 2, tiré de la revue réalisée par Malchaire et ses collaborateurs en 2011, est un exemple des comparaisons réalisées à partir des orientations et des spécificités de chaque outil d'évaluation du risque étudié (Malchaire et al., 2011). Les critères de comparaison

⁵ Etats des connaissances scientifiques sur les TMS à la date de création des outils simples : majoritairement développés entre 1990 et 2000.

⁶ Il arrive que certains concepteurs d'outils simples, positionnés en interne ou en externe à une entreprise, se doivent de respecter des critères fournis par leurs hiérarchies ou leurs demandeurs dans la création de leurs outils simples.

⁷ La focale d'étude représente la taille de la séquence évaluée avec l'outil (métier, poste, situation, tâche, mouvement)

identifiés dans ces revues sont présentés ci-dessous comme des éléments de compréhension de la diversité des critères intrinsèques aux outils simples et du difficile choix réalisé par les préventeurs en entreprise quand apparaît la question : **quels outils simples d'évaluation utiliser pour faire un état des lieux du risque d'apparition de TMS et pour hiérarchiser les postes les plus critiques ?**

- **Le ou les milieux d'application sont spécifiques à chaque outil simple.** Les contraintes étant différentes d'un milieu à l'autre, les spécificités de chaque activité doivent être prises en compte par un outil adapté aux conditions de réalisation. Même si l'industrie est le milieu où l'on utilise le plus d'outils simples d'évaluation du risque TMS, certains sont spécifiquement conçus pour un domaine (voir un secteur) d'activité particulier (Genaidy et al., 1994; Takala et al., 2010). Les préconisations d'utilisation faites par les concepteurs d'outils en terme de milieux d'applications ne sont pas toujours respectées par méconnaissance ou par maladresse.
- Ces outils simples se positionnent essentiellement comme « producteurs de mesures » plus ou moins précises (J.-F. Thibault et al., 2013) mais toujours orientées vers le diagnostic du niveau d'exposition des travailleurs à certains facteurs de risque. Ici nous reprenons l'idée, déjà présentée, que **le nombre d'informations et l'orientation théorique donnée par les concepteurs d'outils varient grandement d'un outil à l'autre** (Figure 6 et 7). La question du positionnement théorique de ces outils simples reste centrale (Ponnelle, Vaxevanoglou, & Garcia, 2012). En effet, la multiplication et la diversité des facteurs explicatifs dans la survenue des TMS (Chapitre I.2.2) participent à augmenter les différences d'orientations théoriques proposées par chaque concepteur d'outil simple d'évaluation du risque TMS. Ainsi, ces derniers font des choix ou des paris sur ce qu'ils invitent à faire, à observer et à mesurer, tout en laissant de côté volontairement certaines dimensions du travail.
- Les **focales d'études des outils simples** peuvent être variables d'un outil à l'autre (Malchaire, Roquelaure, et al., 2001; Roquelaure et al., 2001). En effet certains outils simples sont créés pour évaluer, tâche par tâche, alors que d'autres permettent une prise en compte de plusieurs tâches en même temps (multitâches, poste ou même métier). Certains outils simples ont été créés pour évaluer les contraintes les plus à risque d'un ensemble de tâches (les expositions les plus à risques sont prises en compte parmi l'ensemble des tâches), alors que d'autres s'appuient sur les contraintes de chaque tâche évaluée séparément. Les différences de focale d'étude aboutissent à des séquences d'activités évaluées variables d'un outil à l'autre.

- Les outils d'évaluation se différencient aussi par **les zones corporelles ciblées**, certains sont orientés vers l'estimation du risque pour le corps entier ou plusieurs zones corporelles (Buchholz, Paquet, Punnett, Lee, & Moir, 1996; David, Woods, Buckle, & Stubbs, 2003; Hignett & McAtamney, 2000; Karhu, Kansii, & Kuorinka, 1977) alors que d'autres ciblent une zone corporelle en particulier comme le dos (Anil Mital, Founooni-Fard, & Brown, 1993; A Mital, Nicholson, & Ayoub, 1997; Waters, Putz-Anderson, & Baron, 1998) ou les membres supérieurs (Colombini, 1998; McAtamney & Corlett, 1993; Moore & Garg, 1995; Enrico Occhipinti, 1998; E Occhipinti & Colombini, 2007) La zone corporelle ciblée est différente d'un outil à l'autre (annexe 2 : tableau 2). Certains outils simples évaluent des contraintes localisées à certaines parties du corps considérées comme étant les zones corporelles les plus assujetties à l'apparition de TMS (ex : épaule, dos ou membres supérieurs). Cette approche peut comporter un risque de déformation de la réalité des expositions du corps entier. De plus, l'orientation propre à chaque outil simple, rend difficile la comparaison des résultats entre plusieurs outils qui ne ciblent pas exactement les mêmes zones corporelles et ne permet pas non plus d'apprécier leur complémentarité.
- Plusieurs auteurs présentent la faible validité scientifique de ces outils simples en précisant que peu d'entre eux font l'objet d'une forme de validation de leurs résultats et de leurs fiabilités à grande échelle (Bao et al., 2009; L. H. Barrero et al., 2009; Chiasson et al., 2012; Imbeau & Fradet, 2004; Jones & Kumar, 2007; Ringelberg & Koukoulaki, 2002; S. R. Stock et al., 2005; Valentin, Gerling, & Aptel, 2004; Zare, 2015; Zare, Biau, Brunet, & Roquelaure, 2017). Cet argument de la validité des résultats obtenus avec ces outils simples sera détaillé à la suite de cette partie car il dépend aussi des critères d'usages (Chapitre II.3.3). **La différence de validité scientifique d'un outil à l'autre** est un critère de choix qui n'est pas toujours pris en compte par les préventeurs par manque d'informations, par obligations (outil choisi par le groupe, l'entreprise, les instances de surveillance ou par les commissions syndicales), par choix stratégique pour démontrer un élément précis, ou encore par négligence.
- La majorité des **outils simples d'évaluation du risque TMS ne demande pas de compétence spécifique à leur déploiement**. En effet, d'après plusieurs concepteurs ces outils simples peuvent être déployés par les préventeurs ou les ergonomes, mais aussi par les travailleurs eux-mêmes, par les encadrants de proximité, les contremaitres, le service de santé au travail, ou même les managers de secteurs, même si certains demandent des compétences particulières. Cette affirmation est discutable et sera présentée à la suite, dans les critères d'usage de ces outils simples.

- Enfin, les résultats issus de ces outils simples sont majoritairement des notes que le préventeur associe à **une échelle d'interprétation propre à chaque outil** pour obtenir un niveau de risque d'apparition de la pathologie. La forme des résultats, la méthode de chiffrage, l'étalement des scores et le nombre de statuts constitutifs à l'échelle d'interprétation peuvent aussi être des critères de différenciation des outils simples.

Le nombre important d'outil simples d'évaluation du risque TMS identifiés dans la documentation pourrait permettre d'améliorer l'identification des risques sur les situations mais leurs diversités de formes et d'orientations (critères intrinsèques propres à chaque outil simple) créent des difficultés lors des démarches de prévention en entreprises (Monteau & Favaro, 1990). Les différences, d'un outil simple à l'autre, liées à la diversité intrinsèque aux outils, créent des questionnements et des confusions pour les préventeurs en entreprise lorsque la question du choix de l'outil simple d'évaluation du risque arrive. Cette diversité des critères intrinsèques à chaque outil joue assurément un rôle sur la variabilité des résultats des outils simples.

2..2. Les critères d'usage des outils simples

L'utilisation de ces outils comporte un risque de biais non négligeables lors de leur déploiement en situations de travail, lors du traitement des données et lors de l'utilisation des résultats. Les critères d'usage sont développés ci-dessous pour comprendre les difficultés rencontrées par les préventeurs lors de l'utilisation de ces outils simples. Les critères d'usage sont d'autant plus importants qu'ils sont propres à chaque utilisateur et ont des conséquences sur les résultats obtenus par ces outils simples.

Tout d'abord, d'après les articles princeps de ces outils simples, la majorité des outils simples peut être utilisée par des préventeurs, mais aussi par les opérateurs eux-mêmes, par des managers ou des contremaitres. Or, nous constatons que le déploiement de l'outil simple en situation de travail est réalisé différemment en fonction des connaissances de son utilisateur. En effet les connaissances techniques sur l'outil simple choisi, sur la problématique des TMS, sur le contexte de l'entreprise et sur les différentes méthodes d'utilisation des résultats sont des prérequis importants que les utilisateurs doivent prendre en compte. Les connaissances de l'outil (support, méthode de déploiement, de traitement et utilisation des résultats), l'attention

portée à la variabilité de l'activité et au contexte d'utilisation ou encore le choix de la période d'observation sont des critères d'usage à considérer lorsque l'on réalise des évaluations du risque TMS.

Lors de la mise en pratique, dans le cadre de cette thèse, et lors de nos recherches documentaires, nous avons observé que l'utilisation de certains outils nécessitent des compétences lors du traitement et l'utilisation des données et, suppose également la maîtrise du champ de validité de l'outil (les conditions et contextes d'usage favorables à leur fiabilité) (Malchaire, 2007; Malchaire et al., 2011; Malchaire et al., 2000; Roquelaure et al., 2013). Il est conseillé de s'entraîner à leurs utilisations, de connaître les informations prises en compte et le mode de calcul du résultat obtenu (notamment lorsqu'il y a des pondérations réalisées avec certains facteurs aggravants comme la fréquence ou le temps d'exposition). La maîtrise du champ technique de l'outil simple choisi, la connaissance des facteurs observés et du mode de calcul deviennent des prérequis importants. L'utilisateur de l'outil, peut en effet apporter, un biais lors du déploiement de l'outil mais aussi lors du traitement des données.

L'intensification du travail contemporain caractérisé par le recours croissant et généralisé aux nouvelles méthodes de production et d'organisation du travail peut être une des explications des difficultés rencontrées (Bouville, 2013; Caroly et al., 2015; Coutarel et al., 2013; Roquelaure et al., 2012; Westgaard & Winkel, 2011). Ces évolutions ont pour conséquence d'augmenter les variabilités à plusieurs niveaux dans les entreprises (chapitre I.3) et créent des difficultés lors de l'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS. Avoir des connaissances sur les mécanismes d'apparition des TMS est un avantage certain lorsque l'on déploie ces outils simples. L'utilisateur doit pouvoir identifier les caractéristiques de l'activité les plus à risque pour ne pas fausser l'évaluation. En effet, si l'évaluateur restreint son champ d'observation vers les critères présentés par le concepteur de l'outil, il pourrait alors passer à côté de certains facteurs, non retenus par l'outil, et risque donc de déformer la réalité des situations de travail. Certains critères, comme les caractéristiques spécifiques de l'individu (ex : anthropométrie, historique pathogène, restriction médicale...) ou les variabilités de l'activité ne pourront pas être prises en compte, si l'évaluateur n'a pas de connaissances sur la problématique des TMS et sur le contexte de l'entreprise.

Le contexte de l'entreprise peut avoir un impact sur les résultats des outils simples. Pour exemple, la simple consigne d'une augmentation (ou une diminution) des objectifs de production sur une période donnée peut impacter l'organisation du travail et donc les contraintes observées aux postes de travail à une autre période. L'évaluateur doit connaître le contexte de l'entreprise pour pouvoir déployer les outils simples sur des périodes d'activités représentatives de la réalité de l'activité. La connaissance de la diversité des références produites, la connaissance des spécificités de la population de travailleurs et des spécificités de chaque secteur d'activités sont des prérequis pour déployer, au mieux, les outils simples d'évaluation et limiter les biais liés au contexte.

L'utilisation des résultats est là aussi, un des critères d'usage de ces outils simples (J. F. Thibault et al., 2008). L'utilisateur de l'outil doit pouvoir vérifier la cohérence des résultats obtenus par rapport à ses propres connaissances de l'activité. Il doit aussi connaître l'organisation de la prévention dans l'entreprise pour utiliser au mieux les résultats obtenus. Les résultats des outils simples s'inscrivent dans une démarche générale de prévention, ils doivent être au service de la démarche de prévention pour solliciter les représentations des différents acteurs en entreprise (préventeurs, décideurs, managers, travailleurs...) (Albert et al., 2017; Gerling & Aublet-Cuvelier, 2002; Landry & Van, 2010; Roquelaure, 2016a).

De nombreux outils simples d'évaluation du risque sont disponibles. Chacun d'eux permet une approche particulière de l'activité de travail car il présente des critères intrinsèques différents. La diversité des critères intrinsèques aux outils simples, et la diversité des critères d'usage ont des conséquences non négligeables sur les résultats des outils simples se traduisant par une variabilité et un risque de biais lors de leurs l'interprétations. Les résultats varient selon les outils simples utilisés, selon les critères intrinsèques des outils retenus et selon leurs usages sans que l'on puisse apprécier la complémentarité des outils et comprendre les variations de résultat.

2.2. La variabilité des résultats des outils simples

Les difficultés, de la plupart des outils simples d'évaluation du risque TMS, à reproduire des résultats cohérents entre des utilisateurs différents ou à des moments différents (période de déploiement) ont été démontrées par de nombreux auteurs (Bao et al., 2009; L. Barrero, J. Katz, & J. Dennerlein, 2009; Chiasson et al., 2012; Mathiassen, 2006; Mathiassen & Christmansson, 2004; S. R. Stock et al., 2005; Takala et al., 2010; Zare, 2015; Zare et al., 2017). La précision dans l'évaluation des facteurs de risque TMS au poste de travail résulte de la validité intrinsèque de l'outil choisi, de la pertinence de ce choix par rapport aux contraintes des activités observées, des objectifs de prévention et du savoir-faire dans son utilisation sur le terrain. Malgré toutes ces précautions d'emplois, les résultats et **l'interprétation du risque d'apparition des TMS obtenus avec l'aide de ces outils simples restent difficiles à appréhender et assujettis à des variabilités importantes**. Les variabilités observées au niveau des résultats sont les conséquences de la diversité de constitution des outils simples (critères intrinsèque) et des conditions d'usage en activité de travail (critères d'usage).

Les études réalisées, dans le cadre de la thèse de Mohsen Zare (2015) et au début de ce projet de recherche, présentent cette variabilité des résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS (Zare, 2015 ; Zare, Norval & al, en cours). La comparaison des résultats d'outils simples déployés par un même évaluateur, sur un même échantillon de situations de travail chez un grand constructeur de camion (Angers), met en avant la variabilité d'interprétations d'un outil simple à l'autre, mais aussi pour un même outil déployé plusieurs fois (Zare, 2015 ; Zare, Norval & al, en cours). Cette variabilité des résultats inter outils et intra outils a été démontrée à de multiples reprises dans la documentation scientifique (Srinivasan & Mathiassen, 2012; S. R. Stock et al., 2005; Takala et al., 2010; Trask, Mathiassen, Wahlström, Heiden, & Rezagholi, 2012; Zare, Biau, Brunet, Gourlay, & Roquelaure, 2015; Zare et al., 2018).

Durant cette thèse, un prolongement est présenté au travers de 2 études présentées en annexe 4 pour observer la variabilité des résultats, liées aux divergences des caractéristiques intrinsèques aux outils simples mais aussi liées aux critères d'usages. Les études ont été réalisées avec des étudiants de l'UTBM et des préventeurs du Loiret (membre de la CCI Loiret) pour comprendre les difficultés d'utilisation de ces outils simples.

La première étude s'appuie sur le déploiement de l'outil interne à John Deere (Criticité ergonomique), sur une même situation de travail, par 35 pr vateurs de la CCI du Loiret (dep.45). Cette mise en pratique de l'outil interne à John Deere a permis d'observer la variabilité des résultats, due aux critères d'usage. En effet, nous avons sollicité plusieurs pr vateurs issus d'horizons différents mais considérés comme des experts dans le domaine de la prévention des TMS pour évaluer une même tâche avec le même outil simple. La comparaison des résultats est réalisée pour observer les différences de jugement en fonction de l'évaluateur (annexe 5). Plusieurs explications, comme des différences d'approche de l'activité, de sélection de la situation à évaluer, de sensibilité et d'interprétation d'un évaluateur à l'autre sont avancées pour identifier l'origine de la variabilité des résultats observée dans cette étude.

La deuxième étude s'appuie sur le déploiement de 3 outils simples (OSHA, RULA, EAWS) par des étudiants de l'UTBM, sur 2 tâches identiques filmées dans une grande industrie d'assemblage de camions. Cette mise en pratique est réalisée pour observer la variabilité des résultats due, cette fois ci, aux différences intrinsèques aux outils simples. En effet, nous avons sollicité plusieurs groupes d'étudiants, en supposant qu'ils aient tous le même niveau de connaissances dans le domaine de la prévention des TMS, pour évaluer 2 tâches identiques avec 3 outils simples. Ces étudiants ont été préalablement formés à l'utilisation de chaque outil simple. La comparaison des résultats des 3 outils simples par groupe d'étudiants montre les différences de résultats en fonction de l'outil utilisé. Plusieurs explications sont avancées comme les différences de focales, la nature et la précision des critères ou encore les méthodes de calculs et d'interprétation sont avancées pour expliquer la variabilité des résultats. Cette différence de résultats, liée aux critères intrinsèques aux outils, était publiée à plusieurs reprises dans la littérature scientifique (Bao et al., 2009; L. H. Barrero et al., 2009; Chiasson et al., 2012; Mathiassen et al., 2013; S. R. Stock et al., 2005; Takala et al., 2010).

La variabilité des résultats dus aux différences **inter-intra évaluateurs (critères d'usage) et inter-intra outils simples (critères intrinsèques)** est présentée comme l'une des principales difficultés lors de l'estimation du risque TMS (Bao et al., 2009; L. H. Barrero et al., 2009; Chiasson et al., 2012; Mathiassen, 2006; Mathiassen et al., 2013; Takala et al., 2010; Zare et al., 2017; Zare et al., 2018). Ces difficultés et leurs conséquences sont à l'origine de notre réflexion sur les évolutions envisagées pour améliorer la recherche des situations critiques.

2.3. La qualité du ciblage des situations critiques, une des explications des difficultés en prévention des TMS

De nombreuses raisons conduisent à réfléchir à l'évolution de ces outils simples d'évaluation et à l'approche de la prévention des TMS (J Bodin et al., 2017; Caroly et al., 2008; Roquelaure et al., 2013). La démarche traditionnelle d'évaluation qui étudie uniquement certaines expositions des travailleurs aux facteurs considérés comme à risque TMS avec au mieux, la consultation des travailleurs, ne suffit plus pour identifier les situations critiques (Guérin et al., 2006). Cette remise en cause du principe même de l'étude des contraintes de l'activité peut être réalisée lorsque les facteurs de risque sont multiples, systémiques et liés aux conditions mêmes d'exécution du travail. Cette remise en cause survient aussi, lorsqu'il n'existe pas de valeurs limites, lorsque des informations sont jugées trop subjectives et lorsque l'objectif est non seulement l'absence de TMS, mais aussi le bien être des travailleurs et leurs performances (Guérin et al., 2006).

Dans un contexte d'instabilité constante sur les situations de travail (décrit chapitre I. paragraphe 2.1), la nature du travail, les missions, les produits et les procédures changent continuellement, de sorte qu'aucune phase unique de travail ne peut être considérée comme représentative de ce qui, à la longue, peut occasionner des dommages, et plus particulièrement, l'apparition de TMS (Caroly et al., 2008). Dans ces conditions d'instabilité, étudier les expositions d'un individu sur une fenêtre de travail précise revient à étudier les contraintes apparues « ici et maintenant » alors qu'elles peuvent apparaître éloignées dans le temps et dans l'espace (Caroly, et al, 2008, p.104). Beaucoup d'outils simples utilisés sont conçus pour la recherche, aussi leurs modèles sous-jacents sont de par leurs visées génériques, limités dans leur capacité à saisir la singularité des situations de travail (Coutarel, Chambon, & Clavel, 2016).

Le score résulte le plus souvent de la globalisation de différents facteurs (forces, postures, etc.). Si l'on peut admettre qu'une réduction de force entraîne une réduction du risque, il reste à prouver que compte tenu des pondérations internes entre facteurs de risque, l'échelle du score traduit l'échelle du risque (Landry, 2008; Landry & Van, 2010). Les outils

simples et les choix des concepteurs sur l'orientation donnée à leurs outils peuvent être questionnés, au regard de la multi-factorialité et de la complexité des mécanismes de survenue des TMS, notamment lorsque ces outils sont utilisés dans le contexte d'instabilité décrit au chapitre I.

Dans sa revue de littérature sur les outils d'évaluation du risque TMS, Takala et al (2010) soulignent que les valeurs retenues comme résultats à risque, ont été définies par consensus d'experts et souffrent de limites sur le niveau de preuves des études à l'origine de la conception de la majorité des grilles d'évaluation, d'autant que peu d'entre elles ont fait l'objet d'une validation (Takala et al., 2010). En conséquence, **les valeurs proposées par ces outils simples d'évaluation doivent être considérées comme uniquement indicatives.** L'évaluateur doit se situer dans le paradigme de la complexité en évitant une sur-instrumentalisation des outils simples pour évaluer au mieux l'activité (Folcher & Rabardel, 2004). L'approche de la prévention par le levier des expositions interprétée par un lien de « cause-effet » ne suffit plus face à la multi causalité des TMS (Bourgeois et al., 2000; Guérin et al., 2006).

Malgré un nombre important d'outils simples d'évaluation du risque TMS développés par les scientifiques ou les praticiens, **peu d'informations sont disponibles dans la littérature scientifique sur la qualité des résultats produits par ces outils simples mais aussi sur l'impact ou la compréhension des résultats par tous les membres du collectif de travail** (Roquelaure, 2016a; S. R. Stock et al., 2018; Takala et al., 2010). Faute de temps et de ressources suffisantes, **les entreprises se lancent parfois, de manière hasardeuse, dans la mobilisation de ces outils**, avec quelques fois des objectifs de transformations (orientées vers les déterminants de l'activité), alors que leurs efficacités ne peuvent être appréciées que relativement à une stratégie globale de prévention, dans laquelle ils viennent trouver leurs places et leurs sens (Caroly et al., 2008; Roquelaure et al., 2013).

Plusieurs pratiques sont identifiées en entreprises lors de l'utilisation de ces outils simples (Daniellou, 2008): 1. après avoir discuté d'une stratégie de prévention, l'entreprise ne poursuit pas et se démobilise face aux difficultés rencontrées lors du choix de l'outil d'évaluation ; 2. l'entreprise va au bout de la phase d'évaluation mais n'a plus de ressources pour interpréter la variabilité des résultats et aller plus loin que l'établissement de la cartographie du risque ; 3.

l'entreprise se rend compte, que les résultats obtenus, de manière très coûteuse, mettent en évidence des populations ou secteurs déjà connus comme très concernés par les TMS-MS ; 4. les résultats montrent une telle prévalence des symptômes qui conduisent la direction à préférer ne pas les rendre publics, voire à suspendre toute action ou projet TMS-MS.

Les outils simples d'évaluation du risque TMS jouent un rôle important dans la construction des représentations du collectif de travail (Roquelaure, 2016a). Pour augmenter l'impact des résultats la phase d'évaluation doit permettre d'interroger les différentes représentations des acteurs de l'organisation. Mettre en débat des éléments identifiés par l'évaluation des risques, doit permettre la construction d'une représentation partagée des tâches les plus contraignantes. Le lien entre la prise en compte des résultats des outils simples d'évaluation, la subjectivité induite à ces outils et les représentations construites traduitent, la manière de voir le travail. La construction des représentations actuelles ne permet pas une vision globale et développementale de l'activité, car elle s'appuie exclusivement sur l'étude des expositions (ou des contraintes) de l'activité, sans pouvoir établir les ressources utiles et utilisées par les individus pour limiter les conséquences de celles-ci, sur la performance du système productif et sur la santé. En plus des difficultés d'approches de l'ensemble des contraintes (expositions) du travailleur, **la quantification des expositions considérées comme à risque, sans prendre en compte les « ressources » de la situation de travail, ne conduit pas nécessairement à une précision dans l'estimation du risque d'apparition de la pathologie.**

Le taux élevé de déclarations, l'évolution des pratiques en entreprise, du modèle explicatif des TMS (décrit au chapitre I.2) et les difficultés rencontrées par les acteurs de la prévention lors de l'utilisation des outils simples (Chapitre II.2) amènent **la prévention à se repositionner, notamment avec l'apport des nouvelles connaissances issues du champ de l'intervention en ergonomie.** Dans la suite de ce chapitre, partie 3, nous présentons les nouvelles connaissances issues du champ de l'intervention sur les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre en situation de travail proposées en complément des outils simples actuellement utilisés.

3. La régulation de l'activité et la MMS : un complément aux outils simples d'évaluation du risque TMS ?

Depuis les années 1990, les approches dominantes en prévention des TMS se sont centrées sur l'identification des risques en lien, essentiellement, avec la biomécanique du mouvement, qui souligne les conditions pathogènes de sollicitation de l'organisation au travail en termes d'intensité, de postures, de durée et de fréquence et sur certaines conditions de l'environnement comme la présence de vibrations et de températures extrêmes. L'approche protectrice de la prévention TMS pour la préservation du capital santé qui s'appuie sur la limitation des expositions ne suffit plus face aux variabilités observées dans les entreprises et face à l'enrichissement des connaissances sur l'étiologie des TMS (chapitre I.2 et chapitre II.2). D'après Coutarel et Petit (2013, p.176) « **ces approches (ndlr, des conditions pathogènes de sollicitation) bien qu'indispensables, se sont révélées insuffisantes pour assurer à elle seules la prévention** » (Coutarel & Petit, 2013; Coutarel et al., 2013). D'autres propositions, notamment dans le champ de l'ergonomie de l'activité sont alors envisagées pour faire face à la problématique des TMS. D'après Bourgeois, Lemarchand & all en 1999, « Les TMS sont affaire d'organisation, c'est à dire, de modèle par lequel l'entreprise pense sa souplesse, la place qu'elle accorde aux hommes pour l'atteindre, et ce qu'elle se sent fondée à leur demander pour l'obtenir ». La question des TMS doit être envisagée par la symptomatologie⁸ générale dans le cadre de la rigidité du fonctionnement d'une organisation (Bourgeois & Hubault, 2005). Plusieurs auteurs proposent alors d'approcher la problématique des TMS comme étant une des conséquences, parmi d'autres possibles, du dysfonctionnement organisationnel, marqué par l'incapacité de l'organisation à gérer les variabilités par la préservation de la marge de manœuvre d'une diversité d'acteurs (Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; J. Petit & Dugué, 2011; Vézina, 2001).

Pour présenter notre approche, complémentaire à celle actuelle qui s'appuie sur l'étude des expositions à risque avec des outils simples, nous avons sollicité des concepts tirés de l'ergonomie de l'activité. Les nouvelles connaissances sur la marge de manœuvre en situation

⁸ Ensemble des symptômes caractéristiques d'une pathologie

de travail apparaissent alors centrales pour la préservation des capacités de régulation des individus face à l'activité de travail. La notion de régulation de l'activité est déterminante pour atteindre les objectifs de productivité et de qualité tout en permettant la préservation de la santé des travailleurs (Cuny-Guerrier, 2017; De la Garza & Weill-Fassina, 2000; Guérin et al., 2006; Leplat, 2006). Le modèle conceptuel de la régulation et la marge de manœuvre développé par Vézina en 2001 est aujourd'hui décliné dans plusieurs domaines de la prévention des TMS comme l'intervention en ergonomie (St-Vincent et al., 2011), la réadaptation (Durand et al., 2009, 2011; Durand et al., 2008), la conception des systèmes de production (Lux et al., 2017) ou encore l'encadrement de proximité (Cuny-Guerrier, 2017; Cuny-Guerrier, Caroly, Coutarel, & Aublet-Cuvelier, 2015). Nous proposons de l'adapter à la phase initiale d'évaluation du risque TMS pour faciliter la recherche des situations critiques actuellement réalisée avec des outils simples d'évaluation du risque TMS. La prise en compte de l'état de suffisance de MMS dès la phase d'évaluation des risques pourrait être une réponse face aux difficultés évoquées plus haut (chapitre I.2 et Chapitre II.2) à propos des outils simples d'évaluation du risque de TMS, de l'instabilité des conditions de réalisation et de la multi factorialité de la pathologie. L'adaptation proposée du modèle Vézina consiste à mesurer l'état de suffisance MMS (suffisance, soupçon d'insuffisance ou insuffisance) pour évaluer les risques de TMS. L'apport de ces notions, à la phase de recherche des situations critiques, doit permettre d'étudier la relation entre les contraintes et les ressources utiles à la réalisation de l'activité. La question de départ n'est plus « à quoi le travailleur est exposé ? » mais « comment le travailleur fait face à l'activité de travail et quels en sont ces effets ? ». Cette approche considère l'entreprise comme un système vivant à deux visages : d'un côté, une structure organisationnelle, composée de procédures, de tâches, d'objectifs, d'organigrammes et de l'autre, l'homme et ses caractéristiques personnelles, au centre des activités. Cette vision vivante et instable de l'activité encourage les scientifiques à questionner les pratiques actuelles de prévention des TMS et à replacer l'individu au centre des pratiques.

Dans cette partie, nous développons dans un premier temps, le caractère innovant de cette approche de la problématique des TMS par la régulation de l'activité et la marge de manœuvre en situation de travail. Ensuite nous définissons ces 2 notions à partir de la littérature scientifique. Dans un 3ème temps nous développons le modèle théorique de référence en lien avec les notions sollicitées, les composantes de ce modèle identifiées dans la documentation

scientifique et les indicateurs associés à ces notions. Pour conclure, nous présentons comment nous envisageons la question de la prise en compte de la marge de manœuvre situationnelle dès la phase initiale d'évaluation du risque d'apparition des TMS.

3.1. La régulation et la MMS : une approche innovante

Du couplage opérateur/environnement de travail émerge l'activité qui traduit d'une part, la manière dont l'opérateur arbitre et digère les différentes formes de prescriptions et d'autre part, la manière dont l'organisation et le système technique vont donner à l'opérateur les ressources pour arbitrer ces différentes formes de prescriptions et atteindre les objectifs (Coutarel et al., 2015). Aujourd'hui l'évaluation du risque d'apparition des TMS s'oriente vers l'estimation des expositions du travailleur, à certains facteurs considérés comme favorisant l'apparition de la pathologie, sans pouvoir définir comment le travailleur y fait face. Pourtant de nombreuses définitions présentent l'activité de travail comme une mobilisation de la personne humaine (indissociablement physique, cognitive, subjective et sociale), qui se construit en permanence, dans un cadre d'objectifs et de contraintes, et en mobilisant des ressources (Coutarel et al., 2015; Guérin et al., 2006; St-Vincent et al., 2011). Cette relation entre contraintes, objectifs et ressources de l'activité de travail, issue de la relation entre les caractéristiques de l'environnement et de l'individu, influence la manière dont l'individu va réaliser l'activité. Dans un cadre d'objectifs (fixé par l'entreprise et l'individu) la relation entre les contraintes et les ressources de l'individu en situation de travail, structure « la manière de faire le travail ». Nous pensons, qu'apporter des compléments d'informations sur comment l'individu réalise l'activité et quelles en sont les conséquences sur ses objectifs de santé et de performance, peut-être une évolution apportée à la recherche des situations critiques.

Contrairement à l'hypothèse la plus répandue dans les organisations, les objectifs et les ressources ne sont pas stables (Coutarel et al., 2015; Gaudez et al., 2016). L'opérateur fait face à une « double source de variabilité » : la sienne de façon intra individuelle et celle liée au système de production (Gaudez et al., 2016; Malchaire et al., 2000; Catherine Teiger & Falzon, 1995; C Teiger & Laville, 1972). La variabilité du système de production se traduit par une relation instable entre tâches et exigences, entre conditions et moyens offerts par le milieu de

travail, et entre le soutien/l'entraide et l'environnement social. Les opérateurs, travaillant sur les situations de travail, sont confrontés à une dépendance environnementale et organisationnelle plus élevée, ce qui renforce notamment le risque de développer un TMS (Bourgeois & Hubault, 2005). La variabilité individuelle se traduit aussi par une relation instable entre la demande de l'entreprise et les capacités de réalisation de l'individu, entre les stratégies de réalisation prescrites et celles développées, entre les objectifs de performances et l'état de santé de l'individu, entre les connaissances de l'organisation du travail et la gestion des aléas et variabilité. Les différences individuelles sont des impensés des situations de travail standard, la conception des postes étant réalisée à partir de normes anthropologiques (« homme moyen »), la diversité des caractéristiques individuelles ne peut pas être prise en compte. Ces impensés dans la conception des situations de travail entraînent une augmentation du risque TMS (Bourgeois & Hubault, 2005; Caroly et al., 2008; Coutarel, 2004). Les opérateurs, travaillant sur les situations de travail doivent réaliser l'activité malgré la variabilité des conditions de réalisation, pour cela ils font face avec leurs propres caractéristiques et les moyens offerts par l'organisation afin de développer des stratégies de réalisation adaptées et en limiter les conséquences (santé et performance).

Le champ de l'intervention en ergonomie de l'activité, propose de nouvelles pistes d'intervention en prévention des TMS par la prise en compte de la marge de manœuvre en situation de travail permettant la régulation de l'activité (Caroly et al., 2015; Roquelaure et al., 2013; St-Vincent et al., 2011; Westgaard & Winkel, 2011). La notion de MMS a été publiée comme étant centrale en prévention des TMS car elle permet d'étudier, de manière situationnelle, la mise en relation **des contraintes** (environnementales, organisationnelles et individuelles), et **des ressources utilisées** par l'individu pour y faire face (collectif de travail, échange de bonne pratique, entraide, développement des stratégies de réalisation, gestion du rythme par l'individu...) (Coutarel et al., 2015; Cuny-Guerrier, 2017; St-Vincent et al., 2011; S. R. Stock et al., 2018; Vézina, 2001). Le développement de l'activité du travailleur, notamment par l'intermédiaire de nouvelles possibilités de régulation de l'activité, grâce à la présence de marge de manœuvre en situations de travail est un élément favorable à la prévention des TMS (Caroly, Coutarel, Landry, & Mary-Cheray, 2010; Caroly, Major, Probst, & Molinié, 2013; St-Vincent et al., 2011; Vézina, Durand, Richard, & Calvet, 2016). Dès 1998, Daniellou imagine un lien entre la marge de manœuvre et la prévention des TMS « **l'impossibilité d'imaginer que**

l'on puisse faire autrement semble l'une des constantes dans les situations de travail génératrices de troubles musculo squelettiques » (Daniellou, 1988). Envisager la relation entre l'apparition de TMS et un déficit de marge de manœuvre en situation de travail amène donc à envisager les TMS comme un symptôme d'une limitation de la possibilité d'agir de l'individu (Coutarel & Petit, 2013). Cette approche est confirmée par Coutarel & Petit (2013) qui considèrent que « développer la marge de manœuvre en situation de travail, c'est développer les ressources de la situation et donc les possibilités, pour les travailleurs concernés, de répondre aux exigences du travail (y compris celles qu'ils se fixent eux-mêmes) dans des conditions (physiques, organisationnelles et sociales) qui favorisent la prise en compte des différentes modalités de leur mobilisation (subjective, cognitive, et physique) » (Coutarel & Petit, 2013, P16)

Le lien entre le modèle théorique de Vézina (2001), issu de la pratique en ergonomie, et la prévention des TMS a été démontré à plusieurs reprises (Caroly et al., 2008; Caroly et al., 2013; Major & Vézina, 2015, 2016; Ouellet & Vézina, 2014; Vézina, 2001). Ce modèle est aujourd'hui décliné dans plusieurs domaines de la prévention des TMS comme la réadaptation (Durand et al., 2009; Durand et al., 2008; Durand, Vézina, & Richard, 2016), la conception des systèmes de production (Lux et al., 2017) ou encore l'encadrement de proximité (Cuny-Guerrier, 2017; Cuny-Guerrier et al., 2015).

Intégrer la régulation et la marge de manœuvre en situation de travail comme un élément central à la recherche des situations critiques est proposé dans ce rapport à partir du modèle de l'activité centré sur la personne développé par N.Vézina à partir de 2001 (modèle décrit par la suite au chapitre II.3.3). L'adaptation de ce modèle à la phase d'évaluation du risque propose de rechercher les situations les plus critiques à partir d'une question centrale : « est ce que le travailleur a suffisamment de marge de manœuvre situationnelle (en situation), pour gérer la variabilité du travail et sa propre variabilité ? ». Nous soutenons que l'insuffisance de marge de manœuvre situationnelle se traduit par un échec dans le processus de régulation, et a des conséquences sur l'équilibre entre le maintien (voir le développement) de la performance et la santé du travailleur.

Dans une approche conceptuelle, la phase d'évaluation du risque doit viser, non seulement la prise en compte des contraintes mais aussi les ressources de la situation, comme étant favorable à l'élaboration des stratégies de régulation et ayant donc des conséquences sur

l'équilibre de la performance, de la santé et des objectifs (individuels et fixés par l'entreprise) (Coutarel et al., 2015). L'évaluateur doit pouvoir définir si l'individu a suffisamment de marge de manœuvre en situation de travail, pour pouvoir déployer des stratégies de réalisation qui limitent les conséquences sur sa santé et sur sa performance. L'état de suffisance de la marge de manœuvre (suffisance, soupçon d'insuffisance, insuffisance) peut être considéré comme une information sur le risque d'apparition des pathologies comme les TMS. Nous nous demandons comment évaluer l'état de suffisance MMS dans le cadre du repérage des situations critiques ?

Rechercher des informations sur la marge de manœuvre en situation de travail, afin de maintenir un niveau suffisant, dès la phase initiale d'évaluation du risque TMS, peut être considéré comme une approche « innovante » de la prévention des TMS (J.-F. Thibault et al., 2012). Les TMS sont alors appréhendées comme un échec de la régulation de l'activité par l'individu, qui est le reflet d'un déficit de marge de manœuvre pour l'opérateur en situation de travail. La marge de manœuvre en situation de travail peut alors être un indicateur permettant d'étudier la diversité des stratégies de réalisation et leurs effets et, pourrait être croisée aux informations classiquement étudiées par les outils simples d'évaluation du risque TMS actuellement déployés. L'objectivation des indicateurs permettant de juger de l'état de suffisance de la marge de manœuvre en situation, pourrait devenir une innovation (au sens d'une socialisation de l'intervention) dans la mesure où elle consisterait à intégrer un nouveau référentiel dans le tissu social de l'organisation (J.-F. Thibault et al., 2012).

3.2. Les définitions des notions de régulation et de MMS

La régulation est à l'origine définie par Canguilhem en 1967 (encyclopedia Universalis) « La régulation c'est l'ajustement, conformément à quelques règles ou normes, d'une pluralité de mouvements ou d'actes » (reprit par Leplat, 2006, P2). D'autres scientifiques comme Piaget, ont souvent fait référence à cette notion de régulation en la définissant « comme un contrôle rétroactif qui maintient l'équilibre relatif d'une structure organisée ou d'une organisation en voie de construction » (Piaget, 1967. p.239).

Dans le champ de l'ergonomie, la régulation renvoie à l'activité d'un individu en situation de travail. L'activité est un processus caractérisé par des transformations constantes (Leontiev, 1975). L'activité de travail répond alors à un but, ce but étant donné dans des conditions déterminées de réalisation. D'après Leplat (2006, p1/2) « La notion de régulation véhicule

généralement l'idée de contrôle : quand on dit qu'un processus est régulé, on sous-entend, au moins, qu'il est contrôlé, organisé, même si on ne spécifie pas comment » (Leplat, 2006). La régulation de l'activité a été discutée à plusieurs reprises par Faverge et ses collaborateurs qui l'ont défini comme la reconstruction permanente des modes opératoires où la personne humaine est en perpétuelle reconstruction durant son activité (Faverge, 1966, 1972; Guérin et al., 2006; Terssac & Lompré, 1995). Les informations structurant la régulation de l'activité sont les objectifs à atteindre, les ressources disponibles et l'état interne du sujet. A l'opposé, les résultats de sortie de la régulation sont les modes opératoires adoptés dans la réalisation de l'activité qui débouchent sur la performance (résultats) et les conséquences sur la personne (effets) (Coutarel et al., 2015; Coutarel, Daniellou, & Dugué, 2003; Leplat, 2006; St-Vincent et al., 2011).

Dans cette thèse, nous retenons la définition donnée par Coutarel, Daniellou et Dugué en 2003 qui présentent les régulations comme « **la façon dont l'individu, au travers de l'activité, fait face et gère les variabilités (internes et externes). Par conséquent, les possibilités de régulation visant à assurer l'efficacité du travail augmentent lorsque la marge de manœuvre des opérateurs augmente également** » (Coutarel, Daniellou & Dugué, 2003, p5/6). La notion de régulation de l'activité est directement liée à celle de la marge de manœuvre. Les possibilités de régulation dépendent directement de la marge de manœuvre de l'opérateur en situation de travail, celle qu'on lui donne et/ou celle qu'il se crée. La marge de manœuvre en situation de travail peut être une des pistes pour répondre à « comment » l'individu fait face aux contraintes pour pouvoir réguler l'activité sans effet défavorable sur sa santé et sur sa performance. La marge de manœuvre est directement liée à la régulation de l'activité et peut alors être présentée de manière simplifiée comme un facilitateur de la régulation de l'activité par l'individu. La régulation de l'activité faisant, ainsi directement référence à la notion de marge de manœuvre, nous proposons de retracer de manière synthétique l'évolution des définitions données par les scientifiques.

La notion de marge de manœuvre a connu plusieurs définitions qui ont évolué au cours du temps avec l'apport des nouvelles connaissances issues de l'intervention en ergonomie (Leplat & Cuny, 1974; St-Vincent et al., 2011). Au début, la marge de manœuvre correspond à « la zone de tolérance » ou aux « degrés de liberté », dont dispose l'opérateur pour assurer le fonctionnement du système (Laville, 1976; Weill-Fassina & Valot, 1998). Puis cette définition a

évolué vers l'étude des périodes d'activité sans contrainte, la marge de manœuvre du travailleur se situe dans l'espace laissé libre par les contraintes du travail (Marquié, 1995). A partir des années 2000, « la marge de manœuvre a été définie comme étant la possibilité ou la liberté dont dispose un travailleur et qu'il utilise pour élaborer différentes façons de travailler afin de rencontrer les objectifs de production et ce, sans effet défavorable sur sa santé » (Flageul-Caroly, 2001, p. 87). Toutes ces définitions renvoient à la possibilité laissée par le système technique et l'environnement à l'individu, elles font référence à la « marge de manœuvre externe » (Coutarel et al., 2015). La marge de manœuvre externe fournie par l'organisation et l'environnement du travailleur, peut s'apparenter au concept d'environnement et d'organisation « capacitant » (Falzon, 2013). Dans cette approche de la marge de manœuvre, l'environnement, le système technique et l'organisation du travail doivent permettre à l'individu d'avoir les possibilités et les moyens de réaliser son activité.

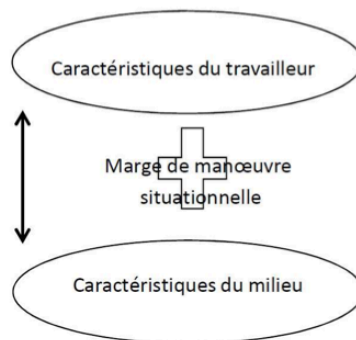
A l'opposé, certains auteurs proposent la notion de marge de manœuvre interne comme étant, cette fois ci, à l'initiative de l'opérateur (Coutarel & Petit, 2013; Coutarel et al., 2013; St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). Sa compétence, son expérience, ses relations, et l'ensemble de ses caractéristiques individuelles, lui permettent de développer des stratégies de réalisation allant jusqu'à la transformation de son milieu afin d'augmenter ses possibilités de réguler son activité (Flageul-Caroly, 2001). Cette vision peut être assimilée à la conception de l'homme comme un « sujet capable », acteur au quotidien de son travail et de sa sécurité (Falzon, 2013; Pastré, 2011; Rabardel, 2005; Vidal-Gomel & Delgoulet, 2016). D'après Rabardel en 2005 : « les acteurs disposent d'un ensemble de ressources qui sont constitutives de ses capacités d'agir (ce qu'il est capable de faire dans ses différents domaines d'activité), et de son pouvoir d'agir (ce qu'il est effectivement possible de faire compte tenu des capacités concrètes et singulières des situations dans lesquelles il réalise son travail et déploie son activité) » (Rabardel, 2005).

Enfin, les dernières recherches réalisées par Coutarel & al (2015) ne font plus cette dissociation ce qui permet de prendre en compte le système interne et externe dans sa globalité. Les caractéristiques de l'environnement/l'organisation et celles de l'individu sont mises en relation pour expliquer la régulation réalisée.

Dans ce rapport nous nous appuyons sur la notion de marge de manœuvre en situation de travail sans faire de dissociation entre les caractéristiques internes et externes de l'activité

(figure 8). Sur le plan de la prévention des risques, il est important d'articuler, sans dissociation, « avoir de la marge de manœuvre » qui sous-entend une adaptabilité réelle de l'environnement/l'organisation et « se donner de la marge de manœuvre » qui sous-entend une réelle capacité des individus à saisir cette adaptabilité en fonction des variabilités rencontrées (Morvan, Delecroix, & Quillerou-Grivot, 2015). Les marges de manœuvre « données » à l'opérateur par les caractéristiques du milieu et de son environnement, peuvent être plus ou moins investies par les travailleurs. L'inverse peut aussi être avancé, pour les marges de manœuvres « créées » par l'opérateur, en effet un environnement trop contraint et figé, ne pourra pas laisser les « compétences » et le « savoir-faire » de l'individu se développer pour rechercher de nouvelles stratégies de réalisation (Vézina, 2000, 2001). Mettre en relation l'apparition des TMS et le déficit de marge de manœuvre en situation de travail amène donc à envisager les TMS comme un symptôme d'une privation des possibilités de régulation de l'activité.

Figure 8 : La marge de manœuvre situationnelle (Coutarel & al, 2015, adapté de Coutarel & Petit, 2013)



L'activité étant irrémédiablement le fruit de la rencontre indissociable entre les caractéristiques de l'environnement et les caractéristiques de l'individu, il est donc judicieux d'approcher l'activité de travail sans dissocier la marge de manœuvre externe et interne. Les dernières recherches scientifiques en ergonomie ne font plus cette dissociation externe et interne et insiste sur le caractère situé de cette notion en utilisant le terme « marge de manœuvre situationnelle » (Coutarel & Petit, 2013). D'après ces auteurs « La marge de manœuvre situationnelle constitue l'espace de régulation de l'activité qui intervient à la rencontre entre un système de contraintes d'une part, et un individu d'autre part, dans une situation de travail donnée » (Coutarel & Petit, 2013. p.178).

Nous retenons la définition complétée en 2015 par Coutarel, Caroly, Vézina et Daniellou pour définir **la marge de manœuvre situationnelle comme étant « la possibilité pour l'opérateur, dans une situation précise, d'élaborer un mode opératoire (ou une stratégie de réalisation) efficient (c'est à dire efficace pour la performance et compatible avec la préservation de soi, voire le développement de soi par le travail) »** (Coutarel et al., 2015. p15). En d'autres termes, la marge de manœuvre situationnelle traduit la manière dont l'opérateur arbitre et digère les différentes formes de prescription en situation de travail et la manière dont l'environnement et l'organisation lui permet de digérer ces prescriptions. D'après Coutarel et al (2015), la marge de manœuvre situationnelle correspond à l'espace de régulation de la personne en activité de travail. Cet espace de régulation varie selon deux paramètres principaux, soit d'une part, le cadre de travail (tâches et exigences, conditions et moyens offerts par le milieu de travail, environnement social) et, d'autre part, les caractéristiques de la personne (Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; St-Vincent et al., 2011). Le concept de marge de manœuvre situationnelle est par exemple mobilisé pour mieux comprendre les mécanismes d'élaboration de la gestuelle au travail permettant de faire face aux caractéristiques des milieux et des individus en produisant des compromis compatibles avec la performance et la santé (Chassaing & Waser, 2010). Les compromis sont les choix réalisés durant l'activité pour gérer au mieux les exigences des tâches, les ressources (système et individu) et les aléas afin de satisfaire au mieux l'équilibre entre le maintien de la performance et de la santé (Caroly & Weill-Fassina, 2007; Flageul-Caroly, 2001; A Wisner, 1995; Wisner & Daniellou, 1996). Les compromis opératoires réalisés durant l'activité peuvent être assimilés aux mécanismes permettant à la marge de manœuvre des individus en situations de travail de se déployer pour permettre la régulation. La thèse de Coutarel (2004) reprenait déjà le lien entre la prévention des TMS et la marge de manœuvre en situation de travail : « le développement de la marge de manœuvre du travailleur, en favorisant l'expression d'une activité jusque-là contrariée, car enfermée dans des cadres prescriptifs trop rigoureux, est une ressource pour le développement de l'activité propre de ce travailleur. Il peut ainsi investir personnellement l'espace de l'imprévu et de la variabilité des situations de travail pour développer les stratégies de réalisation les plus adaptées à l'équilibre relatif de la santé et de la performance » (Coutarel, 2004, p. 162).

Face aux difficultés rencontrées durant son activité et face aux variabilités (environnement et individu) l'opérateur doit pouvoir réagir de manière adaptée. Coutarel & Petit (2013) soulignent la présence de plusieurs niveaux de marge de manœuvre situationnelle en précisant leurs effets :

- Niveau 1 : Si la marge de manœuvre situationnelle est importante, plusieurs stratégies de réalisation sont possibles, l'opérateur peut alterner et en inventer de nouvelles.
- Niveau 2 : Si elle est faible, l'éventail des modes opératoires possibles est très restreint, ce qui peut conduire à une hyper-sollicitation de certaines fonctions, à la présence d'activités empêchées, entraînant des détériorations du collectif, des difficultés d'amélioration de la performance et des atteintes possibles de la santé.
- Niveau 3 : Enfin, à l'extrême, si la marge de manœuvre situationnelle est absente on observe un échec quotidien dans l'atteinte des objectifs, même au prix d'une mobilisation coûteuse de la santé. L'absence de marge de manœuvre situationnelle étouffe l'activité mais aussi les possibilités même d'envisager la transformation des situations de travail.

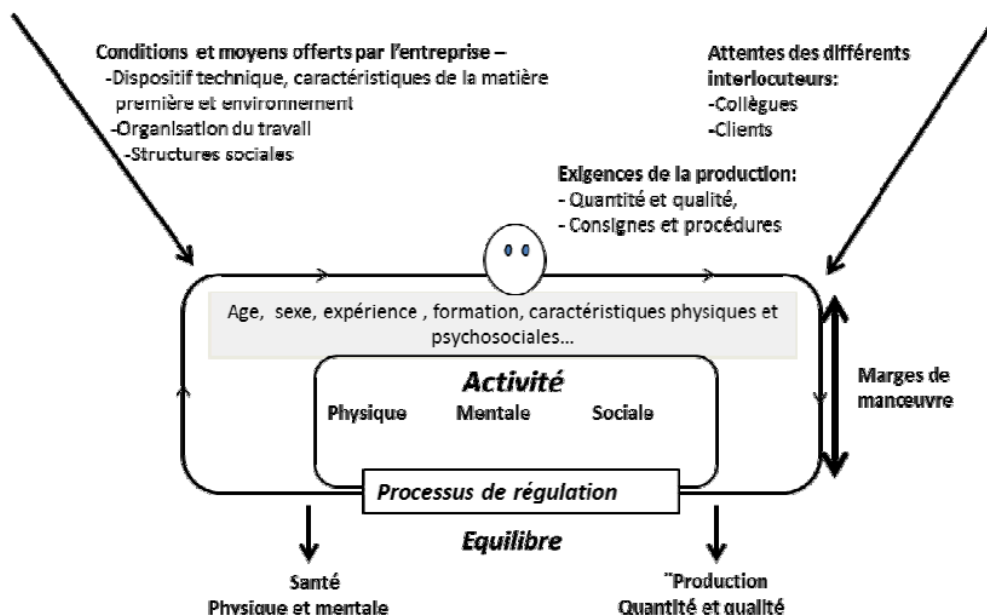
Ces 3 niveaux et leurs effets peuvent être proposés comme une méthode de recherche des situations critiques. En effet, la suffisance de MMS peut faire référence à la présence de plusieurs stratégies de réalisation sans effet défavorable, ni sur la santé et ni sur la performance (niveau 1). Le soupçon d'insuffisance MMS peut être considéré comme la présence d'un éventail de modes opératoires restreint avec de possibles conséquences sur la santé et/ou sur la performance (niveau 2). Enfin, l'insuffisance MMS peut faire référence aux situations, où les modes opératoires sont toujours identiques, avec des conséquences négatives sur la performance et sur la santé (niveau 3).

3.3. Le modèle de l'activité centré sur la personne en activité de N.Vézina (2001)

Les définitions utilisées dans ce rapport, pour présenter les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre en situations de travail, font directement référence au modèle de l'activité centré sur la personne en activité proposé par Vézina (2001). Ainsi, à partir du « schéma à 5 carrées » de Leplat and Cuny (1977), Vézina propose une vision « intégratrice » du modèle de survenue des TMS en se fondant sur ses propre travaux, ceux de Sauter and Swanson (1996), de Franchi (1997) et de (Guérin et al., 2006). Les TMS sont alors associés à

des formes d'organisation du travail ne permettant pas la construction des espaces utiles aux développements des gestes professionnels (stratégies de réalisation) compatibles avec la variabilité et la diversité des individus et des milieux.

Figure 9 : Modèle de compréhension de l'activité centré sur la personne en activité (Vézina, 2001)



Au centre de ce modèle, l'activité de travail de l'individu engagé est considérée comme « l'élément central organisateur et structurant les composantes de la situation de travail » (Guérin & col, 2006, p51). L'activité étant intimement liée à la personne d'après Wisner (1994), le rôle actif de la personne sur sa situation de travail est mis en avant. En activité, l'opérateur compose ainsi avec les différentes contraintes et ressources des situations de travail, pour répondre aux multiples enjeux du travail en termes de productivité, de qualité, de santé, de sécurité, etc. Il répond avec « tout son être » (St Vincent et al, 2011 p40), il s'engage et s'investit dans la réalisation de l'activité pour en limiter au mieux les conséquences sur sa performance et/ou sur sa santé.

Ce modèle est structuré par 3 catégories d'informations : déterminants, stratégies, effets. Ces 3 catégories d'information sont décomposées en 5 composantes présentées dans les parties suivantes (chapitre II.3.4). D'un côté, les déterminants internes et externes de l'activité, définis par l'interaction indissociable des caractéristiques de l'individu engagé et des caractéristiques de l'environnement et l'organisation du travail (Coutarel & Petit, 2013). L'interaction des



déterminants, placés dans un contexte de variabilités constantes (individuelles et environnementales), traduit la manière dont l'opérateur va faire face à l'activité en déployant une diversité de stratégies de réalisations. Enfin, les stratégies choisies auront des effets sur la santé de l'individu et sur la performance de la situation de travail.

Cibler le développement de la marge de manœuvre situationnelle, pour faciliter la régulation de l'activité, introduit d'une part, la dimension durable du rapport au milieu, et renforce d'autre part, l'enjeu de transformation des rapports humains dans le travail (Coutarel et al., 2015).

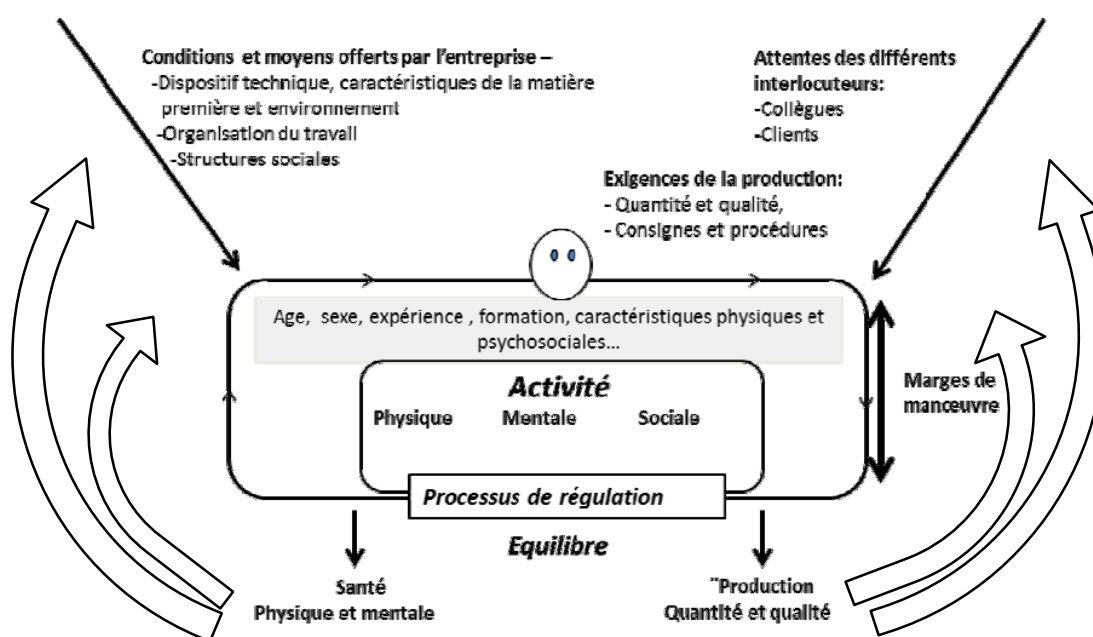
L'intervention ergonomique en prévention des risques TMS suggère une approche développementale des situations de travail (Falzon, 2013; Guérin et al., 2006; Laville, 1976). Les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre, reprennent ce principe en proposant le développement des stratégies de réalisation pour ainsi développer la santé des individus et leurs performances en situation de travail (Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; Flageul-Caroly, 2001). Cette approche de l'activité propose un changement de paradigme, il ne s'agit pas « seulement » de diminuer les contraintes, ou les expositions à certains facteurs de risque, comme cela est généralement proposé, mais de tendre vers une prévention par le développement des stratégies de réalisation des travailleurs, à partir du développement de leurs activités professionnelles (Coutarel & Petit, 2013). L'exploration des différentes stratégies opératoires offre une remise en question constructive et permanente des conditions de réalisation de l'activité.

Le périmètre conceptuel de la marge de manœuvre est la situation de travail, toujours spécifique et singulière, elle est le fruit de la rencontre entre les caractéristiques de l'individu et celles du milieu de travail concerné. Cette notion s'intègre dans un rapport actif au milieu, sur le long terme, construit dans et par le processus de configuration et de développement des situations de travail.

Dans une vision développementale, nous pouvons considérer qu'atteindre les objectifs de son employeur et ses propres objectifs a, en plus des conséquences la santé et la performance, un effet sur l'engagement de l'individu et sur l'activité de l'entreprise. D'un côté sur la personne, puisque le fait de répondre aux attentes, dans des conditions acceptables pour sa santé, peut apporter à l'individu encouragement et motivation. Il est certain que l'accomplissement d'une activité est l'occasion d'un apprentissage et que par son activité, l'individu développe de plus en plus ses compétences, ses habilités et son savoir-faire, qu'il pourra aussi partager avec d'autres

collègues. Ensuite du côté du milieu de travail, puisque l'atteinte des objectifs en maintenant la santé des travailleurs a, bien sûr, un impact sur les entreprises et leurs activités (ex : limitation de l'absentéisme, facilité de gestion du personnel, etc...). Cette idée a été reprise et développée par St-Vincent et al. (2011), qui proposent de compléter le modèle conceptuel de Vézina par des flèches de retour représentant les conséquences des conséquences de la régulation sur la personne et son environnement, pour insister sur le rapport développemental et durable (figure 10). Ce modèle est présenté ci-dessous.

Figure 10 : Les "conséquences" des conséquences de l'activité de la personne (modèle adapté de Vézina 2001 par St Vincent & Col, 2011).



Le travailleur mobilise, dans son activité, toutes les dimensions humaines : fonctions biologiques, cognitives, subjectives et sociales (Guérin et al., 2006). Ses mobilisations sont permises par rapport aux moyens et conditions de réalisation offerts par l'environnement/l'organisation du travail et par rapport aux capacités du travailleur. Les réponses de cette mobilisation s'expriment par le déploiement d'une diversité de stratégies de réalisations traduisant le principe de régulation déjà défini chapitre II.3.2.

La survenue des TMS peut alors être associée à l'échec des régulations, elles-mêmes en lien avec l'insuffisance de marge de manœuvre situationnelle des opérateurs, qui ne permet pas

d'atteindre les objectifs, sans effets négatifs sur la santé et la performance (Caroly et al., 2015; Cuny-Guerrier, 2017; Vézina, 2000).

3.4. Les composantes du modèle centré sur la personne et état des connaissances sur ces indicateurs

Comme mentionnée ci-dessus, le modèle de l'activité centré sur la personne de Vézina (2001) est constitué de 3 catégories d'informations que l'on découpe en 5 composantes détaillées ci-dessous.

- Catégorie 1 : les déterminants internes et externes :
Un déterminant est un élément de la situation de travail qui est à l'origine de la façon dont la personne pourra réaliser son activité (St-Vincent et al., 2011). Un déterminant est bien souvent lui-même déterminé par une série d'éléments qui constituent alors une chaîne de déterminants ou un ensemble de déterminants qui interagissent entre eux. On identifie des déterminants internes et externes (Coutarel & Petit, 2013; St-Vincent et al., 2011).
 - 1) **Composantes 1 : les déterminants internes** à l'individu représentent les caractéristiques propres du travailleur dans toutes ses dimensions. On identifie ici, par exemple, l'âge, le sexe, les capacités physiques de l'opérateur, l'historique et l'état des restrictions, les connaissances et compétences, la mobilisation subjective, l'expérience métier et expérience dans l'entreprise...etc.
 - 2) **Composantes 2 : les déterminants externes** à l'individu représentent les tâches et exigences, les conditions et moyens offerts par l'entreprise, et l'environnement social. Ils renvoient à la conception des moyens de travail, la nature des prescriptions, les règles métier offertes par le collectif, les recours offerts par l'organisation et les possibilités d'entraide entre collègues. Certains déterminants externes agissent sur l'activité de travail par la présence ou l'absence de choix que la personne aura lors de la réalisation de l'activité.
- Catégorie 2 : le processus de régulation résultant de l'interaction entre les déterminants internes et externes.
Cette composante du modèle de Vézina (2001) peut se résumer au « comment » de l'activité. On peut définir comment l'activité est réalisée en observant les stratégies de réalisation déployées, par l'individu, pour faire face aux contraintes et répondre au mieux aux objectifs, en utilisant les ressources disponibles.
 - 3) **Composantes 3 : les stratégies de réalisation** s'expriment dans l'activité par le développement de modes opératoires et de stratégies opératoires

adaptés aux différentes situations de travail et à leurs variations. On peut citer par exemple, le nombre de techniques de travail utilisées, les ajustements opératoires, l'utilisation des moyens disponibles, la possibilité d'ajuster les hauteurs de travail, l'entraide d'un collègue en cas d'imprévu, la possibilité de prendre des micros pauses ou de varier le rythme de travail. Ces exemples d'indicateurs permettent d'avoir des informations sur l'état de suffisance de marge de manœuvre en situation de travail, car ils représentent des informations sur les façons de réaliser l'activité, selon la variabilité des conditions de travail et des caractéristiques individuelles. D'un point de vue conceptuel, le processus de régulation est représenté par la diversité des stratégies de réalisations déployées par l'individu pour faire face aux contraintes de l'activité.

- Catégorie 3 : les effets directs de l'activité.

Les effets sont des informations de sortie de la régulation de l'activité. Les effets sont directement en lien avec la situation de travail. Si la marge de manœuvre en situation de travail est suffisante, la personne en activité réussit à maintenir un équilibre : elle demeure en santé dans le sens de bien-être général et remplit des tâches de manière adaptée à la demande. Cet équilibre est fragile, et peut, en cas d'insuffisance de marge de manœuvre situationnelle avoir des conséquences négatives, sur la santé du travailleur, sur sa performance ou sur les deux. Le caractère direct des effets insiste sur les conséquences d'une situation particulière et unique dans une approche situationnelle.

4) **Composantes 4 : les effets directs sur la santé** font référence aux conséquences directes d'une situation particulière et unique sur l'état interne de l'individu. La santé est définie par l'OMS comme un état de bien-être complet physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité (OMS, 1946).

5) **Composantes 5 : les effets directs sur la performance** sont utilisés, de manière générale, pour faire référence au niveau de production réalisée par l'individu. En fonction des contextes professionnels la performance peut être définie par la qualité, la fiabilité, le rendement, la maintenance, la satisfaction du client, la productivité, la créativité (etc.) et en fonction de ce qui importe à l'opérateur (compte tenu de ce qui lui est demandé et de ce qui lui paraît positif pour la performance) (Coutarel et al., 2015).

Pour les indicateurs, associés à chacune des composantes du modèle, nous avons recherché, dans la documentation scientifique, les éléments permettant de caractériser les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre situationnelle. Après plusieurs recherches bibliographiques autour du modèle original de N.Vézina et des publications associées, nous n'avons pas trouvé de listing clair et complet permettant de caractériser l'ensemble des

indicateurs du modèle (Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; Major & Vézina, 2015; St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). Cependant, grâce aux applications de ce modèle, dans différents domaines en prévention des TMS, comme la réadaptation au travail, la conception de système de production, ou le management de proximité, nous avons pu lister plusieurs indicateurs permettant de représenter chacune des composantes du modèle centré sur la personne. En effet, à partir de la documentation scientifique, qui traite des notions étudiées, nous avons identifié des études cherchant cette objectivation, comme celle de Durand et al. (2009), de Cuny-Guerrier (2017) de Lux et al. (2017), de Coutarel et al. (2003) et Major and Vézina (2015, 2016).

L'inventaire d'indicateurs, réalisé par Durand et al (2009) apparaît être le plus complet identifié dans la littérature scientifique. Les études effectuées, dans le cadre de la réadaptation au travail par Durand et ses collaborateurs (2009), présentent une énumération d'indicateurs utilisés pour représenter les 5 composantes du modèle (Durand et al., 2009; Durand et al., 2008; Durand et al., 2016; Major & Vézina, 2015).

Pour la composante des déterminants externes, on retrouve par exemple, le niveau et la qualité de l'environnement et l'organisation de travail ; le niveau d'entraide formelle et informelle de ces collègues ; les attentes de l'employeur (production exigée, polyvalence, heures supplémentaires et disponibilité); les conditions de réalisation de l'activité (moyens, outils et possibilités d'avoir de l'aide, de prendre des pauses, de modifier certains paramètres de l'environnement), et enfin par le type d'encadrement (Durand et al, 2009. p197-199).

Pour la composante des déterminants internes nous avons identifié dans cette étude de Durand plusieurs exemples d'indicateurs suivants : les représentations du travailleur sur soi, sur ses capacités, sur sa santé et son traitement, sur la valeur donnée au travail, sur les exigences et demandes perçues, sur la qualité des interactions au travail, sur son niveau de satisfaction au travail ou encore sur son efficacité dans la réalisation de l'activité demandée. On identifie aussi les capacités du travailleur en termes de capacité physique (endurance, résistance, force...), de capacité cognitive (savoir-faire, compétences techniques...), sa capacité à s'ajuster et enfin les conditions de vie hors travail comme, le soutien et l'encouragement de sa famille et ses proches, le niveau d'importance des relations hors travail, l'avantage socio-économique de la situation de travail ou encore la qualité des relations interpersonnelles en général.

Pour la composante du processus de réalisation, on retrouve la description de l'activité et des risques associés ; les ajustements réalisés durant l'activité comme l'utilisation des moyens disponibles, les changements de posture, les actions non réalisées, les possibilités de gestion de la douleur, le niveau d'adaptation des stratégies de réalisation par rapport à celles prescrites, l'adaptation du comportement par rapport à la culture de l'entreprise, la variabilité du rythme et les possibilités d'inverser l'ordre de certaines tâches.

Enfin pour les composantes d'effets sur la santé et sur la performance les informations importantes sont le respect des objectifs de production en termes de temps, de qualité, de quantité et les indicateurs de santé comme la douleur et les symptômes (intensité, fréquence), le sommeil (qualité, quantité), la présence de nouvelles douleurs, la prise de médicaments (quantité, fréquence et nature) et enfin le niveau de stress perçu.

Les indicateurs du modèle de Vézina, présentés dans les autres études, cités et non listés par exemple Durand et al. (2009) sont présentés ci-dessous. On retrouve, par exemple, les études menées dans le domaine du management de proximité et la prévention des TMS (Cuny-Guerrier, 2017; Cuny-Guerrier et al., 2015). Dans la thèse de Cuny-Guerrier (2016) et les articles associés nous avons identifié certains indicateurs ayant un rôle sur la régulation et la MMS. Nous pouvons citer plusieurs indicateurs comme par exemple : la position de l'encadrant dans l'entreprise, sa posture d'encadrant et ses caractéristiques individuelles. On identifie aussi les caractéristiques collectives comme l'entraide, le partage de connaissances et de savoir-faire. Pour les caractéristiques organisationnelles les indicateurs représentés sont la tolérance de l'organisation vis-à-vis des stratégies développées par les encadrants de proximité pour aider l'individu à la réalisation des objectifs. Enfin cette étude présente la capacité de l'encadrant à mobiliser l'organisation en cas de dysfonctionnement du système ou lors d'apparition de douleurs pour le travailleur comme étant aussi des indicateurs représentatifs du modèle de l'activité centré sur la personne (Cuny-Guerrier, 2017; Cuny-Guerrier et al., 2015; Cuny-Guerrier, Caroly, Coutarel, & Aublet-Cuvelier, 2016, 2018).

Dans l'étude de Major & Vézina (2016), plusieurs indicateurs sont présentés, suite à une étude réalisée en prévention des TMS chez des travailleuses saisonnières (Major & Vézina, 2016). On retrouve les caractéristiques sociodémographiques comme l'ancienneté, le parcours professionnel ou encore la situation familiale. On trouve aussi les caractéristiques du travail réel comme la polyvalence, les exigences de productions, les moyens à disposition, ou encore les

horaires de travail. Nous avons aussi identifié les caractéristiques de l'organisation du travail comme la rotation, la planification, et la gestion des horaires. Enfin, l'état de santé du travailleur est représenté par des indicateurs comme les symptômes et douleurs, les arrêts de travail pour blessure ou maladie professionnelle (Major & Vézina, 2016). L'étude de Lux et ses collaborateurs (2017) dans le domaine de la prévention des TMS et de la conception des systèmes de productions, présente plusieurs caractéristiques permettant à l'individu d'avoir plus de marge de manœuvre situationnelle lors de la réalisation de l'activité, en effet d'après cette étude les postes de travail doivent pouvoir être « adaptables » par l'individu en fonction des variabilités (internes et externes). Ces études mettent en évidence l'intérêt d'étudier les usages des futurs opérateurs et d'en comprendre les conséquences sur la performance et la santé, par des simulations dès la conception des futures situations de travail (Lux et al., 2017). Enfin, l'étude en prévention des TMS, réalisée par Coutarel et al. (2003) sur la conception et le fonctionnement de l'organisation du travail, face à la rotation des salariés aux différents postes de travail présente elle aussi des indicateurs permettant la caractérisation des notions étudiées. On identifie par exemple, la polyvalence du travailleur, sa participation à la conception et sa formation ; le dimensionnement des postes ; ou encore la maîtrise des cadences et du rythme de travail.

Tous les indicateurs listés de manière exhaustive, à partir de la littérature, sont utilisés comme point de départ de notre volonté d'objectiver la marge de manœuvre situationnelle.

Dans l'étude menée chapitre VI, les 5 composantes du modèle de l'activité centré sur la personne, ont fait l'objet d'une objectivation par la création d'un ensemble d'indicateurs (article 1 chapitre VI). En effet, au cœur de cette thèse, nous avons sélectionné 49 indicateurs représentant la régulation et la marge de manœuvre situationnelle à partir de la documentation scientifique (Coutarel et al., 2003; Cuny-Guerrier, 2017; Durand et al., 2009; Lux et al., 2017; Major & Vézina, 2015; S. R. Stock et al., 2018; J.-F. Thibault et al., 2012; Tomás & Fernandez, 2015). La méthode de sélection des indicateurs est présentée pour comprendre comment, dans ce rapport, nous sommes passés de l'approche conceptuelle de la régulation de l'activité et de la MMS à la mesure de l'état de suffisance MMS dans le cadre de l'évaluation du risque TMS. Une fois le listing large réalisé, nous avons organisé une journée d'étude dédiée, avec la participation d'un enseignant chercheur en ergonomie et biomécanique de l'UTBM (Mohsen Zare) et d'une doctorante en ergonomie (Nahed Memmi). Cette journée d'étude, a permis le

regroupement et la reformulation des indicateurs les plus pertinents. Pour chaque indicateur présélectionné dans la littérature scientifique, les 3 chercheurs ont fait référence à leurs expériences pour identifier des exemples d'indicateurs pouvant servir à objectiver la marge de manœuvre en situation de travail. Un débat ouvert est réalisé pour chaque indicateur listé pour évoquer des exemples rencontrés lors de nos diverses interventions. Lorsqu'un consensus émerge sur la formulation de chaque indicateur, il était, soit intégré à la liste finale, soit mis de côté car estimé trop large, trop prescrit, déjà mentionné ou non pertinent. 49 indicateurs issus des 5 composants du modèle de Vézina sont alors proposés comme étant représentatifs de la régulation et la marge de manœuvre en situation de travail. Ces indicateurs sont repris dans le tableau 1 ci-dessous et dans l'étude présentée Chapitre VI.

Tableau 1: Liste des indicateurs représentatifs du modèle de l'activité centré sur la personne (Vézina, 2001)

Composantes de la situation de travail	Caractéristiques de informations	Les indicateurs des déterminants de la régulation et de la marge de manœuvre situationnelle
Déterminants externes	Contexte et organisation globale du travail	<i>Indicateur des déterminants externes :</i> - Niveau de qualité du climat de travail - Niveau de soutien (formel et informel) de ses collègues - Nombre de comportements favorables de l'employeur - Niveau/qualité de l'organisation du travail
	Exigences : attente de l'employeur	<i>Indicateurs des déterminants externes :</i> - Niveau de polyvalence - Niveau de production (délais /quantité /qualité) - Nombre d'heures supplémentaires demandées - Niveau de mobilité demandée - Niveau de disponibilité demandée
	Moyen possibilités organisationnelles et matérielles	<i>Indicateurs des déterminants externes :</i> - Possibilité : d'avoir de l'aide (nombre, nature) et de prendre des pauses (nombre, longueur, moment) - Ratio du nombre de modifications de l'environnement réalisées par rapport à celles demandées - Niveau de flexibilité de l'horaire de travail - Niveau d'encadrement du travailleur par son supérieur - Disponibilité d'équipements de travail adaptés (nombre, qualité, accessibilité)
Déterminants internes	Représentation du travailleur	<i>Indicateurs des déterminants internes :</i> - De sa lésion/de la maladie/de la santé/valeur accordée au travail - Du traitement en cours ou de son histoire pathogène - De son travail : niveau d'exigence perçu et niveau de qualité des interactions avec employeur/collègues - Du niveau de satisfaction de ses attentes de performance - Du niveau du sentiment d'efficacité personnelle
	Capacité du travailleur	<i>Indicateurs des déterminants internes :</i> - Niveau de capacité physique (ex; endurance, résistance, précision, force de récupération) - Niveau de bénéfice socio-économique de la situation de travail - Niveau de capacité cognitive (ex: compétence technique) - Niveau de capacité d'autorégulation (reconnaître/analyser)
	Situation de vie du travailleur	<i>Indicateurs des déterminants internes :</i> - Niveau de soutien et d'implication des proches - Niveau d'importance des relations des proches/famille pour le travailleur - Niveau de stress lié à la situation familiale - Niveau de qualité des relations interpersonnelles en général
Processus de réalisation	Contraintes de l'activité	<i>Indicateurs du processus de régulation (contraintes) :</i> - Niveau de pénibilité des tâches (ex: importance de l'effort cardio-vasculaire) - Nombre et importance des facteurs de risques (tonnage, mouvement rapide et répétitif, postures contraignantes, etc)
	Stratégies de régulation du travail (gestion des ressources de l'activité)	<i>Indicateurs du processus de régulation (ressources) :</i> - Utilisation des moyens disponibles (nombre, moment durée des stratégies utilisées) - Nombre de changements de postures (moment et durée) - Nombre d'opérations non réalisées reliées à des craintes spécifiques - Nombre de techniques de gestion de la douleur - Nombre de stratégies de gestion de l'énergie utilisée (prévention de la fatigue excessive) - Nombre de techniques de travail utilisées - Niveau d'adaptation des techniques de travail - Niveau/nombre de comportements de conformité en milieu de travail (ex: ne pas utiliser l'aide technique...) - Nombre de modifications du rythme/cadence de travail - Nombre d'ajustements concernant l'organisation des tâches (ex: possibilité de terminer plus tard/commencer en avance)
Effet de la situation de travail	Santé	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> - Niveau de douleur - Niveau/quantité de sommeil - Nombre de symptômes autres que la douleur (ex: sensation de lourdeur, engourdissement, crampes) - Présence d'une nouvelle lésion - Quantité de médicaments - Niveau de stress perçu
Effet de la situation de travail	Performance	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> - Durée - Respect des délais - Quantité des produits réalisés - Qualité de produits réalisés



3.5. Propositions d'améliorations pour identifier les situations critiques à partir du jugement de la suffisance MMS

La modèle de Vézina (2001) a, au départ, été développé pour l'intervention. Dans ce domaine l'objectif est de mener une intervention pour rechercher les pistes d'actions et de transformations. D'après Coutarel et al (2015, p23), « le développement (même modeste) de la marge de manœuvre en situations de travail constitue une condition du développement de l'activité ». Cibler les déterminants de l'activité, pour pouvoir modifier l'activité, doit être un objectif de l'intervention ergonomique. Ces interventions complexes issues du champ de l'analyse de l'activité sont coûteuses en temps et en ressources pour l'organisation du travail. Leurs démarches d'analyse détaillée des conditions de réalisation de l'activité, permettent d'avoir des informations sur le niveau de régulation de l'activité et les déterminants internes et externes de l'activité ayant un rôle sur cette régulation. Intervenir sur les déterminants de la régulation nécessite toute l'attention de l'intervenant pour déployer une analyse fine du travail (Albert et al., 2017; Coutarel et al., 2005; St-Vincent et al., 2011). Le recours aux méthodes d'analyse de l'activité est essentiel pour décrire des phénomènes de l'ordre du micro. La question centrale, que l'ergonome devra renseigner, lors de son intervention, est : quel est le niveau de marge de manœuvre situationnelle et quels sont les déterminants impactant la régulation ? L'étude du niveau de marge de manœuvre situationnelle et du rôle des déterminants sur la régulation par l'intermédiaire de l'intervention ergonomique, est aujourd'hui l'une des pistes de développement.

Dans cet objectif d'intervention Coutarel et al. (2015) précisent que « Sur le plan technique, il n'est pas simple de quantifier la marge de manœuvre situationnelle ». Plusieurs questions sans réponses sont soulevées par cette question. Quelles unités ? Quelles prédictibilité et fiabilité ? Comment la représenter ? Comment l'illustrer et permettre à chacun de s'en faire une représentation ?

Lors de la phase initiale d'évaluation du risque d'apparition des TMS, l'ambition de connaître le niveau de marge de manœuvre, par l'étude des déterminants, n'est pas envisageable conceptuellement car trop complexe. En effet, l'analyse ergonomique du travail, qui identifie les déterminants sur lesquels agir, n'est pas l'objet de l'évaluation du risque, même si un certain nombre d'outils simples dits « d'évaluation des risques » explorent quelques déterminants (article 1 Chapitre V). Prendre en compte les déterminants de l'activité, sous-entend que l'on peut définir au départ, leurs nombres et leurs natures. Cela implique une prise en compte des déterminants des déterminants (quelques fois éloignés dans le temps et dans l'espace), cela implique aussi une compréhension de l'interaction complexe des déterminants entre eux ou encore du rôle et des conséquences de la variabilité (production et individuelle) sur ces déterminants.

Pour l'évaluation du risque d'apparition des TMS et le ciblage des situations critiques, l'ambition est d'objectiver l'état de suffisance de la marge de manœuvre en situation de travail. La suffisance de marge de manœuvre situationnelle, le soupçon d'insuffisance ou l'insuffisance doivent pouvoir être définis de manière simple et rapide, dès la phase initiale d'évaluation du risque TMS. Sous-entendu, la suffisance de marge de manœuvre situationnelle permet à l'individu de réguler son activité de manière adaptée. Alors que l'insuffisance conduit à un échec de la régulation de l'activité avec des possibles conséquences sur la santé et/ou la production.

Pour déterminer l'état de suffisance de marge de manœuvre situationnelle, nous nous appuyons sur les indicateurs associés aux 3 composantes de la MMS dans le modèle de Vézina (2001). **Seuls, les indicateurs associés aux composantes du processus de réalisation et aux effets directs sur la santé et la performance, sont proposés afin d'explorer l'état de suffisance MMS** (article 2 chapitre VII). Ces 3 composantes, les plus faciles à étudier⁹,

⁹ Les indicateurs de régulation, d'effets directs sur la santé et sur la performance semblent « les plus faciles » à objectiver, car ces composantes sont le résultat de rencontre complexe entre les déterminants internes et externes. Cette rencontre constitue l'activité dans toute sa complexité. Le résultat de cette rencontre se traduit par les stratégies de réalisation (indicateurs de régulation) déployées par l'individu et par leurs effets sur la santé et la performance (indicateurs d'effets directs).

permettent de comprendre comment les individus font face aux contraintes de l'activité, tout en préservant (voire en développant) leurs performances et leurs santés.



SYNTHÈSE CHAPITRE II :

Ce chapitre présente l'état des connaissances scientifiques sur l'évaluation du risque TMS réalisé dans le but de rechercher les situations les plus à risques sur lesquelles intervenir. Cette phase est actuellement effectuée avec l'aide d'outils simples d'évaluation type check-list, (auto)-questionnaire ou outils créés en interne aux entreprises. Ces outils simples orientent les préventeurs vers certaines caractéristiques considérées comme à risque par les concepteurs d'outils. Le nombre et la nature même des informations prises en comptes sont variables d'un outil à l'autre avec une composante commune sur le champ de la biomécanique. L'origine, la composition et les critères d'utilisation des outils simples étudiés dans ce rapport sont analysés à partir des articles princeps publiés par les concepteurs d'outils.

Ces outils simples sont remis en cause à partir de la divergence des critères intrinsèques aux outils simples et à partir de la différence des critères d'usage. Les critères de comparaison présentés dans les revues scientifiques d'outils sont représentatifs des difficultés rencontrées lors du choix de l'outil simple. En plus des divergences dans la composition même des outils simples, leurs utilisations en entreprise sont différentes. La variabilité des résultats de ces outils simples est montrée dans ce chapitre pour présenter les difficultés rencontrées par les préventeurs, lors de l'utilisation de ces outils simples. Cette variabilité des résultats constitue un biais lors du choix des situations critiques. Ainsi, la sélection des postes critiques par l'intermédiaire de ces outils simples est remise en cause.

Les nouvelles connaissances de l'intervention en ergonomie proposent de nouvelles perspectives en prévention des TMS que nous proposons d'adapter à la phase d'évaluation du risque actuellement réalisée avec les outils simples. Le modèle de l'activité centré sur la personne de Vézina (2001) développé pour aider les ergonomes lors des interventions en prévention des TMS est présenté dans ce chapitre et adapté à la phase de recherche des situations critiques. Le caractère innovant de cette approche permet de comprendre ce que la régulation et la marge de manœuvre situationnelle peuvent apporter à la phase d'identification des risques de TMS sur les situations de travail. L'approche développementale, situationnelle et contextuelle de la marge de manœuvre permet un changement de paradigme. En effet, ces nouvelles connaissances invitent à une amélioration de la phase d'évaluation du risque TMS en passant d'une évaluation des contraintes, à une approche globale des situations, par la mise en relation des contraintes et des ressources de l'activité, pour comprendre comment les individus font face à l'activité et quels en sont leurs effets.

L'approche de la marge de manœuvre situationnelle dès les phases d'évaluation du risque TMS est un complément à l'approche actuelle des expositions aux risques. La prise en compte de l'état de suffisance de MMS permettant à l'individu de réguler son activité de manière adaptée, est un indicateur sur le risque d'apparition des TMS. La suffisance, le soupçon d'insuffisance et l'insuffisance MMS permettent la recherche des situations critiques. Pour finir ce chapitre nous présentons quelles sont les composantes MMS et les indicateurs associés proposés pour pouvoir identifier les situations critiques lors de la phase initiale des démarches de prévention des TMS.



Chapitre III : Problématiques, objectifs et hypothèses de recherche

La demande émane de l'entreprise John Deere, des laboratoires Ester et Acté et concerne la prévention des TMS et plus particulièrement l'utilisation des outils simples d'évaluation du risque d'apparition de TMS, lors du ciblage des situations critiques. Cette demande est apparue car les outils simples d'évaluation du risque sont remis en question du fait des évolutions du travail dans les entreprises et de l'enrichissement du modèle explicatif des TMS. D'autre part, la thèse de Zare (2015), a notamment montré les difficultés d'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS, du fait de la variabilité de leurs résultats et des difficultés de prise en compte de la diversité des stratégies de réalisation.

Les entreprises s'appuient sur les acteurs de leur organisation, pour mener leur politique de prévention des TMS. « *Le concepteur, le préventeur, l'ergonome et le médecin du travail ont besoin d'outils pour alimenter leur réflexion sur le bien-fondé d'un projet. Ne pouvant pas tout connaître, ils sont obligés d'avoir recours à des données de références établies à partir d'observation de l'homme en activité* » (Monod & Kapitaniak, 2003). Les outils simples d'évaluation du risque sont utilisés pour identifier les situations de travail les plus critiques et pour orienter les démarches de prévention. Les outils simples se concentrent sur l'identification des expositions des travailleurs pour établir un niveau de risque d'apparition de la pathologie et hiérarchiser les situations problématiques. Cette approche centrée sur les expositions aux facteurs de risque, essentiellement biomécanique, montre des limites qui constituent le point de départ de ce projet de recherche. La variabilité des résultats de ces outils et les difficultés rencontrées par les préventeurs lors de leurs utilisations ont entraîné une remise en question de la pertinence des outils simples.

Ce questionnement sur la pertinence des outils simples est réalisé dans une perspective d'ergonomie développementale où les TMS sont considérés comme une conséquence possible des formes d'organisation du travail, ne permettant pas aux opérateurs de réguler l'activité de travail (Leplat, 2006; Major & Vézina, 2015; Vézina, 2001). La marge de manœuvre

situationnelle est apparue comme une nouvelle approche nécessaire à l'élaboration de plusieurs modes opératoires qui seraient utiles à l'atteinte des objectifs de performance tout en respectant les différentes dimensions qui composent l'activité de l'homme au travail (biomécanique, cognitif et psychique) (Coutarel, 2015). La mise en relation des contraintes et des ressources de la situation de travail doit permettre aux travailleurs de développer plusieurs stratégies de réalisation pour faire face aux expositions, sans effet négatif sur la performance et sur la santé. Nous nous interrogeons sur l'intégration de ces nouvelles connaissances sur la MMS à la phase d'évaluation du risque TMS pour améliorer la recherche des situations critiques qui est actuellement réalisée avec des outils simples.

La marge de manœuvre situationnelle est proposée, dès les phases initiales des démarches de prévention, pour appréhender les stratégies de réalisation, les effets directs sur la performance du système productif et sur la santé des individus. L'état de suffisance MMS fournit des informations permettant aux préventeurs de préciser l'identification des situations critiques en complément des outils simples d'évaluation des risques.

Les études scientifiques portant sur la prévention des TMS sont bien documentées. Ces études portent d'une part sur les outils d'évaluations du risque TMS et l'enrichissement du modèle explicatif des TMS, et d'autre part, sur le rôle et la caractérisation de la régulation de l'activité et la marge de manœuvre situationnelle dans la prévention des TMS (Chapitre II). A contrario, on retrouve une absence de documentation scientifique sur la prise en compte des nouvelles connaissances sur la marge de manœuvre situationnelle par les outils simples d'évaluation du risque TMS. Nous n'avons pas retrouvé d'étude scientifique qui porte sur l'intégration des nouvelles connaissances par les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples, ni sur leurs utilisations comme moyen d'identifications des situations critiques lors de la prévention des TMS.

Dans cette logique nous nous interrogeons sur les difficultés d'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS lors des phases initiales des démarches de prévention et sur l'intégration des connaissances issues du champ de l'analyse de l'activité sur la régulation et la marge de manœuvre en situation de travail dès la recherche des situations critiques. Cette problématique s'appuie sur 6 questions spécifiques qui retracent la logique de nos interrogations :

- Quelles orientations les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS donnent-ils aux préventeurs et quelles sont les difficultés d'utilisation des résultats des outils simples ?
- Quels indicateurs peuvent être utilisés pour caractériser les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre en situation de travail ? Et quels indicateurs peuvent être proposés pour étudier l'état de suffisance MMS ?
- Les indicateurs identifiés comme représentatifs de la MMS sont-ils pris en compte par les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS ?
- Le déploiement d'outils simples d'évaluation du risque TMS et l'exploration des indicateurs MMS sur un échantillon de situation de travail permet-il d'avoir le même jugement du risque d'apparition d'un TMS ?
- La suffisance, le soupçon d'insuffisance ou l'insuffisance MMS apportent-ils des informations autres que celles des outils simples d'évaluation du risque actuellement utilisés lors de l'identification des situations critiques dans l'apparition des TMS ?
- Comment développer un questionnaire spécifique sur les indicateurs MMS pour pouvoir, à court terme, estimer la suffisance MMS lors de la recherche des situations critiques, et à moyen terme réaliser des études épidémiologiques sur le lien entre l'insuffisance MMS et l'apparition d'un TMS ?

L'objectif général de la thèse porte sur l'intégration des nouvelles connaissances permettant de caractériser la régulation de l'activité et la marge de manœuvre situationnelle par les outils simples d'évaluation du risque TMS. On se place dans le cadre du ciblage des situations critiques réalisées lors des démarches initiales de prévention des TMS.

Les objectifs spécifiques de cette recherche sont d'analyser :

- les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS ;
- les indicateurs représentatifs des notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre situationnelle ;
- la place des indicateurs de la régulation de l'activité et de la marge de manœuvre situationnelle dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples ;
- la différence d'appréciation du risque TMS avec les outils simples d'évaluation du risque et l'exploration des indicateurs de la marge de manœuvre situationnelle ;
- les perspectives d'amélioration concernant l'identification des situations critiques réalisées lors de la phase d'évaluation du risque d'apparition d'un TMS en proposant la prise en compte de certains indicateurs permettant d'estimer l'état de suffisance MMS.

Pour répondre à ces objectifs nous soutenons l'idée qu'en cherchant à estimer l'état de suffisance de la marge de manœuvre situationnelle dès la phase initiale de la démarche de prévention des TMS, les préventeurs pourront améliorer le ciblage des situations critiques et concentrer les efforts de prévention sur certaines situations de travail considérées comme les plus à risque.

Ce rapport soutient 4 hypothèses qui sont testées dans le cadre de plusieurs expériences menées au courant des 4 ans du projet de recherche. Chacune des parties du rapport tente d'apporter des éléments de compréhensions aux hypothèses présentées ci-dessous.

Hypothèse 1 :

la divergence d'orientation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation et la diversité des critères d'usage génèrent de la variabilité dans leurs résultats qui est à l'origine des difficultés rencontrées par les préventeurs lors de la phase d'évaluation du risque TMS.

Hypothèse 2 :

les connaissances issues du champ de l'analyse de l'activité sur la régulation et la marge de manœuvre en situation de travail ne sont pas prises en compte par les modèles théoriques

sous-jacents aux outils simples d'évaluation des risques TMS actuellement utilisés dans les entreprises.

Hypothèse 3 :

les indicateurs MMS proposés pour statuer sur la suffisance, le soupçon d'insuffisance et l'insuffisance de marge de manœuvre lors de la phase initiale d'évaluation du risque TMS, apportent d'autres informations utiles et complémentaires aux outils simples d'évaluation du risque TMS.



Chapitre IV : Méthodologie

Ce chapitre se compose de 3 parties qui, dans un premier temps, retracent les partenaires du projet, puis qui présentent rapidement les conditions d'étude terrain et l'accès aux données de l'entreprise John Deere Orléans-Saran (France, dép. 45) et enfin qui présentent l'articulation des articles publiés et intégrés à ce rapport final. Chaque article publié tente de respecter une logique de démonstration qui nourrit la logique générale du rapport.

1. Contexte, partenaires et terrain d'étude

Le doctorant a identifié les laboratoires scientifiques Ester et Acté, l'entreprise John Deere et des financeurs intéressés par la thématique de travail pour réaliser ce projet de recherche. Le projet doctoral est financé de septembre 2014 à septembre 2017 par l'Association Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre d'une Convention d'Industrialisation de Formation par la Recherche en Entreprise (CIFRE). Une collaboration entre l'entreprise John Deere Orléans-Saran et les laboratoires de recherches ESTER (Epidémiologie en Santé au Travail et Ergonomie) et ACTÉ (Activité, Connaissance, Transmission et éducation) a été mise en place pour ce projet.

L'entreprise John Deere est le terrain d'étude du projet de recherche. Ce site industriel est situé dans le Loiret (dép.45), il produit et assemble des moteurs diesels d'engins non routiers (engins agricoles, engins BTP, groupes électrogènes ou encore engins marins). Le groupe John Deere est implanté dans 36 pays et emploie plus de 56 000 personnes dans le monde, dont 1370 en France avec un chiffre d'affaire de 26,64 milliards de dollars en 2016 lui permettant de se placer comme un des leaders mondiaux du marché dans plusieurs domaines d'application (espace vert, BTP). Le site de production d'Orléans-Saran, créé en 1963, est l'un des 6 sites de la branche Moteur. 750 salariés permanents et environ 200 intérimaires fabriquent et commercialisent de 50 à 60.000 moteurs diesels 3, 4 et 6 cylindres, de 36 à 224KW (48-275ch) par an. La grande diversité des moteurs produits comprenant plus de 350 options différentes est l'une des forces du site de production d'Orléans-Saran. On compte sur le site de production d'Orléans-Saran, un secteur de recherche et développement en lien avec les produits fabriqués, un secteur d'usinage de pièces consacrées à la préparation des pièces maitresses d'un moteur

(culasse, bloc, vilebrequin et bielle), un secteur d'assemblage, un secteur d'essai des moteurs et un secteur d'emballage de pièces détachées. Le secteur de fabrication et celui de l'assemblage moteur sont situés sur le même lieu facilitant le lien entre la préparation des pièces et l'assemblage du moteur. Le secteur de préparation des pièces détachées est un secteur d'activité important qui trie, emballe et expédie des pièces moteur, pour échange ou problème de qualité. Le secteur d'essai moteur permet une vérification des puissances moteur, tout en limitant les risques liés à la qualité. Enfin plusieurs secteurs administratifs permettent la gestion des finances et la commercialisation des produits. Les secteurs d'usinage, d'assemblage, d'essai moteur et d'emballage de pièces détachées ont constitué le terrain de ce projet de recherche.

Les laboratoires de recherches Ester et Acté, affiliés à ce projet doctoral, sont respectivement rattachés à l'université de médecine d'Angers et à l'université STAPS de Clermont Ferrand. Le laboratoire Ester, support principal de ce projet, est une équipe de l'institut de recherche en santé environnement travail (Irset), labélisé Inserm. Cette équipe de recherche regroupe des chercheurs issus de disciplines différentes sur le champ de la santé au travail, notamment dans le domaine des TMS. Ce projet doctoral contribue à l'apport de connaissances sur l'un des axes de recherche du laboratoire : la recherche étiologique sur les déterminants professionnels et sur l'évaluation des expositions professionnelles (« ergo-expologie »). Le laboratoire Acté, lui aussi acteur du projet, réunit principalement des chercheurs pluridisciplinaires sur l'étude de l'activité humaine et l'apprentissage. Cette équipe de recherche poursuit deux visées complémentaires, épistémique et transformative. Il s'agit de mieux comprendre l'expérience et l'activité des acteurs et d'aider pratiquement à leurs développements personnels et professionnels.

Ce projet doctoral bénéficie de l'expérience des deux laboratoires de recherche, d'un côté, sur les connaissances étiologiques des TMS et les outils épidémiologiques associés comme les outils d'évaluation du risque, et d'un autre, sur les connaissances sur l'activité effective et située notamment avec les connaissances sur les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre situationnelle.

2. Stratégies de recherche et articulation du rapport

A la suite du chapitre I présentant le contexte scientifique de l'étude, du chapitre II qui retrace les informations théoriques sollicitées à propos des outils simples et des notions de régulation et

de MMS, et du chapitre III présentant le questionnement et les hypothèses, nous présentons 2 expériences, chapitre V et VI publiées et réalisées durant ce projet de thèse. Le format thèse-article utilisé dans ce rapport doit permettre aux lecteurs de comprendre l'articulation des articles publiés avec la logique générale du rapport. Ainsi pour répondre aux problématiques soulevées, nous articulons les informations issues de la théorie sur les outils simples et les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre situationnelle, pour introduire les articles publiés.

La première étude présentée au chapitre V, permet de comprendre d'un point de vue théorique quelle est la place actuelle des indicateurs développés comme étant représentatifs de la MMS dans les outils simples, en recherchant leurs places dans les modèles théoriques sous-jacents à un échantillon d'outils simples.

La deuxième étude présentée au chapitre VI, permet de comprendre la différence d'interprétation du risque d'apparition des TMS réalisée avec des outils simples et lors de l'exploration des indicateurs de l'état de suffisance MMS à partir d'une expérimentation réalisée sur un échantillon de situations de travail chez John Deere.

Ces deux articles tentent d'étudier la place des indicateurs MMS dans les outils simples d'évaluation du risque tout en proposant une objectivation des indicateurs permettant d'explorer l'état de suffisance de la MMS lors d'études de cas en entreprise. Ces indicateurs et leurs apports, lors de l'évaluation du risque, seront discutés à la suite des 2 articles. Chacune des publications, réalisées dans le cadre de ce doctorat, nourrit la thèse du rapport.

Les perspectives issues de ce rapport seront présentées dans une dernière partie pour inciter d'autres chercheurs à se saisir de ce sujet.

Enfin en annexe, plusieurs prolongements d'étude sont réalisés afin d'argumenter la thèse soutenue dans ce rapport. Dans les annexes 1 et 2 nous retraçons l'évolution, vers la multifactorialité, du modèle étiologique des TMS, puis nous avons détaillé chacun des outils simples d'évaluation du risque TMS étudiés dans ce rapport. En annexes 3 et 4, nous avons présenté la reconstitution des composantes MMS (modèle de l'activité centré sur la personne) pour tous les cas d'études sélectionnée chez John Deere puis nous valorisons les communications et les publications réalisées en parallèle de ce rapport (Self 2017, Self 2018, revue activité). Enfin en annexe 5, nous avons réalisé deux prolongements d'études sur la variabilité des résultats des outils simples pour comprendre le rôle des critères d'usages et des

critère intrinsèques. Ces dernières études pourront être valorisées par une recherche de publication après la soutenance de cette thèse.

3. Apports scientifiques

Avant de proposer la lecture des articles publiés, il nous semble intéressant de retracer la logique de publication et les avancées scientifiques issues de chaque publication. Le chapitre V présente la première publication réalisée dans le cadre de ce projet. Celui-ci présente une liste d'indicateurs représentatifs de la MMS qui a permis la création d'une grille d'analyse permettant d'étudier leurs prises en compte par les outils simples, et créer ou recréer les modèles théoriques sous-jacents à un échantillon d'outils simples d'évaluation du risque TMS afin qu'ils soient analysés. La prise en compte actuelle des indicateurs MMS par les modèles sous-jacents aux outils simples est étudiée à partir des résultats de la grille créée.

Le deuxième article propose de déployer des outils simples et d'explorer l'état de suffisance MMS sur un échantillon de situations de travail chez John Deere, afin de comparer les différences de jugements entre ces deux méthodes de recherche des situations critiques. La variabilité des résultats des outils simples est une difficulté pour les préventeurs en entreprise. Des indicateurs MMS sont utilisés pour établir l'état de suffisance MMS par observation et échange avec le travailleur en activité, dès les phases d'évaluation du risque TMS. Enfin le croisement des résultats des outils simples et de l'état de suffisance MMS invitent à imaginer que la MMS s'appuie sur d'autres informations que les outils simples pour statuer sur le niveau de risque.

L'apport scientifique de ces publications peut s'inscrire, d'un côté dans la recherche des indicateurs représentatifs de la MMS et de l'autre, dans l'exploration de l'apport de la MMS par rapport aux outils simples. Ces éléments servent directement l'évolution des connaissances sur la pathologie TMS et tentent de proposer une approche innovante issue des nouvelles connaissances de l'intervention en ergonomie pour identifier les situations critiques.

4. Les plans d'expériences

Tableau 2 : Plan d'expérience étude 1 (présentée chapitre V)

EXP 1 : Place de la MMS dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS. Cette expérimentation a fait l'objet d'une publication auprès du Journal of Occupational Safety and Ergonomics présenté chapitre V	
1. La problématique(s)	Quelle est la prise en compte actuelle des notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS ? Question intermédiaire : Est ce que les connaissances issues du champ de l'intervention en ergonomie sont prises en compte par les outils d'évaluations du risque TMS ?
2. Objectif(s)	Rechercher la prise en compte actuelle des indicateurs de régulation et de la MMS à partir des articles princeps et des modèles théoriques sous-jacents à chacun des outils de notre échantillon
3. Liste des réponses possibles	4 niveaux de réponses possibles : - Les indicateurs de la régulation et de la MMS sont tous pris en compte. Cette prise en compte permet un jugement sur la suffisance ou l'insuffisance de MMS en situations de travail (ou même sur un niveau de MMS) - Certains indicateurs de la régulation et de la MMS sont pris en compte, ce qui permet un jugement sur la suffisance ou l'insuffisance MMS. - Quelques indicateurs sont pris en compte, de manière incomplète mais les outils simples ne permettent pas le jugement sur la suffisance ou l'insuffisance et encore moins sur un niveau de MMS. - Aucune information n'est prise en compte. Aucun des outils simples ne peut être utilisé pour explorer les indicateurs MMS
4. Liste des facteurs étudiés/maitrisés	- Les articles princeps et les revues scientifiques d'outils d'évaluation du risque TMS (non maitrisés) - Les modèles théoriques sous-jacents aux outils : orientations données par le concepteur (non maitrisés) - Les indicateurs et les déterminants de la régulation de l'activité et de la MMS, issus de la documentation et du « modèle de l'activité centré sur la personne » N.Vézina 2001 (maitrisés) - Choix des outils simples d'évaluation du risque TMS à étudier (maitrisés)
5. Domaine expérimental	Revue de la littérature scientifique réalisée sur les notions de régulation et de MMS, sur les revues d'outils simples et les articles princeps publiés par les concepteurs d'outils. Recherche exploratoire : Identifier les indicateurs des notions recherchés dans la documentation scientifique sur les outils simples et dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils.
6. Hypothèse(s) de recherche	Les outils d'évaluations des risques TMS de notre échantillon ne permettent pas la prise en compte des notions de régulation et de MMS. On ne retrouve pas (ou peu) d'informations sur les indicateurs des notions étudiées dans la documentation scientifique de ces outils simples et dans leurs modèles théoriques sous-jacents. Les outils simples d'évaluation du risque TMS sont orientés vers les contraintes (expositions) de l'activité sans pouvoir déterminer les ressources de la situation de travail qui permet à l'individu de faire face à ces contraintes. Hypothèse sous-jacente : les outils d'évaluation du risque ne permettent pas la prise en compte des connaissances issues du champ de l'intervention en ergonomie.
7. Informations de sortie (type et qualité)	Informations intermédiaires : - Listing des indicateurs ayant un rôle sur la régulation et la MMS (listing à partir de la littérature, recherche d'exemples réels et regroupement lors d'une journée d'étude dédiée, avec la participation de 3 doctorants en ergonomie) - Reconstitution du modèle sous-jacent à chacun des outils de notre échantillon (articles princeps ou reconstitution par hypothèse) Informations de sortie : - Etats de la prise en compte des indicateurs de la régulation et la MMS par chacun des outils de notre échantillon. 2 niveaux de résultats attendus pour chaque outil simple, afin de présenter la prise en compte actuelle des indicateurs recherchés (réponse fermée semi-quantitative pour chacun des indicateurs : « absence d'informations », « peu d'informations », « informations détaillées »/ réponse ouverte qualitative pour chacun des déterminants/indicateurs : quelles informations sont les plus proches ? Comment obtenir l'information ?). - Niveau de prise en compte des 49 déterminants/indicateurs MMS pour chacun des outils de l'échantillon (1 tableau par outil) - Etats de la prise en compte des indicateurs de régulation et de MMS par les outils d'évaluation du risque TMS dominants (synthèse des informations prises en compte et état des manquants)
8. Critères d'échantillonnage	- Outils simples d'évaluation du risque TMS: outils observation type check-list, questionnaires ou auto questionnaires et outils internes aux grandes entreprises (outils accessibles et publiés dans au moins 1 article scientifique) Outil de l'entreprise d'accueil John Deere Orléans Saran (criticité ergonomique) => Outils simples dominants en prévention des TMS en industrie, simples d'utilisation, sans formation préalable, support accessible gratuitement, outils permettant d'avoir un statut du niveau de risque TMS, focale d'évaluation allant de la situation de travail au poste. - Déterminants/indicateurs MMS : Issus du modèle théorique de l'activité centré sur la personne » N. Vézina 2001, St vincent et coll 2011 et des publications associées Regroupement, travail sur la formulation aboutissant à la sélection de 49 indicateurs réalisés lors d'une journée d'étude dédiée avec la participation d'un enseignant chercheur et d'une doctorante en ergonomie => Indicateurs pour représenter les 5 composantes du modèle de l'activité centré sur la personne de N.Vézina (indicateurs des déterminants internes et externes, indicateurs processus de régulation, indicateurs d'effets sur la santé et sur la performance) : indicateurs larges pour ne pas restreindre les recherches, intitulés des indicateurs simples et objectivables, compréhension des indicateurs par des non spécialistes.

9. Echantillon(s) (taille et nature)	<p>- 10 outils simples d'évaluation du risque TMS : 6 outils d'observation (RULA, REBA, MAC, QEC, JSI, NIOSH), 2 outils internes (Criticité ergonomique, EAWS), 2 outils questionnaires ou auto-questionnaires (Cosali de la démarche Saltsa et questionnaire TMS de l'INRS).</p> <p>- 49 déterminants/indicateurs : 14 indicateurs du déterminant externe issus du cadre de travail, 13 indicateurs du déterminant interne issus des caractéristiques de l'individu, 12 indicateurs du processus de régulation (stratégies de réalisation), 10 indicateurs d'effet de la situation de travail sur la santé et la performance.</p>
10. Terrain d'étude et matériel	<p>L'entreprise John Deere Orléans Saran accueille le projet doctoral. Cette phase d'étude ne demande pas d'accès au terrain et pas de matériel spécifique mise à part un accès internet et les commodités associées (ordinateur, imprimante...).</p> <p>Recherche des supports et des guides d'utilisation aux outils de notre échantillon + articles princeps et revues scientifiques</p> <p>Recherche des articles scientifiques traitant de la régulation de l'activité et de la MM.</p>
11. Date d'étude (prépa/déploiement)	<p>Préparation 04/16 au 07/16 (prérequis à l'étude)</p> <p>Déploiement 08/16 au 09/16 (recherche et déploiement grille d'analyse)</p> <p>Recherche de publication 10/16 au 10/17 (rédaction, traduction, ajustement, soumission, rectification)</p>
12. Prérequis / documentation initiale	<p>Documentation sur les outils d'évaluation du risque TMS :</p> <p>Recherche des articles princeps aux outils de l'échantillon et des revues théoriques d'outils simples.</p> <p>Etude des supports d'utilisation, donnés pas les concepteurs d'outils simples (identification des informations observées et découverte des spécificités de chaque outil)</p> <p>Recherche des modèles théoriques sous-jacents aux outils de notre échantillon (donnés par le concepteur ou recréés par hypothèse)</p> <p>Documentation régulation de l'activité et MMS :</p> <p>Recherche des définitions et du modèle théorique de référence en lien avec les notions étudiées</p> <p>Listing indicateur à partir des documentations scientifiques qui traitent du modèle de référence (Vézina, 2001)</p> <p>Création d'une grille d'analyse permettant de rechercher les indicateurs de régulation et de MMS dans les modèles sous-jacents aux outils simples</p>
13. Principes généraux de l'étude (méthode)	<p>Phase 1 : Recherche des indicateurs de régulation et de MMS dans la documentation scientifique sur les outils de notre échantillon (articles princeps et revues théoriques)</p> <p>Phase 2 : Déploiement de la grille d'analyse créée sur les modèles théoriques sous-jacents aux outils de notre échantillon.</p> <p>Bilan et synthèse des informations prises en compte par les outils simples d'évaluation du risque de notre échantillon et place des indicateurs recherchés.</p>

Tableau 3 : Plan d'expérience étude 2 (présentée chapitre VI)

<p>EXP 2 : Déploiement d'outils simples d'évaluation et exploration des indicateurs MMS en condition réelle d'évaluation du risque TMS.</p> <p><i>Etude de cas dans une industrie d'assemblage de moteur : niveaux de risque, suffisance/insuffisance de MMS et comparaison des résultats</i></p> <p>Cette expérimentation a fait l'objet d'une publication auprès de la revue Applied Ergonomics présentée chapitre VI</p>	
1. La problématique(s)	<p>Quelle est la prise en compte actuelle des indicateurs de la MMS lors du déploiement d'outil d'évaluation du risque TMS ? Quelle est la concordance des résultats lorsque l'on évalue le risque d'apparition des TMS avec des outils simples et lors de l'exploration des indicateurs MMS ? Est-ce que les indicateurs de la MMS apportent d'autres informations que les outils simples d'évaluation du risque TMS ?</p> <p>Question intermédiaire : Est-ce que les outils d'évaluation du risque prennent en compte les connaissances issues du champ de l'intervention ? Est-ce que les informations obtenues avec les indicateurs de la MMS permettent d'autres interprétations du risque d'apparition des TMS sur les situations de travail étudiées ? Quelles sont les informations prises en compte par les indicateurs MMS que l'on ne retrouve pas avec les outils simples ?</p>
2. Objectif(s)	<p>a) Déployer des outils simples d'évaluation du risque TMS sur un échantillon de postes de travail chez John Deere pour faire un bilan des résultats par poste et de manière transversale afin de présenter les difficultés d'utilisation liées à la variabilité des résultats.</p> <p>b) Sur le même échantillon de poste, identifier les situations de référence pour explorer les indicateurs MMS et statuer sur la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance MMS. Exploration réalisée avec un questionnaire créé à partir des indicateurs MMS développés (données semi quantitatives) et lors d'un entretien avec l'individu en activité (données qualitatives).</p> <p>c) Comparer les résultats des outils simple avec l'exploration menée sur les indicateurs MMS: présenter les différences de jugement dans la recherche des situations critiques avec des outils classiques (à risque faible, modéré ou élevé) et lors de l'exploration des indicateurs MMS (suffisance, possible insuffisance ou insuffisance)</p>
3. Liste des réponses possibles	<p>a) Comparaison des résultats des outils simples : L'ensemble des outils simples déployés apporte les mêmes résultats (même niveau de risque) : sensibilités identiques (absence de variabilité d'un outil à l'autre) Les outils simples d'évaluation du risque déployés n'ont pas les mêmes résultats (variabilité des niveaux de risque statués) : variabilité des résultats d'un outil à l'autre pour le même poste, variabilité des résultats d'un outil à l'autre pour les 10 mêmes postes observés et différence de sensibilité.</p> <p>b) Exploration des indicateurs MMS avec le questionnaire et lors de l'entretien pour statuer sur la suffisance, la possible insuffisance, l'insuffisance MMS : Les états de suffisance MMS statués avec les données semi quantitatives sont tous confirmés par les données qualitatives. Les états de suffisance MMS statués avec les données semi quantitatives sont presque tous en accord avec les données qualitatives, les désaccords peuvent être expliqués. Les états de suffisance MMS statués avec les données semi quantitatives ne sont pas en accord avec les données qualitatives pour toutes les situations de travail.</p> <p>c) Comparaison des résultats, pour l'ensemble des postes : niveau de risque statué par chacun des outils et la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance MMS définis par questionnaire et entretien : Concordance des statuts pour plus de 50% : on observe plus de 50% des statuts identiques entre chaque outil et l'état de suffisance MMS (pour chacun des outils simples les postes considérés comme à risques sont les mêmes qui ont une insuffisance MMS) Non concordance (discordance) à plus de 50% d'écart de jugement : on observe plus de 50% des statuts différents entre chaque outil et l'état de suffisance MMS (les postes à risque identifiés avec les outils simples ne sont pas les mêmes qui ont une insuffisance MMS). Dans ce cas nous pourrions présenter le sens des contradictions : tendance à avoir des résultats à risque plus élevé avec la MMS qu'avec les outils ou l'inverse.</p> <p>Interprétations possibles issues des résultats du C) que l'on devra justifier avec la littérature scientifique : - Concordance des résultats : on observe un lien entre les situations identifiées comme critiques par chaque outil d'évaluation et la suffisance ou l'insuffisance statuée après investigation des indicateurs MMS. Les outils simples statuent sur les mêmes niveaux de risque que les indicateurs MMS. On pourra alors tenter de dire que les indicateurs MMS sont déjà pris en compte ou ne sont pas des informations utiles à l'évaluation du niveau de risque des situations de travail. - Discordance des résultats : on n'observe pas de lien entre les situations identifiées comme critiques par chaque outil d'évaluation et la suffisance ou l'insuffisance statuée avec les indicateurs MMS. Les outils simples statuent sur des niveaux de risques différents par rapport aux indicateurs MMS. On pourra alors tenter de dire que les indicateurs MMS ne sont pas pris en compte par les outils simples et qu'ils s'appuient sur d'autres informations pour identifier les situations critiques dans l'apparition des TMS.</p>
4. Liste des facteurs étudiés/maitrisés	<p>Choix des outils simples d'évaluation du risque TMS (maitrisés)</p> <p>Choix des indicateurs MMS (maitrisés)</p> <p>Choix des situations de référence parmi l'ensemble des situations que compose le poste de travail (maitrisés)</p> <p>Résultats des outils d'évaluation classiques (non maitrisés) : Variabilité des résultats (non maitrisés)</p> <p>Résultats des indicateurs MMS (non-maitrisés) : suffisance, possible insuffisance ou insuffisance MMS pour chacune des situations de référence (non-maitrisés)</p> <p>Comparaison des résultats des outils simples et de l'exploration des indicateurs MMS : concordance ou discordance des statuts lors de la comparaison des résultats de chaque outil avec l'états de suffisance MMS. (non maitrisés)</p>
5. Domaine expérimental	<p>Comparaison de données (résultats outils d'évaluation simples et résultats de l'investigation des indicateurs MMS).</p> <p>Recherche exploratoire par comparaison des données issues d'étude de cas réel.</p>

6. Hypothèse(s) de recherche	<p>Hypothèse principale : On observe une discordance entre le niveau de risque établi avec chaque outil simple et l'état de suffisance établi lors de l'investigation des indicateurs MMS. Les indicateurs MMS ne sont pas pris en compte par les outils simples actuellement utilisés, ils apportent d'autres informations que l'on peut justifier par la littérature scientifique.</p> <p>Hypothèses intermédiaires :</p> <p>On observe une variabilité dans les résultats des outils d'évaluation du risque TMS</p> <p>L'exploration des indicateurs MMS est plus approfondie lors de l'entretien avec le travailleur en activité (approche qualitative) que lors de l'étude des scores obtenus pour chaque composante (approche semi-quantitative)</p> <p>Les situations critiques identifiées par les outils d'évaluation ne sont pas les mêmes que les situations critiques identifiées lors de l'investigation des indicateurs MMS. Les postes sont identifiés comme à risque moins élevé lors de l'exploration MMS qu'avec les outils simples d'évaluation du risque.</p>
7. Informations de sortie (type et qualité)	<p>Etude des résultats des outils simples déployés sur l'échantillon de poste : variabilité des résultats (orientation et focale différentes d'un outil à l'autre)</p> <p>Pour les résultats de l'exploration des indicateurs MMS : statut de suffisance, de possible insuffisance ou d'insuffisance pour chaque situation de travail de l'échantillon</p> <p>Définir la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance MMS pour chaque situation de travail observée à partir du questionnaire et approfondir ces données par la reconstitution des composantes de la MMS présentée dans le modèle de l'activité centré sur la personne en activité (modèle N.Vézina 2001).</p> <p>Pour la comparaison des résultats : concordance ou discordance</p> <p>Discordance des résultats : les situations critiques identifiées par les outils d'évaluation et les situations critiques identifiées par indicateurs MMS ne sont pas les mêmes car ils ne prennent pas en compte les mêmes informations</p>
8. Critères d'échantillonnage	<p>Echantillon d'outils simples : réutilisation des outils d'observation et des outils internes étudiés théoriquement dans la première étude</p> <p>Echantillon de postes : choix de 10 postes aux activités et aux organisations variées dans les différentes zones de travail chez John Deere Orléans-Saran. Sélections de postes connus par le chercheur (déjà étudiés dans le cadre des 3 années passées en interne au service prévention de John Deere). Sur chaque poste (ensemble de situations) nous avons sélectionné, en interaction avec le travailleur la ou les situation(s) de références comme étant les plus à risque ou les plus contraignantes.</p> <p>Les travailleurs des postes sélectionnés sont tous volontaires pour participer à cette étude et ont une connaissance et une habitude du poste observé (plus de 6 mois de pratique au poste).</p> <p>Indicateurs MMS : nous avons réutilisé les indicateurs représentatifs des composantes MMS identifiées théoriquement dans la première étude (composantes stratégies de réalisation et effets directs sur santé/performance).</p>
9. Echantillon(s) (taille et nature)	<p>Echantillon de 10 postes chez John Deere (2 usinage bielles, 1 dép. peinture, 1 dép. pièce de rechange, 2 dép. essais moteur, 4 dép. assemblage dont deux en ligne d'assemblage et deux en sous assemblage)</p> <p>Echantillon des 10 situations de référence associées aux 10 postes.</p> <p>Echantillon de 9 outils simples : Outil interne à John Deere (criticité ergonomique), Outil REBA, Outil RULA, Outil QEC, Outil MAC, Outil équation révisée du NIOSH, Outil EAWS, Outil spécifiques investigation des indicateurs de la MMS (questionnaire + entretien).</p> <p>Echantillon de 22 indicateurs représentatifs de la MMS (10 pour la composante des stratégies de réalisation et 10 pour la composante d'effets) issus des recherches théoriques sur le modèle de l'activité centré sur la personne, réalisé dans la première expérimentation.</p>
10. Terrain d'étude et matériel	<p>Industrie John Deere Orléans Saran. Etude réalisée en interne à l'entreprise.</p> <p>Situation au département d'usinage des bielles (dép. 63), d'emballage des pièces de rechange (dép. 82), de peinture (dép. 73), au banc d'essai (dép. 74) et à d'assemblage (dép. 71).</p> <p>Matériel : guide d'utilisation et support de déploiement des 9 outils simples de notre échantillon, questionnaire permettant l'exploration des indicateurs MMS, appareil photo et vidéo des postes et des situations de référence, ordinateur et commodités associées pour le traitement et l'analyse des données.</p>
11. Date de l'étude	<p>Préparation 09/16 au 12/16 (prérequis étude)</p> <p>Déploiement sur les situations de travail chez John Deere et retranscription des données du 12/16 au 02/17</p> <p>Analyse des résultats du 03/17 au 06/17</p> <p>Rédaction et préparation article du 07/17 au 07/18 pour soumissions dans la revue Applied Ergonomics 07/18</p>
12. Prérequis/documentation initiale	<p>Support de déploiement des 9 outils d'évaluations du risque de notre échantillon (Support et guide d'utilisation)</p> <p>Questionnaire et support d'échange au poste sur les 18 indicateurs MMS</p> <p>Préparation document de retranscriptions des résultats des 10 outils classiques et des indicateurs de la MMS (semi-qualitatif et quantitatif)</p>
13. Principes généraux de l'étude (méthode)	<p>Déploiement des 9 outils d'évaluation et exploration des indicateurs MMS sur les 10 postes de travail (situations de référence associées).</p> <p>Analyse des résultats 9 outils => Observation des postes identifiés comme à risque et de la variabilité des résultats.</p> <p>Analyse des résultats de l'exploration des indicateurs MMS => déploiement des questionnaires MMS et approfondissement des données lors d'un entretien avec le travailleur en activité pour pouvoir statuer sur la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance de MMS pour chacune des situations de référence.</p> <p>Comparaison des résultats et étude de la concordance ou la discordance de chaque outil et l'état de suffisance MMS.</p>





Chapitre V : Quelle intégration des indicateurs de la MMS dans les modèles sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS ?

Article 1 : Operational leeway in work situations : do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis ?

Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F., & Roquelaure, Y. (2017). Operational leeway in the work situations: Do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis ?. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 1-29.

Article accepté le 05 Octobre 2017 par International Journal of Occupational Safety and Ergonomics.

Publié en ligne le 17 janvier 2018.



Operational leeway in work situations: do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis?

Maxime Norval^{a*}, Mohsen Zare^b, René Brunet^a, Fabien Coutarel^c and Yves Roquelaure^a

^aLaboratory of INSERM-Ester U1085, IRSET, University of Bretagne Loire, France; ^bERCOS Group Laboratory of ELLIAD-ERCOS, UTBM-University of Bourgogne Franche-Comté, France; ^cLaboratory of ACTÉ, University of Clermont-Auvergne, France

Our study shows that information on operational leeway is limited in the originator articles of the ergonomic risk assessment tools for prevention of musculoskeletal disorders (MSDs). The tools' underlying theoretical models do not consider the indicators of operational leeway, and they cannot determine the sufficiency of the situational operational leeway in a work situation. Consequently, regulation of the activity, which ensures the performance goals and the individual's health, has been overlooked. The lack of literature on indicators of situational operational leeway is one of the reasons for this deficit. Defining the indicators for this concept would be an innovation in the approach of MSD risk prevention. Developing empirically the concept of situational operational leeway in risk assessment tools would help to progress the current approach of MSD prevention. This study therefore proposes indicators of situational operational leeway to increase the representativeness and reliability of the risk assessment tools for MSDs.

Keywords: operational leeway; risk assessment tools; musculoskeletal disorders; job analysis

1. Introduction

Musculoskeletal disorders (MSDs) are the main cause of work-related disease in industrialized countries. Since the 1990s, MSDs have increased consistently across these countries and have reached epidemic proportions due to increasingly generalized new methods of production and workplace organization within industries [1–3]. MSDs have a significant impact not only on the health of individuals but also on company productivity [2,4]. For example, in their 2001 report, the American National Research Council estimated the direct and indirect costs linked to MSDs to be between USD 45 and 54 billion annually [5]. Zare et al. [6] reviewed 25 empirical studies and assessed the effects of poor ergonomic approach on quality errors.

1.1. MSD risk assessment tools

MSD risk prevention steps are structured to allow improving work situations [7–9]. In many cases, risk assessment is the first step toward prevention. It identifies risk factors using assessment tools to obtain quantitative and semi-qualitative data. The classic dominant approaches to MSD risk assessment focus on using assessment tools to identify physical risks for MSDs, underscoring the pathogenic high workload in terms of intensity, force, posture, duration and frequency [8,10,11]. A number of studies have grouped these MSD risk assessment tools into the three

categories presented in this article: self-assessment tools (questionnaires); observational tools; and direct measurement tools [9,12–15].

Risk self-assessment tools rely on the explanations and experiences of workers to gather information concerning MSD risk exposure [16].

Observational assessment tools evaluate the risk in a given work situation using a checklist and take into consideration mostly biomechanical parameters [9,12,17–19]. Examples include the quick exposure checklist (QEC) [20], rapid entire body assessment (REBA) [21], rapid upper limb assessment (RULA) [22], checklist of the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) [23], the job strain index (JSI) [24] or even manual handling assessment charts (MAC) [25].

Finally, direct measurement tools are instruments that require their users to have specific competencies and that allow for accurate measurements of the biomechanical characteristics of the workers [26,27]. For this approach, a means of measurement such as a dynamometer, inclinometer, accelerometer, goniometer, motion capture or pressure sensor is deployed [10].

Many large industries have also created their own internal MSD risk assessment tools based on existing methods in order to focus on the specificities of their own workplaces and the context of their activity [15]. This is the case for the motor production company under study that

*Corresponding author. Email: maximenorval@hotmail.com



uses a tool called ergonomic criticality (EC) to evaluate MSD risks. This risk assessment tool combines three tools to obtain information on upper limb posture, repetitiveness, manual materials handling (MMH) and on operators' feelings. Peugeot-Citroen (PSA), Renault Group, SCANIA Group and Volkswagen Group also have their own in-house tools called METEO (work and organization assessment method), FAE (ergonomic analysis sheet), SES (SCANIA ergonomic standard) and EAWS (ergonomic assessment work sheet), respectively [15,28].

The representativeness and reliability of the information gathered by these tools, the difference in measurements related to observer experience and the lack of incorporation of operator perception are often a matter of debate [18,26,29]. The variations have increased due to the diversity of products, machine and individual characteristics that question the representativeness and reliability of the MSD risk assessment tools. Recent studies have reported a discrepancy between the established multifactorial etiological model of MSDs and the risk factors studied with risk assessment tools, and they emphasize the necessity to enhance the representativeness of the results of these tools and to have a comprehensive approach relying on a combination of methods [8,15,26].

New conceptual knowledge on the ergonomics of workplace activity, using a systematic and developmental approach, focuses not only on classically studied risk factors but also on the resources of the working situation to facilitate the regulation of work-based activity. Thus, the regulation of activity and operational leeway can be used in traditional approaches to prevent MSD risk factors. The complexity of the industrial tasks and variability of work activities, as well as the limitations of risk assessment tools, justify complementing the approach only focusing on the study of biomechanical constraints. This study thus proposes integrating the concepts of operational leeway into the risk assessment phase of MSD prevention [1,3,11].

1.2. Regulation of activity and operational leeway

The concept of regulation of activity is directly related to the permanent reconstruction of operating procedures, where the person perpetually reconstructs his/her work activity [30,31]. According to St-Vincent et al.'s [8] definition, regulation of activity in the workplace is a constant adaptation process of the person when faced with work variability and diversity, as well as his own variability such as mood changes. The purpose of the regulation of activity process is to preserve the balance between health and achieving operational goals of the job [8,p.55]. The concept of regulation of activity has been presented in the French literature as the interactions of the individual characteristics (age, gender, height, experience, know-how, disorders and symptoms) and working factors (postures, equipment and organizational factors) [8]. The inputs of

the regulation of activity are job objectives that should be achieved, the available resources for doing the job and the characteristics of the individual who performs the job. The outputs of regulation of activity are the operating procedures adopted to carry out the activity whose results are efficient performance and good consequences for the person (health) [11,32,33]. According to Coutarel et al. [32], the regulations of activity are the way in which an individual, through performing the activity, faces the activities' variability and manages them. This regulation of activity could consequently ensure an increase in work efficiency because the operational leeway of operators also increases [32].

Operational leeway is defined as:

the possibility or freedom of a worker to develop different ways of working in order to meet production goals, without having adverse effects on his/her health. This operational leeway takes into account the interaction between the individual and the work demands, including the methods and tools provided in the work environment. [11,p.13]

Operational leeway corresponds to the regulation of activity area of the person in their job:

this adjustment area or leeway is influenced by two poles, the person's characteristics (his or her capacities, representations and living situation) and the overall work environments, specifically, the various demands and expectations on the part of the employer regarding the work to be done and the means and condition offered by the workplace for task performance [...]. [8,p.57]

There are a number of levels of operational leeway with differing impacts: sufficient operational leeway allows a greater number of achievement strategies so that the operator can alternate and invent new strategies. Poor operational leeway restricts the range of possible operating procedures, which could lead to a difficulty in achieving the required performance and possible damage to health. Finally, the absence of operational leeway causes a daily failure to achieve objectives, and even can suffocate all activity. Lack of operational leeway could prevent the individual from developing new strategies used to regulate activity [8,11].

The indicators used in this study to represent the concept of regulation of activity and operational leeway are taken from Vézina's theoretical model [8,34,35]. Six components of the work situation are identified to represent the concept of operational leeway:

- the working environment represented by the overall organization of work;
- the requirements identified by the employer's expectations;
- the means represented by the organizational and material possibilities that the industry or organization makes available to the workers;
- individual characteristics;

Table 1. Indicators of situational operational leeway [8,26].

Component of work situation	Subcomponent	Indicator of operational leeway
Work environment	Overall work organization	External determinants: <ul style="list-style-type: none"> • Quality of the work atmosphere • Level of support (formal and informal) from colleagues • Number of favorable behaviors by the employer • Level/quality of the organization of work
Requirements	Employer's expectations	External determinants: <ul style="list-style-type: none"> • Level of flexibility • Level of production (deadlines/quantity/quality) • Number of hours performed overtime • Level of expected mobility • Level of expected availability
Means	Organizational and equipment-related possibilities	External determinants: <ul style="list-style-type: none"> • Possibility of receiving help and taking breaks (number, length, at what time) • Number of modifications to the environment compared to the number of expected modifications • Level of flexibility of work schedule • Level of the worker's management by his/her superior • The availability of adapted work equipment (number, quality, accessibility)
The individual (worker-specific parameters)	Worker's representation	Internal determinants: <ul style="list-style-type: none"> • Of his or her injury/illness/health/value assigned to work • Of the ongoing treatment or history of the disease • Of his or her work: level of perceived requirements and the quality of interactions with employer/colleagues • Of the level of satisfaction from his or her performance • Of the feeling about his/her efficacy
	Worker's ability	Internal determinants: <ul style="list-style-type: none"> • Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery) • Level of social and economic benefit of the work situation • Level of cognitive ability (technical skills) • Level of self-regulation ability (recognize/analyze)
	Worker's life circumstances	Internal determinants: <ul style="list-style-type: none"> • Level of support from family/friends • Level of importance of relationships with the family/friends • Level of stress linked to family circumstances • Quality of interpersonal relationships
Work activity and regulation (actual work and worker's behavior)	Activity's constraints	Indicators of the regulation process: <ul style="list-style-type: none"> • Difficulty of tasks (intensity of effort) • Number of risk factors in the work situation (repetitive movement, awkward postures, MMH)
	Work regulation strategies	Indicators of the regulation process: <ul style="list-style-type: none"> • Use of available tools and techniques (number, duration of use, way of using) • Number of changes in working posture (at what time and duration) • Number of non-performed operations due to specific worries (safety, missing skills) • Possibility to manage (reduce) disorders or pain related to work • Possibility to take the strategies for reducing energy consumption (prevention of excessive fatigue) • Number of strategies used to perform the tasks (different way of doing a task) • Level of changes between real tasks performed and what was attributed by production engineers • Level/number of compliance behaviors in the work environment (not taking breaks, not using technical assistance) • Number of modifications to work rhythm/pace • Number of regulations on the task organization (possibility to start/finish sooner/later)

(Continued).

Table 1. Continued.

Component of work situation	Subcomponent	Indicator of operational leeway
Impact of the work situation (health/performance)	Health	Indicators of the activity's impacts: <ul style="list-style-type: none"> • Level of pain • Level/quantity of sleep • Number of symptoms other than pain (feeling of heaviness, swelling, cramps) • Appearance of another injury • Quantity of medicine • Level of perceived stress
	Performance	Indicators of the activity's impacts: <ul style="list-style-type: none"> • Duration • Meeting deadlines • Quantity of achieved products • Quality of achieved products

Note: MMH = manual materials handling.

- the work activity and the regulation of activity process represented by the strategies applied and worker behavior;
- the impact of the work situation on health and performance.

This model places the person at the center of the work situation and posits the hypothesis that one of the issues surrounding MSDs or the difficulties related to performance are the indicators of insufficient operational leeway for the individual. In 2015, Coutarel et al. [11] clarified the concept of operational leeway using the 'situational' term to refer to the situated approach of operational leeway.

Although 'situational operational leeway' and 'regulation of activity' can play a prominent role in the prevention of MSDs, they have not been integrated actively in the current MSD prevention approach, particularly in risk identification and evaluation processes by current risk assessment tools. The aim of this study is therefore to question the place of regulation of activity and situational operational leeway in the tools used during the preliminary phases of MSD risk assessment.

2. Methods

The originator scientific articles that first published MSD risk assessment tools were analyzed in order to recognize the orientation given to each specific tool, the risk factors identified by a tool, the evidence of MSD risk factors and the recommendations for use. The appearance of situational operational leeway was then reviewed within the tools. The indicators that play a role in situational operational leeway were identified and their appearance was reviewed in the risk analysis tools and in the underlying theoretical models presented by the tools'

developers. The tools without theoretical model were reviewed and the underlying theoretical model was created for them.

Forty-eight indicators that were associated with situational operational leeway were selected (Table 1) from the six components of the workplace situation developed by Vézina [34]. Environmental and organizational external determinants are presented in our study by components 1, 2 and 3; internal determinants (perceived and constructed by the individual) are represented by component 4. The process of regulation is represented by component 5 and the impacts of the activity are presented by component 6. An analysis matrix from these six components was created to study the current incorporation of the indicators of situational operational leeway in the theoretical models underlying the risk assessment tools. This matrix was reviewed by three ergonomists who were regular users of MSD risk assessment tools. Each component indicator was discussed using examples gathered in real industrial work situations. Following this expert working group, we could adapt and validate the indicators of situational operational leeway integrated into the formulated analysis matrix.

This matrix for analyzing regulation of activity and operational leeway (Table 2) was used to analyze a sample of 10 MSD risk assessment tools (frequently appearing in the scientific studies) to study the presence of the indicators of situational operational leeway in these tools. Furthermore, the in-house risk assessment tool from the agricultural machinery motor manufacturer (company under study) was also included in the study. The selected tools include six observational frequently used risk assessment tools such as QEC, RULA, JSI, REBA, MAC and the revised National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) lifting equation, two in-house tools including EC (company under study in-house tool) and ergonomic assessment worksheet (EAWS), and two self-reported questionnaires.

Table 2. Checklist of operational leeway for reviewing underlying theoretical models of musculoskeletal disorder (MSD) risk assessment tools [8,26].

Checklist of situational operational leeway for studying MSDs risk assessment tools				
A. Description of the tool				
Title of the tool:				
Author(s) and years of publication (if several versions, please specify which version is studied)				
Originator article (link):				
Method of analyzing the work situation:	Observation <input type="checkbox"/>	Interview or self-reported questionnaire <input type="checkbox"/>	Direct measurement <input type="checkbox"/>	
Evaluation focus	Single task analysis <input type="checkbox"/>	Situation analysis (several tasks) <input type="checkbox"/>	Position analysis (set of several situations) <input type="checkbox"/>	Profession (set of several positions) <input type="checkbox"/>
Time prescribed to the tool's deployment (time of analysis, data processing and interpretation):				
Recommended skills for deploying the tool: novice, experienced, expert (ergonomist, professional risk prevention services)				
Work activity to be studied by the simple tool (service activities, industries and manufacturing activities, agricultural activities)				
B. Theoretical model underlying the simple MSDs risk assessment tool				
Presentation of the theoretical model underlying the simple MSD risk assessment tool => Description of the theoretical model created by the author or reconstructed through hypotheses				
Location of identified injuries : - Upper limbs <input type="checkbox"/> - Lower limbs <input type="checkbox"/> - Back <input type="checkbox"/> - Mental workload <input type="checkbox"/> - Other <input type="checkbox"/>				
Information related to MSDs consensus-based model (Biomechanics, Psychological-social)	Biomechanical / anatomical / biological risk factors <input type="checkbox"/>	Psychological and cognitive factors <input type="checkbox"/>	Social factors <input type="checkbox"/>	Organizational factors <input type="checkbox"/>
	Details:	Details:	Details:	Details:
C. Search for components of the situational operational leeway by indicators				
1. Work situation (overall organization of work)		Scale and nature of responses		
		Close-ended questions (quantitative data)	Open-ended questions (qualitative data)	
In the theoretical model underlying the MSDs risk assessment tool and in its checklist, is there information on:				
Quality of the work atmosphere		(3) Detailed information (2) Little information (1) No information	If information available: What information is available? In what form? What is the role of this information? Is the information identified as a constraint or a resource? If no information available: Which pieces of information are most relevant? Is this information available by other means? (Healthcare service, satisfaction questionnaire) Would it be easy to complete the tool to obtain this information?	
Level of support (formal and informal) from colleagues		(1) (2) or (3)		
Number of favorable behaviors by the employer		(1) (2) or (3)		
Level/quality of the organization of work		(1) (2) or (3)		
2. Requirements (employer's expectations)		Scale and nature of responses		
In the theoretical model underlying the MSDs risk assessment tool and in its checklist, is there information on:				
Level of flexibility		(1) (2) or (3)		
Level of production (deadlines/quantity/quality)		(1) (2) or (3)		
Number of hours performed overtime		(1) (2) or (3)		
Level of expected mobility		(1) (2) or (3)		
Level of expected availability		(1) (2) or (3)		

(Continued).



Table 2. Continued.

3. Means (organizational and material possibilities that the company provides to the worker)		Scale and nature of responses	
In the theoretical model underlying the MSDs risk assessment tool and in its checklist, is there information on:			
	Possibility of receiving help and taking breaks (number, length, at what time)	(1) (2) or (3)	
	Number of modifications to the environment compared to the number of expected modifications	(1) (2) or (3)	
	Level of flexibility of work schedule	(1) (2) or (3)	
	Level of the worker's management by his/her superior	(1) (2) or (3)	
	Availability of adapted work equipment (number, quality, accessibility)	(1) (2) or (3)	
4. The individual (worker-specific parameters)		Scale and nature of responses	
In the theoretical model underlying the MSDs risk assessment tool and in its checklist, is there information on:			
Worker's representation	Of his or her injury/illness/health/value assigned to work	(1) (2) or (3)	
	Of the ongoing treatment or history of the disease	(1) (2) or (3)	
	Of his or her work: level of perceived requirements and the quality of interactions with employer/colleagues	(1) (2) or (3)	
	Of the level of satisfaction from his or her performance	(1) (2) or (3)	
	Of the feeling about his/her efficacy	(1) (2) or (3)	
Worker's ability	Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)	(1) (2) or (3)	
	Level of social and economic benefit of the work situation	(1) (2) or (3)	
	Level of cognitive ability (technical skills)	(1) (2) or (3)	
	Level of self-regulation ability (recognize/analyze)	(1) (2) or (3)	
Worker's life circumstances	Level of support from family/friends	(1) (2) or (3)	
	Level of importance of relationships with the family/friends	(1) (2) or (3)	
	Level of stress linked to family circumstances	(1) (2) or (3)	
	Quality of interpersonal relationships	(1) (2) or (3)	
5. Work activity and regulation (actual work and worker's behavior)		Scale and nature of responses	
In the theoretical model underlying the MSDs risk assessment tool and in its checklist, is there information on:			
Activity's constraints	Difficulty of tasks (intensity of effort)	(1) (2) or (3)	
	Number risk factors in the work situation (repetitive movement, awkward postures, MMH)	(1) (2) or (3)	
Work regulation strategies	Use of available tools and technics (number, duration of use, and way of using)	(1) (2) or (3)	
	Number of changes in working posture (at what time and duration)	(1) (2) or (3)	
	Number of non-performed operations due to specific worries (safety, missing skills)	(1) (2) or (3)	
	Possibility to manage (reduce) disorders or pain related to work	(1) (2) or (3)	
	Possibility to take the strategies for reducing energy consumption (excessive fatigue)	(1) (2) or (3)	
	Number of strategies used to perform the tasks (different way of doing a task)	(1) (2) or (3)	
	Level of changes between real tasks performed and what was attributed by engineers	(1) (2) or (3)	
	Level/number of compliance behaviors in the work environment (not taking breaks, not using technical assistance)	(1) (2) or (3)	
	Number of modifications to work rhythm/pace	(1) (2) or (3)	
Number of regulations on the task organization (possibility to start/finish sooner/later)	(1) (2) or (3)		
6. Impact of the work situation (health/performance)		Scale and nature of responses	
In the theoretical model underlying the MSDs risk assessment tool and in its checklist, is there information on:			
Health	Level of pain	(1) (2) or (3)	
	Level/quantity of sleep	(1) (2) or (3)	
	Number of symptoms other than pain (feelings of heaviness, swelling, paralysis)	(1) (2) or (3)	
	Appearance of another injury	(1) (2) or (3)	
	Quantity of medicine	(1) (2) or (3)	
	Level of perceived stress	(1) (2) or (3)	
Performance	Duration	(1) (2) or (3)	
	Meeting deadlines	(1) (2) or (3)	
	Quantity of achieved products	(1) (2) or (3)	
	Quality of achieved products	(1) (2) or (3)	

Note: MMH = manual materials handling.

3. Results

3.1. Review of the originator articles

None of the articles reviewed refer directly to the concept of regulation of activity and situational operational leeway.

The models underlying the MAC and NIOSH risk assessment tools, which assess tasks involving MMH, are oriented toward the biomechanical and physiological dimensions of an activity. Activities with a heavy physical element, targeted by these tools, could perhaps justify the lack of information on regulation and situational operational leeway seen in other articles. The RULA, JSI and REBA tools are used to assess constraints on activity caused by posture, movement, effort and repetition, but cannot be used to take into account situational operational leeway and regulation of activity by the individual in the workplace. The lack of information on these concepts in their originator articles could be related to the tools' developers using a cause and effect approach to orient their studies toward the constraints on the individual caused by routine task activity.

The in-house EC and EAWS tools are oriented and adapted to activities in specific contexts and organizations, without being able to characterize the level of situational operational leeway in the work situation. Using these tools, subjective and objective information can be gathered from a range of sources with increasing information on activity constraints and on the representations of risk by workers. For example, information gathered using the EC tool includes workers' perceptions, symptoms, posture, repetition and force.

Self-reported questionnaires provide information such as symptoms, pain and individual experience. These questionnaires were originally developed for use in epidemiological studies on large samples to characterize MSD risk factors. The articles written by the developers of these questionnaire-based assessment tools do not present the concepts of regulation of activity and operational leeway.

3.2. Analysis of the underlying theoretical models of MSD risk assessment tools by the developed matrix

Studying the sample of MSD risk assessment tools confirms that regulation of activity and situational operational leeway were absent in these tools and in the underlying theoretical model related to them. The tools studied using the analysis matrix do not consider regulation of activity and situational operational leeway, or do so in only a very limited way. However, some information related to the regulation of activity and situational operational leeway concept was found across all of the tools studied using the analysis matrix (Table 3). The availability of information was identified ranging from *not very detailed* to *detailed* on the processes of regulating work-based activity in line with the activity restriction indicators 'arduousness of tasks' and

'number and importance of the risk factors observed in the work situation'.

The results of the RULA, REBA, MAC and JSI assessment tools and the NIOSH lifting equation demonstrate a *lack of information* or the availability of *not very detailed* information for the internal determinants, particularly 'individual characteristics'. However, the QEC tool shows the availability of *detailed information* about 'individual characteristics' by taking into account the worker's representation and his/her work perception. Finally, there is a *lack of information* or *not very detailed* information on the external determinants called 'means', 'work environment' and 'employer requirements' and for the indicators of 'regulation strategy' and 'performance' in all assessment tools. The assessment tools' underlying models are primarily directed toward the assessment of the activity's risk factors in a work situation through the study of postures, movements, repetitions, MMH and effort.

The results of in-house risk assessment tools, such as those used in the company under study, are similar to the results of assessment tools although they take into account *detailed information* on the internal factor of the individual's representation of his/her 'perceived requirement levels'. This information is obtained by rating the task difficulty level by the person in active employment and is combined with an assessment of the activity's constraints, obtained through classic assessment tools to allow for the triangulation of multiple data sources. The theoretical models that underlie these in-house tools, EC and EAWS, are primarily directed toward the study of the activity's constraints and individuals' representations of the level of arduousness of a task and the difficulties encountered in performing the activity.

Finally, studying the self-reported questionnaires show that they provide detailed information regarding the individuals' internal determinants and the activity's impact (the indicators of 'the worker's representation' and of 'the worker's health'). Information on the process for regulating activity and the internal characteristics of the individual range from *not very detailed* to *detailed* for the indicators 'level of physical ability', 'level of cognitive ability', 'arduousness of the task' and 'number and significance of risk factors identified in the work situation'. Finally, we found a *lack of information* or *not very detailed information* for the activity's impact with regard to 'performance' indicators. A *lack of information* was also found for the regulation process in connection with the indicator 'work regulation strategy'. Essentially, the self-reported questionnaires allow obtaining information on workers' representations of their activities in order to study symptoms, pains or difficulties perceived by the individual with a view to seeking out critical situations.

Information obtained through the MSD risk assessment tools is not sufficiently detailed to be associated with the concepts of regulation of activity and situational operational leeway. We observed not only the lack of some

Table 3. Analysis of 10 musculoskeletal disorder (MSD) risk assessment tools by indicators of situational operational leeway.

MSD risk assessment tool studied and the originator article	Level of information concerning operational leeway in 10 reviewed MSD risk assessment tools*		Observation criteria: underlying models	
	Component of the work situation	Indicator of the operational leeway		Rating ^a
Manual handling assessment charts (MAC) [25]	Work environment	Quality of the work atmosphere	2	MMH, posture, effort, movement
	Requirements	Level of expected mobility	2	
	The individual (worker's ability)	Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)	2	
	Work activity and regulation (activity's constraints)	Difficulty of tasks (intensity of effort)	2	
	Requirements	Number of risk factors in the work situation	3	
	Means	Level of production	2	
Ergonomic assessment worksheet (EAWS) [28]	The individual (worker's ability)	Possibility of receiving help and taking breaks (number, length, at what time)	2	Posture, movement, strength, MMH
	Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)	2	
	Impact of the work situation (performance)	Level of self-regulation ability (recognize/analyze)	2	
	Work activity and regulation (activity's constraints)	Difficulty of tasks (intensity of effort)	3	
	Impact of the work situation (performance)	Number of risk factors in the work situation	3	
	Work activity and regulation (activity's constraints)	Number of modifications to work rhythm/pace	2	
Rapid upper limb assessment (RULA) [22]	Work activity and regulation (activity's constraints)	Duration	2	Posture, effort
	The individual (worker's ability)	Difficulty of tasks (intensity of effort)	2	
Job strain index (JSI) [24]	Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Number and significance of risk factors identified in the work situation	3	Posture, effort, movement
	The individual (worker's ability)	Level of self-regulation ability (recognize/analyze)	2	
	Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Arduousness of tasks	2	
	The individual (worker's representation)	Number of risk factors in the work situation	3	
	Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Number of modifications to work rhythm/pace	2	
	The individual (worker's representation)	Of his or her work: level of perceived requirements and the quality of interactions with employer/colleagues	3	
Quick exposure checklist (QEC) [20]	The individual (worker's representation)	Level of self-regulation ability (recognize/analyze)	2	Posture, effort, movement, work atmosphere, perceived stress, individual representation

(Continued).

Table 3. Continued.

Level of information concerning operational leeway in 10 reviewed MSD risk assessment tools*			
MSD risk assessment tool studied and the originator article	Component of the work situation	Indicator of the operational leeway	Rating ^a
	Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Difficulty of tasks (intensity of effort)	3
	Impact of the work situation (health/performance)	Number of risk factors in the work situation	3
	Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Number of changes in working posture (at what time and duration)	2
	Requirements	Number of modifications to work rhythm/pace	2
	Means	Level of perceived stress	2
	The individual (worker's representation and ability)	Duration	2
Rapid entire body assessment (REBA) [21]	Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Difficulty of tasks (intensity of effort)	2
Ergonomic criticality (EC)	Requirements	Number of risk factors in the work situation	3
Rachis (in-house tool)	Requirements	Number of changes in working posture (at what time and duration)	2
Feelings (in-house tool)	Requirements	Level of expected mobility	2
Occupational Safety and Health Administration (OSHA) checklist [23]	Requirements	Availability of adapted work equipment	2
	Requirements	Of his or her injury/illness/health/value assigned to work	2
	Requirements	Of his or her work: level of perceived requirements and the quality of interactions with employer/colleagues	3
	Requirements	Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)	2
	Requirements	Level of cognitive ability	2
	Requirements	Level of self-regulation ability (recognize/analyze)	2
	Requirements	Difficulty of tasks (intensity of effort)	3
	Requirements	Number of risk factors in the work situation	3
	Requirements	Number of non-performed operations due to specific worries (safety, missing skills)	2
	Requirements	Number of modifications to work rhythm/pace	2
	Requirements	Level of pain	2
	Requirements	Difficulty of tasks (intensity of effort)	2
Revised National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) lifting equation [36]	Work activity and regulation (activity's constraints)	Difficulty of tasks (intensity of effort)	2
	Work activity and regulation (activity's constraints)	Number of risk factors in the work situation (repetitive movement, awkward postures, MMH)	3
INRS MSD questionnaire [37]	Work environment	Quality of the work atmosphere	3

Observation criteria:
underlying modelsRating^a

Indicator of the operational leeway

Component of the work situation

Difficulty of tasks (intensity of effort)

Number of risk factors in the work situation

Number of changes in working posture (at what time and duration)

Number of modifications to work rhythm/pace

Level of perceived stress

Duration

Difficulty of tasks (intensity of effort)

Number of risk factors in the work situation

Number of changes in working posture (at what time and duration)

Level of expected mobility

Availability of adapted work equipment

Of his or her injury/illness/health/value assigned to work

Of his or her work: level of perceived requirements and the quality of interactions with employer/colleagues

Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)

Level of cognitive ability

Level of self-regulation ability (recognize/analyze)

Difficulty of tasks (intensity of effort)

Number of risk factors in the work situation

Number of non-performed operations due to specific worries (safety, missing skills)

Number of modifications to work rhythm/pace

Level of pain

Difficulty of tasks (intensity of effort)

Number of risk factors in the work situation (repetitive movement, awkward postures, MMH)

Quality of the work atmosphere

Individual representation and experience, symptoms, MSD-related complaints

Requirements	Level of support (formal and informal) from colleagues	3
	Level of flexibility	2
	Level of production (deadlines/quantity/quality)	2
	Level of expected availability	2
Means	Possibility of receiving help and taking breaks (number, length, at what time)	3
	The number of performed modifications to the environment compared to the number of expected modifications	2
The individual (worker's representation, ability and life circumstances)	Representation of his or her injury/illness/health/value assigned to work	3
	Representation of the ongoing treatment or history of the disease	2
	Representation of his/her work: perceived requirements and the quality of interactions	3
	Representation of the level of satisfaction from his/her performance	2
	Representation of the feeling about his/her efficacy	2
	Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)	2
	Level of cognitive ability	2
	Level of self-regulation ability (recognize/analyze)	2
	Level of stress linked to family circumstances	2
Work activity and regulation (activity's constraints and work regulation strategy)	Difficulty of tasks (intensity of effort)	2
	Number of risk factors in the work situation	2
	Number of modifications to work rhythm/pace	2
	Number of regulations on the task organization (possibility to start/finish sooner/later)	2
Impact of work situation (health/performance)	Level of pain	3
	Number of symptoms other than pain (feelings of heaviness, swelling, paralysis, cramps)	
	Appearance of another injury	
	Level of perceived stress	
	Number of symptoms other than pain (feelings of heaviness, swelling, paralysis, cramps)	3
	Appearance of another injury	2
	Level of perceived stress	3
Work environment	Level/quality of the organization of work	2
	Individual representation, symptoms, complaints, representation of awkward postures and work constraints	

(Continued).

Questionnaire COhorte des
Salariés Ligériens (COSALI)
[38]

Table 3. Continued.

MSD risk assessment tool studied and the originator article	Level of information concerning operational leeway in 10 reviewed MSD risk assessment tools*		Observation criteria: underlying models
	Component of the work situation	Indicator of the operational leeway	
Requirements	The individual (worker's representation, ability and life circumstances)	Level of flexibility	2
		Level of production (deadlines/quantity/quality)	2
		Number of hours of performed overtime	2
		Possibility of receiving help and taking breaks (number, length, at what time)	2
		Level of flexibility of work schedule	2
		Representation of his or her injury/illness/health/value assigned to work	3
		Representation of the ongoing treatment or history of the disease	
		Representation of his/her work: perceived requirements and the quality of interactions	
		Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)	
		Level of cognitive ability (technical skills)	
Means	The individual (worker's representation, ability and life circumstances)	Level of importance of relationships with the family/friends	3
		Representation of the ongoing treatment or history of the disease	
		Representation of his/her work: perceived requirements and the quality of interactions	2
		Level of physical ability (endurance, resistance, precision, strength of recovery)	3
		Level of cognitive ability (technical skills)	
		Level of importance of relationships with the family/friends	
		Difficulty of tasks (intensity of effort)	
		Number of risk factors in the work situation	
		Number of non-performed operations due to specific worries (safety, missing skills)	
		Level of pain	
Work activity and regulation (activity's regulation and work regulation strategy)	Impact of the work situation (health/performance)	Level/quantity of sleep	3
		Number of symptoms other than pain (feelings of heaviness, swelling, paralysis, cramps)	
		Appearance of another injury	
		Level of perceived stress	
		Level/quantity of sleep	
		Number of symptoms other than pain (feelings of heaviness, swelling, paralysis, cramps)	2
		Appearance of another injury	3
		Level of perceived stress	
		Level of pain	
		Number of symptoms other than pain (feelings of heaviness, swelling, paralysis, cramps)	
Appearance of another injury			
Level of perceived stress			

*Response scale: 1 = lack of information (not represented in this table), 2 = little information, 3 = detailed information; ^aLevel of information availability: the absent indicators in the reviewed tools were rated 1 = lack of information, which has been excluded to simplify the presentation of results.

Note: INRS = Institut National de Recherche et de Sécurité; MMH = manual materials handling.

information on the indicators of situational operational leeway, on the 'regulation process' and the 'work situation impacts', but also the information obtained is studied separately from one another, without a systematic overview of the work situations. None of the underlying theoretical models of the MSD risks assessment tools make it possible to take into account the concepts of regulation of activity and situational operational leeway. The MSD risk assessment tools considered in this study do not allow one to determine whether there is a sufficient or insufficient situational operational leeway with regard to the work situations and therefore to determine the quality of the regulation of activity.

4. Discussion

In the current MSD prevention approach, risk assessment is often the primary prevention step. MSD assessment tools such as observation, questionnaire or direct measurement are used to determine the risk level of work situations and provide information on an individual's representations and the biomechanical constraints of the activity, but none of the methods provide information either on the resources or on the implementation of strategies developed by individuals. We have hypothesized that operational leeway is overlooked in the models underlying risk assessment tools, being used frequently for the MSD prevention approach. The results of this study confirm this hypothesis as regulation of activity and operational leeway are taken into account to a limited extent or not at all by MSD risk assessment tools. These tools often study the biomechanical constraints of the activities, without characterizing the resources of the work situation. Taking into account systematically the constraints and resources of the work situation from the first stages of the MSD prevention approach could be a response to the growing variability and complexity on several levels of the workplaces. Several elements could explain this lack of information about regulation of activity and situational operational leeway in the MSD risk assessment tool. Firstly, the concept of operational leeway developed recently and little knowledge existed when the risk assessment tools were created. Moreover, regulation of activity and operational leeway need subjective and objective information that leads to misunderstandings of the concepts by companies and they can hardly use the situational operational leeway. Finally, few studies have reported the components and indicators of situational operational leeway, which decrease consensus on how the users can apply these concepts in the context of the companies and industrial worlds [11].

The results of our analysis mainly show that the observational assessment tools provide detailed information on the indicators connected to the biomechanical constraints of activities, and the self-reported questionnaires reflect the

representations of individuals. The observational assessment tools, e.g., allow the ergonomist to study postures, time and frequency of exposure through observation. This is related to the component of the activity's constraints and the requirements of the employer's expectation indicators. However, we did not find other components and indicators such as work regulation strategies, individual's characteristics and possibilities for organization and equipment. The self-reported questionnaires, on the other hand, provide detailed information on the individuals' representations of work (e.g., health and activity's impact) and the characteristics of an individual; but we did not find other components and indicators such as work regulation strategies, the activity's constraints and the requirements of the employer's expectations.

Zare [15] and Roquelaure et al. [29] have shown that MSD risk assessment must nevertheless address the diversity and variability of the tasks. The definition of variability and diversity is vague in the ergonomics literature. According to Mathiassen's study, variability is defined as 'the change in exposure across time' [8]. 'Variability' constitutes differences in exposure between tasks, jobs and vehicle models. However, diversity' is defined as 'the extent that exposure entities differ' [11]. Two similar and consecutive cycle times, e.g., might be different in terms of physical exposure (posture, force or muscle activity) within and between subjects, which is 'diversity' [11]. Task variability and diversity, which are related to the increase in variability of products, inter-individual and intra-individual differences, cause the operators to perform tasks by selecting different strategies to answer the various requirements of a job and their own characteristics. The variability and diversity of activities, the competencies and skills, the professional know-how and the social dimensions of work have been overlooked when characterizing MSD risks in work situations using classic risk assessment tools [8]. For example, evaluating the model underlying the REBA tool shows the availability of *detailed information* on the biomechanical constraints of activities without taking into account the diversity and variability of the tasks, the individual's skills and expertise, and the social dimensions. This tool provides information on the activity's regulation process and the external determinants without being able to define the adequacy or inadequacy of the situational operational leeway. In addition to variability related to products and inter-individual and intra-individual variability, Zare et al. [26] and Roquelaure et al. [29] have reported lower repeatability between different risk assessment tools [8,30,39]. To address all of these limitations, developing the concept of regulation of activity and situational operational leeway that is characterized in this study by six components and 49 indicators can increase the quality of the current approach for MSD prevention.

The large industrial groups who implement the lean manufacturing philosophy in their production system tend to ignore the impact of production variability,

inter-individual and intra-individual variability and the complexity of work situations. They prefer to standardize the work situations, supported by a managerial belief in ‘standardizing everything’ [17,26,29]. This belief of industrial managers/engineers can reduce the possibilities of regulating an activity by an individual faced with variability and diversity. However, a sufficient level of situational operational leeway ensures the MSD prevention approach in work situations because it can address variability diversity and complexity [26].

5. Conclusion

This study proposes indicators of situational operational leeway, and the presence of these indicators was studied in the underlying theoretical model of 10 MSD risk assessment tools. Our findings reveal that none of the risk assessment tools under study considers operational leeway indicators in the process of MSD risk evaluation. However, some tools, particularly in-house risk assessment methods, take into account several operational leeway indicators without determining whether they are sufficient in a work situation. Considering operational leeway indicators would improve the representativeness and reliability of investigations for identifying critical situations for MSDs.

Acknowledgements

The authors would like to thank the managers and the operators of John Deere Company for their contribution in this study.

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

Funding

The French national association of research ((Agence nationale de la recherche (ANR) 2014/0579) and John Deere group) financially supported this study.

References

- [1] Westgaard RH, Winkel J. Occupational musculoskeletal and mental health: significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems – a systematic review. *Appl Ergon*. 2011;42:261–296. doi:10.1016/j.apergo.2010.07.002
- [2] Parot-Schinkel E, Descatha A, Ha C, et al. Prevalence of multisite musculoskeletal symptoms: a French cross-sectional working population-based study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:122. doi:10.1186/1471-2474-13-122
- [3] Koukoulaki T. The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: an examination of sociotechnical trends over 20 years. *Appl Ergon*. 2014;45:198–212. doi:10.1016/j.apergo.2013.07.018
- [4] Van Rijn RM, Huisstede BM, Koes BW, et al. Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder – a systematic review of the literature. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36:189–201. doi:10.5271/sjweh.2895
- [5] Institute of Medicine and National Research Council. *Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities*. Washington (DC): The National Academies Press; 2001. doi:10.17226/10032
- [6] Zare M, Croq M, Hossein-Arabi F, et al. Does ergonomics improve product quality and reduce costs? A review article. *Hum Factors Ergon Manuf*. 2016;26:205–223. doi:10.1002/hfm.20623
- [7] Kennedy CA, Amick III BC, Dennerlein JT, et al. Systematic review of the role of occupational health and safety interventions in the prevention of upper extremity musculoskeletal symptoms, signs, disorders, injuries, claims and lost time. *J Occup Rehabil*. 2010;20:127–162. doi:10.1007/s10926-009-9211-2
- [8] St-Vincent M, Vézina N, Bellemare M, et al. L’intervention en ergonomie [Ergonomic intervention]. Montréal (QC): Éditions MultiMondes; 2011. French.
- [9] Takala E-P, Pehkonen I, Forsman M, et al. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36:3–24. doi:10.5271/sjweh.2876
- [10] Zare M, Biau S, Croq M, et al. Development of a biomechanical method for ergonomic evaluation: comparison with observational methods. *Int J Soc Behav Educ Econ Bus Ind Eng*. 2014;8:218–222.
- [11] Coutarel F, Caroly S, Vézina N, et al. Marge de manœuvre situationnelle et pouvoir d’agir : des concepts à l’intervention ergonomique [Situational operational leeway and possibility to do reaction: design for ergonomic intervention]. *Trav Hum*. 2015;78:9–29. French. doi:10.3917/th.781.0009
- [12] David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med*. 2005;55:190–199. doi:10.1093/occmed/kqi082
- [13] Malchaire J, Gauhy R, Piette A, et al. Classification de méthodes d’évaluation et/ou de prévention des risques de troubles musculosquelettiques [Classification of methods for evaluation and prevention of musculoskeletal disorders]. Brussels: European Trade Union Institute (ETUI); 2011. French.
- [14] Ringelberg JA, Koukoulaki T. Risk estimation for musculoskeletal disorders in machinery design: integrating a user perspective. Brussels: European Trade Union Institute (ETUI); 2002.
- [15] Zare M. Shared representation of work-related musculoskeletal risk factors and comparison of assessment methods: an experimental study in the truck manufacturing industry [dissertation]. Angers: Université d’Angers; 2015.
- [16] Roquelaure Y, Ha C, Leclerc A, et al. Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Care Res*. 2006;55:765–778. doi:10.1002/art.22222
- [17] Chiasson M-É, Imbeau D, Aubry K, et al. Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *Int J Ind Ergon*. 2012;42:478–488. doi:10.1016/j.ergon.2012.07.003
- [18] Denis D, Lortie M, Rossignol M. Observation procedures characterizing occupational physical activities: critical review. *Int J Occup Saf Ergon*. 2000;6:463–491. doi:10.1080/10803548.2000.11076467
- [19] Zare M, Malinge-Oudenot A, Höglund R, et al. Evaluation of ergonomic physical risk factors in a truck manufacturing plant: case study in SCANIA Production Angers. *Ind Health*. 2016;54:163–176. doi:10.2486/indhealth.2015-0055



- [20] Li G, Buckle P. A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks – quick exposure check (QEC). *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet.* 1998;42:1351–1355. doi:10.1177/154193129804201905
- [21] Hignett S, McAtamney L. Rapid entire body assessment (REBA). *Appl Ergon.* 2000;31:201–205. doi:10.1016/S0003-6870(99)00039-3
- [22] McAtamney L, Nigel Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon.* 1993;24:91–99. doi:10.1016/0003-6870(93)90080-S
- [23] Aptel M, Gerling A, Cail F. Méthode de prévention: Généralités et principes [Method of prevention: generalities and principles]. Documents pour le médecin du travail. 2000;83:187–194. French.
- [24] Steven Moore J, Garg A. The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1995;56:443–458. doi:10.1080/15428119591016863
- [25] Monnington S, Quarrie C, Pinder A, et al. Development of manual handling assessment charts (MAC) for health and safety inspectors. In: McCabe PT, editor. *Contemporary ergonomics.* London: Taylor & Francis; 2003. p. 3–8.
- [26] Zare M, Biau S, Brunet R, et al. A comparison of neck bending and flexion measurement methods for assessment of ergonomic risk. *Int J Occup Saf Ergon.* 2015;21:330–335. doi:10.1080/10803548.2015.1081772
- [27] Spielholz P, Silverstein B, Morgan M, et al. Comparison of self-report, video observation and direct measurement methods for upper extremity musculoskeletal disorder physical risk factors. *Ergonomics.* 2001;44:588–613. doi:10.1080/00140130118050
- [28] Schaub K, Caragnano G, Britzke B, et al. The European assembly worksheet. *Theor Issues Ergon Sci.* 2013;14:616–639. doi:10.1080/1463922X.2012.678283
- [29] Roquelaure Y, Petit A, Meyer J-P, et al. Surveillance médico-professionnelle du risque lombaire pour les travailleurs exposés à des manipulations de charges [Medical-professional monitoring of lower back risks for workers exposed to manual materials handling]. Rouen: SFMT; 2013. French.
- [30] Major M-E, Vézina N. Analysis of worker strategies: a comprehensive understanding for the prevention of work related musculoskeletal disorders. *Int J Ind Ergon.* 2015;48:149–157. doi:10.1016/j.ergon.2015.05.003
- [31] Silva EC, Bento PEG. The regulation of work activity and the new labor and production contexts. *Work.* 2012;41:1677–1682.
- [32] Coutarel F, Daniellou F, Dugué B. Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manœuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS? [Examining work organization in relation to margins of maneuver in design and in operation. Is rotation a solution to MSD?]. *PISTES.* 2003;5–2. French. Available from: <http://pistes.revues.org/3328>.
- [33] Leplat J. La notion de régulation dans l'analyse de l'activité [The concept of regulation in activity analysis]. *PISTES.* 2006;8–1. French. Available from: <http://pistes.revues.org/3101>.
- [34] Vézina N. Ergonomic practice and musculoskeletal disorders (MSDs): openness to interdisciplinarity. In: *Proceedings of the SEFL-ACE Conference: Ergonomics for Changing Work;* 2001; Montreal, Canada. p. 39–54. Available from: <http://www.invisiblequifaitmal.uqam.ca/en/pdf/v1-05b-vezina%anglais.pdf>
- [35] Durand M-J, Vézina N, Baril R, et al. Margin of manoeuvre indicators in the workplace during the rehabilitation process: a qualitative analysis. *J Occup Ther.* 2009;19:194–202.
- [36] Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, et al. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics.* 1993;36:749–776. doi:10.1080/00140139308967940
- [37] Cail F, Pichene A, Aptel M. Questionnaire d'évaluation du vécu du travail de salariés exposés à des risques de troubles musculosquelettiques [Questionnaire for evaluation of the working life of employees exposed to musculoskeletal disorders]. Documents pour le médecin du travail. 1995;4:253–267. French.
- [38] Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon.* 1987;18:233–237. doi:10.1016/0003-6870(87)90010-X
- [39] Ouellet S, Vézina N. Work training and MSDs prevention: contribution of ergonomics. *Int J Ind Ergon.* 2014;44:24–31. doi:10.1016/j.ergon.2013.08.008



Chapitre VI : Étude comparative des résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS et des résultats de l'étude de la marge de manœuvre en situation réelle du travail

Article 2 : Ergonomic assessment tools and analysis the contribution of situational operational leeway: A case study in a motor assembly manufacture

Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F., & Roquelaure, Y. (2018). What is the contribution of situational operational leeway for ergonomic assessment tools in the evaluation of work situations ?. Applied ergonomics (in process).

Article soumis le 17/07/2018 auprès de la revue Applied ergonomics.

En attente de retour suite avis relecteurs (ci-dessous la version soumise avec la mise en forme attendue par la revue).

1 Original Article
2
3

4
5 What Is the Contribution of Situational Operational Leeway for Ergonomic
6 Assessment Tools in the Evaluation of Work Situations?
7

8
9 Maxime Norval^{a*},

10 Mohsen Zare^b,

11 René Brunet^a,

12 Fabien Coutarel^c,

13 and Yves Roquelaure^a

14
15
16
17
18 ^aUniv Angers, CHU Angers, Univ Rennes, Inserm, Ehesp, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail - Research Institute for Environmental
19 and Occupational Health), UMR_S 1085, F-49000 Angers, France

20 ^bERCOS Group (Pôle), Laboratory of ELLIAD-EA4661, UTBM-University of Bourgogne Franche-Comté, 90010 Belfort, France

21 ^cACTÉ, University of Clermont-Auvergne, 63100 Clermont-Ferrand, France
22

23 * Corresponding author. Tel.: +33686113083; e-mail: maximenorval@hotmail.com
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65



1 ARTICLE INFO

ABSTRACT

3 *Article history:*

4 Received

5 Received in revised form

6 Accepted

7 Available online

10 *Keywords:*

11 Musculoskeletal disorders

12 Situational operational leeway

13 Critical situation

14 Simple risk assessment tool

15 Ergonomic analysis

Practitioners and ergonomists use simple risk assessment tools to identify the most critical situations. Regarding the variability of work activity and the multi-causality of musculoskeletal disorders (MSDs), the question is whether the simple risk assessment tools identify the risk of MSD reliably. This study aims to investigate the problems related to using simple risk assessment tools for MSD prevention by taking into account knowledge of activity analysis and situational operational leeway (SOL) as a way to improve the identification of critical situations.

Nine simple tools (OSHA, RULA, REBA, QEC, CE, EAWS, NIOSH, MAC, JSI) were used to evaluate ten samples of workstations in the metallurgy industry. The indicators of SOL, derived from the human-centered activity model, were also explored in this sample of workstations to define whether SOL is adequate. The results of these two approaches to MSD risk investigation were compared to identify the difference between these approaches.

Analyzing the risk of MSDs on ten workstations using nine simple tools showed the variability of exposure between tools for the same work situations. We analyzed the same workstations with the SOL indicators and disagreement was found in judgment between the two approaches of MSD risk identification—simple risk assessment tools and the SOL indicators. The SOL indicators estimated a lower risk of MSDs than the simple tools. These differences of judgment describe how SOL indicators can improve the phase of MSD risk identification as a complement to current simple tools.

1. Introduction

Risk prevention approaches for musculoskeletal disorders (MSDs) aim to improve working situations (Aptel et al., 2000; St-Vincent et al., 2011). In the majority of preventative models, risk evaluation is the first step in MSD risk prevention. This initial assessment phase determines risk level by using simple assessment tools and directs the prevention approach towards the most critical work situations. The most commonly used MSD risk assessment tools are simple observational methods, self-reported questionnaires and in-house methods (David, 2005; Malchaire et al., 2011; Takala et al., 2010). These simple tools identify MSD risk based on characteristics of the work activity. The observational tools evaluate the worker's exposure to MSD risk factors using a checklist. These tools primarily consider a limited number of biomechanical and physiological parameters (David, 2005; Denis et al., 2000; Malchaire et al., 2011). The questionnaire/self-assessment tools gather information on the task and establish a risk level based on the perceptions and feelings of the workers (Descatha et al., 2007; Hansson et al., 2001; Roman-Liu, 2014). Large industrial groups have created in-house tools compatible with their specific activity (Berlin et al., 2009; Hägg, 2003; Törnström et al., 2008). In-house ergonomic methods often use a triangulation of data that is gathered by observations, questionnaires (asking for the perception of workers) and direct measurements to evaluate risk levels.

Previous studies have criticized the reliability and repeatability of simple tools (Barrero et al., 2009; Chiasson et al., 2012; Zare et al., 2017). The results of these tools have been often questioned because of inter and intra-individual variability (motor control variability), the variations of the technical-organizational system (e.g., unexpected mishaps/incidents arising from machines and materials), and the diversification of products (Badets et al., 2017; Koukoulaki, 2014; Mathiassen, 2006; Srinivasan and Mathiassen, 2012; Zare et al., 2018). Furthermore, scientific knowledge of the etiological model of MSDs has been gradually expanded, leading to a consensus on the multi-causality of MSD risk factors (Bodin et al., 2018, 2017; Karsh, 2006; Roquelaure, 2018). The variability of activity (e.g., individual variability, production, and organization variations) and multi-causality of MSDs question the use of simple assessment tools and their precision in MSD risk estimation. These tools might be little representative of the non-ergonomic situation in a workplace and may not facilitate monitoring and following the effects of changes/interventions on exposure.

Ergonomics of activity (more highlighted in French-language ergonomics) follows a systematic and developmental approach and focuses not only on the constraints, which simple tools often evaluate, but also on the resources of the work situation, which provides the possibility for activity regulation (despite the individual, environmental, and organizational constraints). Thus, the activity of the operator is not as simple as applying prescribed instructions, but is a regulatory process aimed at the achievement of objectives (either personal or set by the company) by managing the system and individual variations (Hubault and Bourgeois, 2013; Roquelaure, 2018). The notion of situational operational leeway (SOL)—already promoted in French-language literature—arises from the convergence of the characteristics of a professional environment and those of the worker (Coutarel, 2004; Coutarel et al., 2015; Vézina et al., 2016). This merging is entirely situational, and it has been defined as follows:

“Situational operational leeway constitutes the possibility for the operator to develop an efficient mode of operation in a specific work situation (or work strategy). “Efficient” meaning effective in the performance of tasks and protecting oneself at work” (Coutarel et al., 2015). This definition refers to the human-centered activity model (Vézina, 2001), in which three representative components of SOL are examined: the work strategies developed by individuals to overcome the work constraints, the effects of activity on health and the effects on performance (Coutarel et al., 2013; St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). The link between this theoretical model derived from ergonomic practice and MSD prevention has been demonstrated in several studies (Caroly et al., 2008; Major and Vézina, 2015; Ouellet and Vézina, 2014). Today, this model is adopted in different areas of MSD prevention and surveillance, such as rehabilitation (Durand et al., 2009), system design (Lux et al., 2017), and local management (Cuny-Guerrier et al., 2015). We suggest the possibility of using this model for the risk assessment phase, as a response to the difficulties discussed above regarding the simple MSD risk assessment tools. Considering this model to assess MSD risk factors might improve the representativeness of results and provides better identification of critical situations. Our previous study demonstrated that none of the simple tools currently used by companies for MSD risk assessment are suitable for determining whether SOL is sufficient. Furthermore, these tools are even less suited to formulating an SOL scale, i.e., the number of operational strategies available to the operator in dealing with a situation in a suitable manner (Norval et al., 2018). This study also defined 49 representative indicators of Vézina's model (2001), as presented in Figure 1.

This study aims to investigate the contribution of SOL indicators compared to the information provided by simple MSD risk assessment tools. The risk of MSDs was measured by nine simple tools and by three components of the SOL. The results were then compared to find the differences between these methodologies to estimate MSD risks.

2. Material and Methods

This study was carried out in a French company that produces and assembles diesel engines. The production lines consisted of the main engine parts (i.e., cylinder heads, engine blocks, and connecting rods), a complete engine assembly line, and a trim line. We used nine simple MSD risk assessment tools and SOL indicators with a questionnaire on a sample of ten workstations with regard to the position and its reference situation. The sample of workstations was selected in collaboration with the company's occupational health and safety experts on the basis of the difficulties encountered by workers at the various workstations. Having worked with the company for three years, we had in-depth knowledge of the selected case studies. Before starting the experimentation, the research ergonomist and the operators defined the reference situation for each workstation. The reference situation represented the situation most exposed to MSD risks among all the situations encountered at the workstation. Each workstation in our sample was evaluated using nine simple tools and the reference situation selected on this position was examined by the SOL questionnaire. The ten cases studied correspond to the ten reference situations chosen from ten workstations (Table 1).

The sample consisted of two workstations for rod machining (*Connecting rod finishing* and *Connecting rod drafting*), one workstation in the engine painting area (*Pre-paintwork covering*), four workstations for final engine assembly (*Final engine assembly*

line, Engine wiring unit assembly, Engine injector kit preparation, and Manifold/turbo assembly preparation), one workstation in the engine preparation area before testing (*Fixtures/equipment pre-testing*), and two workstations in the engine kit preparation area (*Preparation of small parts orders and Fixtures packaging*). The ten selected workers were experienced operators (having been with the company for more than six months), who had no history of occupational illness and volunteered to participate in this study (Table 1).

Each workstation was observed for 2 to 2.5 hours (at least on ten identical cycles) during the evaluation by the simple tools. SOL indicators were then investigated over 1.5 to 2 hours on ten identical cycles using an SOL questionnaire and interviews with the operators. The parameters for the study, such as the method for selecting the reference situation, the assessor, the evaluation tools (simple tools and the SOL questionnaire) and the methodology for approaching the operators were similar for ten case studies.

2.1. MSD risk assessment tools

The following observational checklists were used to evaluate MSD risk factors in this study: Occupational Safety and Health Administration (OSHA) checklist (Silverstein, 1997), an in-house tool called Ergonomic Criticality (CE), Quick Exposure Checklist (QEC) (David et al., 2008), Rapid Upper Limb Assessment (RULA) (McAtamney and Nigel Corlett, 1993), Rapid Entire Body Assessment (REBA) (Hignett and McAtamney, 2000), Ergonomic Assessment Worksheet (EAWS) (Schaub et al., 2013), the revised NIOSH equation (Waters et al., 1993), Manual handling Assessment Charts (MAC) (Monnington et al., 2003), and Job Strain Index (JSI) (Steven Moore and Garg, 1995). Table 2 shows the indicators evaluated by each of the selected tools.

The same researcher used nine simple MSD risk evaluation tools one after the other for each case study, and always in the same sequence (as presented in Table 2). To compare the results and study their variations, we codified the interpretation scales for all of the tools across three levels: 1. Low-risk situation (acceptable), 2. Moderately risky situation (requires further investigation), and 3. High-risk situation (changes required). Table 3 shows the interpretation scales formulated by the tool developers and the codifying carried out in this study. We used only the whole body score of the EAWS tool and excluded the score of upper limbs because the whole body score was more representative of risk factors at a workstation.

2.2. Indicators of situational operational leeway (SOL)

The assessor interviewed each worker about the three elements of SOL indicators (Figure 1) to determine whether there was adequate, potentially inadequate, or inadequate SOL. The SOL indicators collected two types of information – semi-quantitative information (a four-level system with ratings of 0, 1, 2, 3: the lowest score being the most detrimental regarding SOL) and qualitative information – to investigate the given status in more detail. This information was collected across 11 indicators for the work strategy process, across four indicators for direct health impacts and across three indicators for effects on performance (Table 1 in Appendix).

The SOL indicator scores (semi-quantitative data) were transcribed to explore the adequacy of SOL for each of ten reference working situations. The total scores were calculated separately for each of three components. We created an interpretation scale across three levels (low, moderate, and high) for each of the components based on how near they scored to ten reference working situations. Given the effective distribution observed across three ranges of fairly distinct scores, we were able to note that “low” and “high” scores are the least common and “moderate” is the most common. For the work strategy process component, 11 indicators were examined and given scores ranging from 0 to 36 points across three levels: low score is <20 points, moderate is between ≥ 20 and ≤ 22 points, and high score is >22 points. For the direct effect on performance component, three indicators were examined and scored ranging from 0 to 9 points, with scores ≤ 4 considered low, scores between >4 and ≤ 6 points considered moderate, and scores >6 points considered high. Finally, for the direct effect on health component, four indicators were examined and scored between 0 and 12 points, with scores ≤ 6 being low, scores between >6 and ≤ 11 being moderate, and above >11 points being high.

The results of the three components provided the general interpretation and classification of SOL for each reference working situation:

- Inadequate SOL for a situation where at least one of the SOL components gives a “low” score
- Potentially inadequate SOL where at least two components give “moderate” scores
- Adequate SOL where at least two components give “high” scores

We created a structure of the SOL components (work strategy process, direct effect on health, and on performance) by transcribing the qualitative data obtained during the interview using the SOL indicators, which provided a close look at the SOL classifications that were derived from the semi-quantitative data. Company occupational health experts contributed to interpreting the components. The positive/negative interpretation of each component was carried out using indices gathered from the qualitative data. A status of adequate, potentially inadequate or inadequate SOL was recorded for each working situation using three components observed separately:

- Inadequate SOL where three components are negative
- Potentially inadequate SOL where at least one component is negative
- Adequate SOL where three components are positive

2.3. Data analysis

The results of nine simple tools for evaluating MSDs were analyzed to study inter and intra-tools/workstations variability. The SOL classifications were analyzed with the semi-quantitative data and a further level of analysis was provided using the qualitative data. The intersection of results is presented to study the agreement/disagreement between the level of risk established by the simple tools and the level of SOL adequacy found by the SOL indicators.

3. Results

3.1. Simple tools for evaluating MSD risk

1 The results of nine simple tools showed the degree of variability between the results of different simple tools (inter-tool variance) for
2 the same workstation. The *Manifold/turbo assembly preparation* workstation was evaluated using ten different tools which gave
3 identical results, while the evaluation of the *Connecting rod finishing* and *Fixtures packaging* workstations provided different results
4 from one tool to another. Our results showed little variability in the results of the specific tools for manual material handling for six
5 workstations involving manual handling tasks.

6 The variability in the average score of the tools for ten workstations indicated a difference in sensitivity between tools (inter-tool
7 sensitivity). Figure 2 shows the distribution of risk status between low, moderate, and high risk for each simple tool. The OSHA
8 checklist and REBA rendered the highest number of high-risk situations, with 8 and 6 out of 10 workstations, respectively. The
9 Ergonomic Criticality tool and QEC identified 7 out of 10 workstations as having low-risk status. The NIOSH equation and MAC (tools
10 specific to manual material handling tasks) classified ten workstations as low or moderate risk, while JSI identified two workstations as
11 high-risk status.

12 Finally, intra-tool sensitivity was calculated with the standard deviation in results between each tool used to evaluate ten
13 workstations. The OSHA checklist resulted in little variance between ten workstations ($SD=0.32$), while RULA gave varying results
14 with a standard deviation of 0.72. A similar tendency was found in the results from the tools specific to manual material handling tasks.

3.2. Investigation of SOL indicators: semi-quantitative and qualitative data

3.2.1. SOL assessed by the semi-quantitative method

15 The results of three components of SOL indicators for each reference situation showed that 50% of the reference situations had
16 inadequate SOL (*Unscrewing connecting rods*, *Attaching engine to overhead conveyor*, *Injector assembly*, and *Equipping engine*
17 *flywheel pre-testing*), 40% had potentially inadequate SOL (*Connecting rod drilling*, *Top end fitting and connecting*, and *Installation of*
18 *turbo onto manifold*), and 10% had adequate SOL (*Packaging of a small part*). The score of each component of the SOL indicators
19 varies from low to high scores. For example, the reference situation *Unscrewing connecting rods* for the workstation *Connecting rod*
20 *finishing* had inadequate SOL. The low score was for the work strategy process and direct effect on performance components and a
21 moderate score was given for the direct effect on health component (Table 5).

3.2.2. SOL assessed by the qualitative method

22 We created a model consisting of three components of SOL to reinforce the conclusions derived from the semi-quantitative data.
23 Figure 3 shows an example of the reference situation *Unscrewing connecting rods* in the *Connecting rod finishing* workstation.
24 Inadequate SOL is justified in this reference situation because of negative indices identified by three components of SOL. The negative
25 indices observed for the work strategy process component were lack of variations in the work strategies, work pace with highly
26 changeable rhythm (acceleration/deceleration), impossible to do task in another way, few suggestions for improvements accepted, low
27 levels of exchange between operators about the best practice, and low level of assistance between close colleagues. Regarding the direct
28 effects on health component, periodic pain and discomfort in the shoulders were identified and significant fatigue was observed
29 following the implementation of the reference situation. We recognized difficulties in keeping up with the rhythm of work pace (feeling
30 of always lagging behind), baseline productivity sometimes not achieved, and a quantity of negative feedback on the quality of the
31 products produced, which were the negative indices for the direct effects on performance.

32 Table 6 presents a summary of the qualitative information used to classify adequacy of SOL in the work situations. Our findings
33 showed inadequate SOL for two reference situations (*Unscrewing the connecting rods* and *Injector subassembly*), the possible
34 inadequacy of SOL for four reference situations (*Roll top motor covering*, *Attaching engine to overhead conveyor*, *Installation of turbo*
35 *onto manifold*, and *Fixtures bagging*), and the adequacy of SOL for four reference situations (*Connecting rod drilling*, *Top end fitting*
36 *and connecting*, *Equipping engine flywheel pre-testing*, and *Packaging of a small part boring*; Table 6).

37 Four negative statuses were found for the work strategy process component, five negative statuses for the direct effects on health
38 component, and four for the direct effects on performance component. For ten reference situations, SOL inadequacy mostly penalized
39 the direct effects on health component, which had negative consequences for half of the reference situations studied.

40 Table 7 shows that SOL status differs between qualitative and semi-quantitative data. The qualitative data confirms the status given
41 by the semi-quantitative data for five reference situations in our sample. For the other five situations, the qualitative data identified
42 higher SOL adequacy than with semi-quantitative data. We retain the results of the qualitative analysis (because of more precision) in
43 case of disagreement between semi-quantitative and qualitative data.

3.3. Comparison between simple tools and the examination of SOL indicators

44 Contradictions between the results of the simple tools and SOL indicators were observed in the case of the OSHA checklist, the
45 NIOSH equation, QEC, and REBA, with 90%, 83.3%, 80%, and 80% contradiction, respectively. The least contradictions were
46 observed for the EC, RULA, and EAWS, at 60%. The average contradictions within the results of nine simple tools for evaluating MSD
47 risk and the examination of SOL indicators is 71.8%. Among these differences, 41.4% of cases had a higher risk with the simple tools
48 compared to the SOL indicators and 30.4% had a lower risk with the simple tools compared to the SOL indicators (Table 8). For
49 example, the OSHA checklist showed eight high-risk stations and two moderate-risk stations, while the SOL indicators showed two
50 situations with an inadequacy, four situations with a possible inadequacy, and four situations with the adequacy of SOL. These results
51 reflect the non-concordance (90%) of data and a higher risk estimate with OSHA compared to SOL examination (80% of
52 contradictions).

4. Discussion

4.1. Variability of results between simple tools

1 This study showed the variability of results between the simple tools for MSD risk assessment in the same work situation. These
2 results are compatible with the hypothesis that the simple tools may be insufficient for assessing MSD risks (Bao et al., 2009; Barriera-
3 Viruet et al., 2006, 2006; Chiasson et al., 2012; Zare et al., 2018, 2017). Three factors can explain the variability of results: the nature of
4 the simple tools (e.g., different focus of the theoretical model of each tool, the etiology of MSDs, low repeatability, and reliability of the
5 simple tools) (Aptel et al., 2002; David, 2005; Malchaire et al., 2011), the criteria related to using these tools (e.g., choice of tool,
6 observation period, deployment method, distinguishing the scope of observation, interpretation and use of results), and the variability of
7 work strategies (different ways of doing an activity) (Bao et al., 2009; Bourgeois et al., 2006; Gaudes et al., 2016; Zare et al., 2018). We
8 observed low variability between the results of the tools specific to manual material handling tasks. The risk factors evaluated by these
9 tools were quite similar between three tools (mostly biomechanical and physical factors), whereas simple observation tools look for
10 slightly varying parameters. Furthermore, the tools specific to manual material handling evaluate one situation, while simple tools
11 evaluate several situations together. Other studies, such as those by Mohammadi et al. (2013), and Kadikon & Rahman (2016) have
12 reported similar results (Kadikon and Rahman, 2016; Mohammadi et al., 2013).

4.2. Examinations of SOL indicators

16 Although SOL and its link with preventing MSDs have been recognized in the previous literature, practitioners rarely invested in
17 SOL in the workplace (Cuny-Guerrier, 2016; Cuny-Guerrier et al., 2015; Lux et al., 2017; Major and Vézina, 2015; Vézina et al., 2016).
18 The reason might be that few kinds of literature developed the model or indicators of SOL to encourage ergonomists and practitioners
19 to use the concept of SOL in a real setting. Vézina (2001) created a model of SOL, consisting of five components, for ergonomic
20 intervention. We used three components of this model to study the state of SOL adequacy, which allows identification of critical
21 situations for MSDs. These components are work strategy process, direct effect on health, and direct effect on performance. We
22 excluded the internal and external determinant components of Vézina's model because they are unsuitable for recognizing critical
23 situations for MSDs. Indeed, an ergonomic analysis of work that identifies the determinants of workers' power to act (Roquelaure,
24 2018) is not the aim of the risk assessment, although a few simple tools explore some determinants (Norval et al., 2018). Taking into
25 account the activity's determinants implies that we can establish their number and nature from the start, which means taking into
26 account determinants of determinants (which are sometimes remote in time and space); it also means understanding the complex
27 interaction of determinants among themselves and the role and consequences of variability (production and individual) on these
28 determinants. When seeking to identify critical situations, we do not aim to know the extent of SOL (characterized by the complex
29 relationship between the internal and external determinant and three components of SOL), but the state of SOL adequacy, which makes
30 it possible to limit the consequences of the activity on health and performance (characterized by three SOL components). Determinants
31 of the work situation (internal and external) can be studied during the ergonomic analysis prioritized for improvement in a critical
32 situation.

33 In this study, we proposed to study 18 indicators that are representative of three SOL components to complete the exposure
34 evaluation derived from simple tools and understand how individuals encounter the constraints of the work situation. The SOL
35 indicators used (Table 1, appendix) were taken from the study by Norval et al. (2018) and are considered to be representative of work
36 strategy processes and their effects on health and performance (Coutarel, 2004; Cuny-Guerrier, 2016; Durand et al., 2009; Gouédard
37 and Rabardel, 2012; Lux et al., 2017; Major and Vézina, 2015; Tomás and Fernandez, 2015). The indicators proposed are broad enough
38 to avoid restricting the fields of study and to facilitate examination.

39 SOL exploration was conducted using a semi-quantitative and a qualitative method, which resulted in differing SOL adequacy in
40 five reference situations. The contradictions observed can be explained by the accuracy of the examination methods. Although the study
41 of semi-quantitative data reveals a trend relating to the state of SOL adequacy (differences always in the same direction), it seems
42 crucial to take an in-depth look at the trends obtained through qualitative information, which are more accurate, contextual, and
43 interrelated. The most suitable method for studying SOL indicators is to combine observation and discussion with workers (qualitative
44 analyses). This qualitative analysis specifies the detailed information in a multifactorial, systemic, and participatory approach that is
45 consistent with existing literature and the development of etiological models (St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001).

4.3. Comparison of simple tools and the examination of SOL indicators

52 In this study, we found deviations in the estimate of MSD risk between the results of simple tools and the state of SOL adequacy.
53 Simple tools tend to estimate the MSD risk to be higher compared to the assessment of SOL adequacy. This finding is consistent with
54 the idea that SOL takes into account restrictions by integrating the resources of the work activity. The use of simple tools is based on
55 considering essential constraints (mostly biomechanical factors) in an observation window described as "here and now." SOL, on the
56 other hand, is based on work strategies (strategy used when encountering the constraints) and the effects of a particular work situation
57 by distinguishing between the workstation and critical situations among all the situations that constitute a workstation (Coutarel et al.,
58 2013; Cuny-Guerrier, 2016; Vézina, 2001). In this study, to target critical situations, we distinguish between the workstation and the
59 most critical situations (reference situations), which makes it possible to be more representative than an overall view of the exposure in
60 the workstation.

Our results show a lower risk during SOL examination compared to the results of simple tools. Simple tools mainly studied exposures to the physical risk factors of the activity. These tools direct the users' attention towards certain characteristics of the activity (mainly biomechanical factors) that the tools' developers consider to be the MSD risk factors (Norval et al., 2018). Nevertheless, the work activity mobilizes the individual at all levels (physical, cognitive, subjective, and social, all of which are inseparably linked) and is built within a framework of objectives, constraints, and resources (Coutarel et al., 2013). The work strategies studied during SOL examination are the result of the encounter between constraints (environmental, organizational, and individual) and the resources used by the individual to handle the activity and its variabilities (Cuny-Guerrier et al., 2015; Roquelaure, 2018). The examples of resources are the possibility of assistance from close colleagues, the possibility of changing the order of tasks, varying one's work strategies, managing the work pace, using the available devices for manual tasks, and changing workstation in the event of pain/discomfort. Hence why SOL presents results with lower risk compared to basic tools: SOL takes into account the activity's resources that "compensate" for the constraints. Coutarel et al. (2015) also showed the activity's resources to complement the activity's constraints to prevent MSDs (Coutarel et al., 2015).

The concept of SOL offers a paradigm shift; it is not "only" to reduce constraints or exposure to specific risk factors, but it also proposes to prevent MSDs by developing the individuals (e.g., expertise, knowledge, self-esteem) through developing their professional activities (e.g., developing one's work strategies, capacity to regulate a task, and possibility of encountering the constraints of work) (Coutarel et al., 2013). In this developmental approach, introducing flexible production systems takes priority over introducing systems adapted to a given nominal situation to give resources to the workers' future SOL (Badets et al., 2017; Lux et al., 2017).

4.4. Study limitations and perspectives

This exploratory study has several limitations. The study of SOL indicators through reference work situations other than the one chosen may not have produced the same results. In this study, SOL was examined through a single work situation chosen by the researcher together with the workers as being the reference situation with the highest risk or with the most constraints among all the situations that comprised the workstation. It is more representative to assess the critical situations (most at risk) as opposed to calculating an average of risks of all the situations.

It should be noted that the questionnaire used to study the SOL adequacy must be validated (repeatability, reliability) if it is to be used by occupational safety and health experts in companies. Further study is needed to investigate the suspected role of SOL adequacy in the appearance of MSDs.

5. Conclusion

The results of simple MSD risk assessment tools were compared with the state of SOL adequacy. Taking into account the resources used by workers to perform the activity by work strategy process indicators, combined with information about the effects of activity on health and performance, increases the representativeness and reliability of the risk identification phase. The disagreement of results from the simple tools and the SOL examinations showed the importance of suggesting improvements to the simple tools currently used in companies to consider SOL as the evolving concept. This study proposes to improve the quality of risk evaluation and the targeting of the critical situations by considering the state of SOL adequacy, which supplements the risk evaluation by simple tools.

Acknowledgments

The authors would like to thank all the staff of the factory under study (John Deere Orléans-Saran) for their kind collaboration and effort in performing this study. Our special thanks go to the operators who consented to participate in this experimentation.

Funding

The French National Research Agency (Agence nationale de la recherche (ANR) 2014/0579) and John Deere group supported this study financially.



- Aptel, M., Aublet-Cuvelier, A., Cnockaert, J.-C., 2002. Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur liés au travail. *Revue du rhumatisme* 69, 1181–1190.
- 1 Aptel, M., Gerling, A., Cail, F., 2000. Méthode de prévention. Généralités et principes. *Documents pour la médecine du travail* 83, 189–194.
- 2 Badets, P., Merlo, C., Pinière, V., 2017. Human efficiency for reducing Lean limits, in: 12e Congrès International de Génie Industriel. Compiègne, France.
- 3 Bao, S., Howard, N., Spielholz, P., Silverstein, B., Polissar, N., 2009. Interrater reliability of posture observations. *Human factors* 51, 292–309.
- 4 Barrero, L.H., Katz, J.N., Dennerlein, J.T., 2009. Validity of self-reported mechanical demands for occupational epidemiologic research of musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health* 35, 245.
- 5 Barriera-Viruet, H., Sobeih, T.M., Daraiseh, N., Salem, S., 2006. Questionnaires vs observational and direct measurements: a systematic review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 7, 261–284.
- 6 Berlin, C., Örtengren, R., Lämkkull, D., Hanson, L., 2009. Corporate-internal vs. national standard—A comparison study of two ergonomics evaluation procedures used in automotive manufacturing. *International Journal of Industrial Ergonomics* 39, 940–946.
- 7 Bodin, J., Garlandezec, R., Costet, N., Descatha, A., Viel, J.F., Roquelaure, Y., 2018. 724 Validation of a conceptual model for shoulder pain risk factors in three independent french working populations. *Occup Environ Med* 75, A274–A274. <https://doi.org/10.1136/oemed-2018-ICOHAbstracts.783>
- 8 Bodin, J., Garlandezec, R., Costet, N., Descatha, A., Viel, J.-F., Roquelaure, Y., 2017. Risk factors for shoulder pain in a cohort of French workers: a structural equation model. *American journal of epidemiology* 187, 206–213.
- 9 Bourgeois, F., Lemarchand, C., Hubault, F., Brun, C., Polin, A., Faucheux, J.M., Douillet, P., Albert, C., 2006. Troubles musculosquelettiques et travail. Quand la santé interroge l'organisation. Collection „ANACT. ed. Outils et méthodes. Lyon.
- 10 Caroly, S., Coutarel, F., Escriva, E., Roquelaure, Y., Schweitzer, J.M., Daniellou, F., 2008. La prévention durable des TMS. Quels freins 2004–2007.
- 11 Chiasson, M.-É., Imbeau, D., Aubry, K., Delisle, A., 2012. Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics* 42, 478–488.
- 12 Coutarel, F., 2004. La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception : quelles marges de manœuvre pour le déploiement de l'activité ? (phdthesis). Université Victor Segalen - Bordeaux II.
- 13 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, 9–29. <https://doi.org/10.3917/th.781.0009>
- 14 Coutarel, F., Roquelaure, Y., Daniellou, F., 2013. Le défi ergonomique face aux TMS d'origine professionnelles., in: *Ergonomie : Travail, Conception, Santé*. A. Drouin, pp. 255–267.
- 15 Cuny-Guerrier, A., 2016. Régulations et marges de manœuvre situationnelles des encadrants de proximité en sous-traitance : un enjeu de prévention des TMS. Grenoble, Grenoble, France.
- 16 Cuny-Guerrier, A., Caroly, S., Coutarel, F., Aublet-Cuvelier, A., 2015. Quelle prévention des TMS dans l'activité de l'encadrement de proximité en sous-traitance interne? Un cas dans le secteur de la découpe de viande. Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé.
- 17 David, G., Woods, V., Li, G., Buckle, P., 2008. The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied ergonomics* 39, 57–69.
- 18 David, G.C., 2005. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med (Lond)* 55, 190–199. <https://doi.org/10.1093/ocmed/kqi082>
- 19 Denis, D., Lortie, M., Rossignol, M., 2000. Observation procedures characterizing occupational physical activities: critical review. *International journal of occupational safety and ergonomics* 6, 463–491.
- 20 Descatha, A., Roquelaure, Y., Chastang, J.F., Evanoff, B., Melchior, M., Mariot, C., Ha, C., Imbernon, E., Goldberg, M., Leclerc, A., 2007. Validity of Nordic-style questionnaires in the surveillance of upper-limb work-related musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health* 33, 58–65.
- 21 Durand, M.J., Vézina, N., Baril, R., Loisel, P., Richard, M.C., Ngomo, S., 2009. Margin of manoeuvre indicators in the workplace during the rehabilitation process: a qualitative analysis. *J Occup Rehabil* 19, 194–202. <https://doi.org/10.1007/s10926-009-9173-4>
- 22 Gaudes, C., Gilles, M.A., Savin, J., 2016. Intrinsic movement variability at work. How long is the path from motor control to design engineering? *Applied Ergonomics* 53, 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.08.014>
- 23 Gouédard, C., Rabardel, P., 2012. Pouvoir d'agir et capacités d'agir: une perspective méthodologique?. Illustration dans le champ de la santé, sécurité et conditions de travail. Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé.
- 24 Hägg, G.M., 2003. Corporate initiatives in ergonomics—an introduction. *Applied Ergonomics* 34, 3–15.
- 25 Hansson, G.-Å., Balogh, I., Byström, J.U., Ohlsson, K., Nordander, C., Asterland, P., Sjölander, S., Rylander, L., Winkel, J., Skerfving, S., others, 2001. Questionnaire versus direct technical measurements in assessing postures and movements of the head, upper back, arms and hands. *Scandinavian journal of work, environment & health* 30–40.
- 26 Hignett, S., McAtamney, L., 2000. Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics* 31, 201–205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- 27 Hubault, F., Bourgeois, F., 2013. L'activité, ressource pour le développement de l'organisation du travail, in: *Ergonomie constructive*. Presses Universitaires de France, pp. 89–102.
- 28 Kadikou, Y., Rahman, M.N.A., 2016. Manual Material Handling Risk Assessment Tool for Assessing Exposure to. *Journal of Engineering and Applied Sciences* 100, 2226–2232.
- 29 Karsh, B.-T., 2006. Theories of work-related musculoskeletal disorders: Implications for ergonomic interventions. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 7, 71–88.
- 30 Koukoulaki, T., 2014. The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied Ergonomics, Advances in Socio-Technical Systems Understanding and Design: A Festschrift in Honour of K.D. Eason* 45, 198–212. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.07.018>
- 31 Lux, A., El Mouayni, I., Lefevre, B.D., Savin, J., Etienne, A., Siadat, A., 2017. Santé et sécurité au travail: quatre approches en conception pour spécifier et simuler des marges de manoeuvre pour les futurs opérateurs de production, in: *CIGI2017 12ème Edition Du Congrès International de Génie Industriel*. p. 8p.
- 32 Major, M.-E., Vézina, N., 2015. Analysis of worker strategies: A comprehensive understanding for the prevention of work related musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics* 48, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.05.003>
- 33 Malchaire, J., Gauthy, R., Piette, A., Strambi, F., 2011. Classification of the methods for evaluation and prevention of musculoskeletal disorders. *European Trade Union Institute, Bruxelles*.
- 34 Mathiassen, S.E., 2006. Diversity and variation in biomechanical exposure: What is it, and why would we like to know? *Applied Ergonomics, Special Issue: Meeting Diversity in Ergonomics* 37, 419–427. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.04.006>
- 35 McAtamney, L., Nigel Corlett, E., 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 24, 91–99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- 36 Mohammadi, H., Motamedzade, M., Faghhi, M.A., Bayat, H., Mohraz, M.H., Musavi, S., 2013. Manual material handling assessment among workers of Iranian casting workshops. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 19, 675–681.
- 37 Monnington, S.C., Quarrie, C.J., Pinder, A.D., Morris, L.A., 2003. Development of Manual Handling Assessment Charts (MAC) for health and safety inspectors, in: *Contemporary Ergonomics*. Paul T.McCabe, Landon, pp. 3–8.
- 38 Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F., Roquelaure, Y., 2018. Operational leeway in work situations: do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis? *Int J Occup Saf Ergon* 1–14. <https://doi.org/10.1080/10803548.2017.1387392>
- 39 Ouellet, S., Vézina, N., 2014. Work training and MSDs prevention: Contribution of ergonomics. *International journal of Industrial ergonomics* 44, 24–31.

- Roman-Liu, D., 2014. Comparison of concepts in easy-to-use methods for MSD risk assessment. *Applied Ergonomics* 45, 420–427. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.05.010>
- Roquelaure, Y., 2018. 1645e Health promotion and constructive ergonomics: an integrated developmental perspective to improve sustainable working conditions and well-being at work. *Occup Environ Med* 75, A216–A217. <https://doi.org/10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.616>
- Schaub, K., Caragnano, G., Britzke, B., Bruder, R., 2013. The European assembly worksheet. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 14, 616–639.
- Silverstein, B., 1997. The use of checklists for upper limb risk assessment., in: *Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. Presented at the 13th triennial congress of the International Ergonomics Association., Tampere, Finland, pp. 109–111.
- Srinivasan, D., Mathiassen, S.E., 2012. Motor variability in occupational health and performance. *Clinical Biomechanics* 27, 979–993. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.08.007>
- Steven Moore, J., Garg, A., 1995. The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal* 56, 443–458.
- St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M.J., Denis, D., Ledoux, É., Imbeau, D., 2011. L'intervention en ergonomie. MultiMonde, Québec.
- Takala, E.-P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.-ÅAke, Mathiassen, S.E., Neumann, W.P., Sjøgaard, G., Veiersted, K.B., Westgaard, R.H., Winkel, J., 2010. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian journal of work, environment & health* 3–24.
- Tomás, J.-L., Fernandez, G., 2015. Du pouvoir d'agir aux marges de manoeuvre: une proposition pour le développement psychologique des gestes. *Activités* 12.
- Törnström, L., Amprazis, J., Christmansson, M., Eklund, J., 2008. A corporate workplace model for ergonomic assessments and improvements. *Applied ergonomics* 39, 219–228.
- Vézina, N., 2001. La pratique de l'ergonomie face aux TMS: ouverture à l'interdisciplinarité. *Comptes rendus du congrès SELF-ACE*.
- Vezina, N., Durand, M.J., Richard, M.-C., Calvet, B., 2016. Comprendre la marge de manoeuvre situationnelle : une question de retour durable au travail. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 34e Congrès National de Médecine et Santé au Travail 77, 362–363. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2016.03.019>
- Waters, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A., Fine, L.J., 1993. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 36, 749–776.
- Zare, M., Biau, S., Brunet, R., Roquelaure, Y., 2017. Comparison of three methods for evaluation of work postures in a truck assembly plant. *Ergonomics* 1–13.
- Zare, M., Sagot, J.-C., Roquelaure, Y., 2018. Within and between Individual Variability of Exposure to Work-Related Musculoskeletal Disorder Risk Factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15, 1003. <https://doi.org/10.3390/ijerph15051003>

20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65



Table 1. Description of individual characteristics and case studies

Workstation	Description of tasks	Reference situation Workstations		Primary constraints observed at the workstation following first meeting with the operator	Individual characteristics
		Description	Selection criteria		
2	Connecting rod finishing	Unscrewing for manual deburring and washing preparation	Most frequent reference and highest risk situation according to the operator	Heavy manual activity (carrying heavy loads), six different references	T ^a , 25 years old, M ^b , 175cm, R ^c , no medical restrictions apply, one year in the workstation, one year in the company
7	Connecting rod drafting	Rod drilling	Most frequent reference and most demanding situation according to the operator	Manual handling, movement, work rate and management of time spent using machinery, six different references	T, 28 years old, M, 178cm, R, no restrictions, one year in the workstation, one year in the company
11	Pre-paintwork covering	Mask top engine (upper part)	Reference with the most area to protect. Very high work rate according to the operator	Very high reference variability, risk of omission or error and increased impact	P ^b , 41 years old, M, 185cm, L, no restrictions, eight years in the workstation, eight years in the company
16	Final engine assembly line	Attachment and motor transfer to overhead conveyor	Most frequent and highest risk situation according to the operator	Trampling, advance bracket spacing (3, 4 and 6cyl), handling height and linked constraining postures	P, 30 years old, M, 165cm, R, no restrictions, six months in the workstation, 11 years in the company
21	Engine wiring unit assembly	Connecting harnesses and engine casing	Reference with the most connection tasks. Reference to anticipate due to being the longest and most demanding task to achieve according to the operator	High variability of references, high and variable work rate, a variable number of connections, knowledge of the manufacturing process and production diversity required	P, 39 years old, M, 165cm, R, no restrictions, one year in the workstation, ten years in the company
29	Engine injector kit preparation	Assembly of injector	Most frequent reference. Most constraining situation according to the operator	The high number of essential tasks, high variation of the work rate stipulated by the assembly line, very high reference variability	P, 52 years old, F ^b , 164cm, R, several restrictions regarding back and shoulders (following occupational injury), three years in the workstation, 11 years in the company
34	Manifold/turbo assembly preparation	Double turbo installation on the manifold (handling and installation)	Most constraining situation. Most demanding task according to the operator	Number of essential tasks, very high reference diversities, trampling, high and variable work rate stipulated by the production line	T, 20 years old, M, 177cm, R, no restrictions, seven months in the workstation, seven months in the company
40	Fixtures/equipment pre-testing	Handling and positioning of the engine flywheel	Most constraining situation. Most demanding task according to the operator	Variable work rate, the variability of references, assisted load handling and equipment, static posture for drilling with vibration	P, 54 years old, M, 176cm, R, no restrictions, a genetic condition (Forestier's disease), nine years in the workstation, 12 years in the company
45	Preparation of small parts orders	One piece package for kit preparation	Most frequently occurring and repetitive situation. Most representative reference according to the operator	Small and fragile parts, the variability of references, the repetitiveness of movements, autonomy in preparation	P, 52 years old, M, 174cm, R, restriction due to a finger injury on the right hand (following occupational injury), two years in the workstation, 11 years in the company
51	Fixtures packaging	Semi-manual bagging (part pick up, deposit in bag and press button closures)	Most frequent situation and highest risk reference according to the operator	Highly repetitive bagging task, a high number of references (screws and gaskets), high work rate and frequency of movements	P, 53 years old, M, 178cm, R, several restrictions about the upper left limb (reclassification), 11 years in the workstation, 14 years in the company

^aStatus T/P: Temporary or permanent employment status.

^bSex M/F: Male or female sex.

^cR/L: Right or left hand of dominant use.



Table 2. Risk factors evaluated by the simple risk assessment tools used in this study

Evaluation tools / Variable	Force	Posture	Duration	Frequency	Load handling	Psychosocial	Operator feeling	Others ^a
OSHA checklist	x	x	x					x
Ergonomic criticality	x	x	x		x		x	x
QEC	x	x		x	x	x	x	x
RULA	x	x						
REBA	x	x						
EAWS	x	x	x	x	x			x
Revised NIOSH equation		x	x	x	x			x
MAC		x	x		x			x
JSI		x	x		x			x

^aOther factors: Gripping, distance carried, precision of activity, nature of the task, working environment, cycle time.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65



Table 3. Codification of interpretation scales (three levels system rating) for comparison of results between different tools

Simple tools	Interpretation scale provided by tool developer	Codification across three levels		
		Low risk (1)	Moderate risk (2)	High risk (3)
OSHA checklist	< 3: no risk. < 5: no presumed risk. ≥ 5: significant risk, the occupational medicine must act promptly > 9: very high risk and immediate action is required	< 5	≥ 5 and ≤ 9	> 9
CE	Between 30 and 90 roles are considered low risk Between 90 and 112 roles are considered moderately risky > 112 roles are considered high risk	< 90	≥ 90 and < 112	≥ 112
QEC	<40%: Acceptable level 40-49%: Practicable action 49-69%: timely action required >70%: Immediate action required	<49%	≥49 and ≤69%	≥70%
RULA	1 and 2 = Acceptable 3 and 4 = Investigate further 5 and 6 = Investigate further and change soon 7 = Investigate and change immediately	≥1 and ≤4	≥5 and ≤6	≥7
REBA	1 = Negligible risk 2 or 3 = Low risk, take action on confirmation 4 to 7 = Moderate risk, action required 8 to 10 = High risk, short-term action required 11 to 15 = Very high risk, immediate action required	≥1 and ≤3	≥4 and ≤7	≥8 and ≤15
EAWS ^a	0-25 points: Low risk, no action required 25-50 points: Potential risk, further investigation needed to evaluate risk. >50 points: High risk, risk reduction action required	0-25 points	25-50 points	>50 points
Revised NIOSH equation	< 1 = acceptable handling >1 = Chronic risk >3 = Acute risk	≤1	>1 and ≤3	>3
MAC	<7: Low risk: Examine any of the constituent parts of the activity to reduce risk Between 7 and 11: Moderate risk: examine the risk situations and minimize the degree >11: High risk: analyze all high-risk situations and lessen the degree	<7	≥7 and <11	>11
JSI	≤3 risk of MSD is considered low Between 3 and 7 moderate risks of MSD ≥7 high risk of MSD	≤3	> 3 and >7	≥7

^aUpper limb score of EAWS tool was excluded from analysis.

Table 4. The results of nine simple MSDs risk assessment tools for each workstation

Workstation	Reference situation	Simple observation tools ^a						Manual material handling tools*				
		OSHA	CE	QEC	RULA	REBA	EAWS	Final score of workstation mean(±SD)	NIOSH	MAC	JSI	Final score of workstation mean(±SD)
1												
2												
3												
4	Connecting rod finishing	3	1	2	3	3	3	2.5 (0.8)	2	2	3	2.3 (0.5)
5	Connecting rod drafting	3	1	2	3	3	2	2.3 (0.7)	2	2	3	2.3 (0.5)
6	Pre-paintwork covering	3	1	2	2	3	2	2.2 (0.7)	1	1	1	1 (0)
7	Final engine assembly line	3	2	2	2	3	2	2.3 (0.5)	1	2	1	1.3 (0.5)
8	Engine wiring unit assembly	3	2	3	3	3	3	2.8 (0.4)	1	2	2	1.7 (0.5)
9	Engine injector kit preparation	2	1	2	1	2	2	1.7 (0.5)	1	1	1	1 (0)
10	Manifold / turbo assembly preparation	3	3	3	3	3	3	3 (0)	1	2	2	1.7 (0.5)
11	Fixtures / equipment pre-testing ^b	3	1	2	2	2	2	2 (0.6)	1	1	1	1 (0)
12	Preparation of small parts orders ^b	2	1	2	1	2	1	1.5 (0.5)	1	1	1	1 (0)
13	Fixtures packaging	3	1	3	1	2	1	1.8 (0.9)	1	1	1	1 (0)
14	Final cores for ten workstations mean(±SD)	2.8 (0.3)	1.4 (0.6)	2.3 (0.4)	2.1 (0.7)	2.6 (0.5)	2.1 (0.5)	1.2 (0.3)	1.5 (0.5)	1.6 (0.7)		

^aInterpretation scale: 1-low risk; 2-moderate risk; 3-high risk.

^bNo manual material handling tasks (designated low risk)



Table 5. Semi-qualitative assessment by SOL indicators for the reference situation of ten workstations

Workstation	Baseline reference	Score work strategy process ^a	Score direct effect on performance ^b	Score of direct effect on health ^c	SOL adequacy of situation ^d
1 Connecting rod finishing	Unscrewing connecting rods	17	3	8	inadequate (strategies and performance)
2					
3 Connecting rod drafting	Connecting rod drilling	26	6	11	Potentially inadequate (performance and health)
4					
5 Pre-paintwork covering	Roll top motor covering	22	5	11	Potentially inadequate (strategies, performance and health)
6					
7 Final engine assembly line	Attaching engine to overhead conveyor	20	6	6	Inadequate (health)
8					
9 Engine wiring unit assembly	Top end fitting and connecting	21	5	12	Potentially inadequate (strategies and performance)
10					
11 Engine injector kit preparation	Injector assembly	16	6	4	Inadequate (activity and health)
12					
13					
14 Manifold/turbo assembly preparation	Installation of turbo onto manifold	21	5	11	Potentially inadequate (strategies, performance and health)
15					
16 Fixtures/equipment pre-testing	Equipping engine flywheel pre-testing	22	6	2	inadequate (health)
17					
18 Preparation of small parts orders	Packaging small parts	24	7	10	Adequate
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					

^a1. Low scores <20; 2. Moderate scores between ≥20 and ≤22; 3. High scores >22 (maximum score: 36 points).

^b1. Low scores ≤4; 2. Moderate scores between >4 and ≤6; 3. High scores >6 (maximum score: 9 points).

^c1. Low scores ≤6; 2. Moderate scores between >6 and ≤11; 3. High scores >11 (maximum score: 12 points).

^dSOL is insufficient if at least one column shows a low score; SOL is potentially insufficient if at least the scores of two columns are moderate; SOL is sufficient if at least two columns show a high score.

Table 6. The qualitative examination of SOL indicators identified by the reconstruction of the human-centered activity model (Vézina 2001)

Work Stations	Reference situation	Work strategy process	Direct effects on performance	Direct effects on health	SOL adequacy ^a
2					
3	Unscrewing	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lack of variation in work strategy - Lack of assistance 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Recurring delays in production - Negative representation of performance - Difficulty in adhering to the cycle time 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Recurring shoulder/arm pain - Feeling of fatigue 	SOL inadequate
4	Connecting rods	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Several strategies observed - Steady work rate - Assistance - Several resources for accomplishing the activity 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No difficulty achieving the required performance - No delays - Adherence to productivity and quality 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No health difficulties - No pains 	SOL adequate
5	Finishing rods				
6					
7	Connecting rod drafting	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Several work strategies - Anticipations of actions - Steady work rate - Assistance, - The possibility of changing in event of pain 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Delay observed at the workstation during several cycle times with the same productions. Risk of forgetting the marouflage - Missed quality raised by the operator (marouflage tape) 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Some recurring neck/shoulder pain - Fear of forgetting the marouflage, which causes stress 	- Possible SOL inadequate
8	Roll top motor covering	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lack of variability in work strategy - Impossible to change (technique) - No possibility of changing in event of pain - Wide variation in work pace 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - The risk of delay is frequent but compensated by the assistance - No quality return 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Shoulder/back pain - Severe fatigue - Recurring stress according to the operator (many production diversity increase risk of line blockage) 	- Possible SOL inadequate
9	Attaching engine to overhead conveyor	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Several work strategies - Frequent help and change in event of pains - Steady work pace (no speeding up/slowing down and individual time management) - Possibility of changing the order of tasks 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Little return despite the risk of important errors - Recurring delays but very quickly caught up with significant assistance 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No pain - No discomfort or stress about the situation 	SOL adequate
10	Pre-painting				
11	Pre-painting				
12	Pre-painting				
13	Pre-painting				
14	Pre-painting				
15	Pre-painting				
16	Pre-painting				
17	Pre-painting				
18	Final engine assembly line	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lack of variability in work strategy - Impossible to change (technique) - No possibility of changing in event of pain - Wide variation in work pace 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - The risk of delay is frequent but compensated by the assistance - No quality return 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Shoulder/back pain - Severe fatigue - Recurring stress according to the operator (many production diversity increase risk of line blockage) 	- Possible SOL inadequate
19	Final engine assembly line	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Several work strategies - Frequent help and change in event of pains - Steady work pace (no speeding up/slowing down and individual time management) - Possibility of changing the order of tasks 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Little return despite the risk of important errors - Recurring delays but very quickly caught up with significant assistance 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No pain - No discomfort or stress about the situation 	SOL adequate
20	Engine wiring unit assembly	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lack of variation in work strategy - Little or no assistance - Impossibility of changing the order of tasks 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Perception of work delays - Difficulty to follow work pace - Recurring quality return 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Multiple pains about the situation (neck, shoulder, wrist, upper and lower back) - Stress linked to work pace 	SOL inadequate
21	Engine injector kit preparatio	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Several work strategies - Much assistance - Steady work pace (individual time management) - Possibility of changing the order of tasks 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Some quality returns (missing clamping or missing piece) - Recurring delay according to production diversity 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No pain - No stress - Perfect representation of health 	- Possible SOL inadequate
22	Engine injector kit preparatio	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Several work strategies - Steady work pace - Assistance - Possibility of changing in event of pains - Possibility of changing the order of tasks 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Slight delay compensated by assistance - Productivity and quality by demand 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Severe and recurring pains but not related to actual occupation (pain without relation to the situation) - No stress - Special attention from management 	SOL adequate
23	Engine injector kit preparatio	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Several work strategies - Steady work pace (individual time management) - Significant assistance (possibility of working in pairs) - Possibility of changing the order of tasks - Possibility of changing in event of pain 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No order delay - Productivity by demand - Less quality returns (missing part) 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Significant recurring pain (without relation to the work situation) - No stress and a positive representation of work condition 	SOL adequate
24	Engine injector kit preparatio	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Distinct lack of variability of work strategy - No assistance - Impossibility of anticipating or changing order of tasks 	<p><u>=> Positive:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Highly productive (larger prescriptions) - No quality return - Performance of efficiency 	<p><u>=> Negative:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Severe pain and fatigue after the observed work situation - Pathogenic history associated with pain 	- Possible SOL inadequate

^aIf three components are positive then SOL adequacy; if at least one component is negative then possible SOL inadequacy; if three components are negative then SOL inadequacy.



Table 7. Summary of SOL statuses based on semi-quantitative and qualitative data

WorkStation	Final connecting rod	Boring of connecting rod	Pre-paintwork covering	Final engine assembly line	Engine wiring unit assembly	Engine injector kit preparation	Manifold/turbo assembly preparation	Fixtures / equipment pre-testing	Preparation of small parts orders	Fixtures packaging
1 2 3 Reference situation	Unscrewing connecting rods	Connecting rod drilling	Roll top motor covering	Attaching engine to overhead conveyor	Top end fitting and connecting	Injector assembly	Installation of turbo onto manifold	Equipping engine flywheel pre-testing	Packaging of a small part	Fixtures bagging
4 5 SOL status from semi-quantitative data	Inadequate	Possible inadequate	Possible inadequate	Inadequate	Possible inadequate	Inadequate	Possible inadequate	Inadequate	Adequate	Inadequate
6 7 SOL status from qualitative data	Inadequate	adequate	Possible inadequate	Possible inadequate	Adequate	Inadequate	Possible inadequate	Adequate	Adequate	Possible inadequate
8 9 Agreement/disagreement	Concordance	Discordance	Concordance	Discordance	Discordance	Concordance	Concordance	Discordance	Concordance	Discordance

- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65



Table 8. Agreement/disagreement in the results of simple tools for evaluating MSDs risk and the exploration of SOL indicators

Tools	Workstation	Connecting rod finishing	Connecting rod drafting	Pre-paintwork covering	Final engine assembly line	Engine wiring unit assembly	Engine injector kit preparation	Manifold/turbo assembly preparation	Fixtures / equipment pre-testing	Preparation of small parts orders	Fixtures packaging	Agreement/disagreement between simple tools and SOL indicators		
												Tool = SOL	Tool < SOL	Tool > SOL
SOL ^a	Inadequate SOL	Adequate SOL	Potentially inadequate SOL	Potentially inadequate SOL	Adequate SOL	Inadequate SOL	Potentially inadequate SOL	Adequate SOL	Adequate SOL	Potentially inadequate SOL				
OSHA checklist	High risk	High risk	High risk	High risk	High risk	Moderate risk	High risk	High risk	Moderate risk	High risk	High risk	10%	10%	80%
EC	Low risk	Low risk	Low risk	Moderate risk	Moderate risk	High risk	Moderate risk	High risk	Low risk	Low risk	Low risk	40%	60%	-
QEC	Moderate risk	Moderate risk	Moderate risk	Moderate risk	Moderate risk	High risk	Moderate risk	High risk	Moderate risk	Moderate risk	High risk	20%	20%	60%
RULA	High risk	High risk	Moderate risk	Moderate risk	Moderate risk	High risk	Low risk	High risk	Moderate risk	Low risk	Low risk	40%	20%	40%
REBA	High risk	High risk	High risk	High risk	High risk	Moderate risk	High risk	High risk	Moderate risk	Moderate risk	Moderate risk	20%	10%	70%
EAWS	High risk	Moderate risk	Moderate risk	Moderate risk	Moderate risk	High risk	Moderate risk	High risk	Moderate risk	Low risk	Low risk	40%	20%	40%
NIOSH equation	Moderate risk	Moderate risk	No handling	Low risk	Low risk	Low risk	Low risk	Low risk	No handling	No handling	No handling	16%	67%	17%
MAC	Moderate risk	Moderate risk	No handling	Moderate risk	Moderate risk	Low risk	Moderate risk	Moderate risk	No handling	No handling	No handling	33.4%	33.3%	33.3%
JSI	High risk	High risk	No handling	Low risk	Moderate risk	Low risk	Moderate risk	Moderate risk	No handling	No handling	No handling	33.4%	33.3%	33.3%
Total average												28.2%	30.4%	41.4%

^aResults of SOL (situational operational leeway) indicators from qualitative data and the reconstitution of the three SOL components: adequate, potentially inadequate, and inadequate SOL.



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

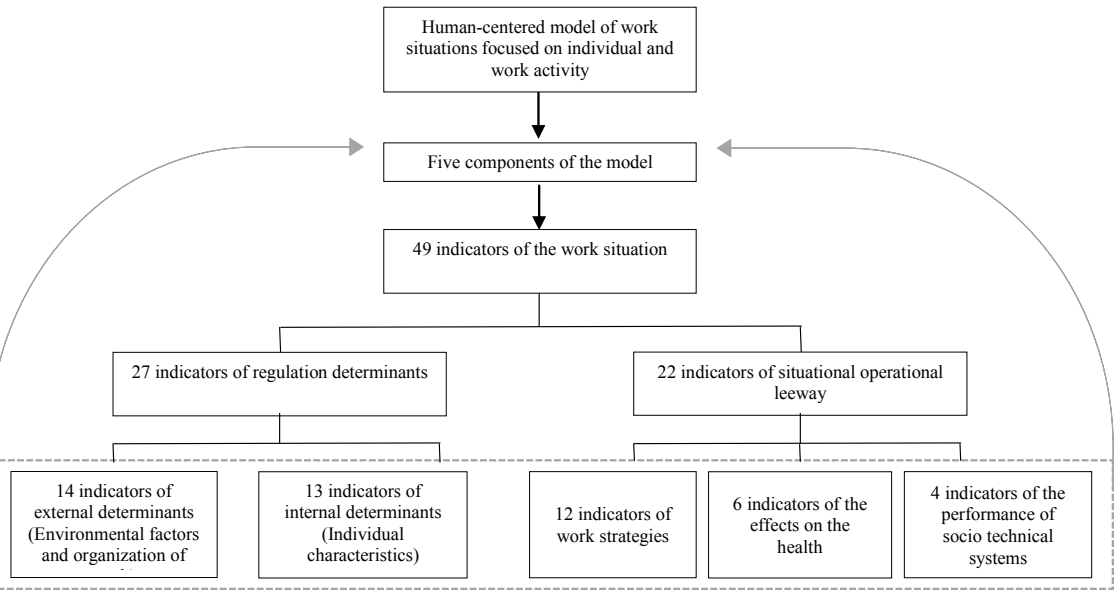


Figure 1. Human-centered model of work situations focused on the individuals and their work activity (N. Vézina, 2001). This study focused on 22 indicators of situational operational leeway.



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

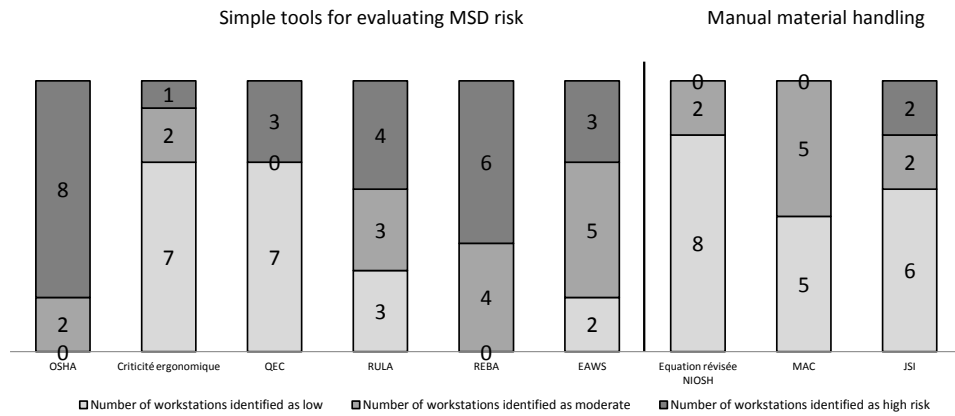
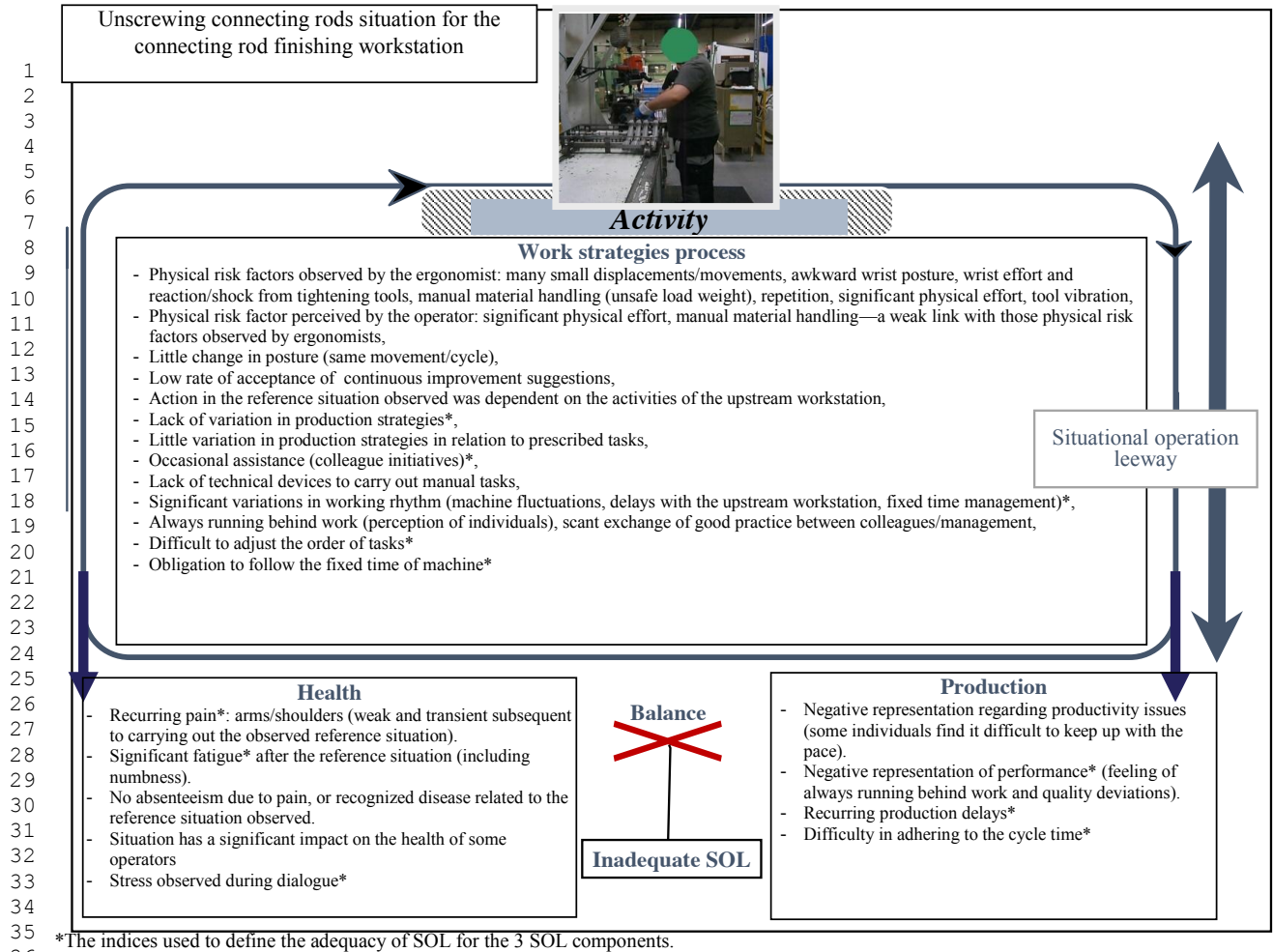


Figure 2. Distribution of the number of workstations identified as low, moderate and high-risk status by each simple risk assessment tools





37
38 **Figure 3.** Reconstitution of the three components of SOL indicators for the reference situation of “Connecting rod finishing” (model adapted from N.Vézina, 2001).
39



Chapitre VII: Discussion

Dans cette thèse-articles, chacune des parties apporte un élément de compréhension à la démonstration générale portée dans ces travaux de recherche. Nous reprenons les éléments présentés afin de soulever une discussion générale composée de 4 parties. Dans un premier temps, les informations retenues dans chaque chapitre sont synthétisées afin d'exposer la logique générale de notre démonstration. Tout au long de cette partie nous croisons les résultats obtenus à d'autres études réalisées pour discuter de la pertinence de la thèse portée et élargir la réflexion autour de plusieurs thématiques comme l'apport pour la prévention des TMS et la recherche des situations critiques, la représentativité des indicateurs amenant à juger l'état de suffisance MMS ou encore l'application envisagée pour les préventeurs en entreprises. La deuxième partie est consacrée à la présentation des réponses données aux questionnements et à la problématique de départ. Cette partie sera l'occasion de reprendre les éléments de réponses données à nos hypothèses de recherche. Dans la troisième partie, nous réalisons l'autocritique de notre rapport et de nos résultats avec la présentation des forces et des limites de ce travail. Avant de conclure ce rapport final de thèse, les informations valorisables pour les scientifiques et les praticiens seront présentées dans la dernière partie. Les perspectives de ce travail de recherche seront alors envisagées pour les scientifiques mais aussi pour les praticiens en entreprises. Ainsi les livrables adressés à l'entreprise, où a été réalisé ce projet de thèse, et le récapitulatif des informations publiées seront présentés pour conclure ce chapitre.



1. Bilan et synthèse des résultats

1.1. Variabilité de l'activité et multi-causalité des TMS : le paradoxe des outils simples d'évaluation du risque

Les pathologies TMS liées au travail représentent un domaine important de la recherche scientifique ces dernières années, qui doit se traduire par une évolution des pratiques de prévention en entreprises. L'évolution des déclarations de maladies professionnelles liées aux TMS, leurs conséquences sur la santé des travailleurs et des entreprises, les difficultés rencontrées par les préventeurs face à la variabilité de l'activité (Bao et al., 2009; Gaudez et al., 2016; Mathiassen, 2006; Mathiassen & Christmansson, 2004; Zare, 2015; Zare et al., 2017) et l'évolution des connaissances sur l'étiologie des TMS (Julie Bodin, 2017; J Bodin et al., 2018; Karsh, 2006) sont à l'origine du questionnement réalisé dans ce rapport de thèse (chapitre I). Les outils simples d'évaluation du risque TMS permettant le ciblage des situations critiques au début de la démarche de prévention sont l'objet de cette recherche réalisée en entreprise (Imbeau & Fradet, 2004; Malchaire, 2007; Malchaire, Cock, et al., 2001; Roquelaure et al., 2001; Somville, 2007). Les constats réalisés au début de ce travail de recherche à partir de la documentation scientifique et de nos propres expériences de la prévention des TMS en entreprises, nous amènent à un paradoxe que l'on reprend ci après.

SYNTHÈSE :

Les démarches de prévention en entreprises sont structurées pour permettre la recherche de transformation sur certaines situations de travail considérées comme les plus à risque. Les outils simples d'évaluation du risque TMS sont alors utilisés pour orienter l'ensemble de la démarche de prévention vers les situations considérées comme les plus critiques. La variabilité des conditions de réalisation de l'activité, expliquée par les variabilités de production et les variabilités inter/intra individuelles, associée à l'évolution des connaissances sur les facteurs explicatifs de la pathologie (vers la multi-causalité), nous amène à nous questionner sur la qualité du ciblage des situations critiques réalisées avec ces outils simples d'évaluation du risque TMS présents dans la littérature. Ces évolutions créent des difficultés de représentativité des résultats des outils simples d'évaluation et ne facilitent pas le suivi de la prévention TMS par la gestion des expositions aux facteurs de risques. Notre étude prend son origine dans le paradoxe soulevé par, d'un côté des outils simples d'évaluation du risque TMS qui orientent l'attention de son utilisateur vers certaines caractéristiques considérées comme à risque et, d'un autre côté l'enrichissement des connaissances sur la multi factorialité de la pathologie. Les difficultés rencontrées face aux variabilités de l'activité lors de l'utilisation des outils simples d'évaluation en entreprises et les documentations scientifiques décrivant la variabilité des résultats des outils simples sont à l'origine de ce paradoxe

1.2. Risques de biais, d'erreurs de mesure et d'imprécision liés aux outils simples et propositions d'améliorations à partir des connaissances sur la MMS

Le courant de pensée issu des approches anglo-saxonnes, concernant l'ergonomie et plus particulièrement la prévention des TMS, s'attache à identifier le niveau d'expositions des situations de travail par rapport à des informations de référence sur l'Homme en activité définies en laboratoire. Ces données de références permettent de travailler par comparaison à des situations de références, à des normes et à la création de règles de conception. Cette approche plutôt technique se fonde sur l'étude des fonctions et de la capacité de l'Homme en activité.

L'approche issue du champ des facteurs humains met l'accent sur le besoin d'augmenter la performance et la fiabilité de la composante humaine dans les systèmes techniques en préservant la santé et le bien-être de la personne par une approche défensive du capital santé. Basée sur le diagnostic des situations de travail, cette approche fondamentale s'attache à identifier les conditions pathogènes dans l'activité pour pouvoir ensuite proposer des interventions permettant la transformation. Lors du ciblage des situations critiques, l'utilisation d'outils d'évaluation permet de porter un jugement sur les risques liés à la santé et à la performance à partir de l'étude des expositions entre les humains et les composants d'un système. Le rôle et l'importance du ciblage réalisé avec ces outils simples d'évaluation des risques lors des phases initiales des démarches de prévention sont présentés dans la première partie du chapitre II. Ainsi nous relevons que les outils simples d'évaluation du risque TMS se sont multipliés dans les années 1990-2000 (David, 2005; Delalande-Danet et al., 2015; Malchaire et al., 2011; Neumann, 2006). Plusieurs revues scientifiques listent et tentent des regroupements d'outils simples sous plusieurs critères de comparaisons (taille, temps de déploiement, facteur de risque observé, précision des données, etc.) (David, 2005; Imbeau & Fradet, 2004; Malchaire et al., 2011; Takala et al., 2010). Ces outils se sont multipliés allant de la grille d'observation type check-list, au questionnaire ou auto-questionnaire jusqu'à des outils mixtes alliant observation et questionnement des travailleurs (Cail et al., 1995; Hignett & McAtamney, 2000; Li & Buckle, 1999; McAtamney & Corlett, 1993; Monnington et al., 2003; Moore & Garg, 1995; Silverstein et al., 1997). Certaines entreprises de grande taille créent

même leurs propres outils en interne pour se rapprocher des spécificités de leurs activités (Hägg, 2003; Schaub et al., 2013).

La diversité des formes, des informations prises en compte, des zones corporelles ciblées ou encore la précision des données récoltées, engendrent des difficultés pour le choix des outils simples à utiliser pour les préventeurs en entreprises (Piette, 2011). La description des critères intrinsèques des outils simples, étudiée dans ce rapport, est réalisée pour comprendre la diversité des orientations proposées par les outils simples. Les modèles sous-jacents aux outils simples étudiés sont alors décrits à partir des informations obtenues dans les articles princeps à chacun des outils simples et dans les revues listant ces outils (Malchaire & al, 2011 : David, 2005 ; Delalande-Danet & al, 2015 ; Newmann, 2006).

La multiplication des outils simples d'évaluation du risque TMS ayant chacun leurs propres caractéristiques (diversité des critères intrinsèques) rend difficile le choix pour le préventeur et peut entraîner l'utilisation d'outils peu adaptés à la situation de travail et créer un risque de biais d'analyse. Il n'y a pas d'outils simples d'évaluation du risque TMS qui fasse l'unanimité. L'augmentation du nombre d'outils simples, recensés dans les entreprises et dans la documentation, est une difficulté lors du choix réalisé par les préventeurs en entreprises mais aussi lors de leurs utilisations en situation réelle. Chaque outil simple porte un modèle sous-jacent qui lui est propre. En 2011, Piette présente la diversité dans la composition même des outils simples et soulève les incompréhensions que cela crée pour les acteurs de l'organisation (utilisateur de l'outil et utilisateurs des résultats). La variabilité des résultats de plusieurs outils simples pour une même situation de travail et d'un même outil simple déployé plusieurs fois sur une même situation, pose question sur la pertinence du ciblage réalisé. En effet, les préventeurs en entreprises ne peuvent pas garantir la qualité du ciblage réalisé avec des outils simples car il est difficile d'obtenir des résultats homogènes du fait de leurs variabilités. Ce constat est similaire à celui réalisé par J.-F. Thibault et al. (2013) sur l'appropriation de la production et de l'usage de la mesure via l'outil Muska®TMS par deux entreprises. Plusieurs études tentent des comparaisons de résultats d'outils simples sans pouvoir donner un statut de référence du fait de la variabilité inter et intra outils simples (Bao et al., 2009; Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Roquelaure, 2015; Roquelaure et al., 2013; Zare et al., 2016). Dans la deuxième partie du chapitre II et l'annexe 5, la variabilité des résultats des outils simples est présentée sous différents angles pour comprendre les difficultés rencontrées par les

préventeurs lorsqu'ils doivent juger des résultats obtenus. A partir des études menées par Mathiasen (2012, 2016), Zare (2015), Chiasson (2012) et Bao & al (2009), nous retenons les difficultés d'utilisation des outils simples et un risque de biais dans l'orientation donnée du fait de la variabilité des résultats. Deux facteurs sont avancés pour expliquer la variabilité des résultats : la diversité des informations prise en compte par chaque outil que l'on nomme critères intrinsèques, et la diversité d'utilisation en entreprise par les préventeurs que l'on appelle critères d'usage. Ces deux facteurs ont chacun leur rôle dans la variabilité des résultats. Piette (2011) et Thibault, Merlin & Garrigou (2013) insistent sur l'importance pour les préventeurs de s'approprier les outils simples et d'en tester l'utilisation sur plusieurs situations de travail. A partir de nos études et de celles réalisées par Zare (2016), Roquelaure (2014) et Hubaut, Caroly, Coutarel, & al (2017), nous remettons en cause l'efficacité de la démarche de prévention des TMS dès la phase initiale de ciblage des situations critiques avec des outils simples d'évaluation du risque.

Au contraire, des approches centrées uniquement sur les contraintes/expositions des individus engagés sur les situations de travail, les approches centrées sur l'activité permettent d'intégrer des éléments positifs dans l'analyse (Roquelaure, 2016b). L'ergonomie de l'activité est présente aujourd'hui dans de nombreux pays non francophones (Daniellou & Rabardel, 2005). Le courant de pensée issu des approches centrées sur l'analyse de l'activité s'appuie sur l'étude du travail réel dans son contexte particulier (Caroly et al., 2013; De Terssac & Lompré, 1995; Guérin et al., 2006; Leplat, 2006; Alain Wisner, 1995). Cette approche est centrée sur l'individu étudié en situation de travail c'est à dire situé dans son contexte technique et organisationnel traduisant un réseau de contraintes et de ressources. L'objectif de cette approche est, d'une part d'assurer la santé, le bien-être, la sécurité et le développement des personnes, et d'autre part la qualité, la fiabilité, et l'efficacité de leur activité. L'analyse du travail se réalise majoritairement en situation et situe les travailleurs comme sujets actifs dans cette analyse. L'activité de travail y est considérée comme un processus de régulation qui résulte d'interactions entre le sujet et son environnement. Dans une perspective temporelle, les perspectives développementales sont essentielles dans cette approche. Il s'agit de développer les ressources des acteurs et des organisations pour faire face aux défis quotidiens du travail, pour favoriser la possibilité de rencontrer des objectifs de performance dans des conditions favorables pour la santé. Il n'y a pas de prévention des TMS sans compréhension de l'activité

du point de vue de ceux qui la réalisent ; la question du développement (de la personne et de l'activité) constitue une des dimensions centrales de l'activité.

Les dernières connaissances issues de l'analyse de l'activité sur la régulation et la MMS invitent à un renouvellement des pratiques liées à la prévention des TMS (Albert et al., 2017; Caroly et al., 2008; Coutarel et al., 2005; Roquelaure, 2015; St-Vincent, 2011). L'enrichissement des connaissances sur ces notions offre de nouvelles opportunités pour le ciblage des situations critiques actuellement réalisées avec des outils simples. En effet, le modèle de l'activité centré sur la personne publié par Vézina (2001), repris dans plusieurs publications scientifiques, est aujourd'hui adapté à plusieurs domaines de la prévention des TMS comme le maintien en emploi, la conception des systèmes de productions ou encore l'encadrement de proximité (Cuny-Guerrier, 2017; Cuny-Guerrier et al., 2018; Durand et al., 2009; Durand et al., 2008; Lux et al., 2017).

Dans ce rapport, nous proposons de l'adapter pour rechercher les situations les plus à risques dans l'apparition de TMS. Ainsi, à partir des composantes du modèle théorique de Vézina (2001), nous avons cherché, dans la documentation scientifique, à lister les indicateurs permettant d'objectiver la MMS. Nous n'avons pas trouvé de listing complet d'indicateurs représentatifs de la MMS dans la littérature scientifique. Aucune étude ne traite de l'opportunité d'utiliser ces notions pour évaluer le risque TMS en situation de travail. Malgré cette absence d'application pour le ciblage des situations critiques, plusieurs études tentent l'application des notions de régulation et de MMS dans le cadre d'intervention en prévention des TMS en entreprises (Coutarel et al., 2016; Coutarel et al., 2003; Cuny-Guerrier et al., 2015; Durand et al., 2009; Lux et al., 2017; Major & Vézina, 2015; S. R. Stock et al., 2018; J.-F. Thibault et al., 2012; Tomás & Fernandez, 2015). A partir de ces études une liste d'indicateurs est créée pour chaque composante du modèle: indicateurs des déterminants internes, des déterminants externes, des stratégies de réalisation et des effets sur la santé et la performance. Le modèle de l'activité centré sur la personne considère le travailleur comme central, organisateur et structurant les composantes de la situation de travail (Guérin et al., 2006).

Laisser de la MMS suffisante doit permettre à l'individu de réguler son activité pour limiter les effets sur sa santé et sa performance par le déploiement d'au moins une stratégie de réalisation efficiente et adaptée aux conditions de réalisation. A l'inverse, l'insuffisance de MMS a pour conséquence d'altérer les possibilités de régulation de l'individu avec un échec quotidien

dans l'atteinte des objectifs et/ou des conséquences sur sa santé. En cas d'insuffisance MMS le travailleur n'a pas la possibilité de développer (ou tester) des stratégies de réalisation lui permettant de réguler l'activité de manière satisfaisante (sans effets défavorables sur sa santé et sa performance). La MMS représente « la possibilité pour l'opérateur, dans une situation précise, d'élaborer un mode opératoire (ou une stratégie de réalisation) efficace (c'est à dire efficace pour la performance et compatible avec la préservation de soi, voire le développement de soi par le travail) » (Coutarel, Caroly, Vézina Daniellou, 2015, p15). Ainsi, nous envisageons l'état de suffisance de MMS comme une information pertinente et novatrice pour juger du risque d'apparition de la pathologie TMS.

SYNTHÈSE :

Nous soutenons l'idée qu'il n'est plus suffisant d'estimer les expositions du travailleur à certaines facteurs de risque par une relation de « cause à effet » décontextualisé, d'autant plus que les expositions sont étudiées sur une fenêtre qualifiée « d'ici et maintenant ». Pour dépasser cette vision des expositions, nous envisageons d'estimer l'état de suffisance MMS pour comprendre comment les individus font face aux contraintes et quels en sont leurs effets. D'après Coutarel & al (2015) et St Vincent & al (2011), la possibilité de faire autrement face à une situation problématique sans effets défavorables est le cœur même de la MMS. Nous proposons la qualité du ciblage des situations critiques en complément de l'approche des expositions par l'estimation de la suffisance, du soupçon d'insuffisance ou encore de l'insuffisance de MMS. Une liste d'indicateurs représentatifs du modèle de référence (Vézina, 2001) est proposée à partir de la documentation scientifique pour pouvoir objectiver la MMS. Nous retenons uniquement les indicateurs représentatifs des composantes des stratégies de réalisation et des effets directs sur la santé et la performance. Les indicateurs des déterminants internes et externes sont écartés de l'étude car non appropriés pour une phase d'évaluation du risque TMS qui cherche le ciblage des situations critiques.

1.3. Prise en compte actuelle des indicateurs MMS par les outils simples d'évaluation du risque TMS

Pour argumenter notre proposition nous avons cherché à connaître quelle était la prise en compte actuelle des indicateurs MMS par les outils simples. Pour cela, nous avons publié un article (chapitre V de ce rapport) qui identifie la place des indicateurs représentatifs de la MMS dans les articles princeps aux outils simples et dans les modèles théoriques sous jacents à un échantillon d'outils simples couramment utilisés dans les entreprises. Nos résultats soutiennent la faible prise en compte des indicateurs représentatifs de la MMS. Aucun des outils simples étudiés ne peut être utilisé pour juger de la suffisance ou de l'insuffisance de MMS des individus engagés sur les situations de travail. La littérature scientifique traitant des outils simples

(articles princeps, revues d'outils simples...) ne fait jamais référence aux principes de la MMS, on ne retrouve ni le terme, ni les indicateurs représentatifs de la notion dans la documentation sur les outils simples (Cail et al., 1995; Hignett & McAtamney, 2000; Li & Buckle, 1999; McAtamney & Corlett, 1993; Monnington et al., 2003; Moore & Garg, 1995; Schaub et al., 2013; Silverstein et al., 1997; Waters et al., 1993). En effet, lors de l'étude des modèles théoriques sous jacents aux outils simples avec la grille d'analyse créée, nous ne retrouvons pas suffisamment d'indicateurs MMS pour apporter des éléments de compréhension aux préventeurs sur le rôle de la MMS dans le maintien de la santé et de la performance. Certains indicateurs MMS sont pris en compte de manière partielle et décontextualisée, ce qui ne permet pas d'objectiver la MMS. Comme plusieurs auteurs, nous avons constaté que les outils simples s'orientent essentiellement vers le champ de la biomécanique (David, 2005; Malchaire et al., 2011; Roquelaure et al., 2013).

A partir de nos résultats nous avons observé que certains outils simples d'évaluation du risque TMS prennent en compte des déterminants de l'activité comme les caractéristiques anthropométriques du travailleur, son expérience dans l'entreprise, les hauteurs de travail...etc. Ce constat est similaire à celui présenté par Hubaut et al. (2017) qui s'interrogent sur le rôle de ces outils simples d'évaluation du risque. Cette recherche d'informations, avec les outils simples, sur les déterminants (internes et externes) ayant un rôle sur l'activité n'est pas l'objet de l'évaluation du risque (Hubaut et al., 2017; St-Vincent, 2011). En effet, la recherche des situations critiques par l'intermédiaire d'outils simples ne peut pas prétendre remplacer l'analyse ergonomique du travail (intervention complexe) qui s'appuie sur l'étude des déterminants pour pouvoir rechercher les pistes de transformation (Caroly et al., 2013; Falzon, 2013; Guérin et al., 2006; Hubault & Bourgeois, 2004; Rabardel, Carlin, & Chesnais, 2014; St-Vincent, 2011).

SYNTHÈSE :

Nous retenons de ce chapitre V, l'impossibilité de statuer sur une suffisance ou une insuffisance de MMS avec des outils simples. Les indicateurs permettant de juger de l'état de suffisance MMS ne sont pas pris en compte par les outils simples. Cette non prise en compte se traduit par une absence d'informations sur les indicateurs MMS dans les articles princeps, les revues théoriques d'outils et dans les modèles théoriques sous jacents aux outils simples. Notons que lors de la reconstitution des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples, nous avons constaté une hétérogénéité dans le nombre et la nature des informations (diversité des critères intrinsèques) prises en compte d'un outil à l'autre (malgré une dominante vers le champ de la biomécanique).

1.4. Ecart de jugement entre les outils simples et l'exploration de la MMS : de l'estimation des expositions à une approche globale des stratégies de réalisation et leurs effets

L'exploration des indicateurs MMS permettant de juger de l'état de suffisance MMS d'un échantillon de situations de travail a été réalisée en parallèle de l'estimation du risque TMS avec 9 outils simples. L'article en cours de publication, présenté chapitre VI de ce rapport, retrace la logique de l'expérience menée sur le terrain d'une entreprise d'assemblage de moteurs d'engins non routiers du Loiret (France, dép.45). Nos résultats soutiennent l'idée portée par ce rapport qui consiste à rechercher les situations critiques d'un échantillon de situations de travail avec les dernières connaissances sur les principes de la MMS. Nous avons critiqué l'orientation donnée par les outils simples et proposé l'état de suffisance MMS comme une information importante dans la recherche des situations critiques.

Les résultats de la première partie de l'article confirment les conclusions de la thèse de M.Zare (2015) à propos de l'impossibilité actuelle de prendre en compte la diversité des stratégies de réalisation observées sur les situations de travail. Les outils simples n'apparaissent pas assez complets pour pouvoir étudier la diversité des stratégies de réalisation déployées par les individus pour faire face aux contraintes et à des conséquences sur la variabilité des résultats (Gaudez et al., 2016; Roquelaure et al., 2013; Zare, 2015). Pourtant cette diversité des stratégies de réalisation ressort comme une information pertinente et centrale pour comprendre le rôle de la MMS sur la santé et la performance. Nous constatons notamment que les variabilités de l'activité sont des impensés des modèles de prévention sous-jacents aux outils simples.

Ce travail apporte aussi un éclairage méthodologique quant à la focale d'évaluation à choisir lors de l'utilisation des outils simples. En effet les outils simples confondent le « poste » et « les situations générées pas le poste ». L'un des biais classique vient donc aussi du fait qu'en considérant le travail homogène (le poste), l'évaluation est dépendante du moment où passe l'évaluateur et du temps de son observation. Dans nos études nous avons maîtrisé ce biais par la méthodologie mise en place. En effet le choix des situations de référence, considérées comme les plus à risques, parmi l'ensemble des situations que compose le poste, a été réalisé en amont de l'expérimentation pour limiter ce biais. Ce choix réalisé en collaboration avec le

travailleur a permis d'augmenter la précision des données récoltées et la pertinence de notre analyse en évitant le piège du travail homogène. Nos résultats rappellent ainsi les difficultés d'utilisations des outils simples déjà présentées par plusieurs auteurs sur la variabilité de leurs résultats (Bao et al., 2009; Trask et al., 2012; Zare et al., 2018).

Dans la deuxième partie de cet article (chapitre VI) et dans l'article publié dans la revue *Activité* (annexe 5), nous proposons deux méthodes d'exploration pour estimer l'état de suffisance MMS à partir d'indicateurs représentatifs des composantes des stratégies de réalisation et des effets sur la santé et la performance. La première méthode s'appuie sur un questionnaire créé à partir des indicateurs représentatifs des composantes de la MMS pour échanger avec chaque travailleur durant son activité. Le questionnaire est utilisé pour obtenir des notes pour chaque indicateur (données semi-quantitatives) en fonction des réponses données par chaque travailleur (choix multiples à 4 niveaux). Ce questionnaire est déployé sur chaque situation de travail de notre échantillon afin d'obtenir des notes représentatives de chacune des 3 composantes étudiées (total des notes de chaque indicateur par composante). Les scores de chaque situation de travail étudiée sont interprétés séparément pour chaque composante avec une échelle d'interprétations créée à partir de la proximité des scores de nos 10 cas d'études. Pour préciser les statuts donnés, nous avons réalisé une analyse qualitative (par l'analyse de l'activité) pour chaque situation de travail afin d'identifier les signes et indices, positifs ou négatifs, permettant de statuer sur l'état de suffisance MMS. Cette deuxième méthode de jugement de l'état de suffisance MMS est réalisée suite à l'observation de la situation de travail et l'entretien avec le travailleur en activité afin d'obtenir des informations qualitatives sur chacun des indicateurs MMS (indicateurs des 3 composantes MMS). Comme l'étude de Cuny-Guerrier (2017) nous avons cherché à reconstituer le modèle de l'activité centré sur la personne (Vézina, 2001) à partir des informations qualitatives. Cette reconstitution est réalisée afin d'interpréter en collectif les informations qui nous ont permis de statuer sur la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance MMS. Les deux méthodes de jugement, à partir des données qualitatives et semi-quantitatives, peuvent être proposées pour avoir des informations sur l'état de suffisance MMS. Notons que le questionnaire, utilisé pour explorer les indicateurs de la MMS, doit faire l'objet d'une validation (répétabilité, fiabilité) pour pouvoir être réutilisé par les préventeurs en entreprises lors de la recherche des situations critiques. Le questionnaire créé a permis l'échange avec le travailleur sous la forme d'entretien

semi dirigé. Le travail de développement et de validation du questionnaire pourrait être mis en place avec la création d'un groupe de travail composé d'une équipe pluridisciplinaire d'ergonomes, de médecins et d'épidémiologistes pour travailler à la formulation des questions en lien avec les indicateurs développés et identifier les questions déjà existantes dans la littérature.

Dans la troisième partie de l'article (chapitre VI), la comparaison des statuts donnés par les outils simples et l'exploration des indicateurs MMS est réalisée pour étudier les écarts de jugements entre ces deux méthodes de caractérisation du risque d'apparition des TMS. La non concordance des statuts accompagnée par une estimation du risque plus élevé des outils simples par rapport à l'exploration de la MMS est l'un de nos principaux résultats. En effet à partir de la lecture de nos résultats (non concordance du ciblage) et des connaissances issues de la littérature scientifique nous pouvons dire que : l'état de suffisance MMS apporte des informations sur les stratégies de réalisation déployées et leurs effets qui peuvent être complémentaires aux informations obtenues sur les contraintes/expositions par l'intermédiaire des outils simples. Nous n'avons pas trouvé d'étude réalisant ce type de comparaison entre les résultats d'outils simples d'évaluation du risque TMS et l'exploration de la MMS. Malgré cette absence de publication, nous pouvons avancer, à partir de la documentation traitant de la MMS, que l'exploration des indicateurs de la MMS permet de comprendre comment les individus réalisent l'activité (par quelles stratégies de réalisation) tout en prenant en compte les conséquences sur la santé et la performance des stratégies de réalisation choisies (Coutarel et al., 2015; St-Vincent, 2011; Vezina et al., 2016). Le principe de régulation de l'activité, par le maintien d'une suffisance de MMS, invite à dépasser la vision négative portée par les outils simples, qui s'orientent exclusivement vers l'étude des expositions de l'activité (essentiellement biomécanique) sans pouvoir prendre en compte les réelles stratégies de réalisation déployées par le travailleur pour réaliser l'activité malgré et avec les contraintes. Les outils simples d'évaluation du risque TMS concentrent leur évaluation sur les contraintes de l'activité. L'absence de prise en compte d'éventuelles ressources explique selon nous des scores plus élevés de risque. Ces outils simples classiques sur-estimerait donc le niveau de risque réel. Pour comprendre comment les individus réalisent les tâches, la MMS propose d'étudier la relation entre les contraintes (individuelles, organisationnelles et environnementales) et les ressources (personnelles, environnementales et collectives) se traduisant par les stratégies de

réalisation. Pour compléter ces informations la MMS envisage d'étudier les informations de sorties comme les conséquences des stratégies déployées avec des indicateurs sur les douleurs ou les difficultés d'atteinte des objectifs.

Comme les résultats présentés par Buchmann, Mardon, Volkoff & Archambault (2018) et Zare (2015), nous pensons qu'il est indispensable de proposer d'autres moyens permettant d'améliorer la phase initiale de recherche des situations critiques de la démarche de prévention des TMS. Ce rapport de thèse met en avant la possibilité d'étudier l'état de suffisance MMS comme information permettant de juger du risque d'apparition de TMS. Déjà lors du congrès Self en 2012, Thibault, Merlin, Nahon, Fortineau, Marillier & Pagnac (2012) ont présenté la mesure de la MMS comme une innovation au sens large car elle ouvre d'autres opportunités à la prévention des TMS. Mesurer l'état de suffisance MMS est une opportunité pour apporter de nouvelles informations lors de l'estimation du risque d'apparition des TMS. Cette proposition est argumentée tout au long de la discussion de l'article (chapitre VI) afin de mettre en avant les évolutions envisagées concernant le ciblage des situations critiques avec l'état de suffisance MMS. Ici nous reprenons uniquement les conclusions de l'article pour mettre en perspective l'apport de la MMS.

Nos résultats proposent en effet, deux méthodes d'exploration des indicateurs MMS pour pouvoir compléter les informations actuellement prises en compte par les outils et augmenter la qualité du ciblage réalisé. Les données récoltées pour cibler les situations réellement critiques doivent être de qualité pour éviter les erreurs d'orientation de l'ensemble de la démarche de prévention des TMS. Nous avons déjà démontré que la qualité des données actuelles, obtenue avec les outils simples, est discutée à de nombreuses reprises dans la documentation scientifique. En parallèle, la reconnaissance scientifique du lien entre la MMS et l'apparition de TMS n'est plus à démontrer (Caroly et al., 2008; Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; Coutarel et al., 2013; St-Vincent, 2011; Vézina, 2001). Ainsi, nous envisageons de compléter le ciblage actuel des situations critiques par la prise en compte de certains indicateurs de la MMS permettant de statuer sur l'état de suffisance MMS.

SYNTHÈSE :

Les résultats du chapitre VI mettent en évidence les écarts de jugements entre des outils simples, qui étudient les contraintes considérées comme à risque, et l'exploration de l'état de suffisance MMS qui prend en compte les stratégies de réalisation tout en y associant les effets directs sur la santé et la performance. La surestimation du risque TMS avec les outils simples par rapport à l'état de suffisance est un constat cohérent avec la littérature scientifique qui présente le principe de MMS comme l'étude de la relation instable entre les contraintes de l'activité et les ressources de celle-ci, utilisées par l'individu (représentées par les stratégies de réalisation).

La diversité des stratégies de réalisation observée sur les situations de travail associée à la diversité des critères intrinsèques et des critères d'usage des outils simples crée de la variabilité des résultats qui questionne la pertinence du ciblage réalisé avec des outils simples. La MMS propose un nouveau paradigme, il ne s'agit pas seulement d'observer les contraintes mais aussi d'étudier comment les individus y font face et avec quelles conséquences sur leur performance et leur santé. Nous avons montré que les situations identifiées à risque avec les outils simples ne sont pas les mêmes que lors de l'exploration des indicateurs MMS. Nous interprétons ces différences de ciblage, avec la MMS, par l'apport d'informations complémentaires à celles actuellement prises en compte par les outils simples.

Nous proposons de compléter l'approche actuelle, portée par les outils simples, par la prise en compte de l'état de suffisance MMS (suffisance, possible insuffisance ou insuffisance) au travers des indicateurs représentatifs des stratégies de réalisation et des effets directs (santé et performance).

Nos résultats invitent à développer les outils simples d'évaluation du risque TMS actuels pour pouvoir émettre une appréciation sur l'état de suffisance MMS. Par cette étude plusieurs indicateurs utilisés pour objectiver la suffisance ou l'insuffisance MMS sont proposés. Ainsi, les indicateurs des stratégies de réalisation apportent des informations sur le rythme de travail et la variabilité des stratégies de réalisation qui traduisent la possibilité de réaliser l'activité de plusieurs manières en fonction de la diversité des conditions de réalisation. On retient aussi comme indicateurs des stratégies de réalisation la possibilité de faire autrement, ce qui sous entend que l'on peut prendre en compte la possibilité d'inverser l'ordre des tâches, de régler son environnement ou de proposer des améliorations, etc...(tableau des indicateurs MMS chapitre VI). Nous proposons d'étudier la MMS en recherchant des informations sur la possibilité de faire autrement l'activité tout en étudiant les conséquences de celle-ci. Sous entendu, un individu engagé sur une situation de travail a une MMS suffisante lorsqu'il a la possibilité de faire varier ses stratégies de réalisation en fonction des caractéristiques individuelles, environnementales et organisationnelles. La variation des stratégies de réalisation ne doit pas avoir d'effet négatif direct ni sur la performance, ni sur la santé pour que la MMS soit qualifiée « de suffisante et sans risque ».

2. Réponses aux questionnements, à la problématique de recherche et aux hypothèses

Cette thèse a été construite suivant une logique permettant de répondre aux questionnements de départ (chapitre IV). Nous reprenons ci dessous le questionnement alors réalisé afin de présenter les éléments de réponses spécifiques à chaque question.

Nous allons alors tenter de répondre à notre problématique générale sur les difficultés d'utilisation des outils simples d'évaluation du risque TMS, lors des phases initiales des démarches de prévention, et sur l'intégration des connaissances issues du champ de l'analyse de l'activité sur la régulation de l'activité et la MMS.

Les réponses aux 6 questions spécifiques, présentées ci-dessous, sont issues du rapport. Nous reprenons uniquement les informations permettant une compréhension de la réponse sans y retracer toute la logique générale.

➤ *Quelles orientations les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS donnent-ils aux préventeurs et quelles sont les difficultés d'utilisation des résultats des outils simples ?*

- Les outils simples d'évaluation du risque TMS actuellement utilisés en entreprises sont orientés, par leurs concepteurs, vers certaines expositions (essentiellement biomécaniques) considérées comme à risque dans l'apparition des TMS. La variabilité des stratégies de réalisation associée à la diversité des critères intrinsèques, propres à chaque outil simple, et la diversité des critères d'usages, créent de la variabilité dans des résultats des outils simples qui sont sources de biais et d'erreurs dans le ciblage des situations critiques.

➤ *Quels indicateurs peuvent être utilisés pour caractériser les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre en situation de travail ? Et quels indicateurs peuvent être proposés pour étudier l'état de suffisance MMS ?*

- Plusieurs indicateurs sont proposés dans ce rapport pour représenter le modèle de l'activité centré sur la personne en activité de Vézina (2001) (Figure 9, p92). Les 2 composantes des déterminants (internes et externes) et les 3 composantes de la MMS (stratégies de réalisation et effets directs sur la santé et la performance) sont caractérisées par 49 indicateurs. Nous réutilisons uniquement les 22 indicateurs des 3 composantes de la MMS (stratégies de réalisation, effets santé et effets performance) pour pouvoir statuer sur l'état de suffisance MMS en situations de travail. Les indicateurs des déterminants internes et externes de l'activité sont écartés car non appropriés pour la phase de recherche des situations critiques.

➤ *Les indicateurs identifiés comme représentatifs de la MMS sont-ils pris en compte par les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS ?*

- Les indicateurs représentatifs des composantes de la MMS ne sont pas pris en compte par les modèles théoriques sous jacents aux outils simples. Nous ne retrouvons pas d'informations en lien avec ces notions ni dans les modèles sous jacents aux outils simples, ni dans la documentation traitant des outils simples (articles princeps, revues d'outils...).

➤ *Le déploiement d'outils simples d'évaluation du risque TMS et l'exploration des indicateurs MMS sur un échantillon de situation de travail permet-il d'avoir le même jugement du risque d'apparition d'un TMS ?*

- Sur un même échantillon de situations de travail, nous avons identifié des écarts de jugement lors du ciblage des situations critiques avec les indicateurs MMS et avec les outils simples d'évaluation du risque TMS. Notons que les outils simples tendent à estimer le risque TMS de manière plus élevée que l'évaluation de l'état de suffisance MMS.

➤ *La suffisance, le soupçon d'insuffisance ou l'insuffisance MMS apportent-ils des informations autres que celles des outils simples d'évaluation du risque actuellement utilisés lors de l'identification des situations critiques dans l'apparition des TMS ?*

- L'intérêt essentiel de l'approche des TMS par la MMS est d'intégrer, la question des ressources dont dispose l'opérateur, à l'évaluation plus classique des contraintes auxquelles il est exposé (Coutarel et al., 2015; Guérin et al., 2006). L'état de suffisance MMS tend à estimer le risque TMS de manière moins élevée que les outils simples. Ce constat est cohérent avec l'idée que la MMS tient compte de la relation entre les contraintes et les ressources de l'activité de travail alors que les outils simples s'orientent uniquement vers les expositions/contraintes de l'activité sans savoir comment l'individu y fait face.

➤ *Comment développer un questionnaire spécifique sur les indicateurs MMS pour pouvoir, à court terme, estimer la suffisance MMS lors de la recherche des situations critiques, et à moyen terme réaliser des études épidémiologiques sur le lien entre l'insuffisance MMS et l'apparition d'un TMS ?*

- Dans nos études nous avons développé deux méthodes de caractérisations de l'état de suffisance MMS à partir d'informations semi-quantitatives et qualitatives obtenues sur les indicateurs représentatifs des 3 composantes de la MMS. La première méthode d'exploration des indicateurs MMS, à partir d'un questionnaire à 4 niveaux de réponses fermées, permet d'avoir une appréciation de l'état de suffisance MMS. L'interprétation du score obtenu (données semi-quantitatives) pour chaque composante permet d'observer les tendances. Cette première méthode d'estimation peut être critiquée sur la précision des données utilisées et sur la méthode d'interprétation des scores. De manière plus précise nous avons déployé une deuxième méthode d'exploration des indicateurs MMS à partir d'une étude ergonomique du travail. Nous avons reconstitué les 3 composantes MMS afin de juger l'état de suffisance en collectif. Nous avons cherché à identifier pour chaque composante les indices positifs et négatifs pour pouvoir réaliser une interprétation partagée. Cette deuxième méthode est plus précise mais demande du temps et des compétences spécifiques en matière d'analyse ergonomique du travail. En perspective de ces études, nous proposons des améliorations au questionnaire créé pour pouvoir affiner la recherche d'informations et améliorer la qualité des statuts obtenus avec la méthode d'interprétation simple et rapide (données semi-quantitatives). En plus, nous proposons d'étudier le lien soupçonné entre l'insuffisance MMS et l'apparition de TMS à partir des résultats de ce questionnaire (déployé sur de grandes populations) et d'études en épidémiologie. Ce travail pouvant être lancé à partir de la création d'une équipe pluridisciplinaire spécifiquement dédiée à ce type d'étude.

A partir des réponses aux questions intermédiaires, nous pouvons répondre à la question générale. Nous pouvons dire que les nouvelles connaissances sur les notions de régulation de l'activité et de MMS ne sont pas intégrées aux outils simples actuels alors qu'elles apportent des informations pertinentes permettant d'améliorer la qualité du ciblage des situations critiques réalisées lors des phases initiales des démarches de prévention des TMS.

Ainsi nous soutenons l'idée qu'en cherchant à estimer l'état de suffisance MMS, dès la phase initiale de la démarche de prévention des TMS, les préventeurs pourront améliorer le ciblage des situations critiques et concentrer leurs efforts de prévention sur certaines situations de travail considérées réellement comme les plus à risque.

Nous confirmons les hypothèses de recherche présentées chapitre IV de ce rapport. Nous pouvons avancer que :

- La diversité des stratégies de réalisation de l'activité associée aux divergences des critères intrinsèques et des critères d'usages des outils simples, crée de la variabilité dans les résultats à l'origine des difficultés rencontrées par les préventeurs lors du ciblage des situations critiques,
- les connaissances issues du champ de l'analyse de l'activité sur la régulation et la MMS ne sont pas prises en compte par les modèles théoriques sous jacents aux outils simples,
- les indicateurs permettant d'estimer l'état de suffisance MMS apportent d'autres informations complémentaires à celles actuellement prises en compte par les outils simples d'évaluation du risque TMS,
- en complément des contraintes/expositions actuellement observées par les outils simples, nous proposons l'état de suffisance MMS afin d'étudier comment les individus font face à ces contraintes et avec quels effets sur leur performance et leur santé.

3. Limites de l'étude

Lorsque nous faisons le bilan des activités réalisées dans ce rapport, plusieurs limites peuvent être soulevées. Nous allons analyser les limites concernant la sélection des indicateurs MMS, la reconstitution des modèles sous jacents aux outils simples, la représentativité des cas d'études et les méthodologies mises en place pour nos expériences. Pour chaque limite identifiée, nous exposons la conséquence, ou risque inhérent, et la justification ou réponse apportée. Ci dessous (tableau 4) nous avons listé les limites et leurs conséquences dans un tableau récapitulatif.

Tableau 4 : Bilan des limites de la recherche

Limites		Conséquences	Réponses faites
<p>Précision des indicateurs MMS sélectionnés</p> <ul style="list-style-type: none"> - Focale donnée par les indicateurs - Formulation des indicateurs - Méthode de sélection 		<p>Risque d'erreur lors du jugement de l'état de suffisance MMS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La focale d'observation proposée par les indicateurs MMS est volontairement large pour ne pas restreindre le champ d'étude (première exploration en situations réelle). Lors de la validation du questionnaire spécifique MMS des précisions pourront être apportées aux termes utilisés pour décrire les indicateurs MMS. - La formulation des indicateurs est volontairement large pour pouvoir être compris par tous les préventeurs et pour éviter de passer à côté d'informations pertinentes lors de l'exploration en situations. Pour limiter le biais lié à la formulation, nous avons approfondi notre exploration par une analyse qualitative des indicateurs MMS. Ce risque a aussi été limité car le doctorant/chercheur a participé à la création des indicateurs MMS et à leurs explorations - Nous n'avons pas trouvé de listing clair dans la littérature et nous n'avons pas pu réaliser d'entretiens avec les spécialistes de ces notions. Nous avons mis en place un compromis dans la méthode de sélection en réalisant une journée d'étude spécifiquement dédiée à la sélection et aux regroupements des indicateurs, préalablement identifiés dans la littérature autour du modèle de Vézina. Chaque indicateur sélectionné pourrait faire l'objet d'une validation spécifique à partir de la documentation scientifique, d'expériences terrains et de groupements de spécialistes.
<p>Précision dans la reconstitution des modèles théoriques sous jacents aux outils simples</p>		<p>Risque d'erreur dans la reconstitution par hypothèse des modèles sous jacents engendrant des erreurs dans le jugement de la place des indicateurs MMS.</p>	<p>Nous aurions pu sélectionner uniquement des outils simples avec un modèle théorique sous jacent déjà présenté dans la littérature scientifique. Mais nous avons souhaité volontairement élargir notre sélection aux diverses formes d'outils simples présents dans les entreprises pour augmenter la représentativité de nos études et pour pouvoir intégrer l'outil interne à l'entreprise d'accueil de ce projet. Nous avons listé les critères pris en compte afin de regrouper la nature des informations recherchées et reconstituer leurs modèles sous jacents par hypothèse.</p>
<p>Représentativité des postes de travail sélectionnés lors de l'exploration en situation réelle.</p>		<p>Risque d'erreur de jugement lié aux choix des postes à étudier à partir de notre connaissance de l'organisation et de l'activité de travail</p>	<p>Si les postes étudiés avaient tous la même organisation du travail et des tâches semblables, le manque de précision dans la formulation des indicateurs MMS aurait peut être donné toujours le même jugement. La diversité des cas d'étude a aussi permis d'identifier certaines caractéristiques de l'activité commune aux situations ayant une insuffisance MMS.</p>
<p>Limites des expérimentations du rapport : Méthodologie, Échantillon et interprétation des données.</p>	<p>Etude 1 (chapitre V)</p> <ul style="list-style-type: none"> - La méthodologie générale : recherche avec une grille créée. - Les échantillons : Choix de l'échantillon d'outils simples dominants - L'interprétation: Risque d'erreurs lors de la généralisation à partir d'un échantillon de 9 outils simples. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque d'erreur de jugement lié au design de notre grille de lecture, aux 4 niveaux de réponses ou encore à la formulation des indicateurs. - Si le choix des outils simples avait été différent nous n'aurions peut-être pas trouvé les mêmes résultats. - Risque de généralisation des interprétations sur l'étude d'un échantillon de 9 outils simples. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nous avons choisi une grille de lecture pour gagner en précision, pour garder des traces (réponse inscrite dans la grille) et pour pouvoir identifier les informations les plus proches de celles recherchées. Cette grille a aussi été réalisée pour comprendre quelles informations étaient prises en compte par les outils simples. - L'appellation d'outils simples dominants peut être discutée, notamment lorsque les outils simples choisis ont fait l'objet de peu de publications ou parce qu'ils peuvent en effet être dominants dans une branche d'activité mais très peu utilisés dans une autre. Lors de la sélection des outils simples à étudier, nous avons volontairement retenu des outils simples de différentes formes pour identifier les différences de prises en compte des indicateurs MMS en fonction des 3 groupes d'outils identifiés. - Nous aurions pu choisir un nombre plus important d'outils simples d'évaluation du risque TMS pour être plus représentatif. Mais nous avons volontairement restreint ce nombre pour des raisons de précision, des questions de temps d'études, d'accessibilité au support et de simplicité d'utilisation en entreprise (utilisable sans formations spécifiques).
	<p>Etude des résultats d'outils simples (annexe 5) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La méthodologie des 2 volets de l'étude : représentativité des résultats - Les échantillons des 2 volets de l'étude : représentativité 	<ul style="list-style-type: none"> - Les méthodologies créent un biais lors de l'interprétation de la variabilité des résultats des outils simples. - Biais des résultats obtenus liés aux caractéristiques des échantillons (situation et outils simples). 	<ul style="list-style-type: none"> - Les choix méthodologiques sont réalisés en fonction des conditions d'études et de nos connaissances des outils simples pour faciliter l'activité de traitement des données et pour pouvoir concentrer notre attention sur la diversité des critères d'usage (volet 1) et la divergence des critères intrinsèques (volet 2). - Le choix des outils simples à étudier est réalisé en fonction des outils disponibles et de nos connaissances (expériences) des outils simples pour faciliter l'activité de traitement des données et pour pouvoir concentrer notre attention sur la diversité des critères d'usage et la divergence des critères intrinsèques aux outils simples. Le choix des situations de travail à étudier a volontairement été restreint pour les mêmes raisons.
	<p>Etude 2 (chapitre VI) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La méthode: Exploration de l'état de suffisance MMS - L'échantillon de cas d'étude : dissociation entre poste et situation de référence - L'interprétation : la qualité du jugement réalisé à partir des données semi quantitatives vérifiées avec les données qualitatives - La méthode de comparaison des résultats et l'étude des écarts de jugement - L'interprétation des écarts de jugement 	<ul style="list-style-type: none"> - Le risque d'erreur de jugement de l'état de suffisance (méthode de jugement) - Le choix de la situation de référence, réalisé en collaboration avec les travailleurs. Les résultats auraient peut être été différents si le choix s'était porté sur d'autres situations. - Risque de biais dans l'interprétation générale (croisement des données qualitatives et semi-quantitatives) - Risque de biais dans l'étude des écarts de jugement lié aux codages des résultats (risque et suffisance MMS) et à l'absence d'analyse statistique. - Risque de biais dans l'explication des écarts de jugement. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'approche uniquement qualitative ou semi-quantitative aurait été plus simple et plus rapide. Nous aurions pu proposer directement une méthodologie d'exploration basée sur les données qualitatives mais au vu des besoins de rapidité et de simplicité de la phase de recherche des situations critiques en entreprises, nous pensons qu'il est judicieux de réfléchir dès maintenant à une méthode répondant aux besoins des entreprises. - La marge de manœuvre étant situationnelle, il nous est apparu logique d'explorer l'état de suffisance sur la situation identifiée en amont comme la plus critique ou la plus à risques du poste. Nous aurions pu faire mieux en faisant directement une analyse de l'ensemble des situations rencontrées sur le poste afin d'identifier la situation la plus critique du poste et ensuite pouvoir les comparer aux autres situations les plus critiques des autres postes. Cet objectif n'était pas réalisable pour des raisons de temps d'étude et de moyen. - Pour augmenter la qualité du jugement réalisé nous aurions pu aussi solliciter d'autres spécialistes de la MMS positionnés en externes à l'entreprise, mais leurs faibles connaissances des situations de travail et des spécificités de l'activité auraient rendu difficile et longue, la compréhension du fonctionnement des situations de travail et auraient peut-être faussé l'interprétation. - La simple comparaison a été choisie au vu du faible nombre de cas étudiés et car elle est suffisante pour comprendre les écarts de jugements et pour mettre en avant le sens des contradictions. Nous avons choisi de garder les 3 niveaux présentés pour garder de la précision lors de la comparaison réalisée mais aussi parce que cette dissociation permettait d'identifier les indices les plus probants ayant un rôle sur le jugement des situations les plus extrêmes (grande suffisance MMS ou forte insuffisance MMS) - Les différences d'informations prises en compte pour juger du risque TMS avec les outils simples (contraintes/expositions) et avec la MMS (relation contrainte/ressource) sont présentées à partir des constats observés dans la littérature comme étant à l'origine des écarts de jugement. Nous aurions pu par exemple expliquer les différences de jugements par une différence de focale entre les outils simples et l'exploration MMS, par la prise en compte d'informations non pertinentes pour le jugement du risque TMS au travers des indicateurs MMS ou par des biais dans la méthode d'interprétation des informations sur les indicateurs MMS.

3.1. Sélection des indicateurs représentatifs de la MMS

Nous sommes partis de la documentation scientifique autour du modèle de l'activité centré sur la personne (Vézina, 2001) pour identifier tous les indicateurs constitutifs du modèle théorique (Coutarel et al., 2015; Coutarel et al., 2003; Coutarel & Petit, 2013; Cuny-Guerrier et al., 2015; Durand et al., 2009; Major & Vézina, 2015; St-Vincent, 2011; Vézina, 2001). Les indicateurs MMS utilisés dans nos études sont peu détaillés ce qui ne permet pas un ciblage précis des informations recherchées et a probablement un impact sur la qualité des résultats obtenus. La *focale d'observation donnée par les indicateurs MMS* est volontairement large pour ne pas restreindre la prise d'informations lors de l'exploration en situation de travail. Nous aurions pu préciser la formulation des indicateurs MMS pour obtenir plus de détails dans les informations recherchées pour caractériser l'état de suffisance MMS. Apporter des précisions à la formulation des indicateurs MMS n'a volontairement pas été réalisé pour ne pas restreindre le champ d'étude car cette étude est la première tentative d'objectivation et d'exploration de la MMS en situations réelles de travail.

Le risque de biais liée à la formulation des indicateurs MMS représente une seconde limite car celle-ci a un impact sur la nature et la qualité des informations récoltées. Pour limiter ce risque nous avons déployé une analyse qualitative qui a notamment permis de préciser certains indicateurs et d'en mettre certains en relation. Le risque de biais liée à la formulation des indicateurs représentatifs de la MMS a été limité par la mise en place des expérimentations par le doctorant, qui lui-même a participé au listing issu de la documentation et à la sélection/reformulation réalisée en groupe de travail. Malgré cela la précision et la qualité de la formulation de certains indicateurs MMS peuvent être améliorées.

Le risque d'erreur ou d'oubli dans le listing des indicateurs représentatifs de la MMS représente une autre limite de ce travail car nous avons créé notre propre listing à partir de la littérature scientifique autour du modèle théorique de Vézina (2001). En effet nous avons réalisé une journée d'étude spécifiquement dédiée à la sélection et aux regroupements des indicateurs, préalablement identifiés dans la littérature autour du modèle de l'activité centré sur la personne (Vézina, 2001). Lors de cette journée avec la participation d'un enseignant chercheur en ergonomie et d'une doctorante en ergonomie, nous avons recherché des exemples rencontrés dans nos pratiques et nous avons discuté en collectif de la formulation la plus adaptée pour chaque indicateur. Des regroupements et des ajustements concernant les termes utilisés ont

ainsi pu être réalisés pour apporter des précisions dans la formulation des indicateurs retenus et limiter le risque d'oubli ou d'erreur. Pour améliorer ce listing, nous aurions pu, par exemple, sélectionner uniquement les indicateurs MMS déjà présentés dans la littérature scientifique comme permettant de caractériser l'état de suffisance mais nous n'avons pas trouvé d'étude intégrant ce type de liste. Nous aurions pu aussi élargir notre recherche documentaire sur les indicateurs MMS par des entretiens avec les spécialistes de la MMS comme N.Vézina, A.Cuny-Guerrier ou F.Coutarel, par une recherche documentaire élargie aux publications issues d'autres domaines scientifiques ou encore par une revue détaillée de l'ensemble de littérature par mots clés ou par auteur. Ces méthodes de recherche des indicateurs représentatifs de la MMS n'ont pas été retenues pour des raisons de temps disponible. Nous avons mis en place un compromis dans la méthode de sélection en réalisant une journée d'étude spécifiquement dédiée et même si nous n'avons pas réalisé d'entretien formel avec les spécialistes de la MMS nous avons eu l'occasion de discuter de manière informelle de la liste créée avec A.Cuny-Guerrier, N.Vézina et avec F.Coutarel lors de nos divers échanges (séminaires, conférences, échanges téléphoniques ou échanges de mails...). Ce travail de sélection et de partage, nous a permis d'améliorer la représentativité des indicateurs retenus pour la suite de l'étude et d'ajuster la formulation de certains termes.

3.2. Reconstitution des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples

Nous nous demandons si les reconstitutions des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS, utilisés dans nos études, sont pertinents notamment lorsque les concepteurs d'outils simples n'y font pas clairement référence dans les articles princeps. La reconstitution par hypothèse des modèles théoriques des outils simples représente une des limites de ce travail car elle peut engendrer des erreurs dans le jugement de son orientation et de sa prise en compte des indicateurs MMS. L'absence de publication des modèles théoriques sous-jacents de certains outils simples de nos échantillons ne favorise pas la compréhension de sa composition. Nous aurions pu sélectionner uniquement des outils simples avec un modèle théorique sous-jacent déjà présenté dans la littérature scientifique par leurs concepteurs. Mais nous avons souhaité volontairement élargir notre sélection aux diverses formes d'outils simples présents dans les entreprises pour augmenter la représentativité de nos études et pour pouvoir intégrer l'outil interne à l'entreprise d'accueil de ce projet. Pour les outils

simples qui souffrent du manque de publication scientifique, nous avons listé l'ensemble des critères pris en compte afin de regrouper la nature des informations recherchées et reconstituer leurs modèles sous-jacents par hypothèse. La qualité de la reconstitution du modèle sous-jacent de chaque outil simple peut être améliorée car nous avons placé au même niveau tous les critères pris en compte et, classer chaque information dans un des 6 groupes préalablement établis. En effet, nous pouvons pondérer les informations prises en compte en fonction de leurs poids dans le jugement final et augmenter le nombre de groupes préalablement créés pour classer ces informations. Cette classification est discutable au niveau de la formulation des groupes d'informations pris en compte mais aussi parce que certaines informations peuvent se retrouver dans plusieurs groupes. Nous aurions pu faire mieux en nous basant sur les revues théoriques d'outils simples qui classent les outils selon plusieurs critères de comparaison que l'on aurait pu reprendre, ou sur le retour d'expériences d'utilisateurs d'outils simples, ou encore sur les connaissances des créateurs de chaque outil simple. Ce travail permettant d'avoir un niveau de détail supérieur dans la reconstitution des outils simples n'a pas été retenu pour des raisons de temps d'étude et des difficultés de prise de contact avec les concepteurs d'outils.

3.3. Représentativité des cas d'étude sélectionnés dans l'industrie d'assemblage moteur

Lors de l'étude des écarts de jugement entre les outils simples et les indicateurs MMS (chapitre VI et annexe 4), nous avons choisi 10 cas d'études dans différents secteurs de l'industrie accueillant ce projet doctoral. Le choix réalisé par connaissance de l'organisation et des difficultés des individus dans ces secteurs représentent une autre limite de ce travail. En effet nous avons volontairement choisi les postes les plus représentatifs des difficultés de chaque secteur de travail à partir de notre connaissance de l'organisation du travail et de l'activité de travail des individus. Nous aurions pu réaliser cette étude uniquement sur un secteur particulier de l'usine, sur des postes semblables, sur des postes d'un type métier particulier (peintre, essayeur moteur, retoucheur, etc.) ou encore sur des postes de différentes usines du groupe (voir des usines ayant une activité très différente). Nous avons choisi volontairement des postes de travail ayant des activités et des organisations différentes dans une même entreprise pour soulever les difficultés et les facilitateurs de l'exploration de l'état de MMS. La diversité des cas d'étude a aussi permis d'identifier certaines caractéristiques de l'activité, communes aux

situations ayant une insuffisance MMS. Nous pouvons ainsi faire des hypothèses sur les caractéristiques génératrices d'insuffisance de MMS ou ayant un effet négatif sur son développement comme les temps fixes machines, la non maîtrise du rythme de travail par le travailleur comme les situations avec convoyeurs dynamiques (processus sans validation fin de cycle), ou encore les situations de travail avec des environnements de travail non réglables. La diversité des cas d'étude est aussi un avantage pour connaître les difficultés ou les facilitateurs rencontrés par l'évaluateur pour explorer la MMS. Nous pouvons par exemple mettre en avant les difficultés rencontrées lors de l'exploration des indicateurs MMS lorsque le poste étudié est très lié à l'activité du poste en amont et en aval (l'activité du poste observé est dépendante de l'activité des collègues proches). Au contraire les organisations du travail qui permettent aux individus une activité en autogestion (activité sans lien direct avec des collègues) facilitent le travail d'exploration de l'état de suffisance MMS car l'accessibilité à l'information est simplifiée par l'autonomie et l'ouverture à l'échange. Notons aussi que les situations de travail en autonomie (sans relation avec l'activité des d'autres postes) facilitent l'étude des stratégies de réalisation déployées (mais aussi leurs effets) car sans lien avec celles d'autres individus. Nous aurions pu orienter nos études et mettre en place une méthodologie propice à la compréhension des facilitateurs et des barrières à l'exploration de l'état de suffisance MMS pour les préventeurs en entreprise. Ce travail aurait notamment permis de comprendre en détail les difficultés pour les préventeurs d'estimer l'état de suffisance MMS en fonction des organisations, de la production, voire même du milieu (primaire, tertiaire...). Ce travail n'a pas été réalisé pour des raisons de temps et d'accessibilité à d'autres structures. Malgré cette limite, nous avons identifié certains facilitateurs et certaines difficultés lors de l'exploration des indicateurs MMS en situations de travail, que l'on soulève en discussion de l'article présenté chapitre VI. Notre échantillon de cas d'étude a volontairement choisi des activités très diversifiées pour avoir des indices sur les facilitateurs et les barrières de l'exploration mais surtout pour limiter les risques de biais liés à la formulation des indicateurs MMS (indicateurs volontairement larges). Si les postes étudiés avaient tous la même organisation du travail et des tâches semblables, le manque de précision dans la formulation des indicateurs MMS aurait peut être conduit aux mêmes conclusions.

Il nous paraît indispensable de préciser que même si l'organisation des secteurs d'activités étudiée est différente d'un cas d'étude à l'autre, nous restons sur la même entreprise et sur le

même site de production de moteurs d'engins agricoles. La population de travailleurs appartient au même bassin d'emploi. Les politiques et les cultures de l'entreprise se retrouvent dans tous les secteurs de production notamment en matière de prévention de la santé.

3.4. Méthodologie, échantillon et interprétation des données : justification des choix réalisés

Dans le cadre de nos études chapitre V, VI et en annexe 4 de ce rapport, nous avons réalisé des choix sur les méthodologies utilisées pour respecter la logique de notre démonstration. Ces choix peuvent poser des limites aux niveaux des échantillons retenus, mais aussi pour la méthode d'interprétation des résultats. Dans la suite de cette partie nous analysons les limites de ces 3 études et apportons une justification aux choix réalisés.

3.4.1 Recherche des indicateurs MMS dans les modèles sous-jacents aux outils simples

La fin de ce rapport est l'occasion d'analyser si la méthodologie, le processus de recueil de données et d'interprétation des résultats présentés dans l'étude chapitre V de ce rapport sont les plus adéquats (Operational leeway in work situations: do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis ?).

La méthodologie utilisée dans cette étude, pour rechercher la présence des indicateurs MMS dans les outils simples, peut être questionnée. D'autres méthodes de recherche que notre grille de lecture n'auraient peut-être pas donné exactement les mêmes résultats. Nous nous demandons si la formulation des indicateurs représentatifs de la MMS à partir de la littérature, le design de la grille de lecture et les 4 niveaux de réponse proposés à chaque indicateur MMS peuvent être des limites à la recherche réalisée. Nous aurions pu, par exemple, réaliser cette recherche sans grille de lecture mais uniquement par une revue de littérature sur les informations prises en compte par les outils simples ou encore par une recherche de mots clés dans les supports d'outils simples. Nous avons choisi la création d'une grille de lecture pour gagner en précision, pour garder des traces (réponses inscrites dans la grille de lecture pour chaque outil) et pour pouvoir identifier les informations les plus proches de celles recherchées. Cette méthode a permis notamment d'identifier la prise en compte d'informations, non

pertinentes pour l'évaluation du risque, relatives aux déterminants internes et externes de l'activité. Cette méthodologie a aussi été réalisée pour comprendre quelles informations étaient recherchées par les outils simples et pour observer l'orientation quasi-exclusive vers le champ de la biomécanique.

La sélection des outils intégrant l'étude est discutable au regard de la diversité des outils simples recensés dans la littérature et dans les entreprises. Les outils simples de notre échantillon ont été choisis pour leurs fréquences d'utilisation en entreprise, leurs accessibilités et leurs facilités d'utilisation sur le terrain. Si le choix des outils simples étudiés avait été différent nous n'aurions peut-être pas trouvé les mêmes résultats. Nous devons évoquer cette limite même si, à notre connaissance, nous n'avons jamais utilisé d'outil simple complètement opposé dans la composition des informations recherchées ou même par la méthodologie d'approche du travail. L'appellation d'outils simples dominants peut être discutée, notamment lorsque les outils simples choisis ont fait l'objet de peu de publications ou parce qu'ils peuvent en effet être dominants dans une branche d'activité mais très peu utilisés dans une autre (ex : industrie et service). L'exemple de l'outil interne à John Deere, appelé « criticité ergonomique » est représentatif de ce questionnement sur le terme « dominant ». D'autres entreprises ont créé leurs propres outils simples (outils internes) qui peut être permettent d'approcher certains indicateurs de la MMS.

Lors de la sélection des outils simples à étudier, nous avons volontairement retenu des outils simples classiques ou spécifiques aux ports de charge par observation, des outils types questionnaire ou auto-questionnaire et des outils internes pour comprendre les différences d'un outil à l'autre. Nous avons fait le choix d'étudier différentes formes d'outils afin de comprendre si certains d'entre eux sont plus propices à la recherche d'informations sur les indicateurs MMS. Ce choix volontaire peut être discuté notamment car les outils simples d'évaluation par observation n'ont pas forcément le même objectif, ni la même qualité d'informations que d'autres formes d'outils comme les questionnaires ou même les outils internes qui utilisent plusieurs sources de données (croisement observation-questionnaire-mesure).

Enfin, la généralisation du constat réalisé à partir des résultats des 9 outils simples peut être discutée. Le choix du nombre d'outils intégrant notre échantillon est aussi discutable au regard de la diversité d'outils simples recensés dans la littérature et dans les entreprises. Nous devons évoquer le risque lié à la généralisation des interprétations réalisées sur un échantillon de petite

taille. Nous aurions pu choisir un nombre plus important d'outils simples d'évaluation du risque TMS pour être plus représentatif. Mais nous avons volontairement restreint à 9 le nombre d'outils simples étudiés pour des raisons de précision, des questions de temps d'études, d'accessibilité au support et de simplicité d'utilisation en entreprise (utilisable sans formations spécifiques). Les 9 outils simples choisis ont tous été utilisés et testés par l'ergonome-chercheur avant d'être étudiés avec la grille de lecture créée pour connaître la place des indicateurs MMS. Chaque outil simple a fait l'objet d'une étude semi-quantitative (4 niveaux de réponses possibles pour chaque indicateur) puis qualitative (réponses ouvertes dans la grille) pour augmenter la qualité de notre jugement sur la prise en compte des indicateurs MMS. Nous pouvons imaginer de réitérer cette étude suite à notre remise en question afin de prendre en compte nos remarques méthodologiques et pour pouvoir améliorer la qualité de nos résultats.

3.4.2 Variabilité des résultats des outils simples

En annexe 5 de ce rapport, nous avons présenté un prolongement d'étude en deux volets pour comprendre les difficultés d'utilisation des outils simples du fait de la variabilité de leurs résultats. Cette étude en deux volets, non publiée, peut être critiquée au niveau de la méthodologie, de la collecte des données et de l'interprétation réalisée.

La méthodologie du premier volet de l'étude a été choisie pour présenter la variabilité des résultats d'une même population de préventeurs (considérés comme expérimentés en prévention des TMS), utilisant un même outil simple, sur une même situation de travail de l'entreprise d'accueil de ce projet. Une journée d'étude spécifiquement organisée avec la CCI du Loiret a permis de comprendre quelles étaient les différences de jugement d'un préventeur à l'autre, placé dans des conditions d'évaluation identiques (même outil simple et même situation de travail). La méthodologie du premier volet de l'étude peut être discutée et critiquée. Nous aurions pu augmenter la qualité des résultats obtenus en retenant uniquement les préventeurs les plus expérimentés, en augmentant le nombre d'évaluateurs et/ou le nombre de situations de travail à évaluer ou encore en comparant les résultats à d'autres outils simples. Pour des raisons de temps disponibles avec les membres de la CCI et pour des questionnement sur les usages des outils simples en situation réelle d'évaluation nous avons préféré retenir uniquement l'outil interne à John Deere et une seule tâche de la ligne d'assemblage moteur.

Ce volet a été complété par une étude menée avec des étudiants d'une école d'ingénieurs de l'Est de la France (considérés comme novices en prévention des TMS) dans le cadre d'une formation à l'utilisation des outils simples d'évaluation. Nous avons demandé aux étudiants par groupe de 2, préalablement formés à l'utilisation des outils simples, de déployer 3 outils simples sur 2 postes de travail préalablement filmés dans une industrie d'assemblage de camions. La comparaison des résultats des 3 outils simples déployés pour une même tâche, par chaque groupe d'étudiants, a été réalisée pour étudier la variabilité des résultats en lien avec la diversité des critères intrinsèques à chaque outil (méthode d'observation et de calcul ; critères pris en compte ; nombre, quantité et qualité des informations récoltées, échelle d'interprétation, etc.). La méthodologie de ce deuxième volet peut être discutée, notamment parce qu'elle aurait pu être réalisée avec une population d'experts en prévention ou par le chercheur lui-même, avec l'observation d'une situation réelle de travail sans passer par une vidéo, ou encore par la sélection d'un plus grand échantillon d'outils ou de situations à évaluer. Ces propositions méthodologiques auraient notamment permis d'augmenter la représentativité des données récoltées et la qualité de l'interprétation. Là aussi, pour des raisons de temps disponible avec les étudiants et pour des questionnement sur les critères intrinsèques aux outils simples nous avons préféré saisir l'opportunité de faire ce deuxième volet de l'étude. Ainsi nous avons mis en place ce deuxième volet avec une autre population, dans un milieu différent et avec les 3 outils simples intégrant la formation des étudiants. Cela a notamment permis de discuter des retours d'expériences des étudiants à la suite de leurs premières utilisations d'outils simples.

Nous aurions pu avoir d'autres informations si l'on avait, par exemple, mis en place des entretiens avec les évaluateurs après l'utilisateur des outils simples, si l'on avait demandé d'explicitier/justifier chaque réponse donnée ou si l'on avait à l'inverse limité l'échantillon de participants à quelques individus. Ce travail n'était pas possible pour des raisons de temps et de moyens disponibles. En effet, les évaluateurs n'avaient pas beaucoup de disponibilité pour mettre en place ces entretiens. Nous étions sur des temps de formations avec des étudiants et sur une journée thématique organisée par la CCI pour les préventeurs. Dans les deux volets de l'étude, nous avons alors réalisé un retour collectif en salle avec l'ensemble des participants qui

à permis de nourrir notre réflexion sur les critères d'usage propre à chaque utilisateur et les critères intrinsèques propres à chaque outil simple.

D'autres limites concernant la création des échantillons de situation de travail et d'outils simples à utiliser peuvent être avancées pour les deux volets de l'étude. Nous aurions pu augmenter la taille des échantillons d'outils simples, le nombre de situations de travail et la population d'évaluateurs utilisés pour les deux volets de l'étude ainsi qu'un plus grand nombre d'outils ou plus de situation mais nous n'avons pas pu le faire faute de temps et de moyens. Le choix des outils simples à étudier est réalisé en fonction des conditions d'études et de nos connaissances des outils simples pour faciliter l'activité de traitement des données et pour pouvoir concentrer notre attention sur la diversité des critères d'usages et la divergence des critères intrinsèques aux outils simples. Le choix des situations de travail, utilisées pour déployer les outils simples dans les 2 volets de l'étude, est discutable. Les critères de choix de la situation la plus représentative, le nombre de situations et l'accessibilité de l'information sont des facteurs à prendre en compte qui peuvent avoir des conséquences sur les résultats des outils simples. Pour les deux volets de l'étude nous n'avons volontairement pas cadré le choix des situations de travail à étudier (différence entre le poste et ses situations) pour pouvoir concentrer notre attention sur la diversité d'usage des outils en situation réelle (critères d'usage) et sur les conséquences de la diversité d'informations et d'orientations proposées par chacun des outils simples (critères intrinsèques).

Enfin, les interprétations des résultats des deux volets de l'étude ont été réalisées par l'ergonome-chercheur afin de présenter la variabilité des résultats. Ces interprétations peuvent être discutées notamment parce qu'elles sont réalisées sur de faibles échantillons de données, mais aussi parce que les deux volets de l'étude souffrent de précisions méthodologiques. Nous aurions pu faire mieux si nous avions réussi à organiser un temps d'échange avec chaque participant pour préciser les consignes et les conditions d'études demandées. Pour des raisons organisationnelles nous n'avons pas pu réaliser ces échanges. Pour limiter le risque lié à la non prise en compte des consignes (situations à observer, méthode et précaution d'utilisation de l'outil simple et méthode d'interprétation des résultats) nous avons vérifié avec chaque groupe la cohérence des résultats obtenus. Pour limiter le risque de biais lors de l'interprétation des données issues des deux volets, nous avons été attentifs à la cohérence et la qualité des

données obtenues par chaque groupe d'étudiants ou par chaque préventeur avant de les interpréter. Nous avons notamment pris en compte le risque de ne pas avoir la même focale d'observation, mais aussi la compréhension par les évaluateurs des subtilités d'utilisation des outils simples ou encore la cohérence du jugement par rapport aux scores obtenus. Les deux volets des études présentées en annexe 5 peuvent faire l'objet de propositions pour publications. Le travail de rédaction et d'interprétation devra être poursuivi pour pouvoir respecter les consignes de publication et être cohérent avec la thèse de recherche portée dans ce rapport.

3.4.3 Exploration de l'état de suffisance MMS et étude des écarts de jugement

Dans le chapitre VI, nous avons présenté une étude en trois parties qui présente les résultats du déploiement de plusieurs outils simples d'évaluation, l'exploration de l'état de suffisance MMS et l'étude des écarts de jugement entre les deux méthodes de sélection des situations critiques. Cette étude, publiée, peut être critiquée au niveau de la méthode utilisée pour juger de l'état de suffisance MMS et au niveau de l'étude des écarts de jugement entre les outils simples et la MMS.

L'exploration de l'état de suffisance MMS

Malgré l'enrichissement des connaissances sur la régulation et la MMS, nous n'avons pas identifié d'études de cas en entreprise dans la documentation scientifique sur la recherche des situations critiques par l'exploration de la MMS en situation réelle de travail en entreprise. Nous avons alors réalisé l'exploration de l'état de suffisance de MMS sur un échantillon de 10 situations de travail dans une industrie d'assemblage de moteurs du Loiret (étude chapitre VI et annexe 4). La méthodologie générale d'exploration mais aussi l'échantillon choisi et les interprétations réalisées peuvent être sujets de discussions.

L'exploration de l'état de suffisance en situation de travail est réalisée par deux méthodes différentes (semi-quantitatives et qualitatives) pour pouvoir comprendre comment et avec quels types d'informations, les préventeurs peuvent évaluer le risque d'apparition des TMS sur les situations de travail. La méthode qui reprend des données semi-quantitatives est plus rapide à déployer même si nous avons déjà évoqué le besoin d'améliorations dans la formulation des

questions, dans la méthode de calcul et d'interprétation des scores issus de chaque indicateur (interrelation, pondération, etc.). La méthode de jugement à partir des données qualitatives est plus longue de déploiement mais permet d'apporter des précisions sur le lien entre certains indicateurs, sans pouvoir permettre les transformations des situations de travail. Le choix des méthodes d'exploration est discutable car l'utilisation des deux méthodes (semi-quantitatives et qualitatives) est longue et complexe mais aussi parce qu'il peut perturber l'activité durant l'expérience. Nous aurions pu proposer directement une méthodologie d'exploration basée sur les données qualitatives mais au vu des besoins de rapidité et de simplicité de la phase de recherche des situations critiques en entreprise, nous pensons qu'il est judicieux de réfléchir dès maintenant à une méthode répondant aux besoins des entreprises.

Les critères de choix de notre échantillon de situations de travail ont déjà été évoqués précédemment, nous reprenons ici uniquement le choix réalisé concernant la dissociation entre les postes choisis (ensemble de situations) et les situations de référence étudiées (la situation considérée comme la plus à risque de l'ensemble des situations du poste). Nous aurions pu explorer la MMS de l'ensemble des situations que rencontre l'individu sur son poste de travail mais ce travail aurait été très long et complexe d'interprétation. Nous aurions apporté des risques d'erreurs de jugement importants car il est difficile de réaliser un jugement à cause de l'enchaînement des tâches rencontrées par le travailleur, ou encore de la diversité des situations rencontrées. La marge de manœuvre étant situationnelle, il nous est apparu logique d'explorer l'état de suffisance sur la situation identifiée en amont, comme la plus critique ou la plus à risque du poste. Le choix alors réalisé en collaboration avec les travailleurs peut être discuté notamment parce que nous n'aurions peut-être pas trouvé les mêmes résultats si le choix s'était porté sur d'autres situations. Cet objectif d'évaluer l'ensemble des situations rencontrées sur 1 poste de travail n'aurait peut être pas permis d'obtenir des données plus précises et n'était pas réalisable car complexe et long. Nous retenons les situations de référence comme étant représentatives des difficultés que l'individu rencontre dans l'activité pour des raisons de simplicité d'exploration, d'accès au terrain et de temps disponible. La situation la plus critique, ou la plus à risque, étant plus représentative qu'une évaluation globale de l'ensemble des situations. Cela invite à être vigilant, dans l'analyse ergonomique du travail qui suivra, sur l'ensemble des situations tenues par l'opérateur à son poste.

Les méthodes d'interprétations des résultats issus des données semi-quantitatives et qualitatives peuvent être discutées. L'échelle d'interprétation créée par proximité des scores pour l'interprétation des données semi-quantitatives peut être questionnée car nous n'aurions peut-être pas eu la même répartition des scores si les situations de travail sélectionnées n'étaient pas les mêmes. La classification et l'interprétation des scores en fonction d'une échelle d'interprétation linéaire auraient pu être utilisées. En s'appuyant sur une échelle d'interprétation classique par regroupement en 3 groupes identiques nous aurions pu améliorer la qualité de note interprétation. Cette méthode par création d'une échelle d'interprétation classique n'a pas été retenue car la répartition de nos résultats ne permettait pas de nuancer les scores obtenus. Pour l'interprétation des données qualitatives nous avons sollicité les préventeurs de l'entreprise qui avaient une connaissance importante des situations de travail étudiées. Nous nous questionnons sur la qualité de ces interprétations car les préventeurs de l'entreprise n'ont pas beaucoup de connaissances sur les principes théoriques de la MMS. Pour augmenter la qualité du jugement réalisé nous aurions pu aussi solliciter d'autres spécialistes de la MMS positionnés en externes à l'entreprise, mais leurs faibles connaissances des situations de travail et des spécificités de l'activité auraient rendu difficile et longue, la compréhension du fonctionnement des situations de travail et auraient peut-être faussé l'interprétation. Nous avons préféré interpréter les informations récoltées pour chaque indicateur MMS avec les préventeurs de l'entreprise pour pouvoir bénéficier de leurs connaissances de l'activité, des travailleurs et du terrain d'étude en général. Les connaissances sur le principe de MMS étant aussi apportées par le doctorant-chercheur qui est en relation avec les préventeurs de l'entreprise depuis le début du projet et qui tente de transmettre ses connaissances.

Les écarts de jugements entre les outils simples

L'étude pour comprendre quels étaient les écarts de jugements entre les résultats de plusieurs outils simples et l'exploration des indicateurs MMS a été réalisée afin de voir si le ciblage était le même et pour comprendre ce que l'état de suffisance MMS peut apporter comme informations en plus des outils simples. Nous pouvons notamment discuter de la méthodologie de comparaison des résultats et de l'interprétation réalisée pour expliquer les écarts de jugements observés.

Lors de la comparaison des résultats de chaque outil simple et de l'état de suffisance MMS nous n'avons volontairement pas utilisé d'analyses statistiques. Nous aurions amélioré la qualité de nos analyses en utilisant des formules statistiques comme le calcul du Kappa coefficient, le test Chi² ou tout autre test de concordance des données. La simple comparaison a été choisie au vu du faible nombre de cas étudiés. De plus, elle est suffisante pour comprendre les écarts de jugements et pour mettre en avant le sens des contradictions (ici : de manière générale les outils simples présentent un jugement à risque plus élevé que l'exploration MMS). La présentation des contradictions de chaque outil simple et l'état de suffisance MMS pour chaque cas étudié a permis de mettre en avant les tendances pour les 10 cas étudiés. La généralisation alors réalisée pour nos 10 cas d'études permet d'augmenter la pertinence des résultats même s'il serait intéressant de réaliser cette même étude avec un échantillon de cas plus grand et/ou dans un autre milieu. Notons que nous avons codifié les résultats de l'exploration MMS en 3 niveaux pour pouvoir faciliter la comparaison avec les outils simples. Ainsi le statut d'insuffisance est associé à un risque élevé d'apparition de TMS, le soupçon d'insuffisance à un risque modéré et le statut de suffisance MMS à un risque faible. Nous n'aurions peut-être pas trouvé les mêmes résultats si le codage avait été différent. Par exemple nous aurions pu réaliser un codage inversé ou un codage spécifique à chaque cas étudié en fonction du contexte. Le codage réalisé dans notre étude est justifié par la littérature et le lien entre le risque d'apparition des TMS et l'insuffisance MMS. Nous aurions pu créer 4 niveaux d'interprétations de la MMS pour pouvoir plus facilement comparer les résultats à ceux des outils simples qui utilisent une échelle d'interprétation en 4 niveaux. Nous avons préféré faire l'inverse en codant les échelles d'interprétation des outils simples en 3 niveaux pour limiter le risque lié au biais d'interprétation de la MMS en des niveaux difficilement dissociables. Il apparaît en effet plus simple de statuer sur une suffisance, un soupçon d'insuffisance ou une insuffisance plutôt que sur 4 ou 5 niveaux d'interprétation. Enfin, nous nous sommes questionnés sur la pertinence de réaliser ce codage en 2 niveaux (A risque/sans risque et suffisance/insuffisance MMS) mais nous avons choisi de garder les 3 niveaux présentés pour garder de la précision lors de la comparaison réalisée mais aussi parce que cette dissociation permettait d'identifier les indices les plus probants ayant un rôle sur le jugement des situations les plus extrêmes (grande suffisance MMS ou forte insuffisance MMS).

Les raisons présentées comme étant à l'origine des écarts de jugement peuvent être discutées notamment parce qu'elles s'appuient sur des constats issus de la littérature. Dans notre étude nous expliquons les écarts de jugement constatés lors de la comparaison des résultats des deux méthodes de sélections par la prise en compte d'informations complémentaires. Ce constat est réalisé car nous avons identifié, dans la littérature scientifique autour des outils simples, une orientation vers l'étude des contraintes/expositions considérées comme à risque. En même temps, toujours à partir de la littérature on peut dire que la MMS fait référence à la rencontre entre les contraintes/expositions et les ressources. Nous avons donc donné comme explication la prise en compte d'informations complémentaires mais d'autres hypothèses auraient pu être présentées pour expliquer les écarts de jugement. Nous aurions pu, par exemple, expliquer la différence de jugement par une différence de focale entre les outils simples et l'exploration MMS, par la prise en compte d'informations non pertinentes pour le jugement du risque TMS au travers des indicateurs MMS ou par des biais dans la méthode d'interprétations des informations sur les indicateurs MMS qui ont permis de juger du risque d'apparition des TMS.

4. Perspectives et applications pour l'entreprise d'accueil

Ce rapport doctoral réalisé en entreprise a permis d'apporter des éléments de compréhension réutilisables pour les praticiens de la prévention des TMS en entreprise et d'apporter des compléments de connaissances à la communauté scientifique. Dans cette partie de la discussion, les informations valorisées dans les publications sont reprises pour exposer les perspectives issues de ce travail. Nous traitons des perspectives et de l'évolution envisagée pour les praticiens en présentant une synthèse des livrables que l'on devra fournir après la soutenance de cette thèse à l'entreprise participante à ce projet doctoral. Enfin, les perspectives générales issues des résultats de ce projet de recherche sont reprises pour conclure cette discussion.

4.1. Livrables pour l'entreprise d'accueil du projet de recherche

Le site de préparation de moteurs d'engins non routiers, terrain du projet de recherche, a bénéficié des connaissances du doctorant-chercheur dans l'application des connaissances du projet de thèse. En effet, étant dans l'entreprise pendant 3 ans, le doctorant a participé et apporté ses connaissances aux principaux projets de l'entreprise en lien avec la prévention des TMS. Le service prévention sécurité de l'entreprise, accueillant le doctorant, a participé à la construction des évolutions présentées dans ce rapport. A l'issue de cette thèse, des livrables sont proposés dans le cadre d'une présentation orale en comité de direction afin de discuter des applications et des évolutions envisagées spécifiquement pour l'entreprise. Ainsi une autocritique constructive de l'outil interne à l'entreprise (outil « criticité ergonomique » de notre échantillon) est proposée afin d'envisager la prise en compte des indicateurs permettant de juger de l'état de suffisance MMS. Ne pouvant pas suivre la mise en place des propositions issues de ce rapport, nous réaliserons une présentation générale des points forts et des points faibles de l'outil simple actuellement utilisé afin de proposer des améliorations vers la prise en compte des indicateurs MMS. L'application des recommandations réalisée à l'issue du projet de recherche devra être suivie par l'entreprise en autonomie.

4.2. Valorisation des publications scientifiques : bilan des avancées

A partir de nos résultats nous mettons en avant les évolutions proposées dans le cadre des communications et publications scientifiques. Dans l'apport de nouvelles connaissances à la communauté scientifique nous retenons 5 informations principales :

- La publication d'indicateurs représentatifs des 3 composantes de la MMS (indicateurs des stratégies de réalisation, des effets directs de la santé et de la performance).
- Les difficultés actuelles d'utilisation des outils simples et le risque de biais lié à la variabilité de leurs résultats.
- L'absence de prise en compte des indicateurs de la MMS par les modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.
- Les écarts de jugements lors du ciblage des situations critiques avec des outils simples et lors de l'exploration de l'état de suffisance MMS.
- Deux méthodes permettant de juger de l'état de suffisance MMS sont proposées pour compléter l'approche actuelle essentiellement orientée par les outils simples d'évaluation vers les expositions de l'activité considérées comme à risque TMS.

Ces informations publiées sont les évolutions proposées pour améliorer la qualité du ciblage des situations critiques. Les publications permettent d'envisager des évolutions dans les pratiques de prévention de la pathologie en entreprises. Ce rapport propose une application des connaissances issues du modèle de l'activité centré sur la personne (Vézina, 2001) dans le domaine de l'évaluation du risque. Les connaissances théoriques étant déjà utilisées dans plusieurs domaines de la prévention des TMS, nous les avons reprises et développées afin d'envisager de nouvelles évolutions dans le domaine de l'évaluation du risque TMS en entreprises.

4.3. Perspectives générales

Dans cette étude, nous proposons d'étudier les 18 indicateurs représentatifs des 3 composantes de la MMS pour pouvoir compléter le score d'exposition issu des outils simples et comprendre comment les individus font face aux contraintes. Les indicateurs MMS utilisés sont considérés comme représentatifs des stratégies de réalisation et de leurs effets.

A court terme ces indicateurs peuvent être utilisés par les praticiens en entreprises pour rechercher des informations sur l'état de suffisance MMS. Pour le moment la méthode d'exploration qualitative des indicateurs MMS, par la reconstitution du modèle de Vézina (2001), apparaît être la plus pertinente pour statuer sur l'état de suffisance. La méthode semi-quantitative peut être utilisée pour avoir des premières informations et estimer les tendances.

En l'état le questionnaire proposé ne peut pas être utilisé pour estimer avec précision l'état de suffisance MMS car il n'a pas fait l'objet d'études spécifiques de validité (fiabilité, répétabilité, etc.). Nous proposons comme perspective la validation du questionnaire spécifiquement utilisé pour estimer l'état de suffisance MMS de manière simple et rapide. Nous pouvons imaginer d'étudier l'état de suffisance lors du ciblage de situations critiques avec un questionnaire simple et rapide de déploiement. Ce questionnaire doit pouvoir améliorer la qualité du ciblage des situations de travail les plus critiques dans l'apparition des TMS. Améliorer la qualité du ciblage a pour ambition d'améliorer la démarche de prévention dans son ensemble. L'attention et les efforts de prévention pouvant être orientés vers certaines situations de travail considérées réellement comme les plus urgentes à transformer.

Le travail d'amélioration de la formulation des indicateurs MMS permettant d'apporter des précisions lors de l'exploration est l'une des perspectives de ce travail de recherche qui doit nourrir le processus de création et de validation (répétabilité, fiabilité) d'un questionnaire spécifique sur l'état de suffisance MMS. Le travail d'exploration réalisé dans ce rapport est la première étape du processus. Ce travail a permis un premier listing d'indicateurs utilisés pour la première fois lors de l'exploration de l'état de suffisance MMS en entreprise. Ce listing pourrait faire l'objet d'une recherche spécifiquement dédiée à la formulation et la validation de questions permettant d'obtenir des informations sur l'état de suffisance MMS. Ce travail de développement et de validation du questionnaire pourrait être mis en place avec la création d'un groupe de travail, composé d'une équipe pluridisciplinaire d'ergonomes, de médecins et d'épidémiologistes pour travailler à la formulation des questions en lien avec les indicateurs développés et pour identifier les questions déjà existantes dans les littératures.

Maintenant que nous avons réalisé la première exploration de l'état de suffisance MMS en situation réelle d'activité, nous pouvons envisager en perspective la création d'études permettant l'exploration de l'état de suffisance sur une même situation avec des travailleurs différents, pour un même travailleur à plusieurs postes différents ou encore pour un travailleur sur l'ensemble des situations d'un même poste.

Nous pouvons aussi proposer de réitérer cette étude sur un plus grand nombre de cas d'étude, sur des situations de travail dans d'autres milieux comme les services ou l'industrie de petites

pièces ou encore dans d'autres contextes pour augmenter le poids de la proposition réalisée dans ce rapport concernant le ciblage des situations critiques avec l'état de suffisance MMS. Ce travail peut aussi permettre d'enrichir les connaissances sur les barrières et les facilitateurs de l'exploration de l'état de suffisance MMS pour les préventeurs en entreprises.

Nous avons traité du lien entre l'état de suffisance MMS et l'apparition des TMS. Nous pouvons imaginer de réitérer cette étude en traitant les liens émergents, dans la littérature, entre le principe de régulation avec la MMS mais cette fois ci dans l'apparition de RPS ou des difficultés de santé en général. Le lien entre la prévention et la MMS étant en devenir, nous pouvons mettre en place des expérimentations à partir de questionnaires (existants ou créés) pour étudier le lien entre l'état de suffisance MMS des travailleurs et l'apparition de problématiques de santé en général. Nous pouvons notamment imaginer un lien entre l'insuffisance MMS et l'apparition de pathologies autres que les TMS, ou encore avec les arrêts de travail ou l'absentéisme.

Nous pouvons aussi envisager de réutiliser le principe de la prévention par l'étude de la MMS lors d'interventions en analyse ergonomique du travail pour définir l'ampleur de la MMS (le nombre de stratégies de réalisation) afin de rechercher les pistes d'améliorations en relation avec les travailleurs. Ce travail d'intervention à partir de l'ampleur de la MMS est l'une des perspectives de ce travail qui doit permettre un changement de paradigme et une amélioration de la prévention en général. L'application dans le cadre de l'intervention en analyse ergonomique du travail est une perspective à développer dans le cadre de futures recherches.

Enfin à long terme, nous pouvons envisager d'étudier, le rôle soupçonné des indicateurs d'insuffisance MMS dans l'apparition des TMS à partir d'études en épidémiologie. Le lien entre la MMS et la prévention des TMS étant démontré dans plusieurs publications scientifiques, nous proposons en perspective générale, d'intégrer les indicateurs représentatifs de l'insuffisance MMS comme étant constitutifs de l'étiologie des TMS. Afin de démontrer cette nouvelle hypothèse, nous envisageons la mise en place d'études spécifiquement dédiées à la reconnaissance des indicateurs représentatifs de l'insuffisance MMS pour démontrer leurs liens dans l'apparition des TMS. Nous pouvons par exemple profiter des cohortes de population suivies par les laboratoires de recherches, partenaires de ce projet, afin de tester ces nouvelles hypothèses entre les indicateurs MMS et l'apparition des TMS.

Conclusion

Pour conclure ce rapport, nous pouvons avancer qu'il est possible d'évaluer le risque d'apparition des TMS avec les connaissances issues de l'analyse de l'activité sur le principe de régulation par la marge de manœuvre situationnelle. Nos résultats ont montré que l'état de suffisance MMS peut apporter des informations complémentaires à celles actuellement obtenues avec les outils simples d'évaluation du risque TMS. Dans ce rapport nous présentons des études de cas en entreprises pour tester deux méthodes d'approche des situations de travail. Une série d'indicateurs est proposée pour réaliser cette évaluation du risque d'apparition de TMS.

L'état de suffisance est défini par les stratégies de réalisation et leurs effets directs sur la santé de l'individu et sa performance en situation de travail. L'état de suffisance permet de comprendre comment et avec quelles conséquences les individus peuvent faire face aux contraintes/expositions déjà prises en compte par les outils simples. Nos résultats vont dans ce sens car lors de la comparaison des résultats d'outils simples et de l'exploration de la MMS, nous observons des écarts de jugement que l'on a pu expliquer/justifier. Le jugement du risque TMS étant plus élevé avec les outils simples qu'avec la MMS nous interprétons ces écarts par la prise en compte d'informations complémentaires sur la relation entre les contraintes et les ressources (comment et avec quelles conséquences l'individu réalise l'activité malgré les contraintes). Les évolutions envisagées pour améliorer le ciblage des situations critiques en entreprises nous engage à poursuivre la production de connaissances sur ce sujet.

Nos résultats sont en faveur d'un modèle d'évaluation du risque TMS en entreprise qui utilise l'état de suffisance MMS pour estimer le risque d'apparition de la pathologie et cibler les situations de travail les plus critiques. Sur ce point, nos résultats contribuent à l'analyse du contenu et de l'utilisation actuelle des outils simples d'évaluation et proposent des améliorations par l'ajout d'informations sur les indicateurs MMS. Ces propositions issues d'études de cas en entreprises sont spécifiques à l'industrie et envisagent une méthode de sélection des situations de travail les plus critiques complémentaires à celle réalisée avec les outils simples. La forte variabilité des produits à réaliser, et les variabilités classiques de l'activité (aléas, inter et intra individuelles, etc.) ont des conséquences sur les individus et leur performance. Ces éléments sont des impensés des modèles d'évaluation du risque TMS actuellement portés par les outils simples et sont des sources de biais qui peuvent être limitées par l'étude de l'état de suffisance MMS.

Références bibliographiques

- Albert, V., Vézina, N., Bilodeau, H., & Coutarel, F. (2017). Comment et pourquoi: proposition d'un modèle d'évaluation des processus de la phase de développement d'interventions ergonomiques. Cadre méthodologique d'une évaluation de la phase de développement d'interventions ergonomiques. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(19-3).
- Aptel, M. (2000). Un outil de dépistage : la check-list de l'OSHA. *Documents pour le médecin du travail*, n° 83, pp. 195-198.
- Aptel, M., Aublet-Cuvelier, A., & Cnockaert, C. (2002). Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur liés au travail. *Revue du rhumatisme*, 69(12), 1181-1190.
- Aptel, M., Cail, F., & Aublet-Cuvelier, A. (2011). Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur (TMS-MS). Guide pour les préventeur. *ED 957*.
- Aptel, M., & Dronsart, P. (1995). Charge maximale de lever de charges. L'équation révisée du NIOSH. *Documents pour le médecin du travail*, 62, 113-118.
- Aptel, M., Gerling, A., & Cail, F. (2000). Méthode de prévention. Généralités et principes. *Documents pour le médecin du travail*, 83, 187-194.
- Aptel, M., Lafaurie, S., Tronchet, L., & Atain-kouadio, J. J. (2000). OREGÉ: un outil simple d'évaluation des facteurs de risque biomécaniques de TMS du membre supérieur. INRS. *Les notes scientifiques et techniques de l'INRS*(196), 122.
- Armstrong, T.-J., Buckle, P., Lawrence, L.-J., Mats Hagberg, M., Jonsson, B., Kilbom, A., . . . Viikari-Juntura, E.-R. (1993). A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 73-84.
- Badets, P., Merlo, C., & Pilniere, V. (2017). *Prise en compte de l'efficience humaine pour pallier les limites du Lean*. Paper presented at the 12e congrès international de génie industriel.
- Baillargeon, M., & Patry, L. (2002). Les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur reliés au travail : définitions, anatomie fonctionnelle, mécanismes physiopathologiques et facteurs de risque. *Montréal : Clinique interuniversitaire de santé au travail et de santé environnemental, Direction de santé publique de Montréal- Centre*, 69 p.
- Balogh, I., Orbæk, P., Ohlsson, K., Nordander, C., Unge, J., Winkel, J., & Hansson, G.-Å. (2004). Self-assessed and directly measured occupational physical activities influence of musculoskeletal complaints, age and gender. *Applied Ergonomics*, 35(1), 49-56.
- Bao, S., Howard, N., Spielholz, P., silverstein, B., & Polissar, N. (2009). Interrater reliability of posture observations. *Human Factors*, 51(3), 292-309.
- Barrero, L., Katz, J., & Dennerlein, J. (2009). Validity of self-reported mechanical demands for occupational epidemiologic research of musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 35(4), 245.
- Barrero, L. H., Katz, J. N., & Dennerlein, J. T. (2009). Validity of self-reported mechanical demands for occupational epidemiologic research of musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*(4), 245-260. doi:10.5271/sjweh.1335
- Bellemare, M., Marier, M., Montreuil, S., Allard, D., & Prévost, J. (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.

- Bernard, B., & Putz-Anderson, V. (1997). *Musculoskeletal disorders and workplace factors; a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back*. Retrieved from Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention:
- Bobillier-Chaumon, M. E. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité: premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 22(1), 4-21.
- Bobillier-Chaumon, M. E., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle: quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation? *Le travail humain*, 72(4), 355-382.
- Bodin, J. (2017). *Déterminants professionnels des troubles musculo-squelettiques de l'épaule: intérêt de la prise en compte des facteurs organisationnels*. Thèse - Université d'Angers.
- Bodin, J., Garlandezec, R., Costet, N., Descatha, A., Fouquet, N., Caroly, S., & Roquelaure, Y. (2017). Forms of work organization and associations with shoulder disorders: results from a French working population. *Applied Ergonomics*, 59, 1-10.
- Bodin, J., Garlandezec, R., Costet, N., Descatha, A., Viel, J., & Roquelaure, Y. (2018). Validation of a conceptual model for shoulder pain risk factors in three independent french working populations. *Occupational and environmental medicine*, 75(2).
- Bongers, P., Ijmker, S., Van den Heuvel, S., & Blatter, B. (2006). Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors and effective interventions from a bio behavioural perspective. *Journal of occupational rehabilitation*, 16(3), 272-295.
- Borg, G., Hassmén, P., & Lagerström, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 56(6), 679-685.
- Bourgeois, F., & Hubault, F. (2005). Prévenir les TMS. De la biomécanique à la revalorisation du travail, l'analyse du geste dans toutes ses dimensions. *Activités*, 2(1).
- Bourgeois, F., Lemarchand, C., Hubault, F., Brun, C., Polin, A., & Fauchoux, J. M. (2000). Quand la santé interroge l'organisation. Collection Outils et méthodes. In A. Lyon (Ed.), *Troubles musculosquelettiques et travail*.
- Bournot, M. C., Tallec, A., Jaffré, C., Tassy, V., & Roquelaure, Y. (2017) La santé des habitants des Pays de la Loire. (pp. 293): rapport santé-travail ORS Pays de la Loire.
- Bouville, G. (2013). Les effets de la lean production sur les tms et les arrêts maladie: les résultats d'une étude de cas rétrospective dans une entreprise de maintenance ferroviaire. *Travailler*(1), 183-202.
- Brangier, E., & Robert, J.-M. (2014). L'ergonomie prospective: fondements et enjeux. *Le travail humain*, 77(1), 1-20.
- Buchholz, B., Paquet, V., Punnett, L., Lee, D., & Moir, S. (1996). PATH: a work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work. *Applied Ergonomics*, 27(3), 177-187.
- Buchmann, W., Mardon, C., Volkoff, S., & Archambault, C. (2018). Peut-on élaborer une approche ergonomique du «temps long»? Une étude des douleurs articulaires liées au travail, dans une grande entreprise. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(20-1).
- Buckle, P. (1997). Upper limb disorders and work: the importance of physical and psychosocial factors. *Journal of psychosomatic research*, 43(1), 17-25.



- Cail, F., Pichene, A., & Aptel, M. (1995). Questionnaire d'évaluation du vécu du travail de salariés exposés à des risques de troubles musculosquelettiques. *Documents pour le médecin du travail*, 4, 253-267.
- Carayon, P., Schmitz, W., & Newman, L. (1998). Evaluation of an assessment tool for measuring psychosocial work factors and health in office/computer work. *Human factors in organizational design and management*. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, 661-666.
- Carayon, P., & Smith, M. (2014). Work organization, stress, and cumulative trauma disorders *Beyond Biomechanics* (pp. 32-49): CRC Press.
- Carayon, P., Smith, M. J., & Haims, M. C. (1999). Work organization, job stress, and work-related musculoskeletal disorders. *Human Factors*, 41(4), 644-663.
- Caroly, S., & Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. *Ergonomie constructive*, 33-46.
- Caroly, S., Coutarel, F., Escriva, E., Roquelaure, Y., Schweitzer, J., & Daniellou, F. (2008). *La prévention durable des TMS. Quels freins? Quels leviers d'actions?* Rapport de recherche pour Direction Générale du Travail.
- Caroly, S., Coutarel, F., Landry, A., & Mary-Cheray, L. (2010). Sustainable MSD prevention: Management for continuous improvement between prevention and production. Ergonomic intervention in two assembly line companies. *Applied Ergonomics*, 41(4), 591-599.
- Caroly, S., Major, M.-È., Probst, I., & Molinié, A.-F. (2013). Le genre des troubles musculo-squelettiques. *Travail, genre et sociétés*, 29(1), 49-67.
- Caroly, S., Simonet, P., & Vézina, N. (2015). Marge de manœuvre et pouvoir d'agir dans la prévention des TMS et des RPS. *Le travail humain*, 78(1), 1-8.
- Caroly, S., & Weill-Fassina, A. (2007). En quoi différentes approches de l'activité collective des relations de services interrogent la pluralité des modèles de l'activité en ergonomie? *Activités*, 4(4-1).
- Cassou, B., Derriennic, F., Monfort, C., Norton, J., & Touranchet, A. (2002). Chronic neck and shoulder pain, age, and working conditions: longitudinal results from a large random sample in France. *Occupational and environmental medicine*, 59(8), 537-544.
- Chassaing, K., & Waser, A.-M. (2010). Travailler autrement. *Travailler*, 23(1), 99-136.
- Chiasson, M.-È., Imbeau, D., Aubry, K., & Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(5), 478-488.
- Clot, Y. (2000). Analyse psychologique du travail et singularité de l'action. *L'analyse de la singularité de l'action*, 53-69.
- Clot, Y., & Faïta, D. (2000). *Genres et styles en analyse du travail: concepts et méthodes* (Vol. 4): Travailleur.
- Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée: une méthode en clinique de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(2-1).
- Clot, Y., & Fernandez, G. (2005). Analyse psychologique du mouvement: apport à la compréhension des TMS. *Activités Revue Électronique*, 2(2), 68-78.
- Clot, Y., & Gollac, M. (2014). *Le travail peut-il devenir supportable? : Armand Colin*.
- CNAMTS. (2015) Rapport de gestion 2014 de l'Assurance maladie risques professionnels (pp. 2015-2090): Direction des risques professionnels : Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés.
- CNAMTS. (2016) Rapport annuel 2016 de l'assurance maladie risques professionnels. Direction des risques professionnels: Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés.

- Colombini, D. (1998). An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41(9), 1261-1289.
- Coutarel, F. (2004). *La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception: quelles marges de manoeuvre pour le déploiement de l'activité ?*. Bordeaux, Thèse Université Victor Segalen.
- Coutarel, F. (2015). *Les gestes répétitifs* (La Découverte ed.). Ouvrage « Les risques du travail ».
- Coutarel, F., Caroly, S., Vézina, N., & Daniellou, F. (2015). Marge de manoeuvre situationnelle et pouvoir d'agir: des concepts à l'intervention ergonomique. *Le travail humain*, 78(1), 9-29.
- Coutarel, F., Chambon, H., & Clavel, P. (2016). *Repenser le geste professionnel pour réorienter la prévention des TMS*. Paper presented at the Quelles évolutions à la croisée d'une discipline et d'un métier.
- Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2003). Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manoeuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS?. Conception et organisation du travail dans les abattoirs en France. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(5-2).
- Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2005). La prévention des troubles musculo-squelettiques: quelques enjeux épistémologiques. *Activités*, 2(1), 3-19.
- Coutarel, F., & Petit, J. (2013). Prévention des TMS et développement du pouvoir d'agir. *Ergonomie constructive*, 175-190.
- Coutarel, F., Roquelaure, Y., & Daniellou, F. (2013). Le défi ergonomique face aux TMS d'origine professionnelles. *Ergonomie: travail, conception, santé*, 255-267.
- Cuny-Guerrier, A. (2017). *Régulations et marges de manoeuvre situationnelles des encadrants de proximité en sous-traitance : un enjeu de prévention des TMS*. (Thèse), Université Grenoble Alpes.
- Cuny-Guerrier, A., Caroly, S., Coutarel, F., & Aublet-Cuvelier, A. (2015). Quelle prévention des TMS dans l'activité de l'encadrement de proximité en sous-traitance interne? Un cas dans le secteur de la découpe de viande. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(17-2).
- Cuny-Guerrier, A., Caroly, S., Coutarel, F., & Aublet-Cuvelier, A. (2016). *Activities of subcontractor first-line supervisors and MSD prevention: collective regulations with employees of the user company*.
- Cuny-Guerrier, A., Caroly, S., Coutarel, F., & Aublet-Cuvelier, A. (2018). Les composantes de la marge de manoeuvre situationnelle d'encadrants de proximité en situation de sous-traitance: un enjeu pour la prévention des troubles musculo-squelettiques (TMS). *Le travail humain*, 81(2), 85-114.
- Daniellou, F. (1988). Ergonomie et démarche de conception dans les industries de processus continus quelques étapes clés. *Le travail humain*, 185-194.
- Daniellou, F. (1992). *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception*: Université Victor Segalen-Bordeaux 2-ISPED, Laboratoire d'ergonomie des systèmes complexes.
- Daniellou, F. (2008). *Développement des TMS: désordre dans les organisations et fictions managériales*. Paper presented at the 2ème congrès francophone sur les troubles musculo-squelettiques: de la recherche à l'action, IRSST, Montréal, Québec.
- Daniellou, F., & Béguin, P. (2004). Méthodologie de l'action ergonomique: approches du travail réel. *Ergonomie* (pp. 333-358): Presses Universitaires de France.
- Daniellou, F., & Rabardel, P. (2005). Activity-oriented approaches to ergonomics: some traditions and communities. *Theoretical issues in Ergonomics science*, 6(5), 353-357.

- Dares. (2015). *Catalogue des enquêtes réalisées par la Dares*: Paris: Ministre du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social.
- David, G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational medicine*, 55(3), 190-199.
- David, G., Woods, V., Buckle, P., & Stubbs, D. (2003). *Further development of the Quick exposure Check (QEC)*. Paper presented at the Ergonomics in the Digital Age. The XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association.
- De la Garza, C., & Weill-Fassina, A. (2000). Régulations horizontales et verticales du risque. *Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie*, 217-234.
- De Terssac, G., & Lompré, N. (1995). Pratiques organisationnelles dans les ensembles productifs: essai d'interprétation. *Ergonomie et production industrielle. L'homme dans les nouvelles organisations*, 253-252.
- Delalande-Danet, V., Desarmenien, A., Incorvaia, A.-M., Letheux, C., Leviel, C., & Viossat, M. (Eds.). (2015). *Guide CISME groupe ASMT Ergonomie*
- Denis, D., Lortie, M., & Rossignol, M. (2000). Observation procedures characterizing occupational physical activities: critical review. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 6(4), 463-491.
- Descatha, A., Roquelaure, Y., Caroly, S., Evanoff, B., Cyr, D., Mariel, J., & Leclerc, A. (2009). Self-administered questionnaire and direct observation by checklist: comparing two methods for physical exposure surveillance in a highly repetitive tasks plant. *Applied Ergonomics*, 40(2), 194-198.
- Descatha, A., Roquelaure, Y., Chastang, J. F., Evanoff, B., Melchior, M., Mariot, C., . . . Leclerc, A. (2007). Validity of Nordic-style questionnaires in the surveillance of upper-limb work-related musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 33(1), 58.
- Durand, M. J., Vézina, N., Baril, R., Loisel, L., Richard, P., & Ngomo, S. (2009). Margin of manoeuvre indicators in the workplace during the rehabilitation process: a qualitative analysis. *Journal of occupational rehabilitation*, 19(2), 194-202.
- Durand, M. J., Vézina, N., Baril, R., Loisel, L., Richard, P., & Ngomo, S. (2011). Relationship between the margin of manoeuvre and the return to work after a long-term absence due to a musculoskeletal disorder: an exploratory study. *Disability and rehabilitation*, 33(13-14), 1245-1252.
- Durand, M. J., Vézina, N., Baril, R., Loisel, P., Richard, M. C., & Ngomo, S. (2008) La marge de manoeuvre de travailleurs pendant et après un programme de retour progressif au travail. *Vol. R-566*. Montréal, Québec: IRSST.
- Durand, M. J., Vézina, N., & Richard, P. (2016). Concept of margin of manoeuvre in return to work *Handbook of Return to Work* (pp. 53-65): Springer.
- Eurogip 126/F. (2017) Faits marquants 2016. Eurogip.
- Eurogip 135/F. (2018) Point statistique AT/MP FRANCE Données 2016. Eurogip.
- Falzon, P. (2013). *Ergonomie constructive*: Presses Universitaires de France.
- Faverge, J.-M. (1966). L'analyse du travail en terme de régulation. *L'ergonomie des processus industriels*, 33-60.
- Faverge, J.-M. (1972). L'analyse du travail. *Traité de psychologie appliquée*, 3, 5-60.
- Flageul-Caroly, S. (2001). *Régulations individuelles et collectives de situations critiques dans un secteur de service: le guichet de la Poste*. Paris V:Thèse d'ergonomie EPHE-LEPC.
- Folcher, V., & Rabardel, P. (2004). 15. Hommes, artefacts, activités: perspective instrumentale. *Hors collection*, 1, 251-268.



- Franchi, P. (1997). *Agir sur les maladies professionnelles: l'exemple des troubles musculosquelettiques (TMS)*: Ed. Liaisons.
- Garrigou, A. (2015). *Évolution de la mesure en ergonomie*. Paper presented at the Le travail évolue, et l'ergonomie ? Colloque ADEO Paris-Orsay.
- Gaudez, C., Gilles, M., & Savin, J. (2016). Intrinsic movement variability at work. How long is the path from motor control to design engineering? *Applied Ergonomics*, 53, 71-78.
- Genaidy, A., Al-Shedi, A., & Karwowski, W. (1994). Postural stress analysis in industry. *Applied Ergonomics*, 25(2), 77-87.
- Genelot, D. (2001). *Manager dans la complexité: réflexions à l'usage des dirigeants*: INSEP éditions.
- Gerling, A., & Aublet-Cuvelier, A. (2002). Diagnostic ergonomique de risque de TMS. Cas d'une entreprise de petit équipement domestique.
- Gollac, M., & Bordier, M. (2007) Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser. Paris.: Ministère du travail, de l'emploi et de la santé.
- Gollac, M., & Volkoff, S. (1996). Citius, altius, fortius [L'intensification du travail]. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 114(1), 54-67.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2006). *Comprendre le travail pour le transformer: la pratique de l'Ergonomie.*: Ed ANACT, Lyon.
- Ha, C., & Roquelaure, Y. (2007). Réseau expérimental de surveillance épidémiologique des troubles musculo-squelettiques dans les Pays de la Loire. Protocole de la surveillance dans les entreprises (2002-2004). *Saint-Maurice: InVS*, 91.
- Ha, C., Roquelaure, Y., Leclerc, A., Touranchet, A., Goldberg, M., & Imbernon, E. (2009). The French musculoskeletal disorders surveillance program: pays de la Loire network. *Occupational and environmental medicine*, 66(7), 471-479.
- Hagberg, M., Kuorinka, I., & Forcier, L. (1995). *Les lésions attribuables au travail répétitif (LATR)*: Éditions MultiMondes.
- Hägg, G. M. (2003). Corporate initiatives in ergonomics—an introduction. *Applied Ergonomics*, 34(1), 3-15.
- Haims, M.-C., & Carayon, P. (1998). Psychosocial factors case study: Work organization and work-related musculoskeletal disorders. *Ergonomics in health care and rehabilitation*, 205-228.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- Hubault, F., & Bourgeois, F. (2004). Disputes sur l'ergonomie de la tâche et de l'activité, ou la finalité de l'ergonomie en question. *Activités*, 1(1-1).
- Hubaut, R., Caroly, S., Coutarel, F., Roybin, C., & Blanchon, C. (2017). *Usage des outils d'évaluation dans la prévention des troubles musculo-squelettiques: perspectives d'évolution*. Paper presented at the 52ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française.
- Imbeau, D., & Fradet, C. (2004). Outils d'évaluation des facteurs de risques de TMS. *Presentation to Prevention-Inspection Management ergonomists of La Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST), CSST Headquarters, Montréal, Québec, Canada*.
- Institut de la statistique du Québec. (2002) Enquête sociale et de santé 1998. Saint-Foy : Les publications du Québec.
- Institut National de Santé Publique du Québec. (2005) La prévention des TMS liés au travail. Réflexion sur le rôle du réseau de santé publique et orientation proposée pour la santé au travail: Québec.



- Jones, T., & Kumar, S. (2007). Comparison of ergonomic risk assessments in a repetitive high-risk sawmill occupation: Saw-filer. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(9-10), 744-753.
- Juul-Kristensen, B., Hansson, G.-Å., Fallentin, N., Andersen, J., & Ekdahl, C. (2001). Assessment of work postures and movements using a video-based observation method and direct technical measurements. *Applied Ergonomics*, 32(5), 517-524.
- Juul-Kristensen, B., Lund, H., Hansen, K., Christensen, H., Danneskiold-Samsøe, B., & Bliddal, H. (2008). Test-retest reliability of joint position and kinesthetic sense in the elbow of healthy subjects. *Physiotherapy theory and practice*, 24(1), 65-72.
- Karasek, R., Baker, D., Marxer, F., Ahlbom, A., & Theorell, T. (1981). Job decision latitude, job demands, and cardiovascular disease: a prospective study of Swedish men. *American journal of public health*, 71(7), 694-705.
- Karasek, R., Brisson, C., Kawakami, N., Houtman, I., Bongers, P., & Amick, B. (1998). The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *Journal of occupational health psychology*, 3(4), 322.
- Karasek, R., & Theorell, T. (1990). Healthy work: Stress, productivity, and the reconstruction of working life. *The American journal of Public Health*, 80, 1013-1014.
- Karhu, O., Kansii, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-201.
- Karsh, B.-T. (2006). Theories of work-related musculoskeletal disorders: Implications for ergonomic interventions. *Theoretical issues in Ergonomics science*, 7(1), 71-88.
- Koch, P., Schablon, A., Latza, U., & Nienhaus, A. (2014). Musculoskeletal pain and effort-reward imbalance-a systematic review. *BMC public health*, 14(1), 37.
- Kuorinka, I. (1999). Le transformable Mutatis Mutandis. *TMS et évolution des conditions de travail-Les actes du séminaire*, 54-58.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233-237.
- Lancry, A. (2016). Chapitre IV-De nouvelles situations, de nouvelles façons de travailler. *Que sais-je?*, 2, 69-83.
- Landry, A. (2008). *L'évaluation de l'intervention ergonomique: de la recherche évaluative à la proposition d'outils pour la pratique*. Thèse Université Victor Segalen-Bordeaux II.
- Landry, A., & Van, A. (2010). L'évaluation, un outil de l'ergonome pour transformer le contexte d'intervention. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(12-2).
- Lasfargues, G., Roquelaure, Y., Fouquet, B., & Leclerc, A. (2003). Pathologies ostéoarticulaires par hypersollicitation d'origine professionnelle: Masson, Paris.
- Laville, A. (1976). *L'ergonomie*: PUF.
- Leclerc, A., Chastang, J., Niedhammer, I., Landre, M., & Roquelaure, Y. (2004). Incidence of shoulder pain in repetitive work. *Occupational and environmental medicine*, 61(1), 39-44.
- Leclerc, A., Franchi, P., Cristofari, M., Delemotte, B., Mereau, P., Teyssier-Cotte, C., & Touranchet, A. (1998). Carpal tunnel syndrome and work organisation in repetitive work: a cross sectional study in France. Study Group on Repetitive Work. *Occupational and environmental medicine*, 55(3), 180-187.
- Lenderink, A. F., Zoer, I., van der Molen, H. F., Spreeuwers, D., Frings-Dresen, M. H., & van Dijk, F. J. (2012). Review on the validity of self-report to assess work-related diseases. *International archives of occupational and environmental health*, 85(3), 229-251.
- Leontiev, A. (1975). Conscience, Activité, Personnalité. *Moscou: Editions du progrès*.(trad. 1984).



- Leplat, J. (2006). La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 8(1).
- Leplat, J. (2015). *Repères pour l'analyse de l'activité en ergonomie*: Presses universitaires de France.
- Leplat, J., & Cuny, X. (1974). *Les accidents du travail*. Paris, PUF: Que sais-je.
- Leplat, J., & Cuny, X. (1977). *Introduction à la psychologie du travail* (Vol. 68): Presses universitaires de France.
- Li, G., & Buckle, P. (1998). *A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks-Quick Exposure Check (QEC)*. Paper presented at the Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting.
- Li, G., & Buckle, P. (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics*, 42(5), 674-695.
- Lux, A., El-Mouaini, I., Lefevre, B.-D., Savin, J., Etienne, A., & Siadat, A. (2017). *Santé et sécurité au travail : quatre approches en conception pour spécifier et simuler des marges de manoeuvre pour les futurs opérateurs de production*. Paper presented at the 12ème Congrès International de génie industriel (CIGI), Compiègne, France.
- MacDonald, L., Härenstam, A., Warren, N., & Punnett, L. (2008). Incorporating work organisation into occupational health research: an invitation for dialogue. 65(1-3).
- Major, M. J., & Vézina, N. (2015). Analysis of worker strategies: A comprehensive understanding for the prevention of work related musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 48, 149-157.
- Major, M. J., & Vézina, N. (2016). Pour une prévention durable des troubles musculosquelettiques chez des travailleuses saisonnières: prise en compte du travail réel. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(18-2).
- Malchaire, J. (2007). Stratégie SOBANE et guide de dépistage Déparis. *Direction générale Humanisation du travail. Bruxelles*.
- Malchaire, J., Cock, N., & Vergracht, S. (2001). Review of the factors associated with musculoskeletal problems in epidemiological studies. *International archives of occupational and environmental health*, 74(2), 79-90.
- Malchaire, J., Gauthy, R., Piette, A., & Strambi, F. (2011). Classification de méthodes d'évaluation et/ou de prévention des risques de troubles musculosquelettiques. *Bruxelles: European Trade Union Institute.(ETUI)*.
- Malchaire, J., Roquelaure, Y., Cock, N., Piette, A., Vergracht, S., & Chiron, H. (2000). Variabilité inter-individuelle du geste professionnel. *In Convention de recherche INRSUCL. HYTR*.
- Malchaire, J., Roquelaure, Y., Cock, N., Piette, A., Vergracht, S., & Chiron, H. (2001). Musculoskeletal complaints, functional capacity, personality and psychosocial factors. *International archives of occupational and environmental health*, 74(8), 549-557.
- Marquié, J.-C. (1995). Changements cognitifs, contraintes de travail et expérience: les marges de manoeuvre du travailleur vieillissant. *Le travail au fil de l'âge, Octares, Toulouse*.
- Mathiassen, S. E. (2006). Diversity and variation in biomechanical exposure: what is it, and why would we like to know? *Applied Ergonomics*, 37(4), 419-427.
- Mathiassen, S. E., & Christmansson, M. (2004). Variation and autonomy. *Working postures and movements—tools for evaluation and engineering. Boca Raton, FL, USA: CRC Press/London, UK: Taylor & Francis*, 330-366.
- Mathiassen, S. E., Liv, P., & Wahlström, J. (2013). Cost-efficient measurement strategies for posture observations based on video recordings. *Applied ergonomics*, 44(4), 609-617.



- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- Mital, A., Founooni-Fard, H., & Brown, M. L. (1993). *Fatigue in High and Very High Frequency Manual Lifting, Lowering and Carrying and Turning*. Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting.
- Mital, A., Nicholson, A. S., & Ayoub, M. M. (1997). *A Guide to Manual Materials Handling. 2nd Edition. Taylor & Francis, London.*
- Monnington, S., Quarrie, C., Pinder, A., & Morris, L. (2003). Development of manual handling assessment charts (MAC) for health and safety inspectors. *Contemporary Ergonomics*, 3-8.
- Monod, H., & Kapitaniak, B. (2003). *Ergonomie: Elsevier Masson.*
- Monteau, M., & Favaro, M. (1990). *Bilan des méthodes d'analyse a priori des risques: 1. des controles à l'ergonomie des systèmes: Institut National de Recherche et de Sécurité.*
- Moore, J., & Garg, A. (1995). The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association*, 56(5), 443-458.
- Morin, E. (2007). Restricted complexity, general complexity. *In Worldviews, science and us: Philosophy and complexity* (pp. 5-29).
- Morin, E. (2015). *Introduction à la pensée complexe: Le Seuil.*
- Morvan, E., Delecroix, B., & Quillerou-Grivot, E. (2015). Redefining room for maneuver from an occupational health perspective the case of a "one piece flow" organization of work. *TRAVAIL HUMAIN*, 78(1), 53-65.
- Nasse, P., Légeron, P., & Bertrand, X. (2008). Rapport sur la détermination, la mesure et le suivi des risques psychosociaux au travail.
- National Research Council and Institute of Medicine. (2001) *Musculoskeletal Disorders and the Workplace: Low Back and Upper Extremities*. Washington, DC: National academy press. : Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. .
- Neumann, P. (2006). *Inventory of tools for Ergonomic Evaluation: Arbetslivsinstitutet, förlagstjänst.*
- Niedhammer, I., Ganem, V., Gendrey, L., David, S., & Degioanni, S. (2006). Propriétés psychométriques de la version française des échelles de la demande psychologique, de la latitude décisionnelle et du soutien social du «Job Content Questionnaire» de Karasek: résultats de l'enquête nationale SUMER. *Santé publique*, 18(3), 413-427.
- NORA Organization of Work Team Members. (2002) *The changing organization of work and the safety and health of working people*. Technical Report 2002-116, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).
- Noulin, N. (2002). *Ergonomie*. Toulouse: Octarés Editions.
- Occhipinti, E. (1998). OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41(9), 1290-1311.
- Occhipinti, E., & Colombini, D. (2007). Updating reference values and predictive models of the OCRA method in the risk assessment of work-related musculoskeletal disorders of the upper limbs. *Ergonomics*, 50(11), 1727-1739.
- Ouellet, S., & Vézina, N. (2014). Work training and MSDs prevention: Contribution of ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(1), 24-31.
- Pastré, P. (2011). La didactique professionnelle. *Education Sciences & Society*, 2(1).
- Petit, A., Bodin, J., Delarue, A., Descatha, A., Fouquet, N., & Roquelaure, Y. (2018). Risk factors for episodic neck pain in workers: a 5-year prospective study of a general working population. *International archives of occupational and environmental health*, 91(3), 251-261.
- Petit, J., & Dugué, B. (2011). L'intervention ergonomique sur les risques psychosociaux dans les organisations: enjeux théoriques et méthodologiques. *Le travail humain*, 74(4), 391-409.



- Piaget, J. (1967). *Biologie et connaissance; essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs* (Gallimard ed.): Collection l'avenir de la science.
- Piette, A. (2011). *Influence de la réglementation, des normes, des valeurs limites, des outils, des chiffres... Pour mieux prévenir les TMS?* Paper presented at the Troisième Congrès francophone sur les troubles musculosquelettiques (TMS). Échanges et pratiques sur la prévention/Organisé par l'Anact et Pacte.
- Ponnelle, S., Vaxevanoglou, X., & Garcia, F. (2012). L'usage des outils d'évaluation du stress au travail: perspectives théoriques et méthodologiques. *Le travail humain*, 75(2), 179-213.
- Prud'Homme, D. (2011). *Les interventions en prévention des troubles musculosquelettiques par les équipes de santé au travail: une étude exploratoire*. Université Laval.
- Punnett, L., Cherniack, M., Henning, R., Morse, T., Faghri, P., & Team, C.-N. R. (2009). A conceptual framework for integrating workplace health promotion and occupational ergonomics programs. *Public Health Reports*, 124(4_suppl1), 16-25.
- Punnett, L., Fine, L. J., Keyserling, W. M., Herrin, G. D., & Chaffin, D. B. (2000). Shoulder disorders and postural stress in automobile assembly work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 283-291.
- Rabardel, P. (2005). Instrument, activité et développement du pouvoir d'agir *Entre connaissance et organisation: l'activité collective* (pp. 251-265): La Découverte.
- Rabardel, P., Carlin, N., & Chesnais, M. (2014). *Ergonomie: concepts et méthodes*.
- Ringelberg, J. A., & Koukoulaki, T. (2002). Risk estimation for musculoskeletal disorders in machinery design: Integrating a user perspective.
- Roquelaure, Y. (2003). Biomécanique professionnelle et ceinture scapulaire. In Hérisson C (Ed.), *Ceinture scapulaire et pathologies professionnelles* (pp. 12-17): Masson, Paris.
- Roquelaure, Y. (2015). Musculoskeletal disorders: a major challenge for occupational risk prevention in Europe. *ETUI Policy Brief*, 9, 2015.
- Roquelaure, Y. (2016a). Promoting a Shared Representation of Workers' Activities to Improve Integrated Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Safety and Health at Work*, 7(2), 171-174.
- Roquelaure, Y. (2016b). Promoting a Shared Representation of Workers' Activities to Improve Integrated Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Safety and Health at Work*.
- Roquelaure, Y. (2017). L'organisation du travail et le management en question. *HST*, 22-8.
- Roquelaure, Y. (2018). Troubles Musculo-Squelettiques, Risques Psychosociaux et Organisation du travail en milieu industriel. *en préparation*.
- Roquelaure, Y., Ha, C., Leclerc, A., Touranchet, A., Sauteron, M., Melchior, M., . . . Goldberg, M. (2006). Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Care & Research*, 55(5), 765-778.
- Roquelaure, Y., Leclerc, A., Coutarel, F., Brunet, R., Caroly, S., & François, D. (2012). Comprendre et intervenir: enquêtes épidémiologiques et approches ergonomiques à propos des troubles musculosquelettiques des membres supérieurs. *Risques du travail, la santé négociée*, 173-187.
- Roquelaure, Y., Malchaire, J., Cock, N., Martin, Y., Piette, A., Vergracht, S., . . . Leboulanger, M. (2001). Evaluation d'une méthode de quantification de l'activité gestuelle au cours des tâches répétitives de production de masse. *Documents pour le médecin du travail*, 86, 167-176.
- Roquelaure, Y., Mariel, J., Fanello, S., Boissiere, J. C., Chiron, H., Dano, C., . . . Penneau-Fontbonne, D. (2002). Active epidemiological surveillance of musculoskeletal disorders in a shoe factory. *Occupational and environmental medicine*, 59(7), 452-458.



- Roquelaure, Y., Mechali, S., Dano, C., Fanello, S., Benetti, F., Bureau, D., . . . Penneau-Fontbonne, D. (1997). Occupational and personal risk factors for carpal tunnel syndrome in industrial workers. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 364-369.
- Roquelaure, Y., Petit, A., Meyer, J.-P., Leclerc, A., & Mairiaux, P. (2013) Surveillance médico-professionnelle du risque lombaire pour les travailleurs exposés à des manipulations de charges. Société Française de Médecine du Travail.
- Rugulies, R., Scherzer, T., & Krause, N. (2008). Associations between psychological demands, decision latitude, and job strain with smoking in female hotel room cleaners in Las Vegas. *International journal of behavioral medicine*, 15(1), 34-43.
- Sauter, S.-L., & Swanson, N.-G. (1996). An ecological model of musculoskeletal disorders in office work. *Taylor & Francis*, 3-21.
- Schaub, K., Caragnano, G., Britzke, B., & Bruder, R. (2013). The European assembly worksheet. *Theoretical issues in Ergonomics science*, 14(6), 616-639.
- Silverstein, B. (1997). *The use of checklists for upper limb risk assessment*. Paper presented at the Proceedings of the 13th triennial congress of the International Ergonomics Association. Tampere, Finland.
- Silverstein, B., Stetson, D., Keyserling, W., & Fine, L. (1997). Work-related musculoskeletal disorders: Comparison of data sources for surveillance. *American journal of industrial medicine*, 31(5), 600-608.
- Sluiter, J. K., Rest, K. M., & Frings-Dresen, M. H. (2001). Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 1-102.
- Smith, M., & Carayon, P. (1996). Work organization, stress, and cumulative trauma disorders. *Beyond biomechanics: Psychosocial aspects of musculoskeletal disorders in office work*, 23.
- Somville, P.-R. (2007). Évaluation de l'exposition professionnelle aux facteurs de risque mécaniques de la lombalgie dans un contexte épidémiologique. *Université de Liège*.
- Srinivasan, D., & Mathiassen, S. E. (2012). Motor variability in occupational health and performance. *Clinical biomechanics*, 27(10), 979-993.
- St-Vincent, M. (2011). *L'intervention en ergonomie*: Éditions MultiMondes.
- St-Vincent, M., Toulouse, G., & Bellemare, M. (2000). Démarches d'ergonomie participative pour réduire les risques de troubles musculo-squelettiques: bilan et réflexions. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(2-1).
- St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, É., & Imbeau, D. (2011). L'intervention en ergonomie. . *Ed multiMonde(IRSST)*.
- Stock, S., Nicolakakis, N., Messing, K., Turcot, A., & Raiq, H. (2013). Quelle est la relation entre les troubles musculo-squelettiques (TMS) liés au travail et les facteurs psychosociaux?. Survol de diverses conceptions des facteurs psychosociaux du travail et proposition d'un nouveau modèle de la genèse des TMS. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(15-2).
- Stock, S. R., Fernandes, R., Delisle, A., & Vézina, N. (2005). Reproducibility and validity of workers' self-reports of physical work demands. *Scandinavian journal of work, environment & health*(6), 409-437. doi:10.5271/sjweh.947
- Stock, S. R., Nicolakakis, N., Vézina, N., Vézina, M., Gilbert, L., Turcot, A., . . . Beaucage, C. (2018). Are work organization interventions effective in preventing or reducing work-related musculoskeletal disorders? A systematic review of the literature. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 44(2), 113-133.



- Takala, E., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G., Neumann, W., & Westgaard, R. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 3-24.
- Teiger, C., & Falzon, P. (1995). Construire l'activité. *Performances humaines et techniques, Hors Série*, 34-40.
- Teiger, C., & Laville, A. (1972). Nature et variations de l'activité mentale dans des tâches répétitives: essai d'évaluation de la charge de travail. *Le travail humain*, 99-116.
- Terressac, G., & Lompré, N. (1995). Pratiques organisationnelles dans les ensembles productifs: essai d'interprétation. *Ergonomie et production industrielle. L'homme dans les nouvelles organisations*, 253-252.
- Theureau, J. (2010). Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche «cours d'action». *Revue d'anthropologie des connaissances*, 42(2), 287-322.
- Thibault, J.-F., Merlin, X., & Garrigou, A. (2013). De la production à l'usage de la mesure, quelle appropriation par deux entreprises industrielles? Pour quelle prévention des TMS? *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(15-2).
- Thibault, J.-F., Merlin, X., Nahon, P., Fortineau, E., Marillier, C., & Pagnac, L. (2012). *Mesurer les marges de manœuvre: une innovation?* Paper presented at the 47^{ème} congrès SELF 2012, Lyon.
- Thibault, J. F., Garrigou, A., Carballeda, G., & Pasquereau, P. (2008). *De la production de la mesure à la construction sociale de son usage: exemples de pratiques relatives aux TMS.* Paper presented at the Actes du 2^{ème} congrès francophone sur les TMS du membre supérieur, Montréal, Québec.
- Tomás, J.-L., & Fernandez, G. (2015). Du pouvoir d'agir aux marges de manœuvre: une proposition pour le développement psychologique des gestes. *Activités*, 12(2).
- Toulouse, G., St-Arnaud, L., Duhalde, D., Lévesque, J., Delisle, A., & Comtois, A.-S. (2013). Diagnostic ergonomique résultant de la présence de risques psychosociaux contribuant aux troubles musculo-squelettiques: le cas des centres d'appels d'urgence 9-1-1. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(15-2).
- Trask, C., Mathiassen, S. E., Wahlström, J., Heiden, M., & Rezagholi, M. (2012). Data collection costs in industrial environments for three occupational posture exposure assessment methods. *BMC medical research methodology*, 12(1), 89.
- Valentin, L., Gerling, A., & Aptel, M. (2004). Validité opérationnelle l'OREGE (outil de repérage et d'évaluation des gestes).
- Vermersch, P. (2003). *L'entretien d'explicitation*. Nouvelle édition enrichie d'un glossaire (4^e éd.). Paris : ESF (1^{re} éd. 1994).
- Vézina, N. (2000). Quelles sont les relations entre travail et TMS. *Prévenir les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur, De la réflexion à l'action*, Paris, 14-18.
- Vézina, N. (2001). La pratique de l'ergonomie face aux TMS: ouverture à l'interdisciplinarité. *Comptes rendus du congrès SELF-ACE*.
- Vezina, N., Durand, M. J., Richard, M.-C., & Calvet, B. (2016). Comprendre la marge de manœuvre situationnelle: une question de retour durable au travail. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 77(3), 362-363.
- Vidal-Gomel, C., & Delgoulet, C. (2016). Des compétences aux capacités pour réinterroger les possibilités de développement du sujet. *R) évolution du management des ressources humaines. Des compétences aux capacités*, 393-408.

- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., & Baron, S. (1998). Methods for assessing the physical demands of manual lifting: a review and case study from warehousing. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 59(12), 871-881.
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.
- Weill-Fassina, A., & Valot, C. (1998). Le métier, ça va, mais le problème, c'est ce qu'il y a autour. *Des évolutions en ergonomie*, Éditions Octarès, Toulouse, 75-88.
- Westgaard, R. H., & Winkel, J. (2011). Occupational musculoskeletal and mental health: Significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems—A systematic review. *Applied Ergonomics*, 42(2), 261-296.
- Widanarko, B. (2013). *Interaction between physical and psychosocial work risk factors for low back symptoms: a study of prevalence, risk factors, and interaction between physical and psychosocial work risk factors for low back symptoms and its consequences (reduced activities and absenteeism) in a random sample of workers in New Zealand and in Indonesian coal mining workers: a thesis presented in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Ergonomics at Massey University, Manawatu, New Zealand*. Massey University.
- Widanarko, B., Legg, S., Devereux, J., & Stevenson, M. (2014). The combined effect of physical, psychosocial/organisational and/or environmental risk factors on the presence of work-related musculoskeletal symptoms and its consequences. *Applied Ergonomics*, 45(6), 1610-1621.
- Wisner, A. (1995). *Réflexions sur l'ergonomie, (1962-1995)*: Octarès.
- Wisner, A. (1995). Understanding problem building: ergonomic work analysis. *Ergonomics*, 38(3), 595-605.
- Wisner, A., & Daniellou, F. (1996). Questions épistémologiques en ergonomie et en analyse du travail. *L'ergonomie en quête de ses principes. Débats épistémologiques*. Editions Octares, Toulouse, 29-56.
- World-Health-Organization. (2013) WHO global plan of action on workers' health (2008-2017): Baseline for implementation. WHO: Geneva
- Zare, M. (2015). *Représentation partagée des facteurs de risque des troubles musculosquelettiques et comparaison des méthodes d'évaluation: une étude expérimentale dans le secteur de l'assemblage de camions*. Thèse Université d'Angers.
- Zare, M., Biau, S., Brunet, R., Gourlay, A., & Roquelaure, Y. (2015). A comparison of neck bending and flexion measurement methods for assessment of ergonomic risk. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21(3), 330-335.
- Zare, M., Biau, S., Brunet, R., & Roquelaure, Y. (2017). Comparison of three methods for evaluation of work postures in a truck assembly plant. *Ergonomics*, 60(11), 1551-1563.
- Zare, M., Malinge-Oudenot, A., Höglund, R., Biau, S., & Roquelaure, Y. (2016). Evaluation of ergonomic physical risk factors in a truck manufacturing plant: case study in SCANIA Production Angers. *Industrial health*, 54(2), 163-176.
- Zare, M., Sagot, J.-C., & Roquelaure, Y. (2018). Within and between Individual Variability of Exposure to Work-Related Musculoskeletal Disorder Risk Factors. *International journal of environmental research and public health*, 15(5), 1003.



Table des illustrations

Figure 1 : Évolution du nombre de maladies professionnelles et TMS en France 2006-2016 (Rapport annuel 2016 de l'assurance maladie)	1
Figure 2 : Répartition des TMS-MS de l'épaule, du coude et du canal carpien déclarées selon le sexe 2011 (Brière, Fouchet & al, 2015)	11
Figure 3 : Répartition en 2016 des syndromes de TMS par localisation (rapport annuel de 2016 de l'assurance maladie).....	11
Figure 4 : Modèle conceptuel des facteurs explicatifs de la survenue des TMS (Adapté par Roquelaure, 2016).....	24
Figure 5 : Organisation du travail selon le NIOSH (Stock et al; 2013)	25
Figure 6 : Orientation des outils simples d'observation et nombre d'informations recherchées.	58
Figure 7 : Graphes radars de l'orientation de chaque outil simple de l'échantillon (modèles sous-jacents aux outils simples)	59
Figure 8 : La marge de manœuvre situationnelle (Coutarel & al, 2015, adapté de Coutarel & Petit, 2013).....	81
Figure 9 : Modèle de compréhension de l'activité centré sur la personne en activité (Vézina, 2001)	84
Figure 10 : Les "conséquences" des conséquences de l'activité de la personne (modèle adapté de Vézina 2001 par St Vincent & Col, 2011).....	86
Figure 11 : Reproduction du modèle de Sauter et Swanson, 1996 (adapté par Bodin, 2017).	214
Figure 12 : Reproduction du modèle de Hagberg et al, 1995. (LATR : lésion attribuable au travail répétitif) (adapté par Bodin, 2017).....	214
Figure 13 : Reproduction du modèle de Carayon et al, 1999 (adapté par Bodin, 2017).....	215
Figure 14 : Reproduction du modèle du National Research Council, 2001 (adapté par Bodin, 2017).	215
Figure 15 : Reproduction du modèle de MacDonald et al. 2008 (adapté par Bodin, 2017).	216
Figure 16 : Reproduction du modèle de Bellemare et al, 2002 (adapté par Bodin, 2017).	216
Figure 17 : Reproduction du modèle de Punnett et al. 2009 (adapté par Bodin, 2017).	217
Figure 18 : Reproduction du modèle de Karsh, 2006 (les numéros, 1 à 34, représentent les relations expliquées par l'auteur dans l'article) (adapté par Bodin, 2017).	217
Figure 19 : Reproduction du modèle organisationnel des situations génératrices des TMS (Aptel et al, 2000, d'après Franchi, 1997) (adapté par Bodin, 2017)	218

Figure 20 : Reproduction du modèle de Stock et al, 2013 (FP : facteurs personnels) (adapté par Bodin, 2017)	218
Figure 21 : Modèle conceptuel des facteurs explicatifs de la survenue des TMS (Adapté par Roquelaure, 2014) (adapté par Bodin, 2017)	219
Figure 22 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence de dévissages bielles (modèle adapté de N.Vézina, 2001)	312
Figure 23 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'alésage bielle (modèle adapté de N.Vézina, 2001).....	314
Figure 24 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'emballage sur établi (coussinets de bielles) (modèle adapté de N.Vézina, 2001).....	315
Figure 25 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'ensacheuse (visseries) (Modèle adapté de Vézina, 2001).....	316
Figure 26 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'équipement/dés-équipement volant pour essais moteurs (Modèle adapté de Vézina, 2001)	317
Figure 27 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence marouflage moteur haut moteur avant peinture (Modèle adapté de N.Vézina, 2001)	318
Figure 28 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'habillage et connexion haut moteur (Modèle adapté de N.Vézina, 2001).....	319
Figure 29 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'assemblage d'un injecteur (Modèle adapté de N.Vézina, 2001).....	320
Figure 30 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence de mise en place turbo sur collecteur (Modèle adapté de N.Vézina, 2001)	321
Figure 31 : Résultats partie intermédiaire OSHA pour l'évaluation d'un même poste avec plusieurs évaluateurs de la CCI	380
Figure 32 : Résultats partie intermédiaire RACHIS pour l'évaluation d'un même poste avec plusieurs évaluateurs de la CCI	381
Figure 33 : Résultats Criticité ergonomique pour l'évaluation d'un même poste avec plusieurs évaluateurs de la CCI.....	381
Figure 34 : Comparaison des résultats des 3 outils simples (RULA, OSHA, EAWS) par groupe d'évaluateur	385
Figure 35 : Modélisation des critères intrinsèques et des critères d'usage ayant possiblement un rôle sur la variabilité des résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS	388



Table des tableaux

Tableau 1: Liste des indicateurs représentatifs du modèle de l'activité centré sur la personne .	93
Tableau 2 : Plan d'expérience étude 1 (présentée chapitre V)	109
Tableau 3 : Plan d'expérience étude 2 (présentée chapitre VI).....	111
Tableau 4 : Bilan des limites de la recherche.....	170
Tableau 5 : Définition facteurs organisationnels et psychosociaux (thèse J.Bodin, 2017).....	220
Tableau 6 : Récapitulatif des informations sur les outils simples étudiés.....	309
Tableau 7 : Classement outils simples d'évaluation du risque TMS-MS (Malchaire, 2011).....	310
Tableau 8 : Codage des échelles d'interprétation des outils simples en 3 niveaux	384

Listes des sigles et abréviations

TMS : Trouble Musculo-Squelettique

TMS-MS : Trouble Musculo-Squelettique des Membres Supérieurs

AT : Accident de Travail

MP : Maladie Professionnelle

INRS : Institut National de la Recherche Scientifique

ESTER : Epidémiologie en Santé au Travail et Ergonomie

IRSET : Institut de Recherche en Santé, Environnement et Travail

ACTé : Activité Connaissance Transmission éducation

JD : John Deere

JD Orléans-Saran : Site industriel de production de moteurs diesel d'engins agricoles non routiers. John Deere est situé dans le Loiret (dep.45, France)

CIFRE : Convention d'Industrialisation de Formation par la Recherche en Entreprises

ANR : Association Nationale pour la Recherche

EvRP : Evaluation des Risques Professionnels

NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health

CE : Criticité Ergonomique

EAWS : European Assembly Work Sheet

MAC : Manual handling Assessments Charts

JSI : Job Strain index

QEC : Quick Exposure Check

OWAS : Ovako Working posture Assessment System

RULA : Rapid Upper Limb Assessment

REBA : Rapid Entire Body Assessement

OSHA : Occupational Safety and Health Administration

Glossaire – Définitions des termes utilisés

Poste de travail : un poste de travail correspond à une fonction occupée par un salarié dans une entreprise ainsi qu'à l'espace dans lequel il réalise son activité. Le poste fait référence aux conditions et moyens matériels mis à la disposition de l'individu et aux missions prescrites et attendues par l'entreprise.

Activité : l'activité correspond à la manière dont la personne réalise son travail et comporte des dimensions physiques, mentales et sociales. L'activité est toujours celle d'une personne qui interprétera, à sa façon, la tâche qui lui est prescrite. (St Vincent & coll 2011)

Situation de travail : une situation de travail correspond à une période de l'activité de travail, qu'il est possible de décrire dans ses différents éléments et qui est vécue par la personne placée dans un cadre de travail particulier, c'est à dire une configuration particulière de déterminants (St Vincent & coll. 2011). L'ensemble des situations de travail (situations particulières) rencontré par l'individu constitue l'activité de travail.

Situation de référence : la situation de travail de référence est considérée comme étant la plus représentative du risque (la plus fréquente et/ou la plus contraignante) parmi l'ensemble des situations qui composent le poste de travail.

Tâche : la tâche représente la demande réalisée par l'entreprise ou l'organisation en termes d'opérations à réaliser, de consignes et de procédures à suivre, de quantité et de qualité de travail à respecter (St Vincent et all, 2011).

Cas d'étude : étude approfondie sur un cas en particulier. Dans ce rapport, le cas d'étude représente un travailleur en interaction avec son poste de travail (ou sa situation de référence).

Variabilité : « tout ce qui produit des changements dans le travail, soit prévus, soit imprévus, et qui affectent les façons de faire des personnes » (St Vincent & coll. 2011).

Outils Simples d'évaluation du risque TMS : les outils simples sont des outils d'évaluation des facteurs de risque de TMS qui ne nécessitent pas d'appareil de mesure particulier. Ils sont utilisables directement sur le terrain et se basent sur l'observation directe de l'activité de travail du salarié ou sur l'enregistrement vidéo de celle-ci (Aptel, M. Faraudie, S. & Tronchet, L. 2000). Ces outils simples doivent être faciles à mettre en œuvre, peu coûteux et doivent fournir rapidement une estimation du risque d'apparition des TMS.

Modèles théoriques sous jacents aux outils simples : le modèle théorique sous jacent à un outil simple d'évaluation du risque TMS est représenté par les facteurs de risque TMS, considéré comme à risque par le concepteur, et pris en compte pour concevoir l'outil. Les concepteurs des outils d'évaluation s'appuient exclusivement sur des données probantes issues des recherches épidémiologiques pour orienter leurs modèles sous-jacents vers certains facteurs de risque.

Régulation de l'activité : en ergonomie de l'activité, le concept de régulation (Guérin et al, 1991) désigne la (re)construction permanente des modes opératoires. Le processus de régulation est l'adaptation constante de la personne face à la variabilité des exigences, des conditions de travail et relative à sa propre variabilité. Cette adaptation se traduit par la mise en œuvre de diverses stratégies de réalisation. Le processus de régulation a pour objectif la conservation (voir le développement) de l'équilibre entre le maintien de la santé et l'atteinte des objectifs correspondants aux tâches. (St Vincent et al, 2011)

Marge de manœuvre (MM) : la marge de manœuvre représente les possibilités de varier ses façons de faire pour s'adapter à la situation de travail. On peut aussi la définir comme l'espace de régulation de la personne en activité de travail. Cet espace varie selon les caractéristiques de la personne, les exigences des tâches et les moyens offerts par le milieu de travail (St Vincent & coll. 2011)

Marge de manœuvre situationnelle (MMS): « la marge de manœuvre situationnelle constitue la possibilité pour l'opérateur, dans une situation précise, d'élaborer un mode opératoire efficace (c'est à dire efficace pour la performance et compatible avec la préservation de soi, voire le développement de soi par le travail) » (St-Vincent et al, 2011). Si la MMS est importante, plusieurs modes opératoires sont possibles : l'opérateur peut les alterner, en inventer de

nouveaux (Daniellou, 1985). Si la MMS est faible, l'éventail des modes opératoires possibles est très restreint, ce qui peut conduire à une hyper-sollicitation de certaines fonctions du corps, et/ou à la diminution de la performance. A l'extrême, l'absence totale de MMS conduit à des situations où il est impossible d'atteindre les objectifs, même au prix d'une mobilisation coûteuse (Coutarel, Caroly, Vézina, Daniellou, 2015).

Modèle étiologique des troubles musculo-squelettiques (TMS) : modèle explicatif des causes d'apparition des TMS.

Modèle de l'activité centré sur la personne en activité : Ce modèle théorique, utilisé dans ce rapport, est proposé par N.Vézina en 2001, pour expliquer l'activité d'une personne en situation de travail. Il place la personne et son activité au cœur de la situation de travail. L'activité est toujours celle d'une personne qui interprétera à sa façon la tâche qui lui est prescrite. Les auteurs de ce modèle théorique considère l'activité comme « l'élément central organisateur et structurant les composantes de la situation de travail » (Guérin & coll, 2006, p51).

Indicateurs MMS : critères issus du modèle de l'activité centré sur la personne en activité (N.Vézina, 2001) permettant d'explorer la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance de marge de manœuvre situationnelle.

Déterminants de l'activité : « un déterminant de l'activité est un élément de la situation de travail qui est à l'origine de la façon dont la personne pourra réaliser son activité » (St Vincent & coll. 2011). Ce sont les critères qui déterminent l'activité.

Déterminants internes : les déterminants internes à l'individu font référence aux caractéristiques propres de l'opérateur. Ils renvoient à l'âge, le sexe, les capacités physiques de l'opérateur, les connaissances et compétences acquises en formation ou par l'expérience, la mobilisation subjective...etc. (Coutarel, Caroly, Vézina, Daniellou, 2015)

Déterminants externes : les déterminants externes à l'individu font référence au cadre de travail qui correspond aux caractéristiques du milieu (environnement et organisation du travail). Les déterminants externes renvoient à la conception des moyens de travail, la nature des

prescriptions, les règles de métier offertes par le collectif, les possibilités d'entraide entre collègues, les recours offerts par l'organisation... etc. (Coutarel, Caroly, Vézina, Daniellou, 2015)

Stratégies de réalisation : mode opératoire que la personne adopte, selon son état personnel, pour atteindre un objectif et s'adapter aux caractéristiques de la situation de travail (St Vincent & coll. 2011).

Effets directs sur la performance : la performance ici est un terme générique. Elle se concrétise de manière variable selon les contextes professionnels (qualité, fiabilité, rendement, hygiène, maintenance, satisfaction du client...) en fonction de ce qui importe à l'opérateur et l'entreprise (compte tenu de ce qui lui est demandé) (Coutarel, Caroly, Vézina, Daniellou, 2015). Le caractère direct des effets sur la performance insiste sur les conséquences d'une situation particulière et unique dans une approche situationnelle.

Effets directs sur la santé : Les effets directs sur la santé font référence aux conséquences directes d'une situation particulière et unique sur l'état interne de l'individu. La santé est définie par l'OMS comme un état de bien-être complet physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité (OMS, 1946).

Facteurs de risques de TMS : critères d'expositions/contraintes par rapport à des seuils définis en laboratoire comme favorisant l'apparition d'un TMS. Ces facteurs de risque sont en lien avec le modèle étiologique de la pathologie (modèle conceptuel).

Annexe 1 : Modèles conceptuels dominant de la survenue des TMS.

L'annexe ci-après fait référence à l'évolution des modèles conceptuels de la survenue des TMS développés depuis les années 2000.

On y retrouve les 11 modèles cités chapitre I, dont notre modèle de référence (Roquelaure, 2014). Nous présentons aussi les approfondissements réalisés par J.Bodin sur le modèle utilisé. Nous ne développerons pas chacun des modèles, seules leurs modélisations réalisées par J.Bodin (2017) sont présentées.

Ces modélisations sont reprises de la thèse de J.Bodin (Bodin, 2017), celles-ci sont présentées avec un code couleur : vert, représentant les caractéristiques organisationnelles ; violet, les caractéristiques psycho-sociales ; bleu, les caractéristiques physiques et rouge, pour les TMS.

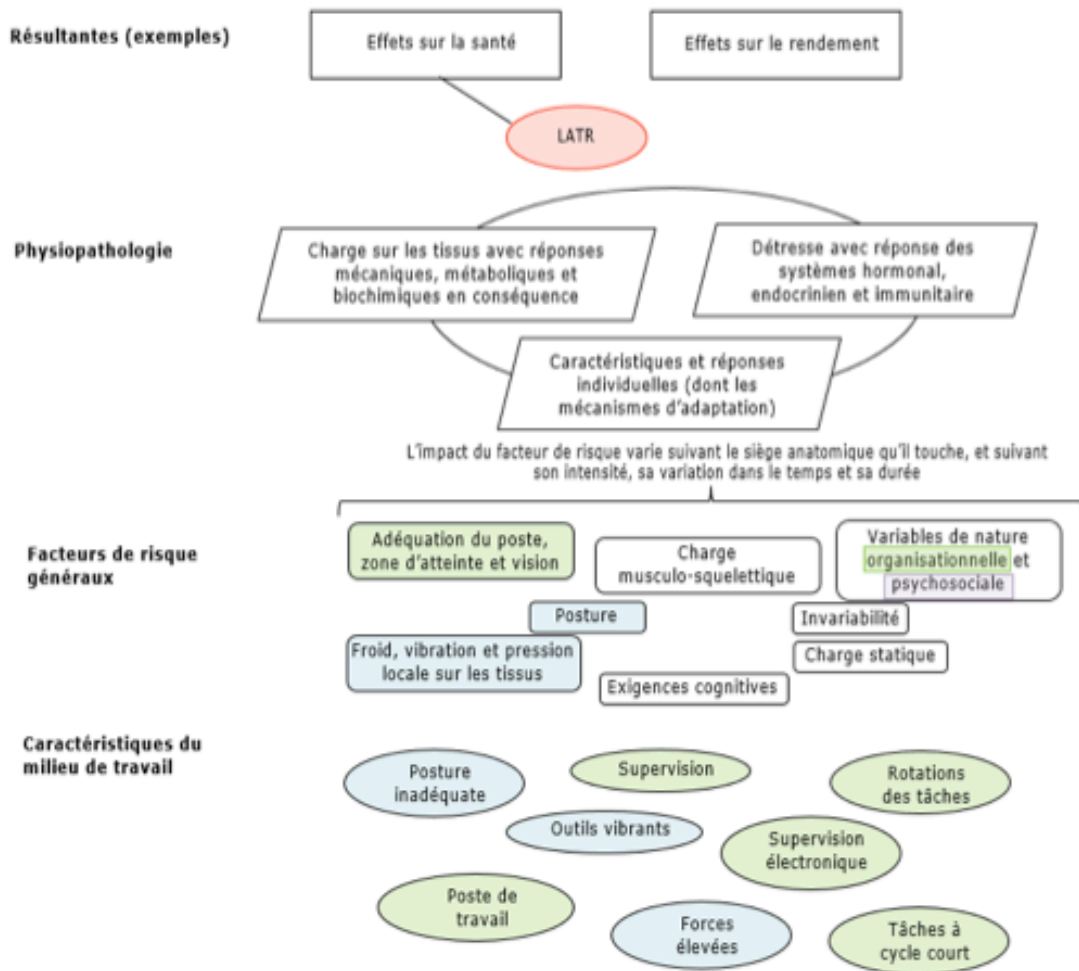


Figure 11 : Reproduction du modèle de Sauter et Swanson, 1996 (adapté par Bodin, 2017).

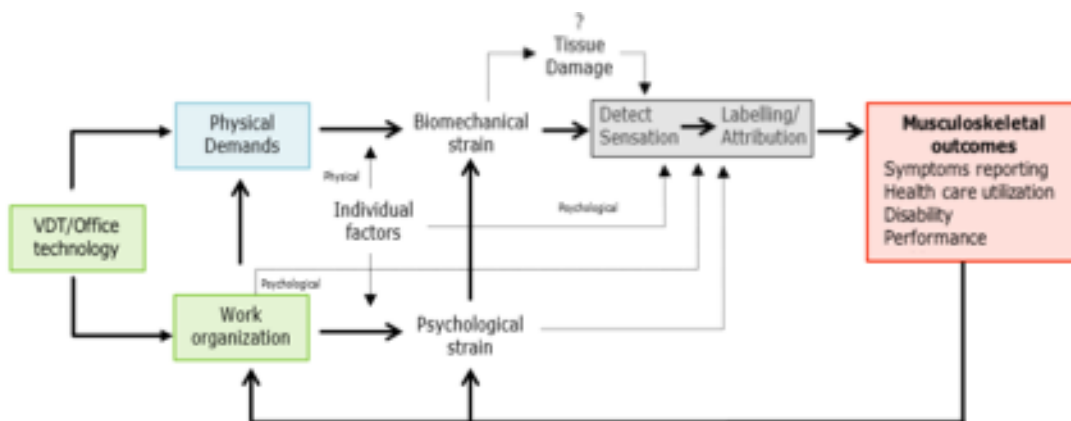


Figure 12 : Reproduction du modèle de Hagberg et al, 1995. (LATR : lésion attribuable au travail répétitif) (adapté par Bodin, 2017)

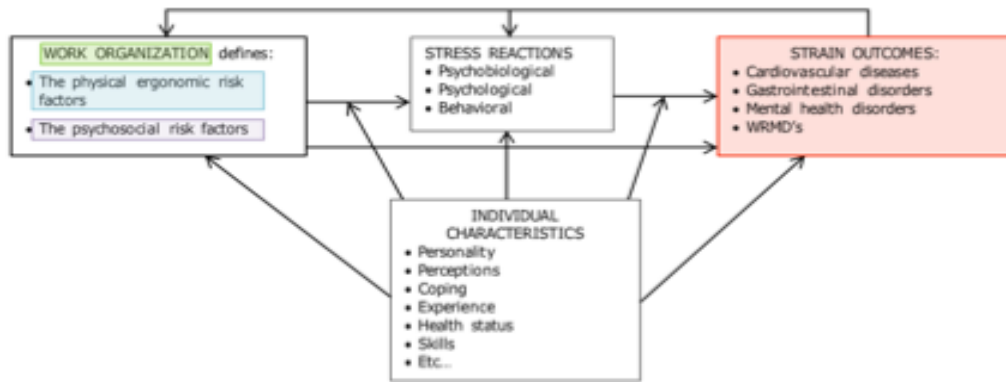


Figure 13 : Reproduction du modèle de Carayon et al, 1999 (adapté par Bodin, 2017).

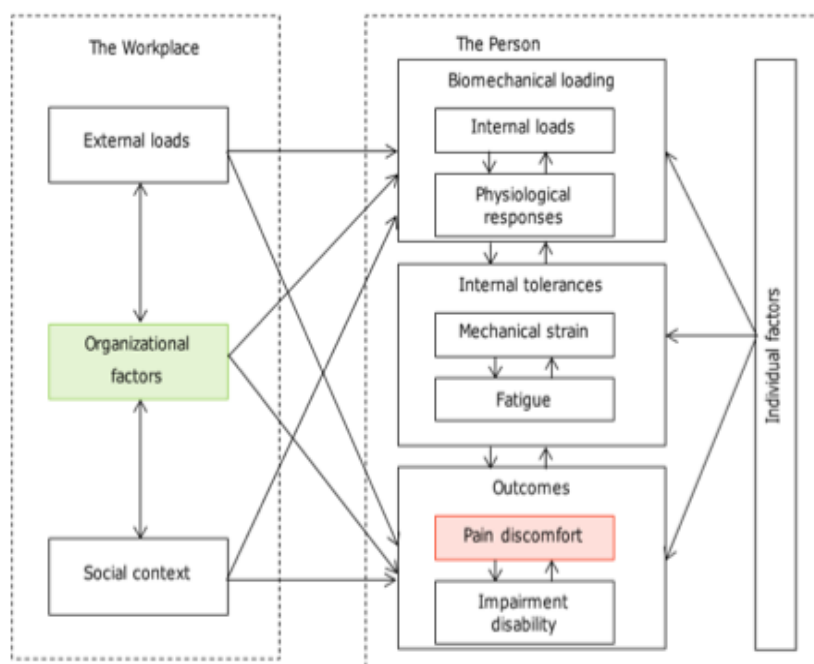


Figure 14 : Reproduction du modèle du National Research Council, 2001 (adapté par Bodin, 2017).

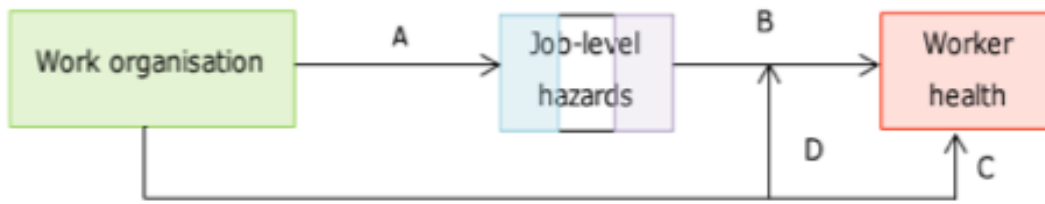


Figure 15 : Reproduction du modèle de MacDonal et al. 2008 (adapté par Bodin, 2017).

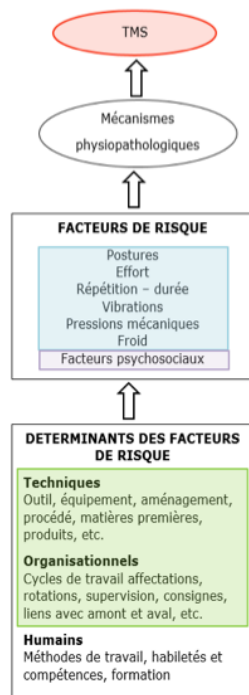


Figure 16 : Reproduction du modèle de Bellemare et al, 2002 (adapté par Bodin, 2017).

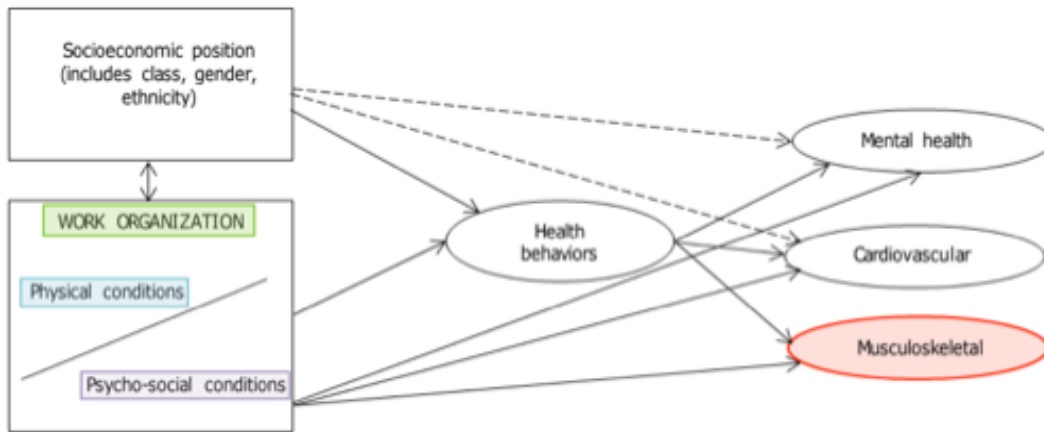


Figure 17 : Reproduction du modèle de Punnett et al. 2009 (adapté par Bodin, 2017).

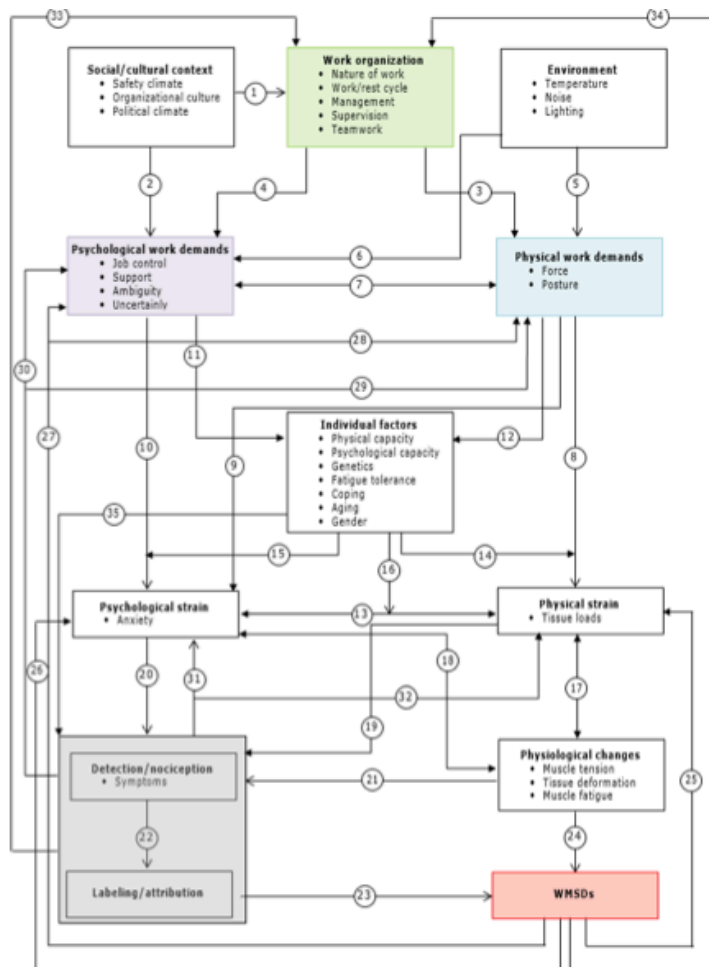


Figure 18 : Reproduction du modèle de Karsh, 2006 (les numéros, 1 à 34, représentent les relations expliquées par l'auteur dans l'article) (adapté par Bodin, 2017).

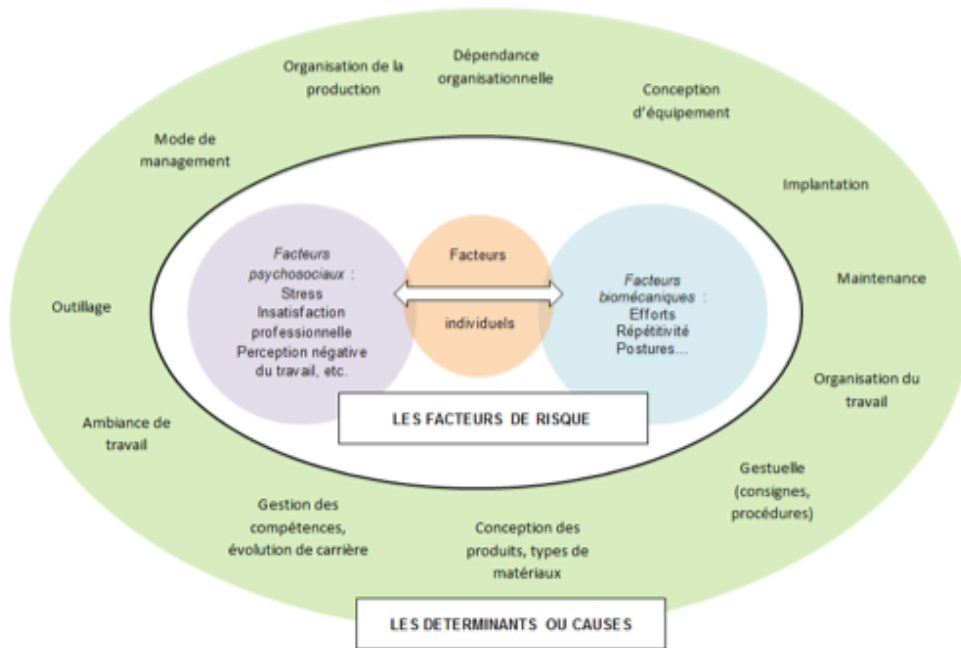


Figure 19 : Reproduction du modèle organisationnel des situations génératrices des TMS (Aptel et al, 2000, d'après Franchi, 1997) (adapté par Bodin, 2017)

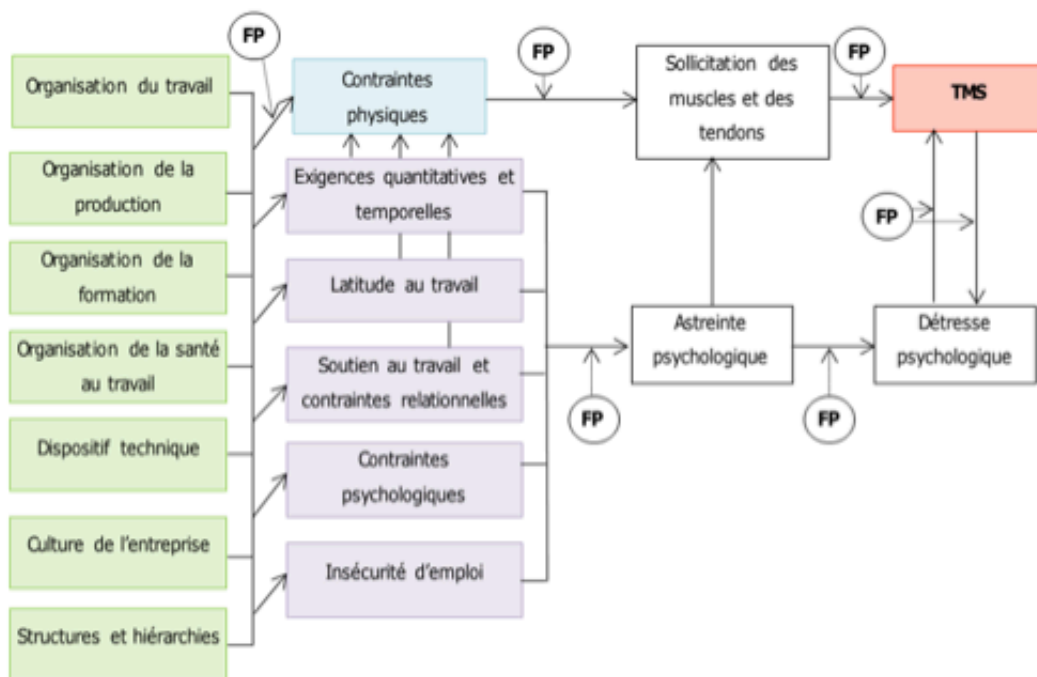
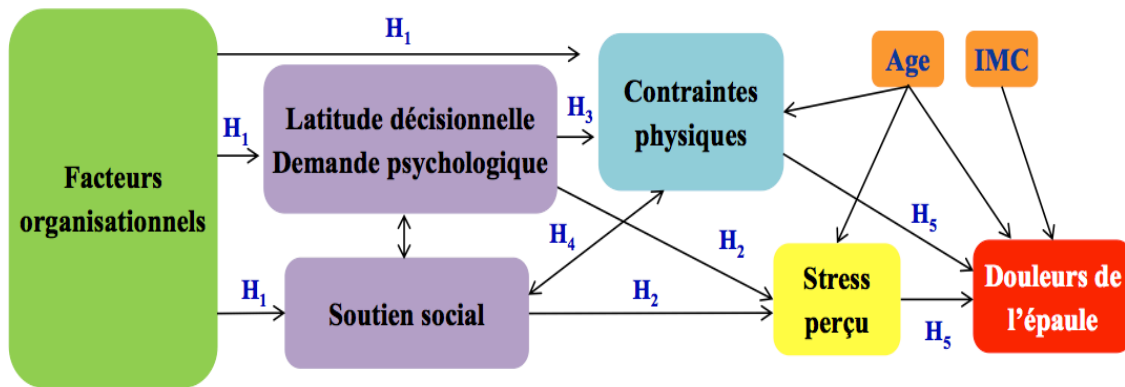


Figure 20 : Reproduction du modèle de Stock et al, 2013 (FP : facteurs personnels) (adapté par Bodin, 2017)



Hypothèse 1 : L'exposition à des facteurs organisationnels a un effet sur les facteurs psychosociaux et physiques.

Hypothèse 2 : L'exposition à des facteurs psychosociaux influence le niveau de stress perçu.

Hypothèse 3 : La latitude décisionnelle et la demande psychologique ont un effet sur les contraintes physiques.

Hypothèse 4 : Le soutien social et les contraintes physiques sont associés.

Hypothèse 5 : L'exposition aux contraintes physiques et le niveau de stress perçu augmentent le risque de douleurs de l'épaule.

+ Corrélations entre les facteurs psychosociaux

Age influence les douleurs de l'épaule, les facteurs physiques et le stress perçu

IMC influence les douleurs de l'épaule

Figure 21 : Modèle conceptuel des facteurs explicatifs de la survenue des TMS (Adapté par Roquelaure, 2014)
(adapté par Bodin, 2017)

Auteurs (année) Pays	Facteurs organisationnels	Facteurs psychosociaux au travail
Hagberg et Kuorinka (1995) Suède, Etats-Unis, Canada, Finlande	« Facteur relatif à l'organisation du travail, qui porte sur la manière dont le travail est structuré, surveillé et exécuté dans une entreprise. L'organisation du travail comprend les caractéristiques institutionnelles du travail telles que la nature de l'organisation, l'identité du patron, le pouvoir, l'autorité, les responsabilités le mode d'exécution du travail, la nature des tâches, y compris des caractéristiques comme la charge de travail et le contenu des tâches. Il s'agit de la nature objective du processus de travail. Les facteurs d'organisation du travail sont considérés comme les aspects objectifs de la manière dont le travail est organisé, surveillé et exécuté. »	« Aspects subjectifs du travail tels qu'ils sont perçus par les travailleurs et les cadres. Ils ont souvent les mêmes noms que les facteurs d'organisation du travail, mais leur différence tient au fait qu'ils comportent une valeur sentimentale pour l'individu. Par exemple, la nature de la surveillance du travail peut avoir des effets psychosociaux positifs ou négatifs (stress émotif), tandis que les aspects d'organisation du travail ne décrivent que la manière dont la surveillance est accomplie et ne comportent aucune valeur sentimentale. Les facteurs psychosociaux constituent les perceptions subjectives des facteurs organisationnels. »
Carayon et Smith (2000) Etats-Unis	« It is an objective characteristic of the work environment, and depends on many factors, including management style, type of product or service, characteristics of the workforce, level and type of technology, and market conditions. »	
Simoneau et al. (2001) Canada	« Facteurs liés à l'organisation du travail, c'est-à-dire à tout ce qui détermine dans quelles conditions et selon quelles modalités sera exécuté le travail. »	
Randall et al. (2002) Royaume-Uni		« worker evaluations of work design and management (psychosocial factors) »
European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2011) Europe	« Work organisation is a broad concept that refers to the choices made within organisations regarding different issues such as the structure of the production process, the relationship between staff and production departments, the responsibilities at different hierarchical levels and the design of individual jobs. »	
St-Vincent et al. (2011) Canada	<p>Organisation du travail Horaires, rémunérations et types de contrat Composition des équipes et rotation Distribution des affectations Assignment temporaire et gestion des absences Etc.</p> <p>Organisation de la production de biens ou de services Philosophie de production : production allégée, juste-à-temps, qualité totale, etc. Type de processus : artisanal, chaîne, cellules, etc. Diversité des produits fabriqués, des services offerts Missions, technologie, procédés, processus de circulation de l'information Choix des matières premières, types de demandes (clients) Opérations reliées en amont et en aval Soutien aux activités de production : maintenance, qualité, technologies de l'information Etc.</p> <p>Organisation de la formation Dispositif de la formation : choix des formateurs, matériel, temps alloué, etc. Conditions d'apprentissage Etc.</p> <p>Environnement physique Espaces de travail : disposition, délimitations des zones pour différents usages et usagers : aires pour</p>	
	<p>la circulation des équipements (chariots, pont-roulant, fauteuil roulant, civières) et véhicules (chariots élévateurs) Les espaces communs (salles de repos, vestiaires) Ambiances physiques : ambiance sonore, visuelle et thermique, qualité de l'air, agresseurs physiques, chimiques et biologiques</p> <p>Dispositif technique Aménagement et dimensionnements des postes de travail Caractéristiques des machines, des outils, des équipements et des matières Moyens de protection individuels Etc.</p>	
Inserm (2011) France		« Ces facteurs recouvrent les contraintes psychologiques, sociales et relationnelles dérivées de l'organisation du travail, jusqu'à englober toutes les expositions professionnelles, qui ne relèvent pas d'agents physico-chimiques. »
Ministère du travail, de l'emploi et de la santé (2011) France		« les risques psychosociaux seront définis comme les risques pour la santé mentale, physique et sociale, engendrés par les conditions d'emploi et les facteurs organisationnels et relationnels susceptibles d'interagir avec le fonctionnement mental »
Chouanière et Niedhammer (2011) France	<p>« les facteurs organisationnels qui sont les conditions objectives de travail factuelles et identifiables dans la documentation de l'entreprise »</p> <p>... Ils peuvent être regroupés en quatre grandes catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> le contenu du travail : activités monotones ou répétitives, activités exigeant de traiter un très grand nombre d'informations, exposition permanente à la clientèle, confrontation à la mort ou la souffrance, activité impliquant une responsabilité sur la vie d'autrui, etc. ; l'organisation du travail ou la gestion des ressources humaines : changements organisationnels fréquents, horaires de travail incompatibles avec la vie sociale et familiale, temps de travail prolongé, interruption fréquente dans le déroulement du travail, flux tendu, inexistence ou caractère aléatoire des plans de carrière, sous ou surqualification des agents, mauvaise ou absence de définition des postes de travail, etc. ; la qualité des relations de travail: isolement social ou physique, management peu participatif, faible communication dans l'entreprise, absence d'évaluation du travail ou évaluation inadaptée, etc. ; l'environnement physique: bruit, mauvaise conception des lieux de travail, open space, etc. ; » 	« les contraintes qui correspondent à la perception subjective des conditions de travail (souvent dénommées «facteurs psychosociaux») »

Les définitions sont présentées dans leur langue d'origine.

Tableau 5 : Définition facteurs organisationnels et psychosociaux (thèse J.Bodin, 2017)

Annexe 2 : Fiche détaillée des outils simples d'évaluation du risque TMS étudiés

Dans cette annexe 2, les outils simples étudiés sont présentés en détails. On retrouve les informations issues des articles princeps (description outil, champ d'étude, préconisation d'utilisation, etc.), la reconstitution d'un graphe en étoile, d'un graphique à barres pour observer les orientations propres à chaque outil et les limites propres à chaque outil. Les supports de chaque outil simple étudié, sont présentés à la fin de chaque description.

Occupationnal Safety and Health Agency (OSHA)

Titre de l'outil : OSHA (Occupationnal Safety and Health Agency)

Article princeps: Silverstein, B. A., Stetson, D. S., Keyserling, W. M., & Fine, L. J. (1997). Work-related musculoskeletal disorders: comparison of data sources for surveillance. Reprise par Aptel M. Méthode de prévention des troubles musculo-squelettiques du membre supérieur et outils simples, un outil de dépistage : la check-list de l'OSHA. Documents pour le Médecin du Travail 2000; 83:195-198.

L'outil OSHA provient de l'agence de santé américaine. Dans le cadre d'un projet de normes ergonomiques, c'est le professeur M.A Silverstein qui développa en 1997 une check-list permettant de détecter les risques de TMS.

Sa simplicité et sa clarté en font un outil intéressant pour le dépistage rapide des TMS des membres supérieurs et du dos. Le principe est simple. On va questionner les membres du personnel sur leurs conditions de travail. Les réponses sont ensuite évaluées via une grille standard. On attire l'attention sur le fait que cet outil est limité au dépistage. En aucun cas, il ne remplace l'intervention d'un spécialiste ou une analyse approfondie de la situation. L'agence précise que cet outil s'utilise en 2 étapes : une première pour dépister les potentiels problèmes appelés « basic screening tool » et une seconde consistant à « creuser » les points levés lors de l'enquête.

La check-list est utilisée pour l'identification de 7 facteurs de risques, en fonction de la durée d'exposition (répétitivité, effort, postures contraignantes, surpressions cutanées, vibrations, environnement thermique et organisation du travail). Le score final obtenu indique la probabilité d'un risque TMS à partir des 7 thèmes étudiés au travers des 17 questions de l'outil.

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

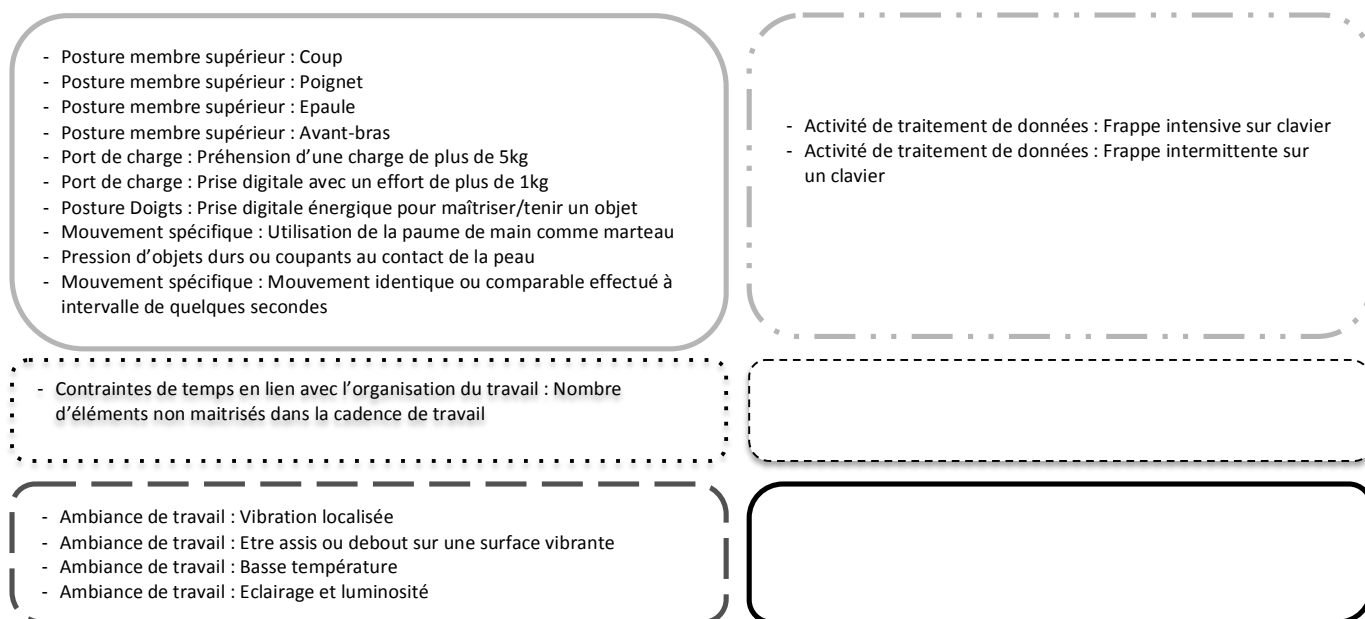
1. Entamer l'échange avec le travailleur en activité en expliquant l'objectif de cette évaluation du risque.
2. Suite à la discussion, une ou plusieurs tâches de l'activité sont sélectionnées comme étant les tâches de références à évaluer à partir des tâches les plus fréquentes et/ou les plus contraignantes







3. Renseigner les rubriques générales de l'outil : la date et heure de l'évaluation, poste, tâche prise en compte, opérateur, commentaires éventuels sur l'activité
4. Compléter la grille en entourant la réponse à chacune des questions dans la colonne C (activité de plus de 8h/jour) ou D (activité de moins de 8h/jour) Etablir le score obtenu pour chaque ligne dans la colonne E.
5. Faire le bilan des scores de l'ensemble des lignes de la grille en bas de page. Ajouter les notes obtenues pour chaque facteur de risque de manière à établir un score final.
6. Comparer ce score à l'échelle d'interprétation fournie par le concepteur.
7. Estimer le risque d'apparition de la pathologie pour le poste observé. Seule la ou les tâches les plus contraignantes ou les plus fréquentes sont observées comme étant représentatives de l'ensemble du poste

Composants de l'activité identifiés par l'outil OSHA :

Répétitivité	<ul style="list-style-type: none"> - Mouvement spécifique : Mouvement identique ou comparable effectué à intervalle de quelques secondes : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (3points) - Activité de traitement de données : Frappe intensive sur clavier : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (3points) - Activité de traitement de données : Frappe intermittente sur un clavier : entre 2 et 4h (0point) / entre 4 et 8h (1points)
Effort manuel (répété ou maintenu)	<ul style="list-style-type: none"> - Port de charge : Préhension d'une charge de plus de 5kg : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (3points) - Port de charge : Prise digitale avec un effort de plus de 1kg : entre 2 et 4h (2points) / entre 4 et 8h (3points)
Postures contraignantes	<ul style="list-style-type: none"> - Posture du Cou : Rotation et flexion : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (2points) - Posture des Epaules : entre 2 et 4h (2points) / entre 4 et 8h (3points) - Posture des Avant-bras : mouvement rapide de l'avant-bras : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (2points) - Posture du Poignet : flexion/extension : entre 2 et 4h (2points) / entre 4 et 8h (3points) - Posture doigt : prise digitale énergique pour maitriser ou tenir un objet : entre 2 et 4h (0point) / entre 4 et 8h (1point)
Surpression	<ul style="list-style-type: none"> - Pression d'objets durs ou coupants au contact de la peau : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (2points) - Utilisation de la paume de main comme un marteau : entre 2 et 4h (2points) / entre 4 et 8h (3points)
Vibration	<ul style="list-style-type: none"> - Vibration localisée (sans amortissement des vibrations) : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (2points) - Etre assis ou debout sur une surface vibrante : entre 2 et 4h (1point) / entre 4 et 8h (2points)
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> - Eclairage et luminosité : entre 2 et 4h (0point) / entre 4 et 8h (1point) - Basse température : entre 2 et 4h (0point) / entre 4 et 8h (1point)
Maitrise des cadences	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'éléments non maitrisés dans la cadence de travail : 1 point si un élément de non maitrise, 2 points si 2 ou plus

Représentation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.



-  Information en lien avec les facteurs de Biomécanique ou physiologique
-  Information en lien avec la psychologie de l'individu
-  Information en lien avec l'organisation du travail
-  Information en lien avec les ambiances de travail
-  Information en lien avec le social de l'individu
-  Autres...

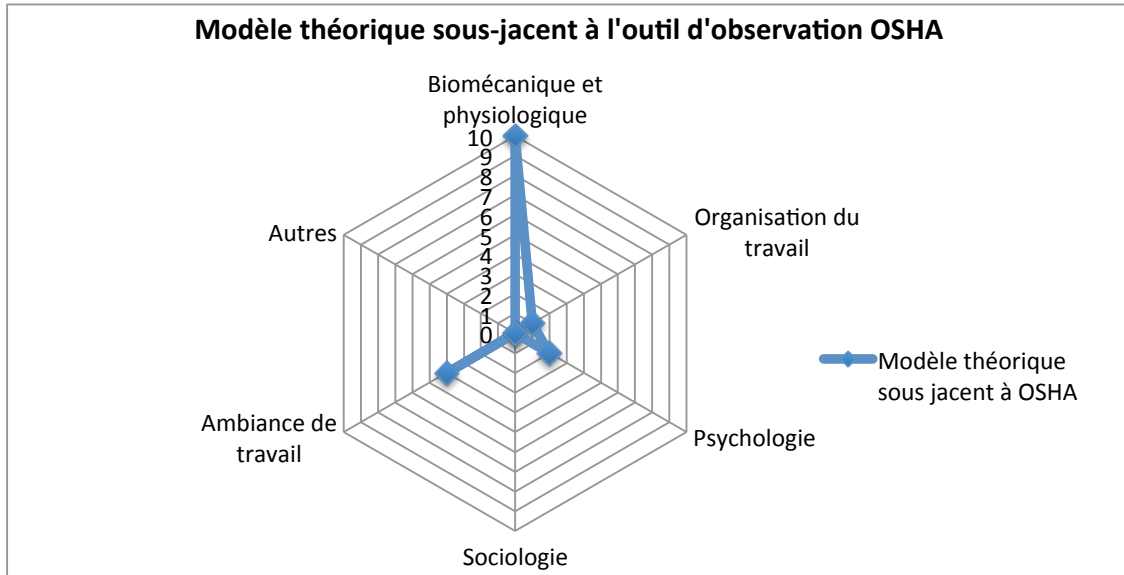
Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent de l'outil OSHA (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation OSHA : les composants à risque de l'activité observée par l'outil

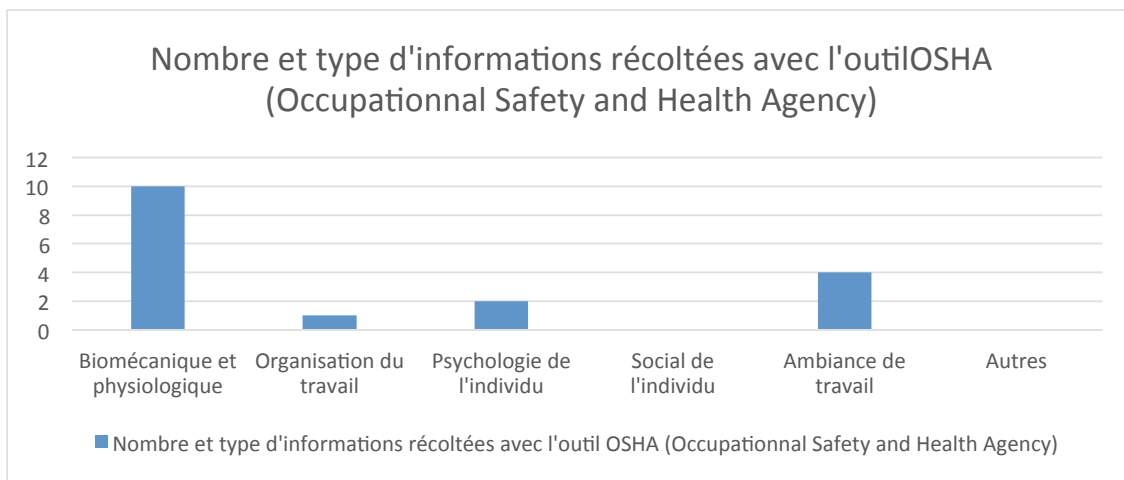
Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.


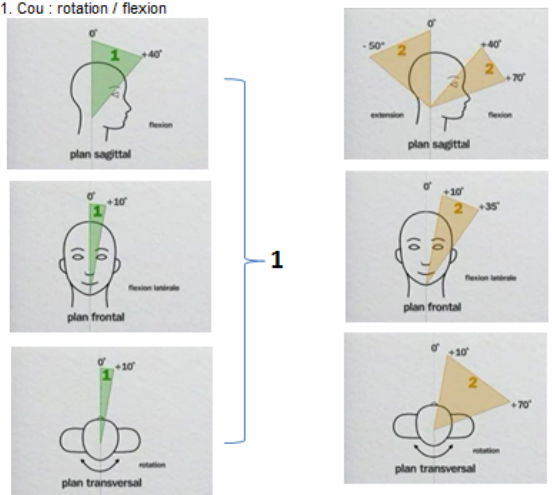

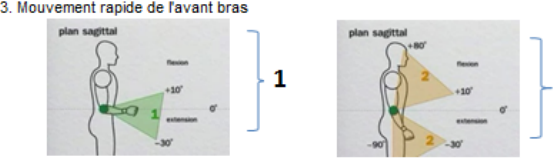
Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

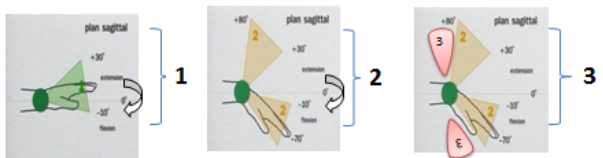


- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 10
- Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 1
- Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 2
- Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 0
- Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 4
- Autres informations : 0



Graphique nombre et type d'informations obtenues avec l'outil OSHA :



GRILLE OSHA							
Date / Heure	Poste	Opérateur		Description des tâches réalisées			
EVALUATION DES FACTEURS DE RISQUE RELATIFS AUX MEMBRES SUPERIEURS :							
Facteurs de risque	Critère figurant le facteur de risque	Durée 2 à 4 h		4 à 8 h	8+ h	Note	Pourquoi ce geste ?
		Entourer le chiffre		Ajouter 0,5 par h supplémentaire			
Répétitivité (mouvements des doigts, du poignet, du coude, de l'épaule ou du cou)	1. Mouvements identiques ou comparables effectués à l'intervalle de quelques secondes <i>Mouvements ou gestes répétés toutes les 15 secondes ou moins</i> <i>(exemple : plusieurs serrages à la suite)</i>	1	3				
	2. Frappe intensive sur le clavier <i>Évaluée séparément des autres tâches répétitives ; couvre les cadences régulières, comme pour la saisie de données</i> <i>(exemple : poste de bureautique)</i>	1	3				
	3. Frappe intermittente sur un clavier <i>Évaluée séparément des autres tâches répétitives</i> <i>(exemple : saisie informatique après chaque pièce comme par exemple après contrôle)</i>	0	1				
Effort manuel (répété ou maintenu)	1. Préhension d'une charge de plus de 5kg <i>Tenir un objet pesant plus de 5 Kg ou serrer fortement avec la main dans une « préhension puissante »</i> <i>(exemple : utilisation d'un manipulateur soulevant des blocs, culasses, vilebrequins / port de luges > 5kg / prise manuelle de pièces > 5kg)</i>	1	3				
	2. Prise digitale avec un effort de plus de 1kg <i>(exemple : prise de pièces par le dessus engendrant un effort dans les doigts comme par exemple prise de bielles, port de palettes, effort de plus de 1kg pour soulever un clapet)</i> 	2	3				
Postures contraignantes	1. Cou : rotation / flexion 	1	2				
	2. Epaule : membre supérieur sans appui ou coude plus haut que le milieu du torse 	2	3				
	3. Mouvement rapide de l'avant bras 	1	2				

	<p>4. Poignet : flexion / extension</p> 	2	3			
	<p>5. Doigts Prise digitale énergique pour maîtriser ou tenir un objet (exemple : maintien d'une pièce lors d'une opération pour éviter qu'elle ne chute comme par exemple lors d'un changement d'outils ou lors d'un serrage)</p> 	0	1			
Surpression cutanée	<p>1. Pression d'objets durs ou coupants au contact de la peau (exemple : emmanchement manuel d'une pièce avec effort par le dessus ou sur le côté)</p> 	1	2			
	<p>2. Utilisation de la paume de la main comme un marteau (exemple : pour emmancher une pièce)</p>	2	3			
Vibration	<p>1. Vibration localisée (sans amortissement des vibrations) Vibration provenant du contact des mains avec un objet vibrant, (ex : outil électrique énergisé). (exemple : visseuse à cardans, burineur, visseuse à batterie Bosch)</p>	1	2			
	<p>2. Etre assis ou debout sur une surface vibrante Sans amortissement des vibrations (exemple : siège vibrant comme on peut retrouver dans certains chariots élévateur ou tracteur sans siège amortisseur)</p>	1	2			
Environnement	<p>1. Eclairage Impossibilité de voir distinctement (reflets sur un écran d'ordinateur par exemple) (exemple : machines outils : 300lux, pièces moyennes : 500lux, petites pièces : 750lux, travail très délicat : 1500 à 200 lux)</p>	0	1			
	<p>2. Basses températures Mains exposées à une température de l'air inférieure à 15°C dans le cas d'un travail assis, à 4°C dans le cas d'un travail léger, à -6°C dans le cas d'un travail modéré à pénible, air froid soufflé sur les mains (exemple : dpt 41 : animateur zone expédition, cariste expédition, cariste réception, vérificateur réceptionnaire, dpt 54 : réceptionnaire)</p>	0	1			
Maîtrise des cadences de travail	<p>1. pas de maîtrise : attribuer 1 pt si un élément de non maîtrise, 2 pts si 2 ou plus (exemple : attribution d'un point pour ligne d'assemblage / finition / peinture)</p>					
SCORE DE LA CHECK-LIST (FAIRE LE TOTAL)						

Echelle d'interprétation des résultats

Score compris entre 0 et 37. 4 niveaux d'interprétations :

- Score > 9 : le risque est très important, une action immédiate est nécessaire
- Score ≥ 5 : le risque est important, la médecine du travail doit intervenir dans des délais respectables.
- Score < 5 : il n'y a à priori pas de risque. On notera simplement que le « feeling » de l'animateur au regard du déroulement des interviews pourra servir à modifier les résultats pour qualifier la situation à risque ou non.
- Score < 3 : il n'y a aucun risque. Un simple maintien des conditions pourra dans un premier temps suffire avant de procéder à des améliorations ultérieures

Limites et avantages de l'outil :

Utilisation facile et rapide. Ne demande pas de formation.

L'outil permet un premier dépistage mais ne permet pas d'aller plus loin.

L'échelle d'interprétation ne permet pas d'identifier l'origine du risque (score global)

Le score obtenu grâce à cette grille d'évaluation est orienté essentiellement vers l'observation des contraintes biomécaniques et physiologiques. On retrouve cependant quelques informations en lien avec les ambiances de travail, les contraintes psychologiques de l'individu et 1 facteur organisationnel. Cet outil ne permet pas une observation exhaustive des facteurs de risques, le préventeur est guidé vers certaines caractéristiques que le concepteur d'outil considère comme à risques.

On a identifié certaines difficultés lors de la distinction du temps d'exposition : Est ce que l'individu est exposé plus (ou moins) de la moitié du temps ? Les questions que doivent se poser les préventeurs lors de l'observation sollicitent leurs propres représentations des risques encourus par l'individu. De plus, cet outil d'observation ne permet pas l'échange au poste avec l'individu, il s'appuie essentiellement sur l'observation du préventeur et peut être utilisé à partir d'une vidéo de l'activité.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Titre de l'outil : Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Introduction : Rapid Upper Limb Assessment a été créée en 1993 par Mc Atamney et Corlett de l'université de Nottingham en Angleterre. Elle permet d'évaluer le niveau de risque de TMS vis-à-vis des postures, mouvements répétitifs, et les forces requises. Cet outil repose sur l'observation d'un cycle de travail de la personne puis sur l'évaluation de ou des postures adoptées pendant ces cycles. En fin d'évaluation, la grille RULA indique le niveau de risque de la séquence de travail et on en déduit si des actions d'améliorations sont nécessaires et le niveau d'urgence de mise en œuvre des actions.

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

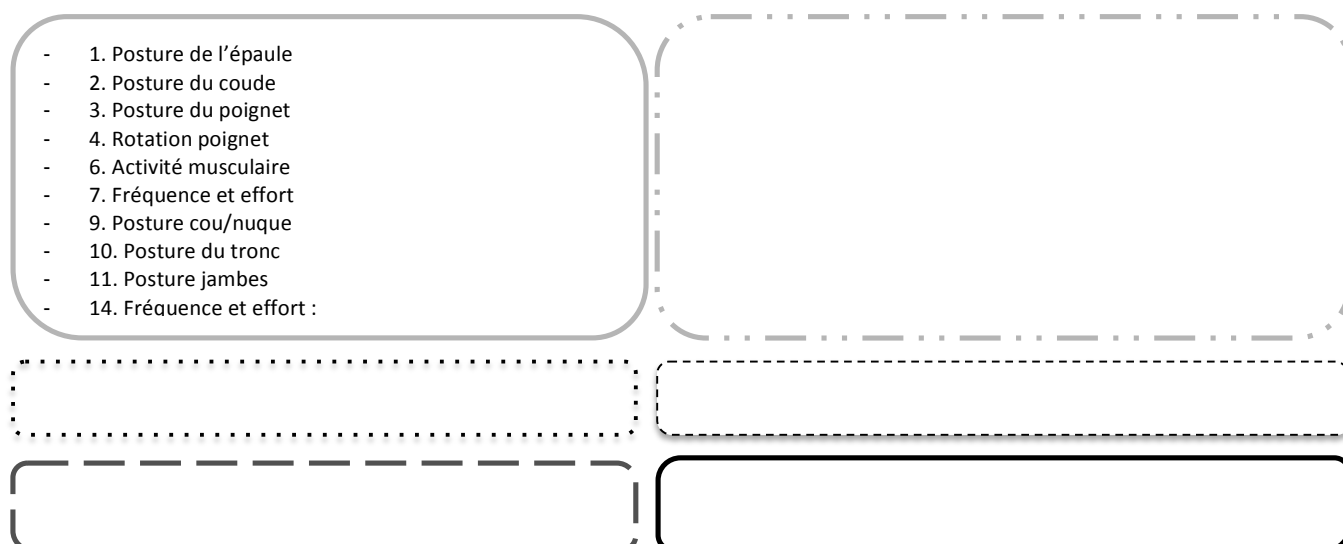
1. Déterminer la ou les tâches de travail à observer (la plus contraignante ou la plus fréquente)
2. Décider quel côté du corps va être évalué ou s'il est préférable d'évaluer les 2 cotés car l'outil permet une évaluation séparée coté droit et gauche du corps
3. Observer la ou les tâche(s) sélectionnée(s) et déterminer les postures les plus contraignantes pour chaque partie du corps observée.
4. Les postures les plus contraignantes choisies pour l'épaule, l'avant bras, le poignet, le cou, le tronc, les jambes et les forces et efforts exercés sont rattachées à un score défini par les tables de score A et B fourni avec l'outil.
5. Faire le total des scores obtenus pour chaque partie du corps avec une distinction partie gauche et droite du corps.
6. En utilisant la table des scores C, fournie avec l'outil, et les scores obtenus à partir des scores empruntés aux tables A (partie gauche) et B (partie droite) afin d'établir le score corps entier. L'addition du score corps entier (table C) et du score activité permet d'obtenir le score final.
7. Comparer ce score final à l'échelle d'interprétation pour statuer sur le risque d'apparition des TMS.
8. S'assurer de la cohérence dans l'interprétation partie droite, partie gauche et les deux parties du corps.







Informations prises en compte par l'outil :

- 1. Posture de l'épaule : Posture la plus contraignante au niveau de l'épaule : -15° ; 15° (1point)/-15° et plus (2points)/ 15° ; 45° (2points) / 45° ;90° (+3points) / +90° (4points)
 - o Facteurs aggravants : Epaule levée (+1point) / Bras en abduction (+1point) / Si le bras est soutenu (table...) ou la personne est assise (-1point)
- 2. Posture du coude : Posture la plus contraignante au niveau du coude : 0 ; 90° (1point) / +90° (2points), activité avec déplacement latéral du coude (+1point)

- Facteurs aggravants : Si le coude travail en abduction / Si le coude dépasse l'axe médian du corps (+1point)
- 3. Posture du poignet : Posture la plus contraignante au niveau du poignet : 0° axe naturel du poignet (+1point) / +15° ; 15° (2points) / >15° ; <-15 (3points) /
 - Facteurs aggravants : Déviation du poignet par rapport à l'axe médian du poignet (+1point)
- 4. Rotation poignet : si le poignet est en torsion partielle (+1point) / si le poignet est en torsion totale, 1 tour complet (+2points)
 - ⇒ Score Posture A calculer à partir du graphique fourni (5.)
- 6. Activité musculaire : Si la posture est maintenue statique pendant plus de 1 minute ou si l'action est répétée plus de 4 fois par minute (+1point)
- 7. Fréquence et effort : Poids des charges soulevées et fréquence de manipulation : Charge inférieure à 2kg et fréquence faible (0point) / Charge entre 2 et 10kg et fréquence faible (+1point) / Charge entre 2 et 10kg, posture statique ou fréquence de l'effort importante (+2points) / Charge supérieure à 10kg, fréquence de l'effort importante ou choc (+3points).
 - ⇒ Score total effort, posture et fréquence des épaules, du coude et du poignet pour interprétation du tableau C (8.)
- 9. Posture cou/nuque (avant/arrière) : Posture la plus contraignante au niveau du cou : 0° ; 10° (+1point) / 10° ; 20° (+2points) / 20° et plus (+3points) / Extension (+4points).
 - Facteurs aggravants : Rotation de la nuque (+1point) / inclinaison de la nuque (+1)
- 10. Posture du tronc : Posture la plus contraignante au niveau du tronc : 0° ; 10° (+1point) / 0° ; 20° (+2points) / 20° ; 60° (+3points) / >+60° (+4points).
 - Facteurs aggravants : rotation du tronc (+1point)/ inclinaison du tronc (+1point).
- 11. Postures jambes : l'évaluation s'effectue en fonction du niveau de répartition des poids sur les jambes : Si les pieds et les jambes sont soutenus (position assise) ou debout mais le poids également réparti sur les 2 pieds (+1point) / Si le poids n'est pas également réparti sur les jambes (+2points)
 - ⇒ 12. Score total posture cou, tronc et jambes issu du tableau B
- 13. Activité musculaire : Si la posture est maintenue statique pendant plus de 1 minute ou si l'action est répétée plus de 4 fois par minute (+1point)
- 14. Fréquence et effort : Poids des charges soulevées et fréquence de manipulation : Charge inférieure à 2kg et fréquence faible (0point) / Charge entre 2 et 10kg et fréquence faible (+1point) / Charge entre 2 et 10kg, posture statique ou fréquence de l'effort importante (+2points) / Charge supérieure à 10kg, fréquence de l'effort importante ou choc (+3points).
 - ⇒ 15. Score total effort, posture et fréquence du tronc du cou et des jambes pour interprétation du tableau C
- ⇒ Score total et score final issus du tableau C

Représentation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.



-  Information en lien avec les facteurs de Biomécanique ou physiologique
-  Information en lien avec la psychologie de l'individu
-  Information en lien avec l'organisation du travail
-  Information en lien avec les ambiances de travail
-  Information en lien avec le social de l'individu
-  Autres...

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation RULA : les composants à risque de l'activité observée par l'outil

Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 10

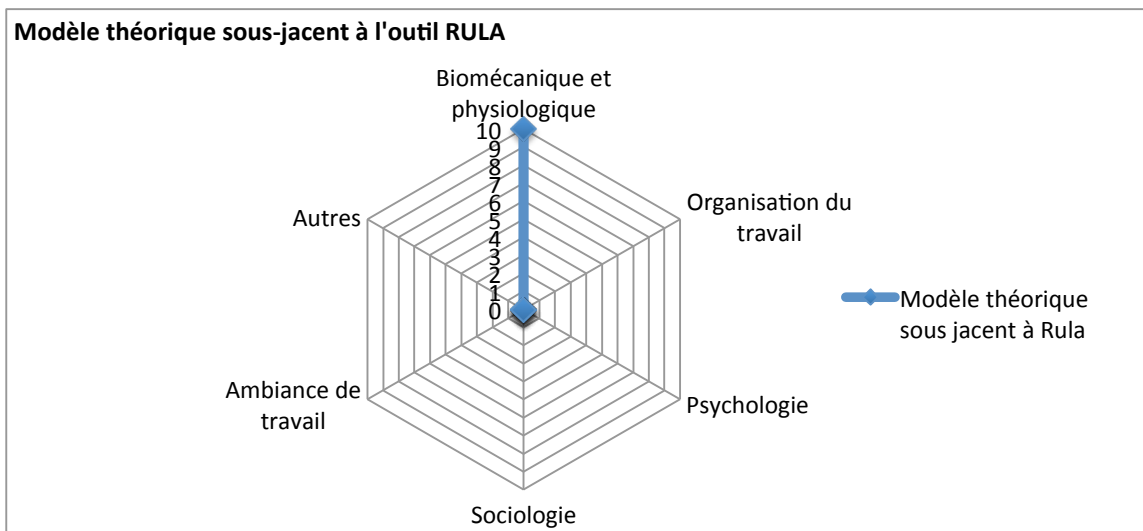
Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 0

Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 0

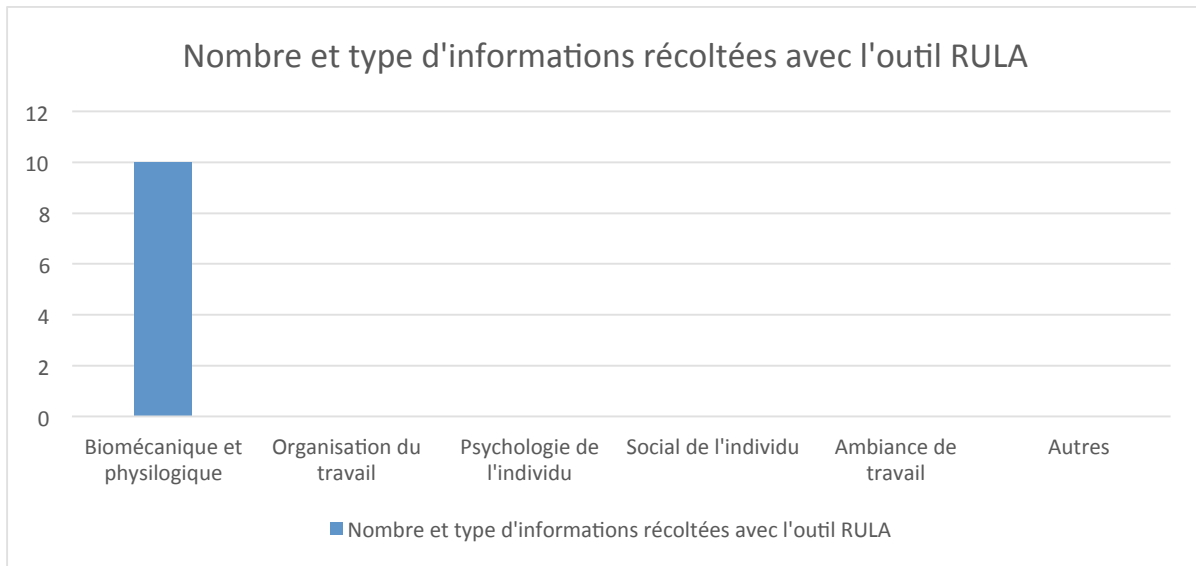
Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 0

Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 0

Autres informations : 0



Graphique nombre et type d'informations obtenues avec l'outil RULA



RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1;
 If upper arm is abducted: +1;
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...
 If arm is hanging at or below the line of the body: +1;
 If arm out to side of body: +1

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from the midline: +1

Step 4: Wrist Twist
 If wrist is twisted in mid-range =1;
 If wrist at or near end of range = 2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A
 Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or if action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1
 Muscle Use Score =

Step 7: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (intermittent): +0;
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
 Force/load Score =

Step 8: Find Row in Table C
 The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1; If neck is side-bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1

Step 11: Legs
 If legs & feet supported and balanced: +1;
 If not: +2

Final Neck Score =
Final Trunk Score =
Final Leg Score =

Table B

	Trunk Posture Score					
	1	2	3	4	5	6
Neck	1	2	1	2	1	2
Legs	1	1	3	2	3	4
Legs	2	2	3	2	4	5
Legs	3	3	3	4	5	6
Legs	4	5	5	6	7	7
Legs	5	7	7	7	8	8
Legs	6	8	8	8	9	9

Step 12: Look-up Posture Score in Table B
 Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static or if action 4/minute or more: +1
 Muscle Use Score =

Step 14: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (intermittent): +0;
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
 Force/load Score =

Step 15: Find Column in Table C
 The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C

Final Score = + =

Subject: _____ Department: _____
 Company: _____ Date: ____/____/____
 Score: _____

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further and change soon; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

Le score final de la posture est donné par la table C (nuque tronc et jambe) compris entre 1 et 7. Avec 4 niveaux d'interprétations. Voici comment l'interpréter :

- **Score ≤ 2** : posture acceptable. Il faut s'assurer que la situation est maintenue dans le temps.
- **Score = 3 ou 4** : risque faible, mais il est préférable de prévoir des actions d'améliorations pour prévenir de certains risques.
- **Score = 5 ou 6** : risque élevé nécessitant des actions d'améliorations dans de brefs délais.
- **7 \leq Score** : risque très élevé. L'intervention du médecin du travail ou d'un ergonome est nécessaire immédiatement. Si nécessaire, il faudra fermer le poste

Limites de l'outil :

Cette méthode ne permet pas d'évaluer avec précision les tâches liées aux petites manipulations d'objets avec les mains. Elle ne permet pas non plus d'évaluer les tâches nécessitant de longs déplacements ou des tâches très variées et imprévisibles. Elle manque également de précision pour analyser la fréquence des efforts. La méthode peut être utilisée pour évaluer la plupart des tâches pour lesquelles le travailleur utilise surtout les membres supérieurs dans une situation où il est assis ou debout sans effectuer beaucoup de mouvements pendant qu'il travaille : travail à l'ordinateur, dans la fabrication, la vente...

Rapide Entire Body Assessment (REBA)

Titre de l'outil : REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Cet outil d'évaluation des risques TMS est une évolution de la grille RULA. Elle est conçue par les mêmes auteurs (McAtamney et Hignett 2000) avec la prise en compte de l'ensemble du corps. La grille d'observations permet, d'après leurs auteurs, l'évaluation des postures du corps entier. Le déploiement repose sur l'observation d'un cycle de travail (ou plusieurs) puis l'évaluation des postures adoptées pendant l'activité. La vidéo ou la photo peuvent être utilisées pour plus de précision. En fin d'évaluation la grille REBA indique le niveau de risque et le niveau d'urgence de mise en œuvre des actions correctives si les résultats présentent un risque important.

La méthode divise le corps en 2 segments. Le groupe A permet le calcul du score de risque du haut du corps (épaule, coude, poignet). Le groupe B permet le calcul du score de risque du bas du corps (jambe, nuque, tronc). Chaque partie est notée individuellement puis est traduite via un tableau en une note par groupe. Enfin, une note globale est attribuée en fonction des notes des groupes A et B et des contraintes appliquées (type d'effort).

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

1. Entamer l'échange avec le travailleur en activité en expliquant l'objectif de cette évaluation du risque et l'utilisation des résultats.
2. Déterminer la ou les tâches de travail à évaluer par observation de plusieurs cycles complets et suite à la discussion réalisée avec le travailleur pour identifier la tâche la plus contraignante ou la plus fréquente.
3. Décider quel côté du corps va être évalué ou s'il est préférable d'évaluer les 2 cotés
4. Observer la ou les tâche(s) sélectionnée(s) et déterminer les postures les plus contraignantes pour chaque partie du corps observée.
5. Les postures les plus contraignantes choisies pour l'épaule, l'avant bras, le poignet, le cou, le tronc, les jambes et les forces et efforts exercés sont rattachées à un score défini par les tables de score A et B. La table A permet d'obtenir un score à partir de l'observation de la position de la nuque, du tronc, et des jambes. La table B permet d'obtenir un score à partir de l'observation des articulations des coudes, de l'épaule et du poignet.
6. En utilisant la table des scores C, fournie avec l'outil, et les scores obtenus à partir des tables A et B pour les parties droites et gauches du corps, établir le score corps entier. L'addition du score corps entier (table C) et du score d'activité permet d'obtenir le score final
7. Comparer la note finale obtenue à l'échelle d'interprétation associée (fournie par l'auteur) pour définir le risque d'apparition des TMS.
8. S'assurer de la cohérence dans l'interprétation partie droite, partie gauche et les deux parties du corps.

Composants de l'activité identifiés par l'outil :

- 1. Position de la nuque : Posture la plus contraignante au niveau de la nuque : 0°-20° (+1point) / >20° (+2points) / Extension (+2points).
 - o Facteurs aggravants : Rotation de la nuque (+1point) / Inclinaison de la nuque (+1point)
- 2. Position du tronc : Posture la plus contraignante au niveau du tronc : 0° (+1point) / Extension (+2points) / 0-20° (+2points) / 20-60° (+3points) / > 60° (+4points)
 - o Facteurs aggravants : Rotation du tronc (+1point) / Inclinaison du tronc (+1point)
- 3. Position des jambes : Poids réparti sur les 2 pieds (+1point) / Déséquilibre dû à une non répartition du poids sur les 2 pieds (+2points)
 - o Ajustement de la note : si les genoux sont fléchis entre 30-60° (+1point) / si les genoux sont fléchis à >60° (+2points).
- ⇒ 4. Score tableau A avec les scores des postures : nuque, tronc et jambes

- 5. Efforts et charges : Poids de l'objet manipulé : Charge inférieure à 5kg (+0point) / Charge entre 5 et 10kg (+1point) / Charge supérieure à 10kg (+2points)
 - o Facteurs aggravants : Chocs ou retours de couple (+1point)
- ⇒ 6. Total score A (effort par rapport aux postures nuques tronc et jambes)

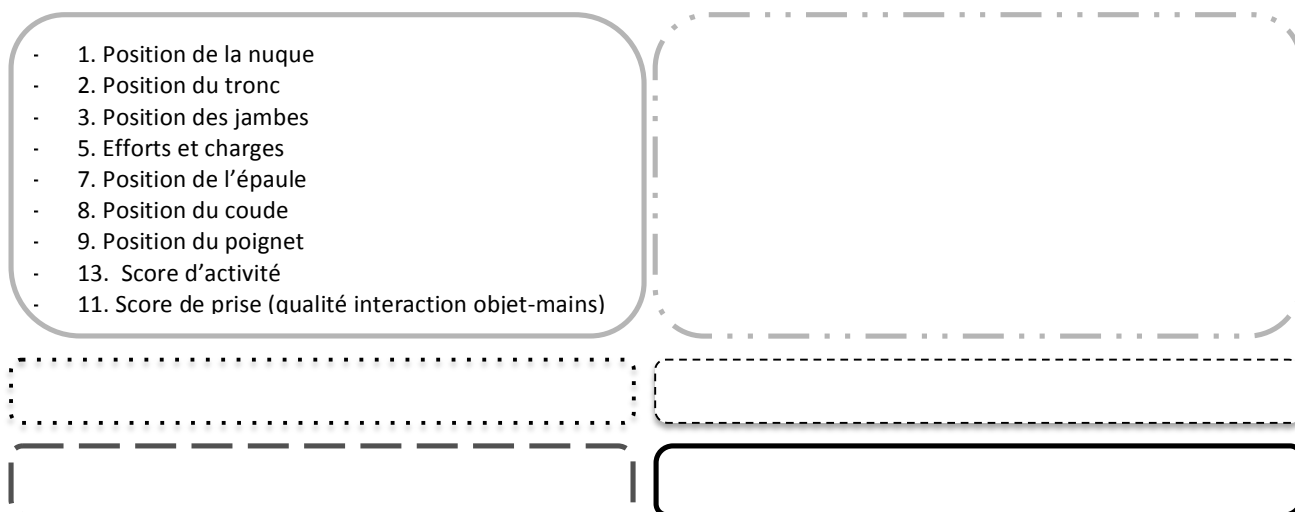
- 7. Position de l'épaule : Posture la plus contraignante au niveau de l'épaule : -20-20° (+1point) / <-20°-extension (+2points) / 20-45° (+2points) / 45-90° (+3points) / >90° (+4points)
 - o Facteurs aggravants : épaule levée (+1point) / Bras en abduction (+1point) / Si le bras est soutenu ou la personne est penchée (+1point)
- 8. Position du coude : Posture la plus contraignante au niveau du coude : 60-100° (+1point) / > 100° ou 0-60° (+2points)
- 9. Position du poignet : Posture la plus contraignante au niveau du poignet : -15-15° (+1point) / >15 ou <-15° (+2points)
 - o Facteurs aggravants : Déviation du poignet ou rotation de l'avant bras (+1point)
- ⇒ 10. Score tableau B avec les scores des postures de l'épaule, du coude et du poignet.







- 11. Score de prise : Qualité de la prise d'objet (ou d'outil): Prise bien ajustée et solide, bonne (+0point) / Prise manuelle acceptable mais pas idéale ou prise acceptable avec une autre partie du corps, correcte (+1point) / Prise manuelle non acceptable mais possible, mauvaise (+2points) / Pas de poignée, prise non assurée et instable quelque soit la partie du corps, inacceptable (+3points)
 - ⇒ 12. Total score B (qualité des prises et postures épaule, avant bras et poignet)

- 13. Score d'activité : Si une ou plusieurs parties du corps sont maintenues pendant plus d'une minute (+1point) / Dans le cas d'une courte action répétitive, plus de 4 fois par minute (+1point) / Si l'activité implique des changements de portées articulaires rapides ou si la base est instable (+1point)

- - ⇒ Score tableau C (score final)

Représentation des modèles théoriques sous jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS



-  Information en lien avec les facteurs de Biomécanique ou physiologique
-  Information en lien avec la psychologie de l'individu
-  Information en lien avec l'organisation du travail
-  Information en lien avec les ambiances de travail
-  Information en lien avec le social de l'individu
-  Autres (spécificité du poste)...

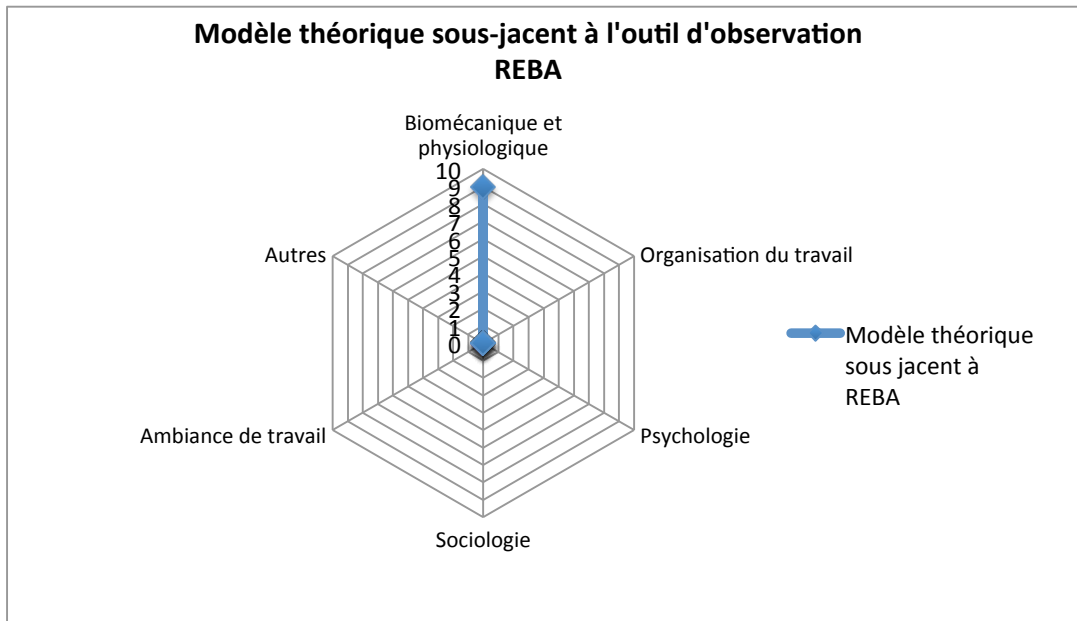
Représentation en étoile du modèle théorique sous jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation REBA : les composants à risque de l'activité observée par l'outil

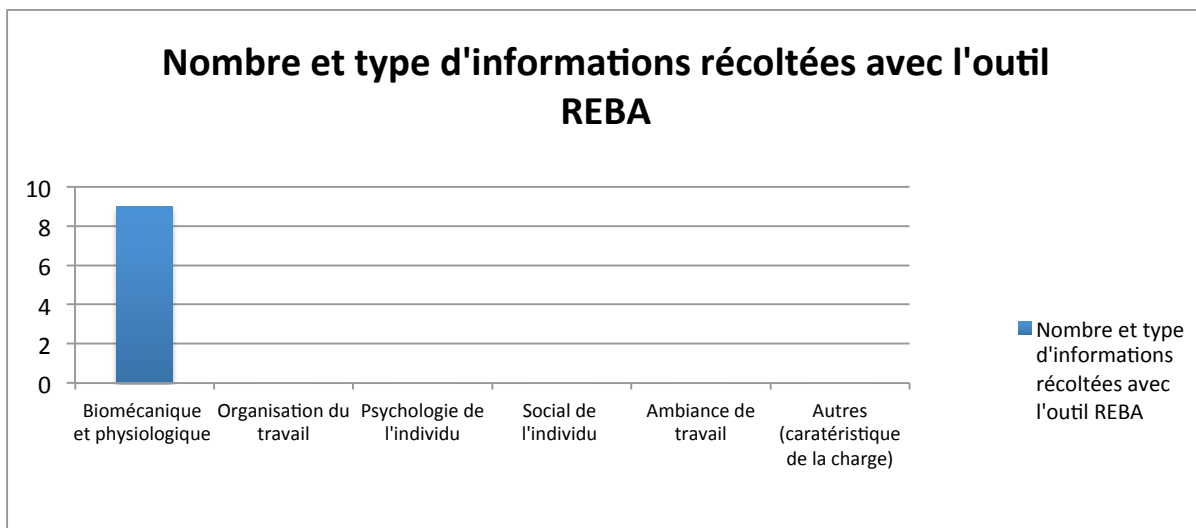
Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 9
- Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 0
- Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 0
- Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 0
- Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 0
- Autres informations : 0



Graphique nombre et type d'information obtenue avec l'outils QEC



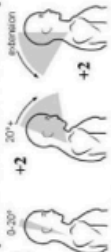
Annexe :

Support outil REBA

REBA - FEUILLE D'ANALYSE

A. Analyse du tronc, de la nuque et des jambes

Etape 1 : Position de la nuque



Etape 1a : Ajustez
- Rotation de la nuque : +1
- Inclinaison de la nuque : +1

SCORES	
Nuque	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

Score Nuque

Etape 2 : position du tronc

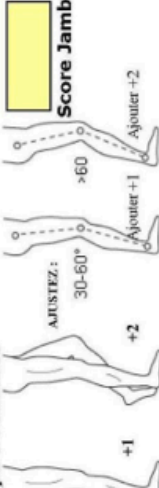


Etape 2a : Ajustez
- Rotation du tronc
- Inclinaison du tronc

SCORES	
Coude	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

Score Tronc

Etape 3 : Jambes



Etape 4 : Score de posture A

Grâce aux valeurs des étapes 1 à 3, repérez le score dans la table A.

Etape 5 : Score d'effort et de charge

Charge inférieure à 5 kg : +0
Charge entre 5 et 10 kg : +1
Charge supérieure à 10 kg : +2
Si chocs ou retours de couple : ajouter 1

Etape 6 : calcul du score A

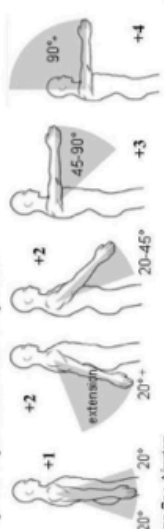
Additionner les scores 4 et 5 pour obtenir le score A.
Ce score est la ligne de la table C.

Interprétation du résultat :

- 1 - Risque négligeable
- 2 ou 3 - Risque faible, intervenir si confirmation
- 4 à 7 - Risque moyen, intervention nécessaire
- 8 à 10 - Risque élevé, intervention à brève échéance
- 11 à 15 - Risque très élevé, intervention immédiate

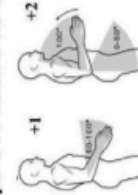
B. Analyse du bras et du poignet

Etape 7 : position de l'épaule

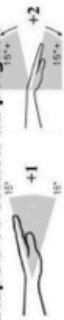


Etape 7a : Ajustez
- Epaule levée : +1
- Bras en abduction : +1
- Si le bras est soutenu ou la personne est penchée : -1

Etape 8 : Position du coude



Etape 9 : Position du poignet



Etape 9a : Ajustez
Déviation du poignet ou rotation de l'avant bras, ajouter 1

Etape 10 : Score de posture B

Grâce aux valeurs des étapes 7 à 9, repérez le score dans la table B.

Etape 11 : Score de prise

Prise bien ajustée et solide, Bonne: +0
Prise manuelle acceptable mais pas idéale, ou prise acceptable avec une autre partie du corps : correcte : +1
Prise manuelle non acceptable mais possible : mauvaise : +2
Pas de poignées, prise non assurée et instable : quelque soit la partie du corps : Inacceptable: -3

Etape 12 : Calcul du score B

Ajoutez les valeurs des étapes 10 et 11 pour obtenir le score B.
Ce score représente la colonne du tableau C. Le croiser avec le score A en ligne permet d'obtenir le score C

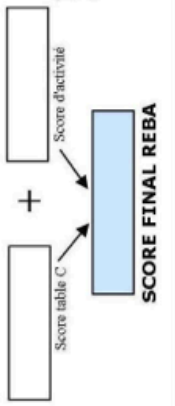
Etape 13 : Score d'activité

+1 si une ou plusieurs parties du corps sont maintenues pendant plus d'une minute
+1 dans le cas d'une courte action répétitive (plus de 4 fois par minute)
+1 si l'activité implique des changements de portées articulaires rapides ou si la base est instable.

SCORES	
Nuque	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

SCORES	
Coude	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

SCORES	
Score B (Valeur B + Score de prise)	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12



Echelle d'interprétation des résultats :

Le score final de la posture est donné par la table C (nuque tronc et jambe). Voici comment l'interpréter :

- 1 **Score = 1** : la posture est acceptable, le risque de TMS est négligeable. Aucune intervention n'est à prévoir pour le moment.
- 2 **2 ≤ Score ≤ 3** : risque faible. Il n'y a pas lieu d'intervenir dans l'urgence. A titre de prévention, on peut toutefois mener quelques actions pour réduire encore les risques.
- 3 **4 ≤ Score ≤ 7** : Il y a un risque moyen. Il est nécessaire d'intervenir.
- 4 **8 ≤ Score ≤ 10** : Il y a un risque élevé dans des échéances courtes. Il est nécessaire d'intervenir pour rétablir la situation.
- 5 **Score ≥ 11** : le risque est très élevé. Il faut faire intervenir au plus vite le médecin du travail ou l'ergonome. Si nécessaire, il faut arrêter le fonctionnement de ce poste.

Limites de l'outil REBA :

Les vibrations et les temps d'exposition ne sont pas pris en compte. L'outil ne permet pas une évaluation précise des petites tâches liées à la manipulation de petits objets au niveau des mains. Ne permet pas non plus l'étude des tâches avec beaucoup de déplacement, ni les activités très variées ou difficilement prévisibles.

Simple d'utilisation, son déploiement ne demande pas de compétence particulière. Il est possible de l'utiliser à partir de l'analyse vidéo.

Quick Exposure Check (QEC)

Titre de l'outil : Quick Exposure Check (QEC)

L'outil Quick Exposure Checklist (QEC) a été conçu pour fournir une estimation du risque de développer des TMS. Cet outil est développé en 1998 par Guangyan Li et Peter Buckle dans « A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks Quick Exposure Check (QEC) ». La check-list QEC est appropriée à de nombreux types d'activités, et évalue séparément les niveaux d'exposition du corps entier au travers de 4 zones corporelles comme le dos, les épaules, les poignets et les coudes. On distingue deux parties permettant à l'évaluateur et aux travailleurs d'apprécier le risque TMS. La check-list permet d'évaluer l'exposition des individus à 14 critères de risques (partie évaluateur et partie travailleur). Le score final obtenu indique la probabilité d'un risque TMS à partir des expositions de 4 zones corporelles étudiées (dos, épaules, poignets, coudes) au travers des 14 questions de l'outil. Chaque question propose plusieurs réponses en fonction des expositions observées par le préventeur ou ressenties par le travailleur. Une fois les résultats intermédiaires obtenus, le calcul du score final QEC en % est réalisé grâce à la formule suivante :

$$\text{Score QEC (\%)} = (\text{Somme des scores intermédiaires} / \text{Score maximal}) * 100.$$

Le score maximal étant de 176 pour des tâches avec de la manutention manuelle et 162 pour celles sans.

L'interprétation niveau d'exposition des 4 zones corporelles évaluées peut être réalisée séparément grâce aux échelles d'interprétations spécifiques à chaque partie du corps qui sont fournies par l'outil (voir support outils). Le score final exprimé en pourcentage est mis en relation avec l'échelle d'interprétation générale permettant d'estimer le niveau d'action nécessaire. L'outil QEC requière la création d'un échange avec le travailleur. Cet outil simple ne s'applique pas à des manutentions manuelles qui comportent d'importants déplacements dans l'espace, ni aux tâches qui exigent des postures très variables et imprévisibles. Même si les résultats de certains facteurs de risques sont croisés lors de l'interprétation, le score final obtenu ne tient pas compte des effets cumulatifs de toutes les tâches exercées dans le cadre du travail d'un individu, il se focalise sur certaines contraintes.

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

1. Entamer l'échange avec le travailleur en activité en expliquant l'objectif de cette évaluation du risque et l'utilisation des résultats.
2. Suite à la discussion, une ou plusieurs tâches de l'activité sont sélectionnées comme étant les tâches de références à évaluer pour identifier la ou les tâche (s) les plus fréquentes et/ou les plus contraignantes.
3. L'évaluateur observe sur plusieurs cycles les tâches sélectionnées et répond aux 7 premières questions de l'outil (partie évaluateur)
4. L'évaluateur questionne alors le travailleur sur les 8 autres questions et lui propose à chaque fois les différentes réponses possibles (partie travailleur).
5. Une fois toutes les réponses obtenues et intégrées à la grille, l'évaluateur réalise le bilan des scores pour les 4 zones corporelles ciblées. Ce bilan des scores est réalisé avec les tables de calcul fournies par l'outil. Les interprétations intermédiaires sont réalisées avec les échelles spécifiques aux 4 zones corporelles.
6. Le score global du corps entier est obtenu suite au calcul du pourcentage QEC et la comparaison à l'échelle d'interprétation fournie par l'outil.
7. S'assurer de la cohérence dans l'interprétation du niveau d'exposition des 4 zones corporelles ciblées par l'outil et du score d'exposition globale en pourcentage associé au niveau d'action nécessaire.

Informations identifiées pas l'outil :

⇒ Partie observateur

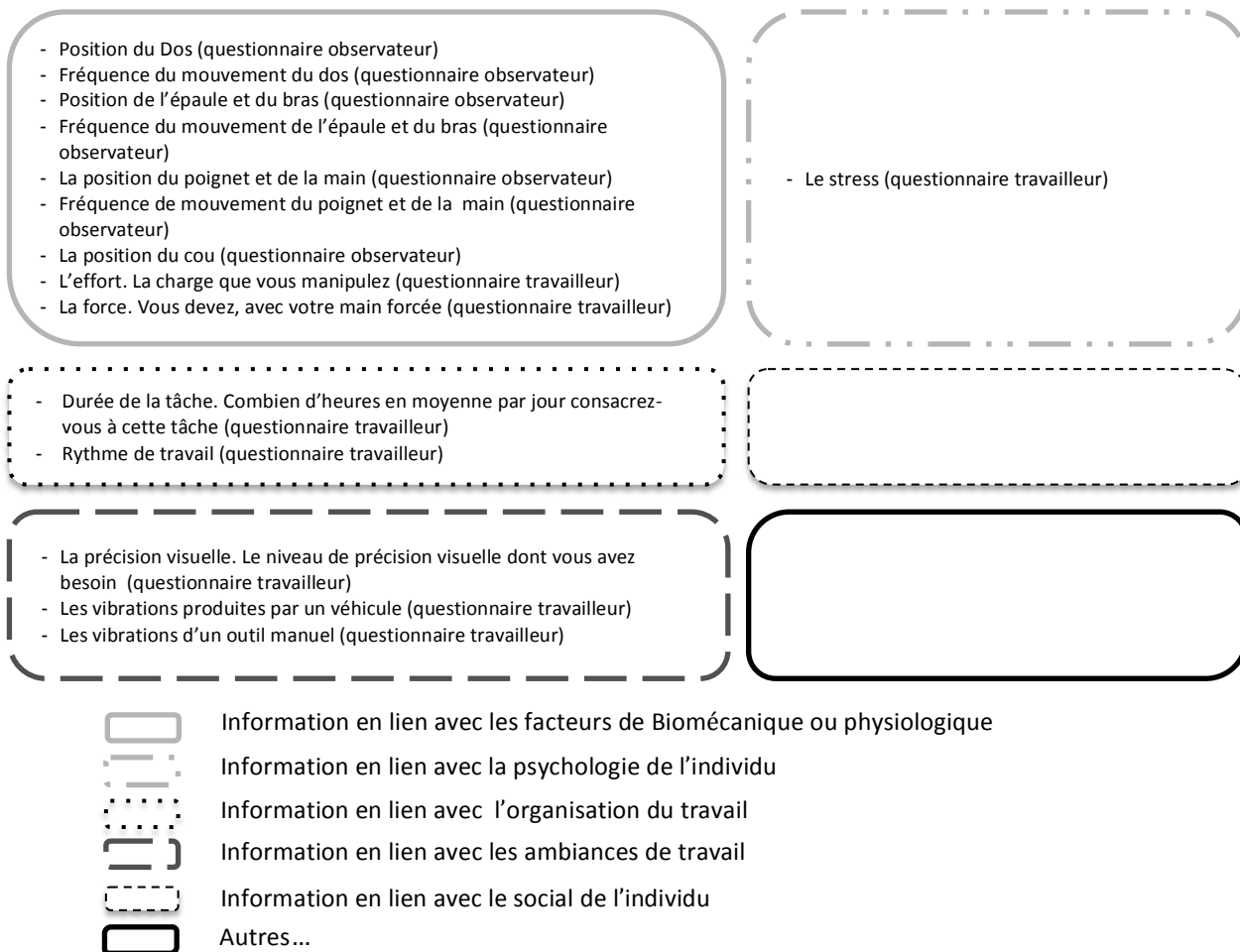
- Position du Dos. Durant le travail le dos est : A1- En position neutre ou presque (si le travailleur effectue une flexion (vers l'avant ou sur le côté) ou une rotation du dos inférieure à 20°)/ A2- Modérément fléchi ou en rotation (si la flexion du dos (vers l'avant ou sur le côté) ou la rotation est supérieure à 20°, mais inférieure à 60°)/ A3- Très fortement fléchi ou en rotation (si la flexion (vers l'avant ou sur le côté) ou la rotation est supérieure à 60°)
- Fréquence du mouvement du dos. Si le travailleur ne fait pas de manutention reste t'il la plupart du temps dans la même position ? B1- Non / B2- Oui. Si le travailleur fait de la manutention (il lève, déplace pousse, tire ou transporte une charge, même légère), les mouvements de son dos sont : B3- Occasionnels (s'il les fait environ 3 fois ou moins par minute) / B4- Fréquents (s'il les fait environ 8 fois par minute) / B5- Très fréquents (s'il les fait environ 12 fois ou plus par minute).
- Position de l'épaule et du bras. A quelle hauteur est le coude ? : C1- A la hauteur de la taille / C2- A la hauteur de la poitrine / C3- A la hauteur des épaules ou au dessus.
- Fréquence du mouvement de l'épaule et du bras. Le travailleur fait un mouvement qui sollicite son épaule et son bras : D1- Occasionnellement (s'il le fait de temps à autre) / D2- Fréquemment (s'il le fait régulièrement mais s'arrête de temps à autre) / D3- Très fréquemment (s'il le fait de façon continue ou presque, ou qu'il maintient sa position sans arrêt).
- La position du poignet et de la main. Le poignet et la main du travailleur sont : E1- En position neutre (S'il fait une flexion, une extension ou une déviation de 15° ou moins, vous ne percevez pas de mouvement de la main) / E2- En extension, en flexion ou en déviation (si l'angle est de plus de 15°, vous percevez un mouvement de la main).
- Fréquence de mouvement du poignet et de la main. Combien de fois le travailleur fait-il ce mouvement du poignet et de la main ? F1- 10 fois par minute ou moins / F2- de 10 à 20 fois par minute / F3- plus de 20 fois par minute.
- La position du cou. Le travailleur doit-il tourner ou pencher la tête pour accomplir sa tâche ? G1- Non (si la tête est droite) / G2- Oui, occasionnellement (s'il penche ou tourne la tête de temps à

autre) / G3- Oui, fréquemment (ou de manière continue, s'il a toujours la tête penchée ou tournée pour travailler).

⇒ Partie travailleur :

- L'effort. La charge que vous manipulez vous paraît : H1- légère (ex : 5kg ou moins)/ H2- moyennement lourde (ex: de 6 à 10kg)/ H3- lourde (ex: de 11 à 20kg) / H4- très lourde (plus 20kg)
- Durée de la tâche. Combien d'heures en moyenne par jour consacrez-vous à cette tâche ? J1- Moins de 2 heures / J2- de 2 à 4 heures / J3- Plus de 4heures.
- La force. Vous devez, avec votre mains forcer : K1- un peu (moins de 1kg) / K2- moyennement (de 1 à 4 kg) / Beaucoup (plus de 4kg).
- La précision visuelle. Le niveau de précision visuelle dont vous avez besoin est : L1- faible (s'il n'a pas besoin de voir les détails) / L2- élevé (s'il doit voir les détails. Demandez lui des précisions)
- Les vibrations produites par un véhicule. Conduisez-vous un véhicule au travail ? Si, oui pendant combien d'heures par jour ? M1- Jamais ou moins d'une heure / M2- Oui, de une à 4 heures. / M3- Oui, plus de 4 heures.
- Les vibrations d'un outil manuel. Utilisez-vous des outils manuels qui vibrent ? Si oui, pendant combien d'heures par jour ? N1- Jamais ou moins d'une heure / N2- Oui, de une à 4 heures / N3- Oui, plus de 4 heures.
- Rythme de travail. Avez-vous de la difficulté à suivre le rythme de production ? P1- Jamais / P2- Parfois (demande de précisions)/ P3- Souvent (demande de précisions)
- Le stress. En général, trouvez-vous que votre travail soit stressant ? Q1- Pas ou peu stressant / Q2- Assez stressant (demande de précisions) / Q3- Très stressant (demande de précisions)

Représentation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.



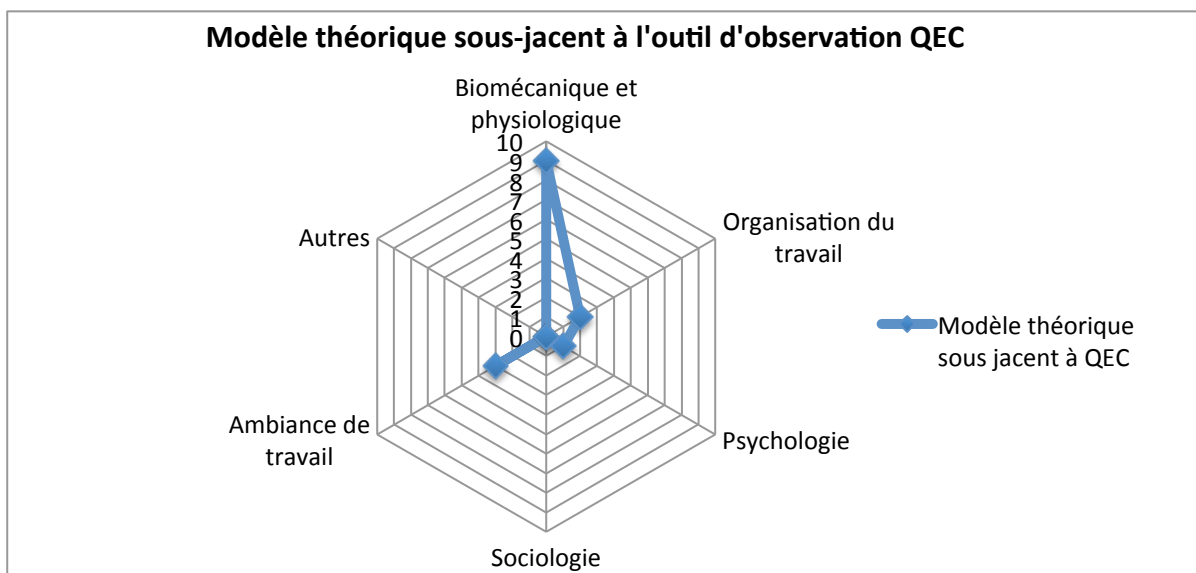
Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation QEC : les composants à risque de l'activité observés par l'outil

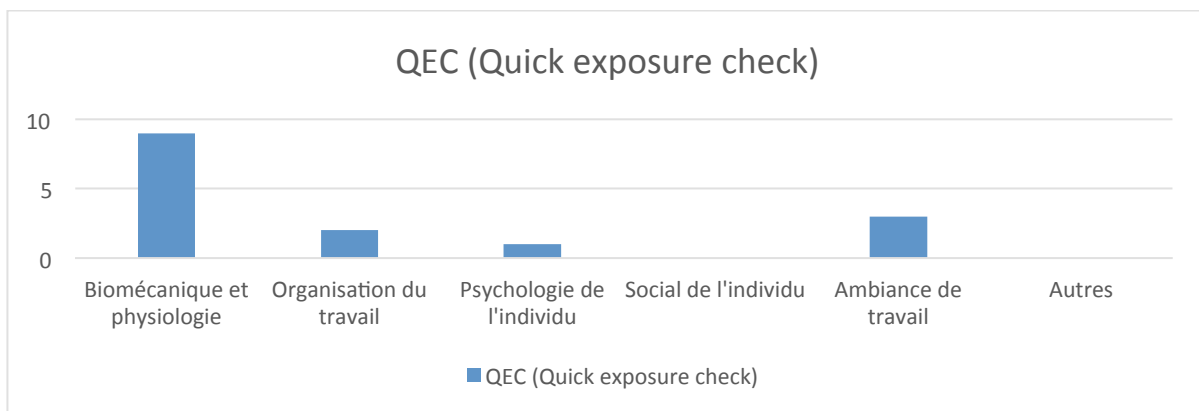
Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

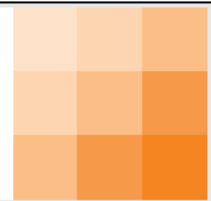
- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 9
- Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 2
- Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 1
- Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 0
- Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 3
- Autres informations : 0



Graphique nombre et type d'informations obtenues avec l'outil QEC



Quick Exposure Check (QEC)



QEC has been designed to:

- assess the changes in exposure to musculoskeletal risk factors of the back, shoulders and arms, hands and wrists, and neck before and after an ergonomic intervention
- involve the practitioner (i.e. the observer) who conducts the assessment, and the worker who has direct experience of the task
- indicate change in exposure scores following an intervention

The QEC Guide gives more detailed information about each question and the background to QEC.

Worker's name: _____

Worker's job title: _____

Task: _____

Assessment conducted by: _____

Date: _____ Time: _____

Action(s) required: _____

ÉTAPE 2 – Évaluation à partir du questionnaire – Observateur

A. Dos – Position

Durant le travail, le dos est :

- A1 en position neutre ou presque
A2 modérément fléchi (vers l'avant ou sur le côté)
ou en rotation
A3 très fortement fléchi (vers l'avant ou sur le côté)
ou en rotation

B. Dos – Fréquence du mouvement

Le travailleur fait-il de la manutention (lever, déplacer, pousser, tirer, transporter une charge, même légère) ?

Si non, répondez à B1 ou à B2 uniquement.
Si oui, répondez à B3, à B4 ou à B5 uniquement.

Le travailleur reste-t-il la plupart du temps dans la même position ?

- B1 Non
B2 Oui

Le travailleur fait de la manutention. Les mouvements de son dos sont :

- B3 occasionnels (environ 3 fois par minute ou moins)
B4 fréquents (environ 8 fois par minute)
B5 très fréquents (environ 12 fois par minute ou plus)

C. Épaule / bras – Position

À quelle hauteur est le coude ?

- C1 À la hauteur de la taille
C2 À la hauteur de la poitrine
C3 À la hauteur des épaules ou au-dessus

D. Épaule / bras – Fréquence du mouvement

Le travailleur fait le mouvement qui sollicite son épaule et son bras :

- D1 occasionnellement (de temps à autre)
D2 fréquemment (régulièrement avec arrêts)
D3 très fréquemment (de façon continue ou presque)

E. Poignet / main – Position

Dans quelle position sont le poignet et la main du travailleur ?

- E1 En position neutre la plupart du temps
E2 En extension, en flexion ou en déviation

F. Poignet / main – Fréquence du mouvement

Combien de fois le travailleur fait-il ce mouvement du poignet et de la main ?

- F1 10 fois par minute ou moins
F2 De 11 à 20 fois par minute
F3 Plus de 20 fois par minute

G. Cou – Position

Le travailleur doit-il tourner ou pencher la tête pour accomplir sa tâche ?

- G1 Non, si la tête est droite
G2 Oui, occasionnellement
G3 Oui, fréquemment

Précisions

(Exemple : Le travailleur est trop penché quand il dépose une boîte sur la tablette du bas des rayonnages.)

ÉTAPE 2 – Évaluation à partir du questionnaire – Travailleur

H. Effort

La charge que vous manipulez vous paraît :

- H1 légère
- H2 moyennement lourde
- H3 lourde
- H4 très lourde

J. Durée

Combien d'heures en moyenne par jour consacrez-vous à ce travail ou à cette tâche ?

- J1 Moins de 2 heures
- J2 De 2 à 4 heures
- J3 Plus de 4 heures

K. Force

Vous devez, avec votre main, forcer :

- K1 un peu
- K2 moyennement
- K3 beaucoup

L. Précision visuelle

Le niveau de précision visuelle dont vous avez besoin est :

- L1 faible (pas besoin de voir les détails)
- L2 élevé (besoin de voir les détails)

M. Vibrations d'un véhicule

Conduisez-vous un véhicule au travail ? Si oui, pendant combien d'heures par jour ?

- M1 Jamais ou moins d'une heure
- M2 Oui, de une à 4 heures
- M3 Oui, plus de 4 heures

N. Vibrations d'un outil manuel

Utilisez-vous des outils manuels qui vibrent ? Si oui, pendant combien d'heures par jour ?

- N1 Jamais ou moins d'une heure
- N2 Oui, de une à 4 heures
- N3 Oui, plus de 4 heures

P. Rythme

Avez-vous de la difficulté à suivre le rythme de production ?

- P1 Jamais
- P2 Parfois
- P3 Souvent

Q. Stress

En général, comment trouvez-vous votre travail ?

- Q1 Pas ou peu stressant
- Q2 Assez stressant
- Q3 Très stressant

Précisions

(Demandez au travailleur de préciser sa pensée.)

ÉTAPE 3 – Compilation des résultats – Tableau

<p>Dos</p> <p>Position (A) – Effort (H)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 1 <input type="text"/></p>		A1	A2	A3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Épaule / bras</p> <p>Position (C) – Effort (H)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>C1</th><th>C2</th><th>C3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 1 <input type="text"/></p>		C1	C2	C3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Poignet / main</p> <p>Fréquence (F) – Force (K)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>F1</th><th>F2</th><th>F3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 1 <input type="text"/></p>		F1	F2	F3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	<p>Cou</p> <p>Position (G) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>G1</th><th>G2</th><th>G3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 1 <input type="text"/></p>		G1	G2	G3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10
	A1	A2	A3																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
	C1	C2	C3																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
	F1	F2	F3																																																																								
K1	2	4	6																																																																								
K2	4	6	8																																																																								
K3	6	8	10																																																																								
	G1	G2	G3																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
<p>Position (A) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 2 <input type="text"/></p>		A1	A2	A3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Position (C) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>C1</th><th>C2</th><th>C3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 2 <input type="text"/></p>		C1	C2	C3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Fréquence (F) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>F1</th><th>F2</th><th>F3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 2 <input type="text"/></p>		F1	F2	F3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Précision visuelle (L) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>L1</th><th>L2</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 2 <input type="text"/></p>		L1	L2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8												
	A1	A2	A3																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
	C1	C2	C3																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
	F1	F2	F3																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
	L1	L2																																																																									
J1	2	4																																																																									
J2	4	6																																																																									
J3	6	8																																																																									
<p>Durée (J) – Effort (H)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>J1</th><th>J2</th><th>J3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 3 <input type="text"/></p>		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Durée (J) – Effort (H)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>J1</th><th>J2</th><th>J3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 3 <input type="text"/></p>		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Durée (J) – Force (K)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>J1</th><th>J2</th><th>J3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 3 <input type="text"/></p>		J1	J2	J3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	<p>Total pour le cou</p> <p>1 et 2 <input type="text"/></p>																
	J1	J2	J3																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
	J1	J2	J3																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
	J1	J2	J3																																																																								
K1	2	4	6																																																																								
K2	4	6	8																																																																								
K3	6	8	10																																																																								
<p>Fréquence (B) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>B1</th><th>B2</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J2</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>J3</td><td>10</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 4 <input type="text"/></p>		B1	B2	J1	6	8	J2	8	10	J3	10	12	<p>Fréquence (D) – Effort (H)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>D1</th><th>D2</th><th>D3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 4 <input type="text"/></p>		D1	D2	D3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Position (E) – Force (K)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>E1</th><th>E2</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 4 <input type="text"/></p>		E1	E2	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8	<p>Facteurs aggravants</p> <p>Reportez les résultats des questions M, N, P et Q.</p>																												
	B1	B2																																																																									
J1	6	8																																																																									
J2	8	10																																																																									
J3	10	12																																																																									
	D1	D2	D3																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
	E1	E2																																																																									
K1	2	4																																																																									
K2	4	6																																																																									
K3	6	8																																																																									
<p>Fréquence (B) – Effort (H)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>B3</th><th>B4</th><th>B5</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 5 <input type="text"/></p>		B3	B4	B5	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Fréquence (D) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>D1</th><th>D2</th><th>D3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 5 <input type="text"/></p>		D1	D2	D3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Position (E) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>E1</th><th>E2</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 5 <input type="text"/></p>		E1	E2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Vibrations d'un véhicule</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>M1</th><th>M2</th><th>M3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> </tbody> </table>		M1	M2	M3		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																
	B3	B4	B5																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
	D1	D2	D3																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
	E1	E2																																																																									
J1	2	4																																																																									
J2	4	6																																																																									
J3	6	8																																																																									
	M1	M2	M3																																																																								
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																								
<p>Fréquence (B) – Durée (J)</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>B3</th><th>B4</th><th>B5</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>Résultat 6 <input type="text"/></p>		B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Total pour épaule / bras</p> <p>De 1 à 5 <input type="text"/></p>	<p>Total pour poignet / main</p> <p>De 1 à 5 <input type="text"/></p>	<p>Vibrations d'un outil</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>N1</th><th>N2</th><th>N3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> </tbody> </table>		N1	N2	N3		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																
	B3	B4	B5																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
	N1	N2	N3																																																																								
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																								
<p>Total pour le dos</p> <p>De 1 à 4 (sans manutention) De 1 à 3 plus 5 et 6 (si manutention)</p> <p><input type="text"/></p>			<p>Rythme</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>P1</th><th>P2</th><th>P3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> </tbody> </table>		P1	P2	P3		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																
	P1	P2	P3																																																																								
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																								
			<p>Stress</p> <table border="1"> <thead> <tr><th></th><th>Q1</th><th>Q2</th><th>Q3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> </tbody> </table>		Q1	Q2	Q3		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																
	Q1	Q2	Q3																																																																								
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																								

Fiche retranscription des résultats de l'outil QEC

ÉTAPES 4 et 5 – Interprétation des résultats

Reportez les résultats où le risque est de niveau **moyen** et **élevé**. Les résultats les plus élevés correspondent aux aspects du poste ou de la tâche qui doivent être corrigés en priorité. Cochez les facteurs aggravants (questions M, N, P et Q) de niveau **moyen** et **élevé**. Vous devrez en tenir compte pour corriger le poste.

		ÉTAPE 4	ÉTAPE 5
		Résultat avant corrections	Résultat après corrections
Dos			
1. Position (A) – Effort (H)	L'effort que fournit le travailleur combiné à une position contraignante	_____	_____
2. Position (A) – Durée (J)	Le temps que passe le travailleur dans une position contraignante	_____	_____
3. Durée (J) – Effort (H)	Le temps que le travailleur passe à fournir un effort	_____	_____
4. Fréquence (B) – Durée (J)	Le temps que le travailleur passe dans une même position	_____	_____
5. Fréquence (B) – Effort (H)	La fréquence du mouvement qui demande un effort	_____	_____
6. Fréquence (B) – Durée (J)	Le temps que passe le travailleur à faire les mêmes mouvements	_____	_____
		Total	
Facteurs aggravants :		Vibrations de véhicules <input type="radio"/>	Rythme <input type="radio"/> Stress <input type="radio"/>
Épaule / bras			
1. Position (C) – Effort (H)	L'effort que fournit le travailleur combiné à une position contraignante	_____	_____
2. Position (C) – Durée (J)	Le temps que passe le travailleur dans une position contraignante	_____	_____
3. Durée (J) – Effort (H)	Le temps que le travailleur passe à fournir un effort	_____	_____
4. Fréquence (D) – Effort (H)	La fréquence du mouvement qui demande un effort	_____	_____
5. Fréquence (D) – Durée (J)	Le temps que passe le travailleur à faire les mêmes mouvements	_____	_____
		Total	
Facteurs aggravants :		Rythme <input type="radio"/> Stress <input type="radio"/>	
Poignet / main			
1. Fréquence (F) – Force (K)	La fréquence à laquelle la force doit être appliquée avec la main	_____	_____
2. Fréquence (F) – Durée (J)	Le temps que le travailleur passe à faire les mêmes mouvements	_____	_____
3. Durée (J) – Force (K)	Le temps que le travailleur passe à appliquer une force avec sa main	_____	_____
4. Position (E) – Force (K)	La position dans laquelle la main se trouve quand la force est appliquée	_____	_____
5. Position (E) – Durée (J)	Le temps où la main se trouve dans une position contraignante quand la force est appliquée	_____	_____
		Total	
Facteurs aggravants :		Vibrations d'outils <input type="radio"/> Rythme <input type="radio"/> Stress <input type="radio"/>	
Cou			
1. Position (G) – Durée (J)	Le temps que passe le travailleur dans une position contraignante	_____	_____
2. Précision visuelle (L) – Durée (J)	Le temps que passe le travailleur à faire une tâche exigeant de la précision visuelle	_____	_____
		Total	
Facteurs aggravants :		Rythme <input type="radio"/> Stress <input type="radio"/>	

Echelle d'interprétation des niveaux de risque pour chacune des parties du corps

Tableau de référence des niveaux de risque			
	Faible	Moyen	Élevé
Dos	10-28	30-42	44-56
Épaule / bras	10-28	30-42	44-56
Main / poignet	10-24	26-34	36-46
Cou	4-14	16	18

L'échelle d'interprétation de l'outil QEC permet une interprétation du score général (annexe 4) et une interprétation pour chacune des parties du corps en annexe 3 (Dos/épaule, bras/main, poignet/cou)

Note de scores comprise entre 10 et 56 pour le dos, entre 10 et 56 pour les épaules/bras ; entre 10 et 56 pour les mains/poignets ; entre 4 et 18 pour le cou





Echelle d'interprétation des niveaux de risque analyse corps entier

Score en pourcentage (0-100%) obtenu par calcul :

$$\text{Score QEC (\%)} = \frac{\text{Somme des scores intermédiaires}}{\text{ScoreMaximal}} \times 100$$

Avec score maximal = Pour une tâche de manutention manuelle, le score maximal est de 176. Pour les autres tâches, il est de 162.

Tableau 6 : Interprétation du score QEC (%)

Score QEC (%)	Niveau d'action	
< 40%	Niveau acceptable	
40-49%	Intervention envisageable	
49-69%	Intervention nécessaire dans de brefs délais	
≥70%	Intervention immédiate nécessaire	

Limites de l'outil :

Outil d'évaluation par observation des risques de l'activité est composé de 2 phases d'évaluation qui permettent un croisement des représentations du travailleur et du préventeur. La méthode de calcul est simplifiée par une grille des résultats claire et simple d'utilisation. Cet outil est destiné à évaluer les activités diverses. Il permet la prise en compte d'informations sur les manutentions manuelles.

Job Strain Index (JSI)

Titre de l'outil : Job Strain Index (JSI)

L'outil JSI est un outil d'observation qui est destiné à étudier exclusivement les tâches de manutentions manuelles avec efforts. L'outil est utilisé pour évaluer le niveau de risque des situations de travail avec beaucoup de manutentions manuelles de charges, les autres activités ne peuvent pas être évaluées avec cet outil. Il permet l'observation d'une tâche identique et répétée de manutentions manuelles, cependant, s'il est répété sur l'ensemble des tâches d'une activité de manutention (activité à plusieurs manutentions manuelles différentes) il peut alors permettre l'évaluation vision globale du risque.

Cet outil a été développé par Moore, J-s et Garg, A en 1995 et publié dans American Industrial Hygiene Journal (56 :443-581).

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

1. Entamer l'échange avec le travailleur en activité en expliquant l'objectif de cette évaluation du risque et l'utilisation des résultats.
2. Suite à la discussion, une ou plusieurs tâches de l'activité sont sélectionnées comme étant les tâches de références à évaluer. Si plusieurs tâches de manutention manuelle sont soupçonnées comme à risque, le déploiement de l'outil JSI devra être réitéré (l'évaluation se réalisant sur une seule tâche à la fois)
1. L'évaluateur observe sur plusieurs cycles (avec l'aide de la vidéo) chaque tâche de manutention manuelle pour répondre aux questions inscrites dans le guide d'évaluation fourni avec l'outil. L'échange avec le travailleur sur les 6 critères doit aider le préventeur à choisir les réponses les plus appropriées parmi les 5 choix proposés dans le guide d'utilisation de l'outil.
3. Une fois les réponses et les coefficients associés inscrits sur la grille des résultats, faire le calcul du score final JSI par la multiplication des 6 coefficients.
4. Comparer le score obtenu à l'échelle d'interprétation pour déterminer le risque d'apparition des TMS au niveau des membres supérieurs.

Composants de l'activité identifiés par l'outil :

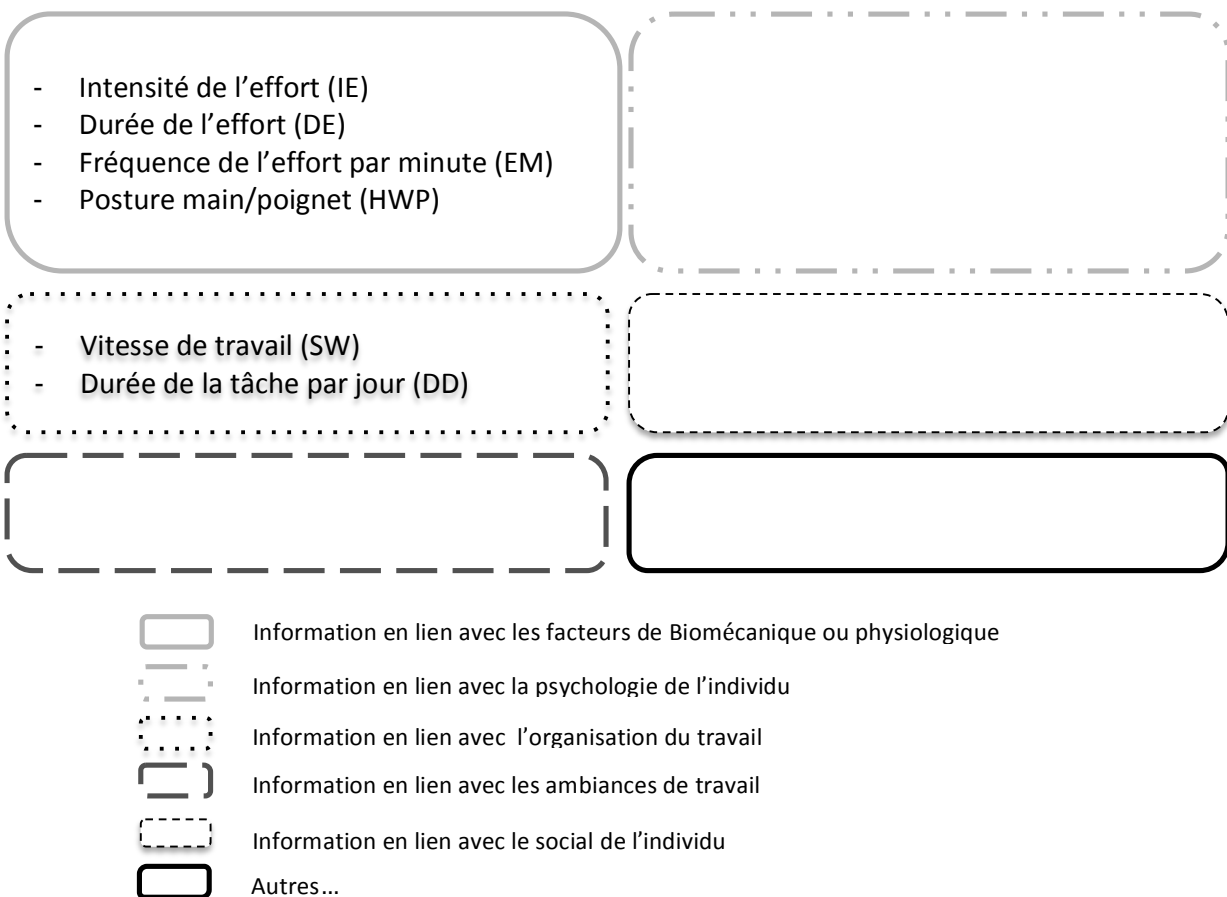
- Intensité de l'effort (IE): Light (+1point)/somewhat hard (+3points)/ Hard (+6points)/ Very Hard (+9points)/ Neer maximal) (+13points)
- Durée de l'effort (DE) : <10% (0,5point) / 10-29% (1point) / 30-49% (1,5points) / 50-79% (2points) / 80-100% (3points)
- Fréquence de l'effort par minute (EM) : <4 (0,5point) / 4-8 (1point) / 9-14 (1,5points) / 15-19 (2points) / > 20 (3points)

Norval Maxime | Les outils simples d'évaluation du risque TMS : quelle intégration de la MMS lors du repérage des situations critiques ? - 251



- Posture main/poignet (HWP) : très bonne (1point) / Bonne (1point) / acceptable (1,5points) / mauvaise (2points) / très mauvaise (3points)
 - Vitesse de travail (SW) : très lente (1point) / lente (1point) / Acceptable (1point) / Rapide (1,5points) / très rapide (2points)
 - Durée de la tâche par jour (DD) : < 1 (0,25 point) / 1-2 (0,5 point) / 2-4 (0,75point) / 4-8 (1point) / > 8 (1,5points)
- ⇒ $JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD$

Représentation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.



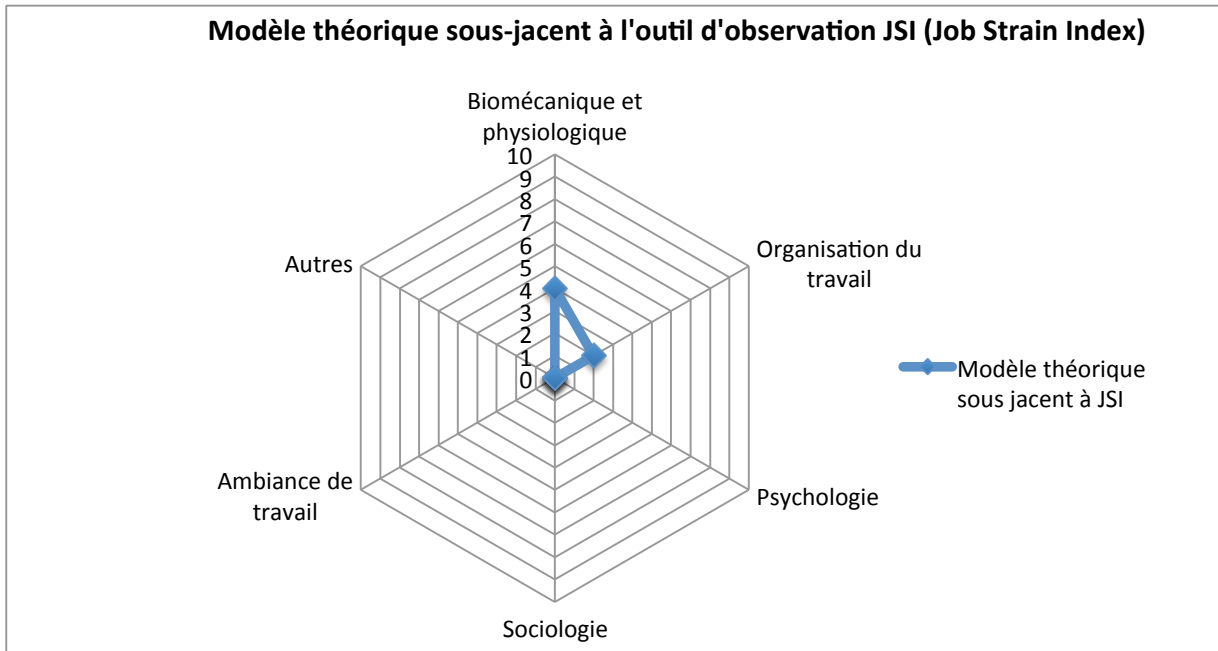
Représentation en étoile du modèle théorique sous jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation JSI: les composants à risque de l'activité observés par l'outil

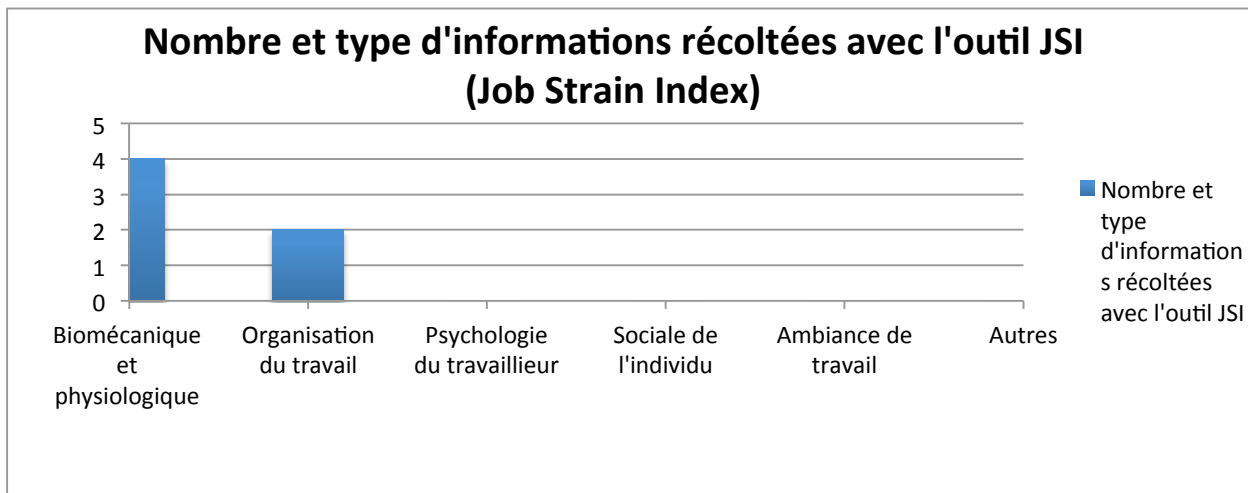
Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 4
- Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 2
- Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 0
- Nombre d'informations en lien la sociologie : 0
- Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 0
- Autres informations : 0



Graphique nombre et type d'informations obtenues avec l'outil QEC



Support outil JSI (Job strain Index) : grille des données.

Job Strain Index

Rating	Intensity of Exertion (IE)	Duration of Exertion (DE)	Efforts/ Minute (EM)	Hand/Wrist Posture (HWP)	Speed of Work (SW)	Duration per Day (DD)
1	Light (1)	<10% (0.5)	<4 (0.5)	Very good (1)	Very slow (1)	<1 (.25)
2	Somewhat hard (3)	10-29% (1)	4-8 (1)	Good (1)	Slow (1)	1-2 (.5)
3	Hard (6)	30-49% (1.5)	9-14 (1.5)	Fair (1.5)	Fair (1)	2-4 (.75)
4	Very hard (9)	50-79% (2)	15-19 (2)	Bad (2)	Fast (1.5)	4-8 (1)
5	Near maximal (13)	80-100% (3)	>=20 (3)	Very bad (3)	Very fast (2)	>=8 (1.5)

JSI = IE x DE x EM x HWP x SW x DD

Moore, J.S. and Garg, A. (1995) American Industrial Hygiene Journal 56:443-58.

Support outil JSI (Grille des résultats)

Job Strain Index Worksheet

	Intensity of Exertion (IE)	Duration of Exertion (DE)	Efforts/ Minute (EM)	Hand/Wrist Posture (HWP)	Speed of Work (SW)	Duration per Day (DD)
Exposure data						
Ratings						
Multipliers						
SI Scores						

JSI = IE x DE x EM x HWP x SW x DD

Moore, J.S. and Garg, A. (1995) American Industrial Hygiene Journal 56:443-58.

Echelle d'interprétation des résultats :

Le score global du calcul de JSI = IE X DE X EM X HWP X SW DD.

Score après calcul compris entre 0,0625 et 1053 (majoritairement entre 1 et 20)

- Si le score est inférieur ou égal à 3 alors l'activité est considérée comme sans risques
- Si le score est compris entre (ou égal) 3- 7 alors l'activité peut placer l'individu dans une situation à risque accru de TMS-MS
- Si le score est supérieur ou égal à 7 alors l'activité est considérée comme à risque très élevé

SI ≤ 3	Job is probably safe
3 < SI < 7	Job may place individual at increased risk for distal upper extremity disorders
7 ≤ SI	Job is probably hazardous

Limites de l'outil :

Cet Outil d'évaluation par observation, permet l'étude exclusive des manutentions manuelles. Il ne permet pas la prise en compte d'autres activités. L'outil est utilisé en observation au poste de travail et doit permettre un échange entre l'évaluateur et l'opérateur du poste. Les informations sont récoltées à partir de l'observation ou de la vidéo pour plus de précision. Cet outil s'attache à étudier les contraintes biomécaniques et physiologiques d'une activité de manutention manuelle. Cette orientation peut être justifiée par l'activité de manutention qui demande un engagement physique important.

Manual Handling Assessment Tools (MAC)

Titre de l'outil: MAC (Manual Handling Assessment Tools)

Cet outil permet l'évaluation des tâches de manutentions manuelles. L'outil est destiné à évaluer les facteurs de risques biomécaniques et physiologiques de l'activité observée pour estimer le niveau de risque d'apparition de lombalgie. 3 types de tâche peuvent être évalués avec MAC : les tâches de levage (et d'abaissement), de transport et de manutention en équipe. Il existe un guide d'utilisation et une feuille de retranscription des résultats, présentés ci après. Cet outil a été développé Monnington, Pinder, Quarrie 2002 dans (Monnington, S. C., Quarrie, C. J., Pinder, A. D., & Morris, L. A. (2003). Development of manual handling assessment charts (MAC) for health and safety inspectors. Contemporary Ergonomics, 3-8) et repris par Caerphilly en 2006 et publié par « the health and safety executive ». L'outil MAC permet l'évaluation des risques des tâches de manutention par l'observation en situations de travail (la vidéo peut aussi être utilisée), les opérateurs doivent être impliqués dans l'évaluation afin d'obtenir leurs représentations des risques. Pour chaque facteur de risque plusieurs niveaux de réponse sont proposés (scores et couleurs associées), l'évaluateur répond à chacune des questions et inscrit ces résultats sur la grille de retranscription fournie avec l'outil. A partir de la fiche des résultats, utiliser les scores et les couleurs pour déduire le niveau d'exposition totale.

Instructions pour l'utilisation l'outil MAC :

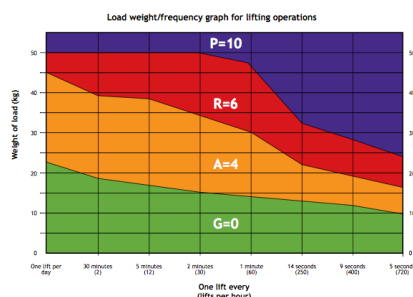
1. Entamer l'échange avec le travailleur en activité en expliquant l'objectif de cette évaluation du risque et l'utilisation des résultats.
2. L'évaluateur observe sur plusieurs cycles (avec l'aide de la vidéo) les tâches de manutention manuelle les plus contraignantes pour répondre aux questions inscrites dans le guide d'évaluation fourni avec l'outil
3. L'évaluateur sélectionne les réponses les plus proches des contraintes observées parmi les propositions faites dans le guide. Les couleurs et les scores associés aux réponses sont inscrits sur la feuille de retranscription des résultats.
4. Une fois toutes les réponses obtenues et intégrées à la grille, l'évaluateur réalise le total des scores pour obtenir une note finale.
5. Le score final est comparé à l'échelle d'interprétation fournie par le concepteur de l'outil pour une interprétation séparée de chaque opération (levage, déplacement, manutention en groupe).
6. S'assurer de la cohérence dans l'interprétation du niveau d'exposition de chaque tâche évaluer et créer une hiérarchisation des tâches les plus à risque.

Composants de l'activité identifiés par l'outil :

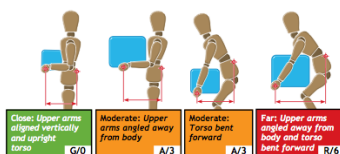
Pour chacune des actions de levage, de transport ou de manipulation collective le préventeur utilise la grille pour analyser les facteurs ci dessous pour chacune des actions (si l'on en observe plusieurs dans la même activité). Pour chaque facteur un score et une couleur associée sont inscrits dans le tableau des résultats.

Pour les actions de levage manuel (lever une charge) :

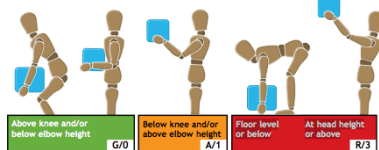
- 1. Poids/Fréquence : Le poids de la charge et le taux de répétition de l'opération. Les réponses se trouvent dans un graphe « poids-fréquence » fourni avec le guide d'utilisation qui présente avec 4 bandes/niveaux de risque différent avec leurs couleurs associées : Vert (0 point) / orange (4points) / Rouge (6points) / Violet (10points).



- 2. Distance entre les mains et le bas du dos : Observer la distance horizontale entre les mains de l'opérateur et son bas du dos (toujours évaluer la tâche la plus contraignante). 4 niveaux de réponse : Articulations alignées verticalement et tronc droit (Vert : 0point) / Articulations éloignées du corps et tronc droit (Orange : 3points) / Articulations éloignées du corps et tronc plié vers l'avant (Orange : 3points) / Bras écartés du corps et le tronc plié vers l'avant (Rouge : 6points).



- 3. Élévation de la charge : position des mains de l'opérateur au début et à la fin de l'action d'élévation. 3 niveaux de réponses : Au dessus du genou et/ou au dessous de la hauteur du coude (Vert : 0 point) / Au dessous du genou et/ou au dessous de la hauteur du coude (Orange : 1point) / Au niveau du sol et/ou à hauteur de tête ou au dessus (Rouge : 3points).



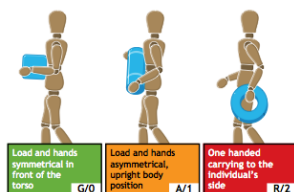
- 4. Torsion du tronc et flexion latérale : Observer le tronc de l'opérateur lorsque la charge est soulevée. 3 niveaux de réponse : Si le tronc est légèrement en torsion ou droit par rapport aux hanches et qu'il n'y a pas d'inclinaison latérale (Vert : 0point) / Si le tronc est en torsion par rapport aux hanches et aux cuisses de l'individu ou s'il y a une inclinaison d'un coté ou de l'autre (Orange : 1point) / Si le tronc est en torsion et se plie d'un coté ou de l'autre (Rouge : 2points)



- 5. Contraignantes posturales. Observer la tâche et les possibles contraintes spécifiques qui créent des postures contraignantes lors de la manutention. 3 niveaux de réponses : L'opérateur est libre sans contraintes (vert : 0point) / Si l'opérateur prend des postures restreintes pendant le lever de charge car on observe un espace réduit (orange : 1point) / Si la posture est très contraignantes par l'espace disponible pour manutentionner (rouge : 2points).
- 6. Prise de la charge (qualité de l'interaction mains-objet) : 3 niveaux de réponses : objet avec des poignées bien conçues, adaptés aux besoins ou poignées amovibles (vert : 0point) / objet avec poignée mais mal conçue, doigt serré à 90° lors de la prise (orange : 1point) / Conception de poignée médiocre, absente ou irrégulière/imprévisible, non rigide (rouge : 2points).
- 7. Etat du sol/surface : qualité du sol où l'action est réalisée. 3 niveaux de réponses : Sol sec, propre et en bon état (vert : 0 point) / sol sec mais en mauvaise état, usé ou inégal (orange : 1point) / Sol instable, humide, en pente, avec des trous ou chaussures inadaptées (rouge : 2points)
- 8. Autres facteurs liées à l'environnement (ambiance de travail) : observer l'environnement de travail et noté si l'opération de levage a lieu dans des températures extrêmes ; dans des courants d'air, ou dans des conditions d'éclairage inadapté. 3 niveaux de réponses : Absence de facteurs (vert : 0point) / présence d'1 facteur (orange : 1point) / présence d'au moins deux facteurs.

Pour les actions de transports (déplacement d'une charge)

- Les facteurs identiques que pour le lever : 1. Poids/Fréquence ; 2. Distance entre les mains et le bas du dos ; 5. Contraignantes posturales ; 6. Prise de la charge ; 7. Etat du sol, surface ; 8. Autres facteurs
- 9. Position du tronc/charge et asymétrie : observer la position et la stabilité de la charge lors du transport. 3 niveaux de réponses : la charge et les mains sont symétriques par rapport au corps de l'individu (vert : 0point) / La charge et les mains sont en asymétrie par rapport au corps mais le tronc est vertical (orange : 1point) / La charge est portée par une seul main d'un coté de l'individu (rouge : 2points).



- 10. Distance de déplacement : observer le déplacement de l'individu avec la charge : 3 niveau de réponse : 2-4m (vert : 0point) / 4-10m (orange : 1point) / Plus de 10m (rouge : 3points)
- 11. Obstacle en route : observer le déplacement de l'individu avec la charge. Facteurs de risques aggravants : une pente abrupte, des marches hautes, échelle, des portes fermées ou des aléas type co activité. 3 niveaux de réponses : absence d'obstacle (vert : 0point) / 1 obstacle (orange : 2points)/ Au moins 2 obstacles (rouge : 3points)

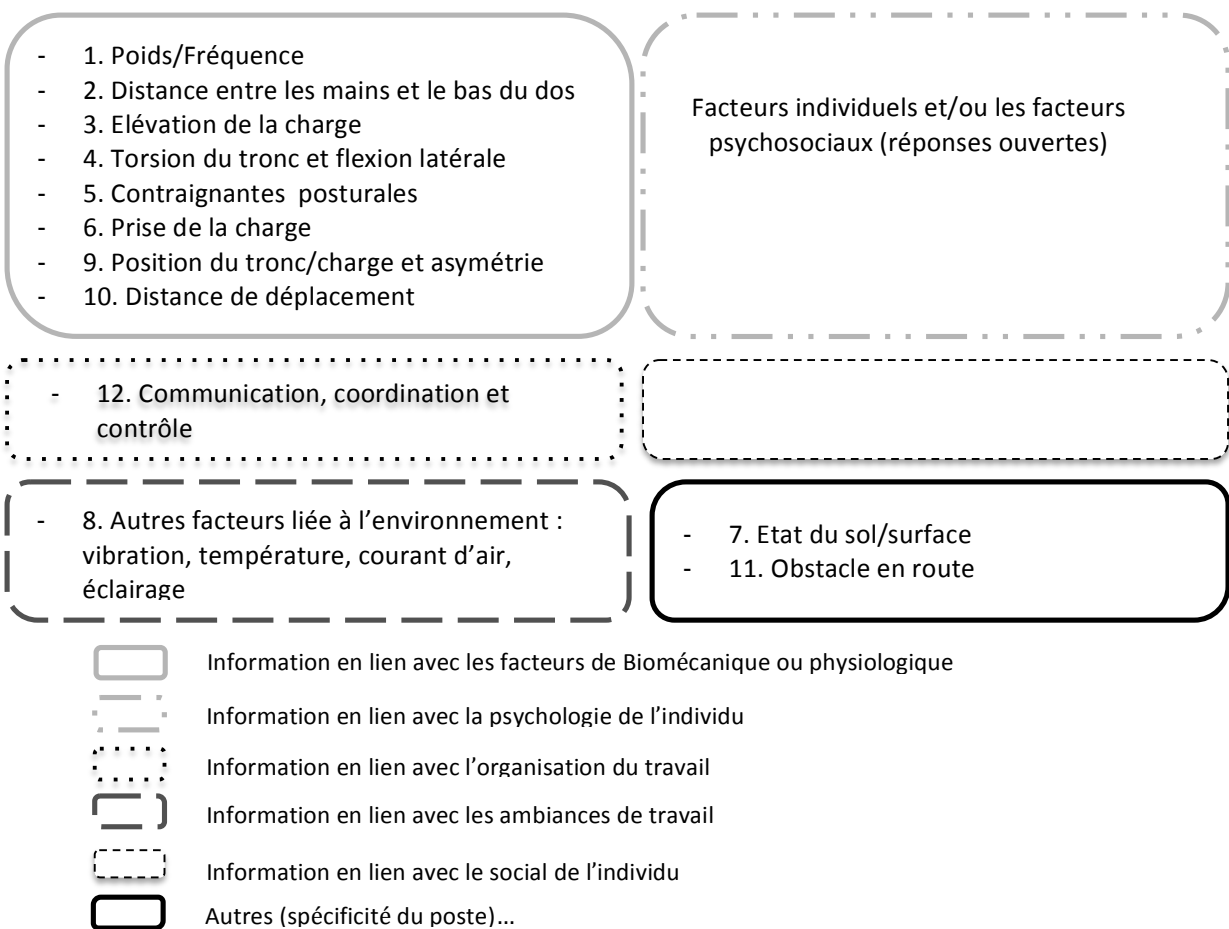
Pour les manutentions en équipe (déplacement d'une charge à plusieurs)

- Les facteurs identiques que pour le lever : 2. Distance entre les mains et le bas du dos ; 3. Elévation de la charge ; 4. Torsion du tronc et flexion latérale ; 5. Contraintes posturales ; 6. Prise de la charge ; 7. Etat du sol, surface ; 8. Autres facteurs
- 1 bis : Poids de la charge : observer le poids de la charge et le nombre d'opérateurs effectuant la tâche. 4 niveaux de réponses : 2pers <35kg ou 3pers >40kg (vert : 0point) / 2pers 35-50kg ou 3

pers 40-75kg ou 4pers 40-100kg (orange : 4points) / 2pers 50-85kg ou 3 pers 75-125kg ou 4pers 100-170kg (rouge : 6points) / 2pers >85kg ou 3 pers >125kg ou 4pers >170kg (violet : 10points)

- 12. Communication, coordination et contrôle : Observer la communication entre les opérateurs lors de la préparation et lors du levage (ex : décompte pour le début du levage), regarder si l'équipe a le contrôle de la charge, que le lever ne soit pas trop brusque, et que tous les membres de l'équipe soulèvent ensemble et que la répartition du poids se fasse sur l'ensemble des individus. 3 niveaux de réponses : Bonne (vert : 0point) / raisonnable (orange : 1points) / Mauvaise (rouge : 3points).
- Dans la fiche des résultats on retrouve un encadré pour inscrire les autres facteurs comme les facteurs individuels et/ou les facteurs psychosociaux : cette possibilité de réponse n'est cependant pas orientée (réponses ouvertes) et n'est pas stipulée dans le guide d'utilisation de l'outil.

Représentation des modèles théoriques sous jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.



Représentation en étoile du modèle théorique sous jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation MAC : les composants à risque de l'activité observée par l'outil

Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 8

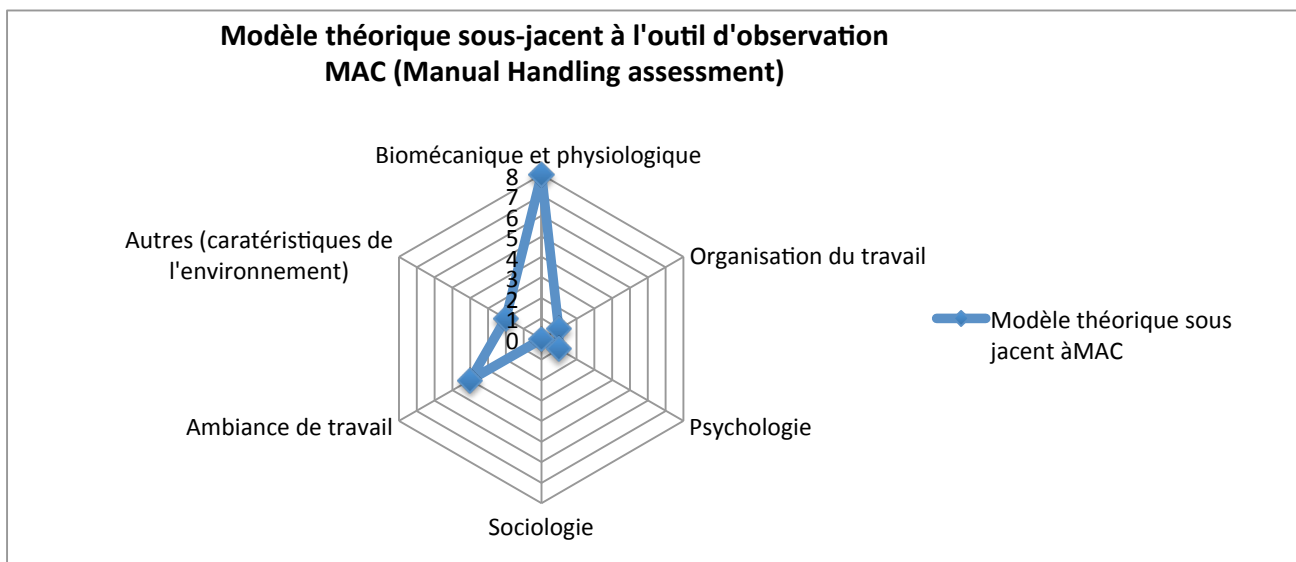
Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 1

Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 1

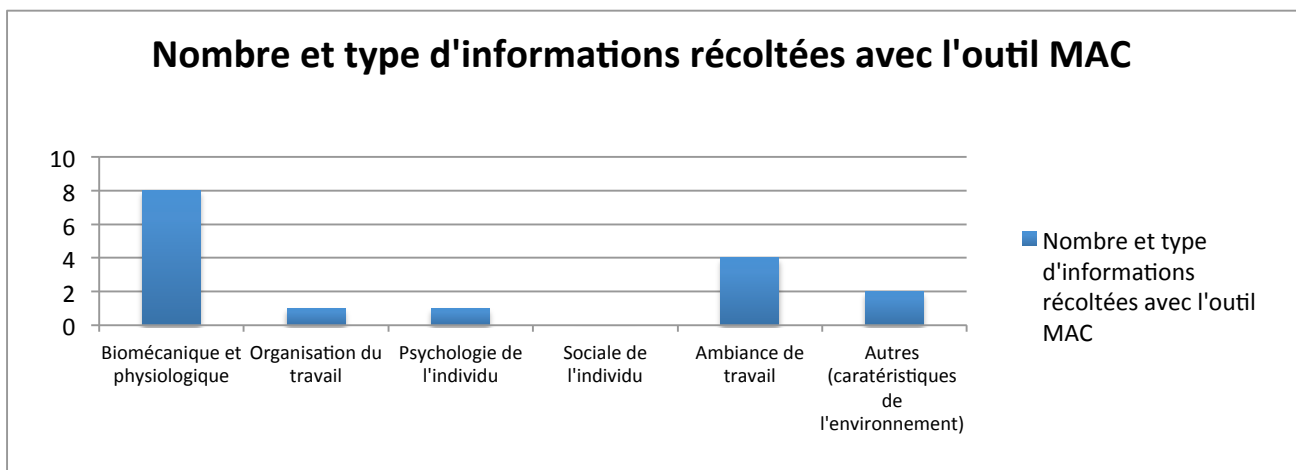
Nombre d'informations en lien la sociologie : 0

Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 4

Autres informations : 2



Graphique nombre et type d'information obtenue avec l'outils MAC



Support outil d'évaluation MAC : grille de retranscription des résultats.

MAC: Score sheet

Company name: _____

Task description: _____

Are there indications that the task is high risk?
(Tick the appropriate boxes)

Task has a history of manual handling incidents (eg company accident book, RIDDOR reports).

Task is known to be hard work or high risk.

Employees doing the work show signs that they are finding it hard work (eg breathing heavily, red-faced, sweating).

Other indications, if so, what? _____

Date: _____

Signature: _____

Insert the colour band and numerical score for each of the risk factors in the boxes below, referring to your assessment, using the tool.

Risk factors	Colour band (G, A, R or P)			Numerical score		
	Lift	Carry	Team	Lift	Carry	Team
Load weight and lift/carry frequency						
Hand distance from the lower back						
Vertical lift region						
Torso twisting/sideways bending Asymmetrical torso/load (carrying)						
Postural constraints						
Grip on the load						
Floor surface						
Other environmental factors						
Carry distance						
Obstacles en route (carrying only)						
Communication and co-ordination (team handling only)						
	Total score:					

Other risk factors: Record individual and psychosocial factors etc (see website – address on page 15)

Echelle d'interprétation des résultats :

6 SELECTED PREVIOUS DRAFTS OF THE CHART



Figure 3 The initial draft of the lifting chart

3 niveaux de risques dans l'échelle d'interprétation:

- Vert (score <7) : Risque faible : Examiner n'importe quel composant de l'activité pour réduire le risque.
- Orange (score entre 7 et 11) : Risque modéré : Examiner les composants à risque élevé et réduire l'ampleur du risque.
- Rouge (score >11) : Risque élevé : Examiner tous les composants à risque élevé pour réduire l'ampleur du risque.

Limites de l'outil :

L'outil MAC n'est pas approprié pour l'évaluation de certaines manutentions manuelles comme les mouvements de poussées ou les tractions de charge. Il évalue exclusivement les activités de manutentions manuelles, il ne permet pas l'évaluation d'autres activités. MAC n'est pas conçu pour évaluer les risques associés au TMS des membres supérieurs, il s'appuie sur des facteurs de risques de lombalgie exclusivement biomécaniques ou physiologiques même si un encadré permet de mettre des commentaires sur les contraintes individuelles et psychosociales, mais ces informations ne sont pas très précises et dépendent grandement de la sensibilité et des compétences de l'évaluateur à estimer les risques de ce type.

L'équation de National institute for occupational Safety and health (équation révisée du NIOSH)

Titre de l'outil : équation révisée de NIOSH (National institute for occupational Safety and health)

L'outil NIOSH est l'outil le plus répandu dans les entreprises pour analyser les problématiques de manutention manuelle de charge en poste fixe (sans déplacement) afin de prévenir les problèmes au niveau du dos.

Après une 1^{ère} version créée en 1981 dans une version exploratoire. En 1991 l'outil exploratoire fut révisé pour permettre l'utilisation sous forme d'outil et pour inclure d'autres paramètres comme les actions en asymétrie. La version étudiée est celle de 1991, l'article princeps est : Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776. L'outil s'appuie sur des normes biomécaniques, physiologiques, pour déterminer les charges maximales admissibles (CMA) supportées par 99% des hommes et 75% des femmes lors des tâches de manutention manuelle de levée et/ou de dépose de charge sans déplacement de l'opérateur.

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

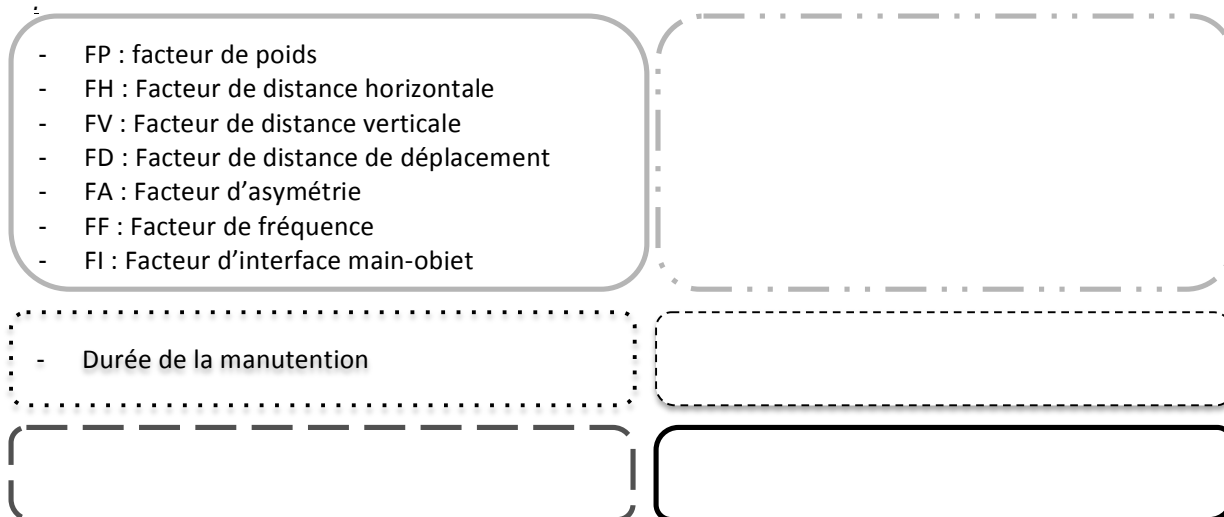
1. Entamer l'échange avec le travailleur en activité pour expliquer l'objectif de cette évaluation du risque TMS
2. Suite à la discussion, sélectionner la tâche de manutention manuelle à évaluer. Chaque début et fin de tâche de levage et d'abaissement doit faire l'objet d'une évaluation spécifique séparée.
3. Observer la tâche sélectionnée sur plusieurs cycles.
4. Echanger avec le travailleur sur les 7 critères d'observations
5. Etablir les réponses aux 7 critères par observations, par échanges avec le travailleur et par mesures directes
6. Une fois les réponses et les coefficients associés inscrits sur la grille des résultats faire le calcul de la CMA par la multiplication des 7 coefficients.
7. Comparer la CMA obtenue à la charge réellement manipulée pour connaître l'acceptabilité du poids manipulé. Et calculer l'indice de levée (LI) pour connaître le risque d'apparition de la pathologie pour la charge actuellement manipulée.
8. Comparer le score LI obtenu à l'échelle d'interprétation pour déterminer le risque d'apparition des TMS au niveau du dos lié à la manutention manuelle.







Informations identifiées par l'outil :

- FP : facteur de poids : poids unitaire de la charge manutentionnée en kg (ne dépasse jamais les 23kg).
- FH : Facteur de distance horizontale : distance en centimètres entre le centre du polygone de sustentation et la base des métacarpiens dans le plan horizontal. Il varie généralement entre 25 et 75cm.
- FV : Facteur de distance verticale : distance en centimètres au début de la prise entre la charge et le sol dans le plan vertical. Souvent compris entre 0 cm (charge au sol) et 175cm.
- FD : Facteur de distance de déplacement : distance d'élévation de la charge en centimètres. représentée par la distance, fin de prise, entre le sol et la charge moins la distance entre le sol et la charge en début de prise.
- FA : Facteur d'asymétrie : angle de rotation en degrés, entre le plan sagittal et le plan d'asymétrie.
- FI : Facteur d'interface main-objet : qualité de la prise de l'objet à manipuler. 3 valeurs proposées : Bonne (1) / acceptable (0,95) / médiocre (0,90).
- FF : Facteur de fréquence : nombre de levées par minute : valeur allant de 0,2/min à >15/min.
- Durée de la manutention : c'est le temps pendant lequel la manipulation est effectuée. 3 valeurs proposées : La manutention dure moins d'1h, elle est constituée de manutentions répétitives et continues suivies d'une période de récupération représentant au moins 120% du temps de manutention (<1h) / La manutention dure moins de 2h, et la période de récupération représente 30% du temps de manutention (<2h) / La manutention dure jusqu'à 8h sans d'autre pauses que celles intervenant habituellement (<8h).

⇒ CMA (Kg) = FP * FH * FV * FD * FF * FA * FI (il existe des feuilles de calcul automatique)

Représentation des modèles théoriques sous jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS



-  Information en lien avec les facteurs de Biomécanique ou
-  Information en lien avec la psychologie de l'individu
-  Information en lien avec l'organisation du travail
-  Information en lien avec les ambiances de travail
-  Information en lien avec le social de l'individu
-  Autres...

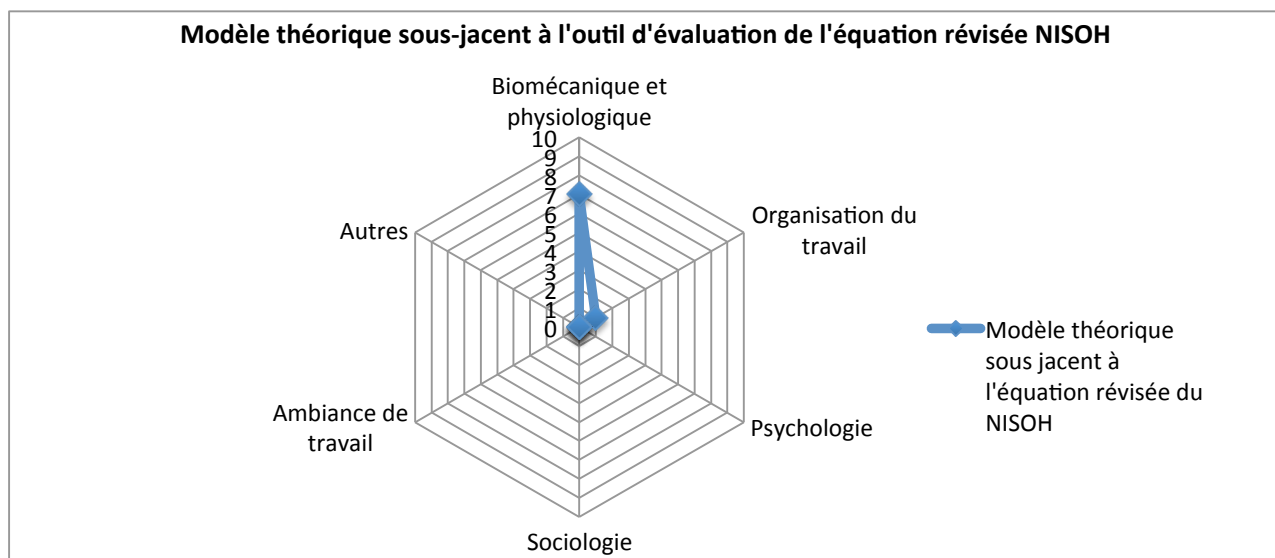
Représentation en étoile du modèle théorique sous jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation avec l'équation révisée du NIOSH : les composants à risque de l'activité observée par l'outil

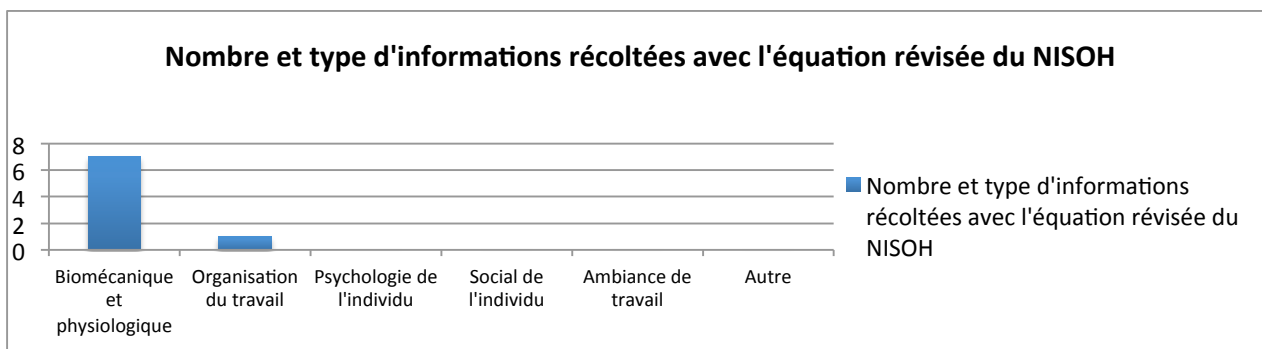
Groupe étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 7
- Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 1
- Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 0
- Nombre d'informations en lien la sociologie : 0
- Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 0
- Autres informations : 0



Graphique nombre et type d'informations obtenues avec l'équation révisée du NIOSH



Support outil équation révisée du NIOSH (grille retranscriptions des résultats automatisés par Microsoft Excel)

N.I.O.S.H.	
Poids limite "Idéal" =	23,0 Kg
Poids unitaire de la charge	Facteurs correctifs
distance ant-post H=	#DIV/0!
distance verticale V=	0,78
distance de déplacement D=	#DIV/0!
angle de rotation A=	1,00
interface main-charge I=	
Nombre de lever / minute=	#N/A
Durée (<8h , <2h, <1h)	
Charge Limite Recommandée	#DIV/0!
Indice de lever	#N/A
#N/A	

Ne saisir que dans les cases grisées, sans mettre les unités (ex. Tapez 1 pour 1kg)

Poids unitaire de la charge manutentionnée en KG
entre le centre du polygone de sustentation et la base des métacarpiens dans le plan horizontal

Distance charge - sol dans le plan vertical

Élévation de la charge : dénivelé

Angle de rotation du tronc en degrés

3 valeurs : 1 pour Bon, 0,95 pour satisfaisant et 0,90 pour médiocre

Plage de valeurs de 0.2 /Min à plus de 15 fois par minute

Durée de manutention continue 3 valeurs: 8h>Durée>2h>Durée>1h>Durée

Poids Maxi recommandé en fonction des conditions de manutention
= Poids unitaire / Charge Limite Recommandée Donne une indication du risque dans la case en dessous
>1 : risque chronique ; >3 : risque aigu

Traduction française : Pierre MERCIER, ASTAV

Interprétation des résultats :

Les facteurs FH, FD, FV, FF, FA et FI étant connus, il est alors possible de déterminer la CMA (Charge maximale admissible en kg). A partir de la CMA les auteurs de l'équation du NIOSH proposent de calculer l'indice de levée de charge (ILC). Cet indice de levée de charge permet l'interprétation des résultats en termes de risque de lombalgie. ILC est déduit de la CMA à partir du calcul suivant :

$$ILC = \text{poids de l'objet (Kg)} / \text{CMA (Kg)}$$

- Si ILC est inférieur à 1, alors la tâche de manutention manuelle doit être considérée comme à faible risque lombaire.
- Si ILC est supérieur à 1, alors la tâche de manutention manuelle doit être considérée comme potentiellement à risque de lombalgie.
- Si ILC dépasse 3, alors la tâche de manutention manuelle doit être considérée comme potentiellement à risque très élevé de lombalgie. Une modification du poste est absolument nécessaire.

Limites de l'outil :

L'outil NIOSH permet l'évaluation des risques de TMS au niveau du dos liée à la manutention manuelle de charge à deux mains pour des postes fixes (sans déplacement). Pour cela, plusieurs critères biomécaniques sont étudiés par observation et par mesure au poste de travail. Il ne permet pas l'évaluation d'une activité complète à part si celle ci comporte exclusivement des tâches de manutentions manuelles. Il peut être déployé pour l'évaluation d'une ou de plusieurs tâches de manutention, cependant l'outil ne s'utilise pas pour les manutentions à une main, pour le travail de plus de 8H, pour l'activité assise ou accroupie, pour des objets instables ou de poids variables, pour les manutentions dans des conditions spécifiques de température et d'humidité, pour les manutentions avec déplacements. Cette équation révisée de NIOSH n'est utilisable que pour les manutentions manuelles de levée ou de dépose à deux mains et sans déplacement.

L'outil est rapide d'utilisation (il existe plusieurs versions avec calcul instantané du résultat), et ne demande pas de compétences particulières pour son déploiement. Cependant, même si les tâches seront simples à évaluer, en revanche les tâches complexes devront être décomposées en plusieurs tâches simples. Le déploiement de l'équation révisée de NIOSH doit respecter un ou plusieurs principes sous peine de perdre de son intérêt. La levée de charge n'est qu'un seul facteur de risque des lombalgies, d'autres facteurs comme les vibrations, les postures statiques ainsi que les facteurs psycho-sociaux et organisationnels doivent faire l'objet d'une attention particulière mais ne peuvent pas être observés avec cet outil. Une bonne connaissance du poste de travail, de l'activité et une étude complète de l'activité sont prescrits par les concepteurs de l'outil.

Pour les concepteurs de l'outil, l'équation révisée du NIOSH est déployée à partir d'observations de l'activité, de mesures précises en situation de travail et de calculs rigoureux. L'outil ne peut en aucun cas se substituer à l'analyse ergonomique de la tâche de l'opérateur.

Criticité Ergonomique (CE) : outil interne à John Deere (Orléans-Saran)

Titre de l'outil : Criticité ergonomique (CE)

L'outil d'évaluation des risques criticité ergonomique (CE) est un outil développé en interne à John Deere Orléans-Saran pour évaluer les risques des situations de travail. Il est aujourd'hui composé de 3 outils, l'outil OSHA, l'outil RACHIS et l'outil Ressenti. En 2005 l'outil OSHA a été introduit par le service prévention sécurité pour mettre en place une démarche de prévention des TMS. Cet outil a été complété, en 2008 par un outil appelé Rachis développé avec l'aide d'un cabinet extérieur, à partir de cette intervention l'outil prit le nom de Criticité ergonomique. Enfin en 2010, l'outil se développe encore avec, en complément l'outil Ressenti. Les 3 outils permettent une évaluation des risques qui s'appuie sur une triangulation des données. En effet l'outil OSHA permet l'approche des risques pour les membres supérieurs, l'outil Rachis permet l'approche des difficultés de lombalgie et enfin l'outil ressenti permet la prise en compte des représentations des individus. L'outil est déployé pour évaluer les risques TMS des activités des individus par rapport au poste de travail ou à une situation de travail. La pire situation est choisie pour être évaluée par observation et par échange au poste avec l'individu. Le score Criticité ergonomique s'appuie sur la multiplication des résultats des outils OSHA, Rachis et Ressenti (note de représentation de l'individu et de ses pénibilités).

L'outil Criticité Ergonomique (CE) ne demande pas de compétence particulière pour être déployé, il faut cependant prendre des précautions pour la partie ressenti individuel (exemples de précautions : déterminer la manière et le moment où l'on pose la question, croiser les représentations des difficultés du poste de plusieurs individus). L'outil Rachis doit lui aussi être déployé avec précaution car son score dépend d'une seule question : quelle est la posture la plus contraignante pour les rachis et les lombaires ? La précaution et l'expertise dans l'interprétation doivent faire l'objet de précautions. En effet, avec la multiplication des 3 outils la note de ressenti, qui s'appuie sur les représentations d'un ou de plusieurs individus à un instant T, et l'outil Rachi, qui lui s'appuie sur l'observation exclusive de la posture lombaire, peut impacter grandement le score final.

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

1. Entamer l'échange avec le travailleur en activité pour expliquer l'objectif de cette évaluation du risque TMS
2. Observer plusieurs cycles complets de l'activité et prendre des vidéos des tâches les plus contraignantes (la vidéo permettra de préciser les données après l'observation terrain)
3. Lors de la discussion, questionner l'individu sur ces représentations pour compléter la partie ressenti (notamment la note des difficultés perçues sur 6 points).
4. Observer l'ensemble des tâches et notamment les tâches présentées par l'individu comme étant les plus contraignantes pour compléter la check-list OSHA.
5. Observer la tâche la plus contraignante au niveau du dos pour compléter la check-list RACHIS.
6. Après l'observation terrain vérifier les données lors de la lecture de la vidéo.
7. Une fois les réponses complétées et les scores des 3 volets calculés, faire le calcul du score final CE par la multiplication des 3 scores.
8. Comparer le score CE obtenu à l'échelle d'interprétation pour déterminer le risque d'apparition des TMS.

Résumé informations issues de l'outil OSHA prises en compte dans CE:

- Posture membre supérieur : Coup, Poignet, EpauLe, Avant-bras
- Port de charge : Préhension d'une charge de plus de 5kg, Prise digitale avec un effort de plus de 1kg, Prise digitale énergique pour maîtriser/tenir un objet
- Utilisation de la paume de main comme un marteau
- Pression d'objets durs ou coupants au contact de la peau
- Mouvements spécifiques : Mouvements identiques ou comparables effectués à intervalle de quelques secondes
- Activité de traitement de données : Frappe intensive sur clavier, Frappe intermittente sur un clavier
- Contraintes de temps en lien avec l'organisation du travail : Nombre d'éléments non maîtrisés dans la cadence de travail
- Ambiance de travail : Vibration localisée, Etre assis ou debout sur une surface vibrante, Basse température, Eclairage et luminosité

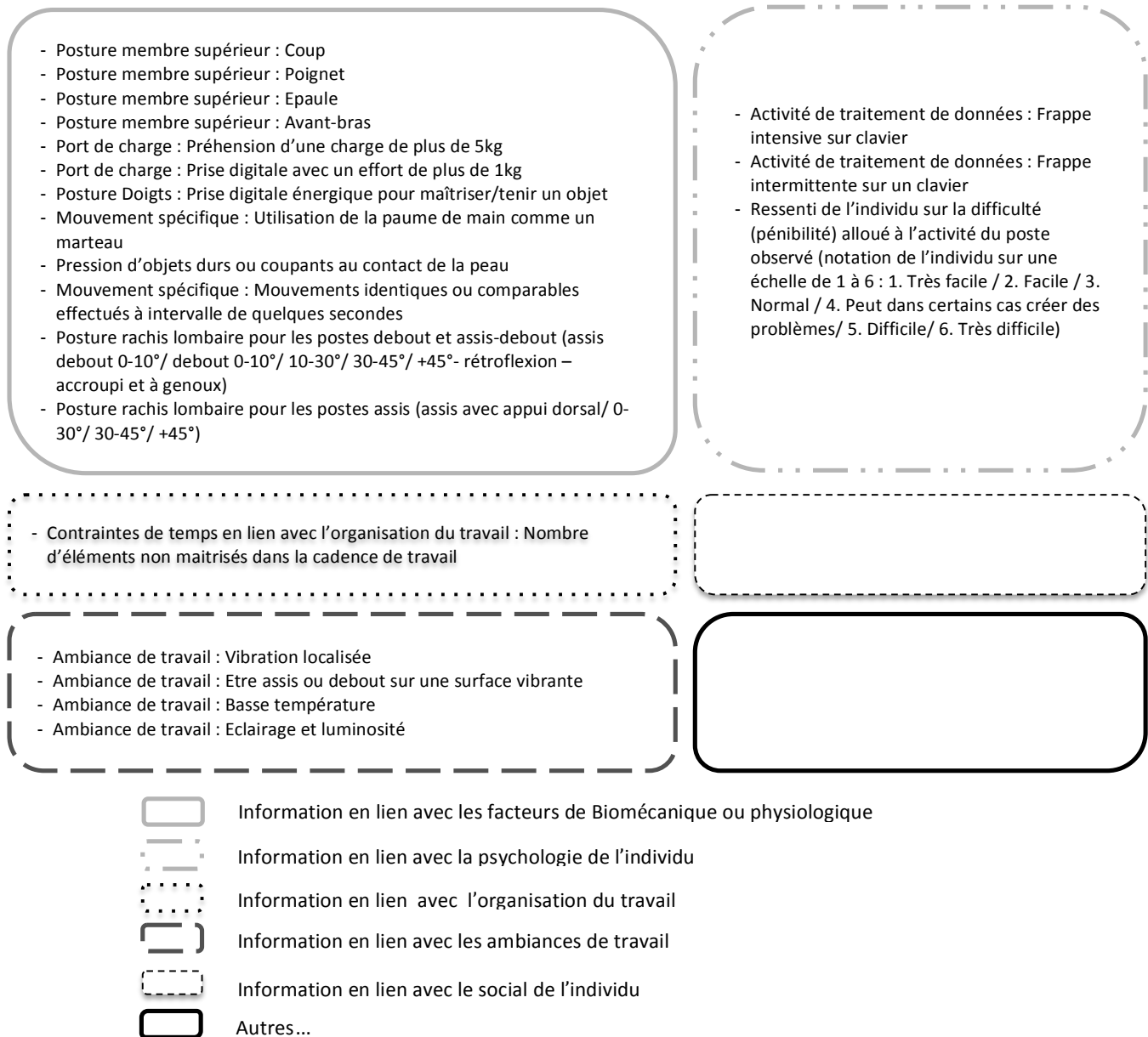
Résumé informations issues de l'outil Rachis prises en compte dans CE:

- Posture rachis lombaire pour les postes debout et assis-debout (assis debout 0-10°/ debout 0-10°/ 10-30°/ 30-45°/ +45°- rétroflexion – accroupi et à genoux)
- Posture rachis lombaire pour les postes assis (assis avec appui dorsal/ 0-30°/ 30-45°/ +45°)

Résumé informations issues de l'outil ressenti prises en compte dans CE:

- Ressenti de l'individu sur la difficulté (pénibilité) alloué à l'activité du poste observé (notation de l'individu sur une échelle de 1 à 6 : 1. Très facile / 2. Facile / 3. Normal / 4. Peut dans certains cas créer des problèmes/ 5. Difficile/ 6. Très difficile)

Représentation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.



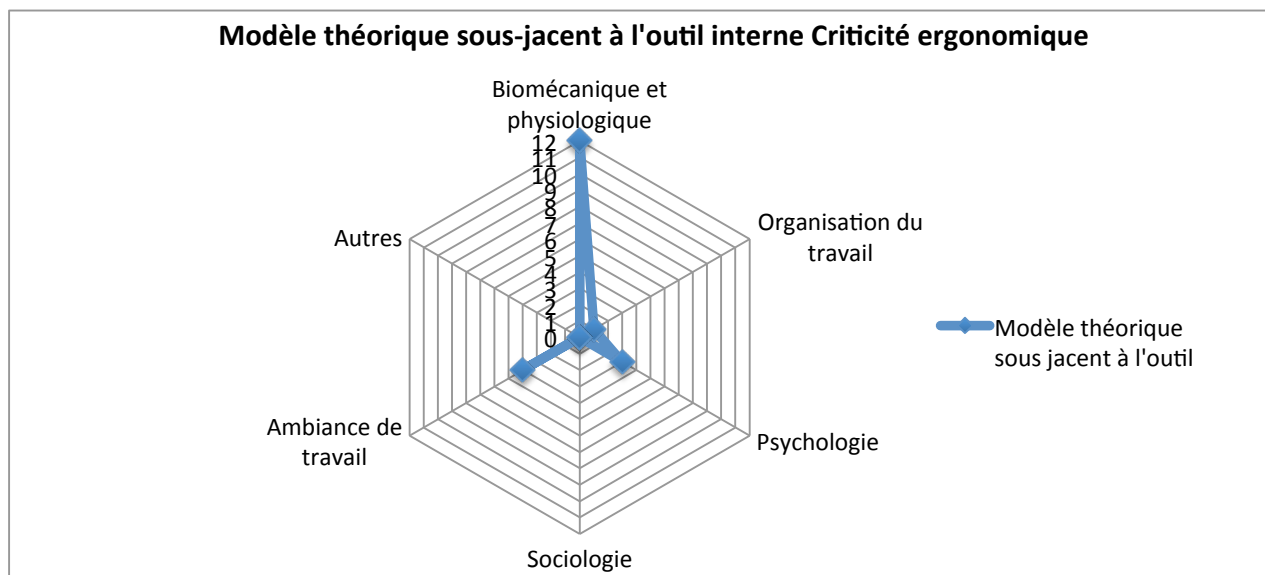
Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation Criticité ergonomique : les composants à risque de l'activité observée par l'outil

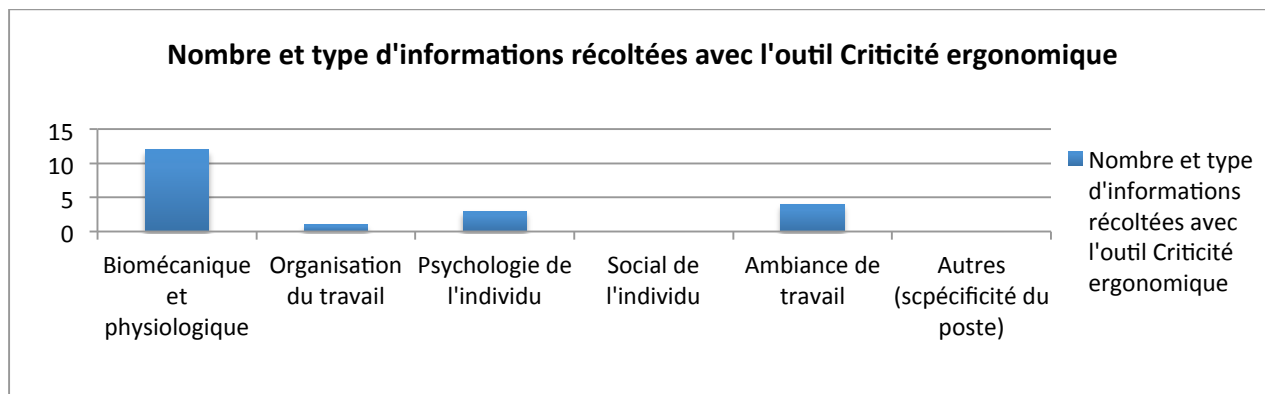
Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 12
Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 1
Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 3
Nombre d'informations en lien la sociologie : 0
Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 4
Autres informations : 0




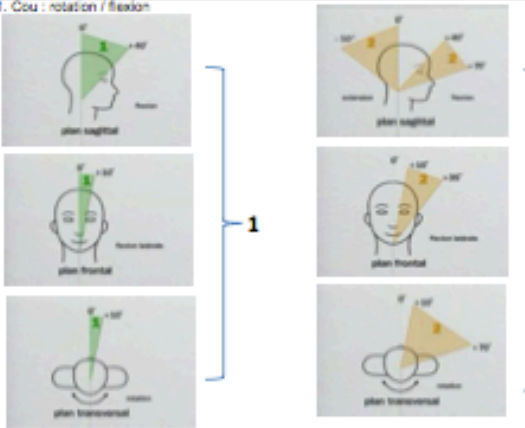
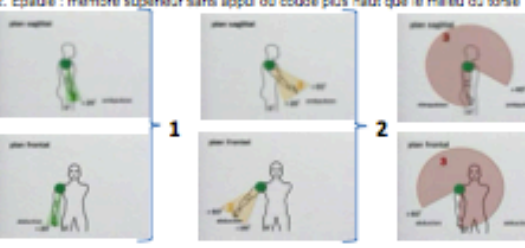
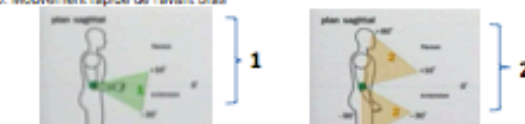
Graphique nombre et type d'informations obtenues avec l'équation révisée



Il n'y a pas de support spécifique à CE, il s'appuie sur les supports des outils OSHA, Rachis et Ressenti.

Criticité ergonomique (CE) = Résultats outil OSHA x Résultats outil RACHIS x Score de ressenti de l'individu sur la pénibilité du poste

Grille Osha

GRILLE OSHA						
Date / Heures	Poste	Opérateur		Description des tâches réalisées		
EVALUATION DES FACTEURS DE RISQUE RELATIFS AUX MEMBRES SUPERIEURS :						
Facteurs de risque	Critère figurant le facteur de risque	Durée 2 à 4 s		4 + à 20 s		Pourquoi ce geste ?
		Entourer le chiffre		Ajouter 0,5 par s supplémentaire		
Répétitivité (mouvement à des doigts, du poignet, du coude, de l'épaule ou du cou)	1. Mouvements identiques ou comparables effectués à l'intervalle de quelques secondes Mouvements ou gestes répétés toutes les 15 secondes ou moins <i>(exemple : plusieurs serrages à la suite)</i>	1	3			
	2. Frappe intensive sur le clavier Evaluez également des autres tâches répétitives ; couvrez les cadences régulières, comme pour la saisie de données <i>(exemple : poste de bureau)</i>	1	3			
	3. Frappe intermittente sur un clavier Evaluez également des autres tâches répétitives <i>(exemple : saisie informatique après chaque pièce comme par exemple après contrôle)</i>	0	1			
Effort manuel (répété ou maintenu)	1. Préhension d'une charge de plus de 5kg Tenir un objet pesant plus de 5 Kg ou serrer fortement avec la main dans une - préhension puissante - <i>(exemple : utilisation d'un manipulateur soulevant des blocs, culasses, vilebrequins / port de fûts > 5kg / prise manuelle de pièces > 5kg)</i>	1	3			
	2. Prise digitale avec un effort de plus de 1kg <i>(exemple : prise de pièces par le dessus engendrant un effort dans les doigts comme par exemple prise de briques, port de palettes, effort de plus de 1kg pour soulever un clapet)</i>		2	3		
Postures contraignantes	1. Cou : rotation / flexion 	1	2			
	2. Epaule : membre supérieur sans appui ou coude plus haut que le milieu du torse 	2	3			
	3. Mouvement rapide de l'avant bras 	1	2			

	<p>4. Poignet : flexion / extension</p>	2	3			
	<p>5. Doigts</p> <p>Prise digitale énergique pour maîtriser ou tenir un objet (exemple : maintien d'une pièce lors d'une opération pour éviter qu'elle ne chute comme par exemple lors d'un changement d'outils ou lors d'un serrage)</p>	0	1			
Surpression cutanée	<p>1. Pression d'objet durs ou coupants au contact de la peau (exemple : emmanchement manuel d'une pièce avec effort par le dessus ou sur le côté)</p>	1	2			
	<p>2. Utilisation de la paume de la main comme un marteau (exemple : pour emmancher une pièce)</p>	2	3			
Vibration	<p>1. Vibration localisée (sans amortissement des vibrations) Vibration provenant du contact des mains avec un objet vibrant. (ex : outil électrique énergisé). (exemple : visseuse à cordons, burineur, visseuse à batterie Bosch)</p>	1	2			
	<p>2. Etre assis ou debout sur une surface vibrante Sans amortissement des vibrations (exemple : siège vibrant comme on peut retrouver dans certains chariots élévateur ou tracteur sans siège amortisseur)</p>	1	2			
Environnement	<p>1. Eclairage Impossibilité de voir distinctement (reflets sur un écran d'ordinateur par exemple) (exemple : machines outils : 300lux, pièces moyennes : 500lux, petites pièces : 750lux, travail très délicat : 1500 à 200 lux)</p>	0	1			
	<p>2. Basses températures Mains exposées à une température de l'air inférieure à 15°C dans le cas d'un travail assis, à 4°C dans le cas d'un travail léger, à -6°C dans le cas d'un travail modéré à pénible, air froid soufflé sur les mains (exemple : opf 41 : animateur zone expédition, cariste expédition, cariste réception, vérificateur réceptionnaires, opf 54 : réceptionnaires)</p>	0	1			
Maîtrise des cadences de travail	<p>1. pas de maîtrise : attribuer 1 pt si un élément de non maîtrise, 2 pts si 2 ou plus (exemple : attribution d'un point pour ligne d'assemblage / finition / peinture)</p>					
SCORE DE LA CHECK-LIST (FAIRE LE TOTAL)						

Grille RACHIS :

EVALUATION DES FACTEURS DE RISQUE RELATIFS AU DOS :							Durée 2 à 4 h	4+ à 8h	8+ h	Note	Pourquoi ce geste ?
Frontale sans appui (Debout)		Critère figurant le facteur de risque		Entourer le chiffre							
Assis / Debout tronc vertical 0 à 10°		Assis avec appui dorsal		0	0						
Debout tronc vertical 0 à 10° Assis sans appui dorsal		Légèrement penché 0 à 30°		1	1						
Légèrement penché 10 à 30°		Penché 30 à 45°		1	2						
Penché 30 à 45°		Penché supérieur à 45°		2	3						
Penché supérieur à 45° Penché en arrière Accroupi ou à genoux				3	4						

Norval Maxime | Les outils simples d'évaluation du risque TMS : quelle intégration de la MMS lors du repérage des situations critiques ? - 273



Grille Ressenti :

Date:	Département:
Auditeur(s):	Station:

Evaluation Criticité Ergonomique

Poste de travail / Station :
Activités principales :

Nom Opérateur : Taille : Age :

Ancienneté chez JD : Ancienneté au poste :


Posture au poste :
Debout *Assis-debout*
Assis *Bras en l'air (indiquer hauteur)*
Accroupi *Torsion latérale du tronc (indiquer en degré, ex : 45°)*
A bout de bras *Flexion du tronc en avant (indiquer en degré, ex : 30°)*

Hauteur(s) de travail : (en cm)

Quel est selon vous le poste le plus facile/difficile ?

Sur une échelle de 1 à 6, comment évaluez-vous votre poste en termes de pénibilité ?

- 1- Très facile
- 2- Facile
- 3- Normal
- 4- Peut dans certains cas créer des problèmes
- 5- Difficile
- 6- Très difficile

 Plus d'informations, voir verso

Quelles sont les situations qui posent problèmes de pénibilité ?

Avez-vous des douleurs ?
Si oui, ou ? (indiquer Droit ou Gauche)

<i>Cervicales</i>	<i>Epaule</i>	<i>Coude</i>	<i>Poignet</i>	<i>Main</i>
<i>Doigt</i>	<i>Dos</i>	<i>Hanche</i>	<i>Genoux</i>	<i>Pied</i>

Y a-t-il des sollicitations des membres inférieurs au poste ?

Quels sont les poids minimum, poids maximum, le(s) poids le(s) plus utilisé(s) ?

Les moyens de prévention mis en place ?

Commentaires :

Echelle d'interprétation des résultats :

L'interprétation des résultats se réalise à partir du score obtenu avec la multiplication des 3 notes. Criticité ergonomique = Score OSHA x Score Rachis x Score note de ressenti.

3 niveaux d'interprétations :

Les résultats sont compris entre 0 et 888 (majoritairement entre 20 et 180)

- CE=<30 points : poste considéré comme à risque faible et pouvant accueillir des personnes à restriction sous validation du médecin.
- CE= Compris entre 30 et 112 points poste considéré comme à risque modéré. Une surveillance doit être réalisée.
- CE= >112 points poste considéré comme à risque élevé et intégrant une liste de projets majeurs à réaliser à court terme.

Limites de l'outil :

- L'outil CE ne permet pas la prise en compte de l'ensemble des informations des 3 outils, en effet dans la note finale de CE (note qui est utilisée pour représenter le niveau de risque de la situation de travail), on ne retrouve que peu d'informations issues de l'outil Ressenti, seule la note de la représentation de la pénibilité de l'individu est prise en compte.
- La multiplication des 3 scores est une limite de l'outil, en effet l'impact des 3 notes est la même malgré des informations différentes pour chacune des notes. En effet, le résultat final de criticité ergonomique est fortement impacté par la note des 3 outils. Ex : la note de ressenti et la note rachis peuvent impacter fortement la note finale, ces 2 outils reposent sur 1 seul critère.
- L'outil doit être déployé sur plusieurs individus travaillant sur une même situation pour augmenter la représentativité des résultats.
- L'outil permet l'évaluation d'une situation de travail, or l'activité de l'individu est souvent composée de plusieurs situations. L'évaluation de l'ensemble de l'activité d'un individu est alors difficilement réalisable mise à part l'interprétation des résultats de l'ensemble des situations de travail occupées par l'individu. On ne pourra, par contre pas étudier l'ensemble des situations de manière transversale avec cet outil.
- Le résultat de l'outil criticité ergonomique permet l'étude d'une situation de travail (individu+ poste de travail), le résultat n'est alors pas le même en fonction de l'individu observé. Pourtant lors de l'interprétation le résultat d'une ou de plusieurs évaluations est utilisé pour représenter le niveau de risque du poste indépendamment de l'individu qui réalise l'activité.

Ergonomic Assessment Worksheet

V1.3.4 (EAWS)

Titre de l'outil : Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.4 (EAWS)

EAWS est un outil développé par l'université de technologie de Darmstadt en Allemagne. On identifie 4 auteurs (Schaub, K ; Caragnanpo, G ; Britzke, B ; Bruder, R) ayant participé à la création de cet outil destiné à être intégré chez BMW, Fiat et Volkswagen dès 2005.

Cet outil permet de dépister le risque TMS du corps entier et des membres supérieurs. L'outil est composé de deux parties : l'une permettant l'obtention d'un score de risques pour les membres supérieurs et l'autre d'un score de risques pour le corps entier. D'après leurs auteurs l'outil EAWS permet une estimation du niveau de risques et propose des pistes de solutions d'améliorations. Dans la première partie, EAWS permet l'évaluation des postures contraignantes, des mouvements avec faibles efforts, des efforts du corps entier et des contraintes liées à la manutention. Dans la deuxième partie l'outil prend en compte les efforts, la fréquence et la qualité des prises lors de tâches répétitives, les postures de poignets et les facteurs aggravants liés à l'environnement de travail. Les critères observés selon les auteurs sont d'ordre psychologiques, et biomécaniques et les représentations individuelles.

L'outil est composé d'une section générale sur la présentation du poste et de son processus prescrit, une section sur les postures de travail, une sur les forces d'action, puis une section sur les charges répétitives. Une partie générale de calcul du résultat final est placée au début de l'outil avec un encadré permettant les commentaires et les propositions d'amélioration.

Instructions pour l'utilisation de la check-list :

1. Renseigner les rubriques générales de l'outil en inscrivant date et heure de l'évaluation, poste, opérateur, commentaires éventuels sur l'activité
2. Entamer l'échange avec le travailleur en activité pour expliquer l'objectif de cette évaluation
3. Observer plusieurs cycles complets de l'activité et prendre des vidéos des tâches les plus contraignantes. (la vidéo permettra de préciser les données après l'observation terrain)
4. Compléter l'ensemble des critères de la grille en choisissant parmi les réponses à choix multiples.
5. Vérifier les données récoltées lors du visionnage de la vidéo
6. Ajouter les notes obtenues pour chaque facteur de risque de manière à établir deux scores représentatifs des expositions et du risque d'apparition de TMS du corps entier et des membres supérieurs.
7. Comparer les scores obtenus à l'échelle d'interprétation, fournie par le concepteur, pour déterminer le risque d'apparition des TMS d'un côté pour le corps entier, et d'un autre, pour les membres supérieurs

Informations prises en compte par l'outil :

CORPS ENTIER :

- Informations générales sur le poste et les facteurs aggravants :
 - Effet négatif par minute d'une activité avec un objet en déplacement : 4 niveaux de réponse : absent / moyen / important / très important
 - Accessibilité : 4 niveaux de réponse : bonne / compliquée / mauvaise / très mauvaise
 - Intensité d'expositions aux vibrations : 4 niveaux de réponses : faible/ visible / souvent / très souvent.
 - Fréquence d'expositions aux vibrations ou aux contre coups : 6 niveaux de réponses en nombre de fois par minute N =0 fois/minute ; 1-2 fois/minute ; 4-5 fois ; 8-10 fois ; 18-20 fois ; >20fois.
 - Positions contraignantes du poignet : 4 niveaux de réponse : position neutre ; 1/3de la position max ; 2/3 position max ; position maximale.
 - Temps d'expositions des postures contraignantes du poignet : 6 niveaux de réponses en temps d'exposition par minute ou en nombre de fois pas minute ou en % de temps par minute (ex : N = 0fois / 1 fois / 8 fois / 11fois / 16fois / 20fois)
 - Autres charges physiques de travail 4 niveaux de réponse : absence de facteur physique / facteur physique moyen / facteur physique important / facteur physique très important.
- Les postures de travail : on évalue les postures de travail statique et les mouvements fréquents. Chacun des critères est évalué sous 4 angles : Sans contrainte particulière / en rotation / en torsion latérale / les bras loin du corps. On a pour chaque facteur et pour les 4 angles 10 niveaux de réponses décrites en % de temps de cycle, en sec par minute ou en min toute les 8h.
 - En position debout (ou en marchant) :
 - 1. Debout et marchant en altération, ou debout avec soutien
 - 2. Debout sans soutien
 - 3. Penché en avant (20-60°) sans ou avec un support approprié.
 - 4. Très penché en avant (>60°) sans ou avec un support approprié
 - 5. Debout avec les coudes au niveau ou au-dessus des épaules
 - 6. Debout avec les mains au-dessus du niveau de la tête
 - En position assise :
 - 7. Position assise avec support dorsal : légèrement plié vers l'avant ou vers l'arrière
 - 8. Position assise sans support dorsal
 - 9. Position assise, sans support et dos plié vers l'avant
 - 10. Position assise, sans support et avec une activité éloignée du corps qui positionne les bras au niveau des épaules
 - 11. Position assise, sans support et avec une activité éloignée du corps qui positionne les mains au-dessus de la tête
 - En position accroupie :
 - 12. Position accroupie avec le dos droit
 - 13. Position accroupie avec le dos penché vers l'avant
 - 14. Position accroupie avec le dos penché vers l'avant et les bras au niveau de la tête.
 - En position allongée ou en escalade :
 - 15. Position allongée sur le sol avec les bras au-dessus de la tête
 - 16. Position d'escalade (ex : échelle)
- Action avec effort (action/minute) : on peut s'aider du lexique des efforts max en fonction du sens de l'effort et de la posture.
 - Force bout de doigt (intensité) : 5 niveaux de réponses
 - Temps d'exposition aux efforts bout de doigt (temps): en sec d'expositions par minute ou en % de temps par minute ou en nombre de fois par minute.
 - Force corps entier et force bras (intensité) : 5 niveaux de réponses
 - Temps d'exposition aux efforts corps entier ou aux efforts bras : en sec d'expositions par minute ou en % de temps par minute ou en nombre de fois par minute.
- Manutention manuelle :

- Poids des charges (kg) à manipuler, à transporter, à maintenir et à déplacer une charge (poussé/tiré) : Il est possible d'additionner plusieurs manipulations ou plusieurs déplacements de charge
 - Poids des charges à manipuler, transporter ou maintenir : (distinction femme/homme)
 - Poids des charges à manipuler (distinction femme/homme et distinction brouette/ chariots / table à roulette ou déplacement sur rouleau)
- Posture durant la manutention : identifier la posture la plus contraignante : 4 niveaux de réponse : Tronc vertical et absence de rotation / Petite flexion du tronc ou rotation avec la charge près du corps / Flexion du tronc importante et rotation du tronc simultanément avec la charge loin du corps ou au-dessus des épaules / Forte flexion du tronc en rotation avec une charge loin du corps et une faible stabilité posturale en position debout accroupie ou à genoux.
- Les conditions de l'activité de manutention manuelle pour les activités de poussé/tiré : 6 niveaux de réponses : Très faible résistance de roulement / Très faible résistance avec une légère pente / sol rugueux avec petit interstice / Sur sol très rugueux ou sur une structure métallique sur ou hors d'un lieu de passage / effort important au décollage et sol fortement endommagé / Sol très résistant au roulement
- Fréquence de manipulations de charge (N), durée de maintien (min) ou distance de déplacement (mètre) : 10 niveaux de réponses

MEMBRES SUPERIEURS :

- Charge des membres supérieurs lors de tâches répétitives :
 - Force fréquence et qualité de la prise
 - Effort liée à l'action répétitive : 7 niveaux de réponses : 0-5N / >5-20N / >20-35 / >35-90 / >90-135 / >135-225 / >225-300.
 - Effort statique (sec/min) : 6 niveaux de réponses : action statique durable, 75% du temps / Action statique de longue durée, 50% du temps / action statique courte, 35% du temps / peu d'action statique, 15% du temps / très faible action statique, 10% du temps / pas d'action statique <5% du temps.
 - Qualité de la prise : condition de préhension : 3 niveaux de réponses : bonne tenue / tenue moyenne / mauvaise tenue.
 - Mouvement dynamique par minute : 8 niveaux de réponses : rarement / mouvement très lent des bras avec de brèves interruptions / mouvement lent avec des interruptions courtes / mouvement normal avec des interruptions courtes ou occasionnelles / Mouvement des bras rapide avec des interruptions brèves et occasionnelles / mouvement rapide continu sans interruption (rythme très élevé) / absolument aucune interruption/ encore plus rapide.
 - Postures main / bras /épaules (temps d'exposition pour la pire des situations, on retient que la posture la plus contraignante pour la position du poignet ou la position du coude ou la position de l'épaule) : 6 niveaux de réponse par rapport au temps d'exposition : 10% du temps de cycle / 25% du temps de cycle / 33% / 50% / 65% / 85%.
 - Facteurs aggravants : identification d'un ou de plusieurs facteurs aggravants : les 9 facteurs aggravants présentés : gants inadaptés pour la manipulation utilisés plus de la moitié du temps / les gestes de travail ou un contre coup est observé au moins 2 fois par minute / Contre coup observé au moins 10 fois par heure / Exposition au froid <0 degré pendant plus de la moitié du temps / Outils vibrants utilisés pendant plus de la moitié du temps / les outils provoquent des compressions de la peau avec rougeur ou ampoule / des tâches de précisions sont réalisées plus de la moitié du temps / autre facteurs observés plus de la moitié du temps.
- Répétition et temps d'exposition :
 - Temps d'exposition (h/jour) : 6 niveaux de réponses : <1 / 1,5 / 3 / 5 / 7 / >8
 - Organisation du travail : 3 niveaux de réponses ; l'individu peut prendre des pauses quand il le souhaite/ des pauses sont possibles mais pas prévues / les pauses créent un arrêt de chaîne.
 - Nombre de pauses prévues (plus de 8mins) par rapport au temps de cycle <30sec et >30sec : 8 niveaux de réponses possibles : 0 fois par jour / 1fois / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / >7.

Représentation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.







- Informations générales sur le poste et les facteurs aggravants (corps entier)
 - o (1) Postures contraignantes et temps d'exposition du poignet
 - o (2) Autres charges physiques de travail
- Les postures de travail corps entier : (3) sans contrainte particulière, (4) en rotation, (5) en torsion latérale, (6) les bras loin du corps (corps entier):
 - o En position debout (ou en marchant)
 - o En position assise
 - o En position accroupie
 - o En position allongée ou en escalade
- Action avec effort (corps entier) :
 - o (7) Force bout de doigt (intensité et temps d'exposition)
 - o (8) Force corps entier (intensité et temps d'exposition)
- Manutention manuelle (corps entier) :
 - o (9) Poids de la charge
 - o (10) Posture durant la manutention
 - o (11) Fréquence de manutention
- Les efforts répétitifs (membres supérieurs)
 - o (12) Intensité et fréquence de l'effort répétitif
 - o (13) Effort statique
- Posture de travail (membres supérieurs)
 - o (14) Postures contraignantes du poignet ou de la main ou de l'épaule et temps d'exposition

CARATERISTIQUES DU POSTE DE TRAVAIL :

- Informations générales sur le poste et les facteurs aggravants (corps entier)
 - o (1) Accessibilité
- Manutention manuelle (corps entier) :
 - o (2) Etat du sol

- Informations générales sur le poste et les facteurs aggravants (corps entier)
 - o (1) Effet négatif par minute d'une activité avec un objet en déplacement
- Répartition du temps de travail et exposition aux gestes répétitifs (membres supérieurs)
 - o (2) Temps d'exposition en lien avec l'organisation du temps de travail (temps d'activité)
 - o (3) Nombre de pauses prescrites et pauses réelles + temps

- Informations générales sur le poste et les facteurs aggravants (corps entier)
 - o (1) Intensité et fréquence d'expositions aux vibrations
- Facteurs aggravants (membre supérieur)
 - o (2) gants inadaptés avec des Outils vibrants
 - o (3) Température extrême

-  Information en lien avec les facteurs de Biomécanique ou physiologique
-  Information en lien avec la psychologie de l'individu
-  Information en lien avec l'organisation du travail
-  Information en lien avec les ambiances de travail
-  Information en lien avec le sociale de l'individu
-  Autres (spécificité du poste)...

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent à l'outil d'évaluation EWAS : les composants à risque de l'activité observée par l'outil

Groupe étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 15

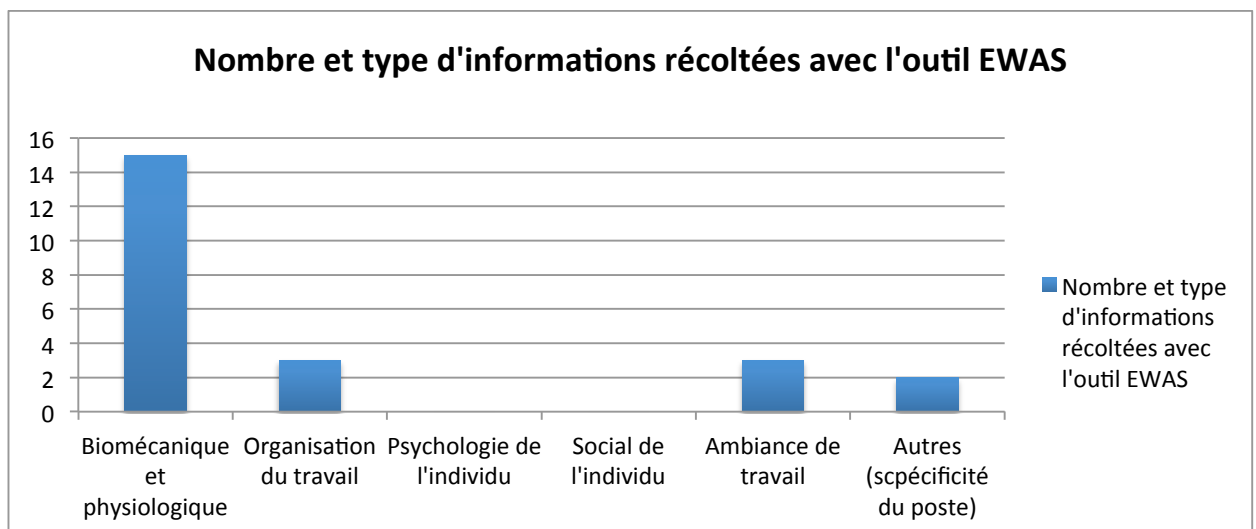
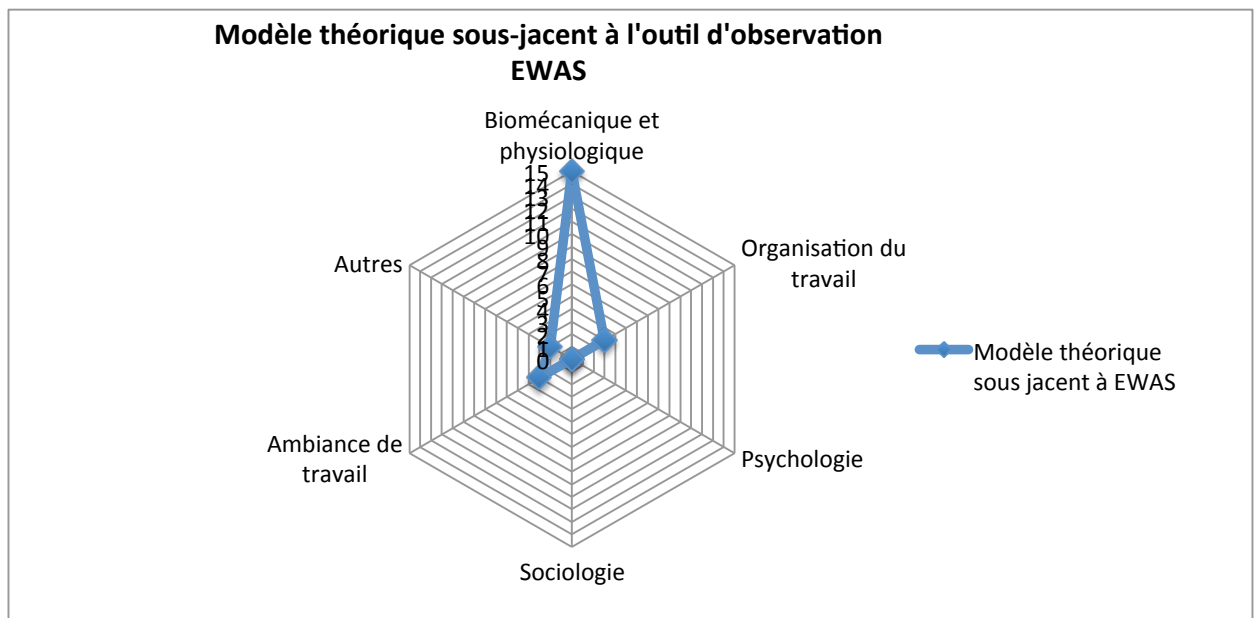
Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 3

Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 0

Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 0

Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 3

Autres informations (caractéristiques du poste): 2



Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.4															
Plant	Gender of operator m <input type="checkbox"/> f <input type="checkbox"/>		Body height												
Line	MTM Analysis			Analyst											
Task / Workplace	Task duration [sec]			Date											
Result of overall evaluation: Calculate the total score of the whole body sections and compare it to the upper limbs score. The overall result is determined by the higher value but interpretation should also take into account the second value.															
<input type="checkbox"/> Green <input type="checkbox"/> Yellow <input type="checkbox"/> Red	Whole Body	=	Postures	+	Forces	+	Loads	+	Extra	+	Upper Limbs				
		=		+		+		+		+					
EAWS evaluation	0-25 Points	Green	Low risk: recommended; no action is needed												
	>25-50 Points	Yellow	Possible risk: not recommended; redesign if possible, otherwise take other measures to control the risk												
	>50 Points	Red	High risk: to be avoided; action to lower the risk is necessary												
Extra points "Whole body" (per minute / shift)							Extra points								
Da	Adverse effects by working on moving objects	0	3	8	15	Intensity									
		none	middle	strong	very strong										
Db	Accessibility (e.g. entering motor or passenger compartment)	0	2	5	10	Status									
		good	complicated	poor	very poor										
Dc	Countershocks, impulses, vibrations	0	1	2	5	Intensity x frequency									
		light	visible	heavy	very heavy										
		0	1	2,5	4	6	8								
		[n]	1-2	4-5	8-10	16-20	>20								
Dd	Joint position (especially wrist)	0	1	3	5	Intensity x duration or frequency									
		neutral	~ 1/3 max	~ 2/3 max	maximal										
		0	2	2,5	4						6	8			
		[sec]	3	10	20	40	60								
		[n]	1	8	11	16	20								
		[%]	5	17	33	67	100								
De	Other physical work load (please describe in detail)	0	5	10	15	Intensity									
		none	middle	strong	very strong										
Extra = ∑ lines Da – De		Attention: Max. score = 40 (line Da, Dc); Max. score = 15 (line Dd, De); Max. score = 10 (line Db)			Attention: correct evaluation, if duration of evaluation ≠ 50s										
Lines Da-b mainly relate to the Automotive Industry; for other sectors additional elements may be necessary. For details see the EAWS manual.															
For scoring of repetitive tasks only:							Comments / proposals for improvements								
Description		Formula		Result											
	Real shift duration [min]														
	Lunch break [min]		-												
	Other official pauses [min]		-												
	Non repetitive tasks (i.e. cleaning, supplies, etc) [min]		-												
	Net duration of repetitive task/s (a) [min]		=												
	No. of real units (or cycles) (b)														
	Net cycle time [sec]		(a/b x 60) =												
	Observed cycle time [sec]														
EAWS form v1.3.4							© IAD and AM 2013			14					

Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.4

Basic Positions / Postures and movements of trunk and arms (per shift)											Postures																																																			
(incl. loads of <3 kg, forces onto fingers of <30 N and whole body forces of <40 N) Static postures: ≥ 4sec High frequency movements: Trunk bendings (> 60°) ≥ 2/min Kneeling/crouching ≥ 2/min Arm liftings (> 60°) ≥ 10/min											Evaluation of static postures and/or high frequent movements of trunk/arms/legs											Asymmetry affects																																								
											Duration (sec/min) = $\frac{\text{duration of posture(s)} \times 60}{\text{cycle time}}$											Sum of lines		Trunk Rotation 1) 		Lateral Bending 1) 		Far Reach 2) 																																		
[%]		5	7,5	10	15	20	27	33	50	67	83	int	dur	int	dur	int	dur																																													
[sec/min]		3	4,5	6	9	12	16	20	30	40	50	0-5	0-3	0-5	0-3	0-5	0-2																																													
[min/8h]		24	36	48	72	96	130	160	240	320	400	Intensity x Duration		Intensity x Duration		Intensity x Duration																																														
Standing (and walking)																																																														
1		Standing & walking in alternation, standing with support	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1,5	2																																																		
2		Standing, no body support (for other restrict. see Extra Points)	0,7	1	1,5	2	3	4	6	8	11	13																																																		
3		Bent forward (20-60°) with suitable support	2	3	5	7	9,5	12	18	23	32	40																																																		
4		Strongly bent forward (>60°) with suitable support	3,3	5	8,5	12	17	21	30	38	51	63																																																		
5		Upright with elbow at / above shoulder level	3,3	5	8,5	12	17	21	30	38	51	63																																																		
6		Upright with hands above head level	5,3	8	14	19	26	33	47	60	80	100																																																		
Sitting																																																														
7		Upright with back support slightly bent forward or backward	0	0	0	0	0	0,5	1	1,5	2																																																			
8		Upright no back support (for other restrict. see Extra Points)	0	0	0,5	1	1,5	2	3	4	5,5	7																																																		
9		Bent forward	0,7	1	1,5	2	3	4	6	8	11	13																																																		
10		Elbow at / above shoulder level	2,7	4	7	10	13	16	23	30	40	50																																																		
11		Hands above head level	4	6	10	14	20	25	35	45	60	75																																																		
Kneeling or crouching																																																														
12		Upright	3,3	5	7	9	12	15	21	27	36	45																																																		
13		Bent forward	4	6	10	14	20	25	35	45	60	75																																																		
14		Elbow at / above shoulder level	6	9	16	23	33	43	62	80	108	135																																																		
Lying or climbing																																																														
15		(Lying on back, breast or side) arms above head	6	9	15	21	29	37	53	68	91	113																																																		
16		Climbing	6,7	10	22	33	50	66																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="4" style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: middle;">Trunk</td> <td rowspan="2" style="width: 5%; text-align: center;">int</td> <td style="width: 10%;">0</td><td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">5</td> <td rowspan="2" style="width: 5%; text-align: center;">2)</td> <td rowspan="2" style="width: 5%; text-align: center;">int</td> <td style="width: 10%;">0</td><td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">5</td> <td rowspan="4" style="width: 15%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Σ (max.=15)</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Σ (max.=15)</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Σ (max.=10)</td> </tr> <tr> <td>slightly <10°</td><td>medium 15°</td><td>strongly 25°</td><td>extreme >30°</td> <td>close</td><td>60%</td><td>80%</td><td>arm stretched</td> <td style="text-align: center;">Σ (max. = 40)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">dur</td> <td>9</td><td>1,5</td><td>2,5</td><td>3</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">dur</td> <td>0</td><td>1</td><td>1,5</td><td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>never 0%</td><td>4 sec 8%</td><td>10 sec 16%</td><td>13 sec 20%</td> <td>never 0%</td><td>4 sec 8%</td><td>10 sec 16%</td><td>13 sec 20%</td> <td style="text-align: center;">(a)</td><td style="text-align: center;">(b)</td> </tr> </table>																	Trunk	int	0	1	3	5	2)	int	0	1	3	5		Σ (max.=15)	Σ (max.=15)	Σ (max.=10)	slightly <10°	medium 15°	strongly 25°	extreme >30°	close	60%	80%	arm stretched	Σ (max. = 40)	dur	9	1,5	2,5	3	dur	0	1	1,5	2		never 0%	4 sec 8%	10 sec 16%	13 sec 20%	never 0%	4 sec 8%	10 sec 16%	13 sec 20%	(a)	(b)
Trunk	int	0	1	3	5	2)	int	0	1	3	5		Σ (max.=15)	Σ (max.=15)	Σ (max.=10)																																															
		slightly <10°	medium 15°	strongly 25°	extreme >30°			close	60%	80%	arm stretched		Σ (max. = 40)																																																	
	dur	9	1,5	2,5	3	dur	0	1	1,5	2																																																				
		never 0%	4 sec 8%	10 sec 16%	13 sec 20%		never 0%	4 sec 8%	10 sec 16%	13 sec 20%	(a)		(b)																																																	
Attention: Max. duration of evaluation = duration of task or 100% Attention: correct evaluation, if duration of evaluation ≠ 60s																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Postures = Σ lines 1 - 16</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">(a)</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">+</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">(b)</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">=</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> </table>																	Postures = Σ lines 1 - 16	(a)	+	(b)	=																																									
Postures = Σ lines 1 - 16	(a)	+	(b)	=																																																										

Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.4

Action forces (per minute / shift)		Forces							
17		Forces onto fingers (e.g. clips, plugs)	0	7	15	25	50		
			$-1/3 F_{max}$	$-1/3 F_{max}$	$-1/3 F_{max}$	$-2/3 F_{max}$	F_{max}		
			(sec)	3	6	9	12	20	30
			(%)	5	10	15	20	33	50
18		Forces onto arms / whole body forces	0	7	15	25	50		
			$-1/3 F_{max}$	$-1/3 F_{max}$	$-1/3 F_{max}$	$-2/3 F_{max}$	F_{max}		
			(sec)	3	6	9	12	20	30
			(%)	5	10	15	20	33	50

Forces Fmax onto arms / whole body forces (neutral to gender) P15 for planning & P40 for analysis		ST Upright	P15	P40	ST Bent	P15	P40	ST Above head	P15	P40	Finger forces Fmax (neutral to gender)
	ST Upright	A	245	315	A	210	285	A	230	285	Posture A1 (power grip, pliers - 90°)
		B	260	325	B	200	240	B	265	320	
		C	170	210	C	205	280	C	160	200	

medion plane		KN Upright	P15	P40	KN Bent	P15	P40	KN Above head	P15	P40	Posture A2 (ball of the thumb)
	KN Upright	A	245	315	A	285	380	A	255	310	
		B	245	315	B	285	380	B	255	310	
		C	130	185	C	145	200	C	105	140	

Data based on the 'Assembly specific force atlas' (Prakala, Belg. Schaub, Gilsch, Ergonom 2005, adapted neutral to gender)		ST Upright	P15	P40	ST Bent	P15	P40	ST Above head	P15	P40	Posture B1 (thumb or thumb to 4 fingers)
	ST Upright	A	210	270	A	180	245	A	225	275	
		B	225	280	B	190	255	B	255	320	
		C	215	280	C	220	320	C	210	270	

		ST Upright	P15	P40	ST Bent	P15	P40	ST Above head	P15	P40	Posture C (hook, palm, strong pinch)
	ST Upright	A	205	265	A	190	250	A	215	255	
		B	245	285	B	195	245	B	260	295	
		C	215	260	C	245	295	C	195	240	

Score data as marker to change after the final completion of the force atlas project

Action forces = Σ lines 17 - 18

Attention: correct evaluation, if duration of evaluation \neq 60s

Manual Material Handling (per shift)

Weights of loads [kg] for repositioning (lifting / lowering), carrying and holding as well as pushing and pulling

Load points		Males	Females	Means of transport															
				0.5	1	1.5	2	3	4	5	6	8							
Repositioning, carrying & holding		3	2	10	5	15	7	20	10	25	12	30	15	35	18	40	20	>40	
Load points		1	1	1.5	2	2	3	4	5	6.5	7	8.5	8.5	10	15	20	25	>25	
Pushing and pulling	Males				<50	75	100	150	200	250									
	Females				<40	60	80	115	155	195									
	Males				<50	75	100	150	200	350	550								
	Females				<40	60	80	115	155	270	425								
	Males				<50	75	100	150	200	350	500	600	800	1200					
	Females				<40	60	80	115	155	270	385	480	615	900					

Posture, position of load (select characteristic posture)

Posture points		1	2	4	8
+	trunk upright and / or not twisted load at the body				
		little trunk bending or twisting; load at or close to the body	bending trunk deep or far forward; little trunk bending forward and trunk twisting simultaneously; load far from body or above shoulder level	bending trunk far forward and twisting; load far from the body; limited postural stability while standing; crouching or kneeling	

Working Conditions (pushing and pulling only)

Conditions points		0	1	3	5	8	8
+	very low rolling resistance	trolley pushing / pulling on (very) slick floor	rough floor and above small gaps / edges	on structured sheet metal, into / out of a track	trolleys have to be teased off when starting, strongly damaged floor	very high rolling resistance	

Frequency of load manipulations (#/shift), holding time [min] or travel distance [meter/shift]


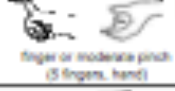




Frequency of repositionings / pushing & pulling (short)		5	25	120	300	750	1000	1600	2000	2000	3000
x	Duration (holding time) [min]	2,5	10	37	90	180	>240				
	Distance (carrying, pushing & pulling long) [m]	300	600	2000	6000	12000	>16000				
	#, duration or distance points	1	2	4	6	8	10	11	13	14	15

Manual Material Handling (result)

Load + posture + (condition points) x (#, duration or distance points)		Repositioning (1)	Holding (3)	Carrying (5)	Pushing & Pulling short (8)	Pushing & Pulling long (1)
19		()	()	()	()	()
	Handling = Σ line 19					

1) Maximal cumulative time points for all tasks of repositioning, holding, carrying as well as pushing & pulling all together = 15

Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.4

Upper limb load in repetitive tasks															Upper Limbs																					
Force & Frequency & Grip (FFG)															Basic: number of real actions per minute or percent static actions (analyze only the most loaded limb)																					
 A  B  C															Force & Duration Grip Percentage of time involved (Force & Duration) = (Grip x Percentage of time involved)					Very long lasting static actions: almost 100% Long lasting static actions: almost 60% Substantial amount of static actions = 30% Considerable amount of static actions = 15% Low amount of static actions: = 6% Very low amount of static actions: = 5% Good gripping conditions Intensely gripping conditions Poor gripping conditions Seaman Slow arm movements: frequent short interruptions Arm movements not too fast, short interrupt. Normal arm movements but short or occasional and irregular interruptions Fast arm movements: occasional and irregular short pauses Continuous arm movements. Lack of interruptions make difficult to keep pace Very high frequency: obligatory re-positions None					(Force & Frequency) = Grip Percentage of time involved (Force & Frequency) x Grip x percentage											
Force [N]		Calc Stat			Static actions (sec/min)					Grip				Dynamic actions (real actions/min)					Calc Dyn																	
		FFS	GS	%	FFGp	≥45	30	20	10	5	3	0	2	4	1/2	10	15	20	25	30	35	≥40	FFG	%	FFGp											
0-5					1	1	0	0	0	0	abc				0	0	0	1	2	3	4	7														
> 5-20					4	2	1	1	0	0	ab	bc			0	0	1	2	3	4	6	9														
> 20-35					7	5	3	2	1	1	ab	b	c		0	1	2	3	4	6	8	12														
> 35-90					11	8	5	3	2	1	a	b	b		1	2	3	5	7	9	12	18														
> 90-135					16	11	7	4	3	2	a	ab	b		2	3	5	7	9	12	15	24														
> 135-225					21	14	10	6	4	3	a	a	b		4	5	6	8	11	14	20	32														
> 225-300					28	18	12	8	5	4	a	a	b		5	6	7	9	12	16	26	40														
20a		FFGS = ∑ FFGp			FFG = FFGS + FFGD					FFG				FFGD = ∑ FFGp					FFG																	
Hand / arm / shoulder postures (use duration for worst case of wrist / elbow / shoulder)																																				
Wrist (deviation, flex/extension)															Elbow (pron, sup, flex/extension)					Shoulder (flexion, extension, abduction)																
  															If shoulders are involved close to or above shoulder height without support or in awkward postures, multiply score x3																					
Posture points		10%			25%			33%			50%			66%			85%			PP																
		0			0.5			1			2			3			4																			
Additional factors																																				
Gloves inadequate (which interfere with the handling ability required) are used for over half the time															2		<input type="checkbox"/>																			
Working postures required imply a countershock. Frequency of 2 time per minute or more (i.e.: hammering over hard surface)															2		<input type="checkbox"/>																			
Working postures imply a countershock (using the hand as a tool) with freq. of 10 time per hour or more															2		<input type="checkbox"/>																			
Exposure to cold or refrigeration (less than 0 degree) for over half the time															2		<input type="checkbox"/>																			
Vibrating tools are used for 1/3 of the time or more															2		<input type="checkbox"/>																			
Tools with a very high level of vibrations															4		<input type="checkbox"/>																			
Tools employed cause compressions of the skin (rednesses, callosities, blebs, etc.)															2		<input type="checkbox"/>																			
Precision tasks are carried out for over half the time (tasks over areas smaller than 2-3 mm)															2		<input type="checkbox"/>																			
More than one additional factor is present at the same time and overall occupy the whole of the time															3		<input type="checkbox"/>																			
Additional points (choose the highest value)															=		AF																			
Repetitive tasks duration																																				
Duration [h/shift]															< 1		1.5		3		5		7		> 8											
Duration Points															1		1.5		3		5		7		10		+									
Work Organization															Breaks are possible at every time					Breaks are possible at given conditions					Breaks lead to a stop of the process											
Work Organization Points															0					1					2											
Breaks (≥ 8 min) [h/shift]															0		1		2		3		4		5		6		≥7							
Break points															3		2		1		0		-1		-2		-3		-4							
Duration Points															0				-0.5				-1				-1.5		-2							
Upper limb load in repetitive tasks															=		DP																			
20															(a) Force & Frequency & Grip					(b) Postures					(c) Additional factors					(d) Duration					Upper Limbs	
		FFG			+			PP			+			AF			X			DP			=													

Echelle d'interprétation des résultats.

Les résultats de l'outil sont obtenus par calcul. Ce calcul se réalise sur le support de l'outil grâce à un système de calcul par critères et un calcul général pour 2 parties du corps : Score Corps entier et Score Membres supérieurs. On obtient 2 évaluations des risques avec cet outil l'une pour le corps entier et l'autre pour les membres supérieurs.

- Score Corps entier = Score Posture + Score Force + Score Manutention + Score Facteurs Aggravants (score compris entre 0 et 7872) (majoritairement entre 0 et 80)
- Score Membres supérieurs = Score Force et fréquence Membres supérieurs + Score posture des membres supérieurs + Score facteurs aggravants membres supérieurs x Score temps d'exposition (Score compris entre 0 et 495) (majoritairement entre 0 et 80)

3 niveaux d'interprétations :

- 0-25 (vert) : risque faible, pas d'action nécessaire
- >25-50 (orange) : possibilité de risque, modification du poste si nécessaire et faire étude approfondie pour vérifier le risque
- >50 (rouge) : risque élevé : des actions pour réduire le risque sont nécessaires

EAWS evaluation	0-25 Points	Green	Low risk: recommended; no action is needed
	>25-50 Points	Yellow	Possible risk: not recommended; redesign if possible, otherwise take other measures to control the risk
	>50 Points	Red	High risk: to be avoided; action to lower the risk is necessary

Limites de l'outil d'évaluation EAWS :

L'outil EAWS demande des compétences en analyse du travail ou une formation spécifique pour pouvoir être déployé. L'outil est orienté par son concepteur essentiellement vers les caractéristiques biomécaniques de l'individu en activité, on ne retrouve pas d'informations sur les caractéristiques de l'individu et sur les possibles contraintes psychologiques et sociales.

Son support de déploiement permet une retranscription et une interprétation rapide des résultats.

L'outil d'évaluation se compose de deux grandes parties qui permettent une analyse séparée du risque de TMS du corps entier et des membres supérieurs.

Questionnaire TMS développé par l'INRS

Titre de l'outil : Questionnaire TMS développé par l'INRS.

Le questionnaire TMS de l'INRS est destinée à l'évaluation du risque TMS des salariés exposés à un risque d'apparition de TMS, il a été conçu en 1995 par l'INRS (Cail, Pichene, & Aptel, 1995). Publié dans la revue « document pour la médecine du travail » puis mis à disposition des préventeurs dans une version informatisée (Fox-pro[®] / Delphi 4.0[®]). Ce questionnaire est utilisé pour recenser les plaintes de TMS, les symptômes de stress et le vécu du travailleur. Une révision du questionnaire a été proposée par l'université de Wisconsin (Etats-Unis) suite aux évolutions des connaissances scientifiques, notamment sur l'impact des facteurs psycho-sociaux en lien avec le travail informatisé. Cette évolution a été publiée par Haims & Carayon en 1998 (Haims M.C, Carayon P, 1998). Le questionnaire a été évalué et validé lors d'études effectuées sur une population de plus de 300 salariés dans des entreprises du tertiaire (Carayon P, Schmitz W, Newman L, 1998). La nouvelle version de l'INRS, étudiée dans ce rapport, est publiée en 2000 par Cail, P ; Morel, O & Aptel, M est reprend certaines parties du questionnaire original en l'associant à des rubriques extraites de la version révisée.

Cette version du questionnaire développée par l'INRS (2000) comporte 127 questions réparties sur 5 chapitres : généralités sur les caractéristiques des opérateurs, plaintes de TMS, symptômes de stress, contraintes psychosociales, vécu et représentation du travailleur (volet général). Il existe un volet sur le travail informatisé qui n'a pas été déployé dans cette étude au vu de l'activité observée.

Les codages des réponses permet le calcul d'un score représentatif de l'exposition des travailleurs aux facteurs de risques TMS. Selon leurs concepteurs les codages des réponses sont convertis sur une échelle discontinue de 0 à 100 (de 25 à 100 pour l'intensité des plaintes) pour que toutes les réponses aient le même poids. Puis pour chacune des parties une addition des scores des questions, divisée par le nombre de scores, est réalisée pour obtenir un score par partie. Les scores sont interprétés par partie : plaintes TMS, symptômes de Stress et facteurs psychosociaux. Pour les plaintes de TMS, un score englobe les épaules, coudes et poignets-mains (le cou faisant l'objet d'un score séparé).

Ce questionnaire ne peut suffire pour aborder la recherche de transformation de l'activité, il permet le dépistage des postes à risques. Il est indispensable que les données recueillies au moyen de ce questionnaire soient complétées par des interventions sur les postes considérés comme les plus à risque. Le questionnaire est long de déploiement et demande des compétences

particulières en prévention des risques (notamment des TMS) et en méthodologie d'analyse du travail (principe de précaution lors du déploiement d'un questionnaire, codage et interprétations des résultats).

Instructions pour l'utilisation du questionnaire:

1. Entamer l'échange avec le(s) travailleur(s) en activité en expliquant l'objectif de ce questionnaire et l'utilisation des résultats obtenus.
2. Suite à la discussion avec le(s) travailleur(s), réaliser un temps d'observation sur plusieurs cycles de travail pour identifier les principales contraintes de l'activité (données permettant de juger la cohérence des résultats en fin d'évaluation)
3. Organiser un temps sur table dans une salle spécifiquement dédiée pour fournir le questionnaire au(x) travailleur(s). Le questionnaire peut aussi être fourni au travailleur afin d'être rempli lors des temps libres ou des temps hors de l'entreprise, ce déploiement doit être utilisé avec des précautions pour limiter le risque de biais dans les résultats
4. Laisser le temps au(x) travailleur(s) pour répondre aux 127 questions (volet général). Rester à proximité pour fournir de l'aide dans la compréhension des questions et des réponses proposées.
5. Une fois toutes les rubriques complétées récupérer les questionnaires.
6. Faire le bilan, par questionnaire, des réponses fournies et établir les scores associés à chacune des rubriques.
7. Interpréter les résultats d'exposition par rapport à une population référence ou par comparaison des scores de plusieurs populations (ensemble de travailleurs qui réalise des activités similaires).
8. Interprétation des résultats de chacune des parties par croisement des scores (plaintes TMS- Stress / Stress-risque psychosociaux / plaintes TMS- risque psychosociaux)
9. Faire un retour au travailleur sollicité sur les résultats obtenus et les interprétations réalisées (attention à l'anonymat lors des retours). Cette phase permet la confirmation, par les travailleurs eux mêmes, des tendances observées lors de l'évaluation.
10. S'assurer de la cohérence dans l'interprétation des résultats des 3 parties avec les spécificités de l'activité et les contraintes observées en amont au déploiement du questionnaire.

Informations identifiées par l'outil :

1. Généralités sur les caractéristiques des opérateurs

Année de naissance, âge, sexe, taille, poids, mains fortes, verres correcteurs, statu (CDI/CDD/intérimaire/autres), ancienneté par rapport au 1^{er} emploi, ancienneté dans l'entreprise, polyvalence, temps de travail (temps partiel/journée/2x8/3(ou plus)x8/nuit/semaine comprimée) (si travail en équipe) équipe la plus contraignante (matin/après-midi/nuit)

2. Les plaintes de TMS

- Au niveau du cou :

Durant des 12 derniers mois avez-vous eu des problèmes (courbature, douleur, inconfort) au niveau du cou. (oui/non)

A quelle fréquence avez-vous eu ces problèmes au cou ? (presque jamais/rarement/parfois/fréquemment/presque toujours)

En moyenne, quelle est l'intensité de ce problème au cou ? (Faible/modérée/forte/insupportable)

- Au niveau du haut du dos :

Durant des 12 derniers mois avez-vous eu des problèmes (courbature, douleur, inconfort) au niveau du haut du dos. (oui/non)

A quelle fréquence avez-vous eu ces problèmes en haut du dos ? (presque jamais/rarement/parfois/fréquemment/presque toujours)

En moyenne, quelle est l'intensité de ce problème en haut du dos ? (Faible/modérée/forte/insupportable)

- Au niveau du bas du dos :

Durant des 12 derniers mois avez-vous eu des problèmes (lumbago, lombalgie...) au niveau du bas du dos. (oui/non)

A quelle fréquence avez-vous eu ces problèmes en bas du dos ? (presque jamais/rarement/parfois/fréquemment/presque toujours)

En moyenne, quelle est l'intensité de ce problème en bas du dos ? (Faible/modéré/forte/insupportable)

- Idem : Au niveau de l'épaule droite / au niveau de l'épaule gauche / au niveau du coude droit / au niveau du coude gauche / au niveau du poignet - main droit / au niveau du poignet - main gauche :

3. Les principaux symptômes de stress

Depuis que vous travaillez ici, vous sentez vous en stressé (pas du tout/un peu/beaucoup/énormément)

Durant les 12 derniers mois, avez vous ressenti : (jamais ou rarement/quelque fois/assez souvent/très souvent ou constamment)

- Palpitations, douleur au niveau du cœur (gêne précordiale), sueurs en l'absence d'effort physique, nervosité ou tremblement, étourdissements ou vertiges, bouche sèche, brûlures d'estomac, ballonnements, gaz, digestion difficile, constipations ou diarrhées, sensation d'avoir l'estomac noué, sensation de tension, de crispation, anxiété, irritabilité, états dépressifs, difficultés d'endormissement, insomnies, période de fatigue intense ou d'épuisement, avez-vous des soucis (non/professionnels/familiaux)

4. Facteurs psychosociaux,

Votre travail vous oblige t'il à travailler très vite (rarement/parfois/assez souvent/très souvent)

Votre travail vous oblige t'il à être très productif (rarement/parfois/assez souvent/très souvent)

Généralement, est ce que vous avez beaucoup de choses à faire (rarement/parfois/assez souvent/très souvent)

En ce moment, est ce que vous avez beaucoup de choses à faire (oui/non)

Etes-vous débordé(e) dans votre travail (jamais/de temps en temps souvent/toujours)

Dans quelle mesure être vous confronté(e) aux conditions suivantes dans votre travail :

Travail sous délai (en général) : pas du tout/un peu/ assez / beaucoup

- Est ce le cas en ce moment (oui/non)
- Retard dans le travail (en général) : pas du tout/un peu/ assez / beaucoup
- Est ce le cas en ce moment (oui/non)
- Objectifs de rendement : pas du tout/un peu/ assez / beaucoup
- Votre travail nécessite t'il votre pleine attention : pas du tout/un peu/ assez / beaucoup
- Quel est le risque d'erreur dans votre travail si vous arrêtez de vous concentrer pendant un moment : pas du tout/un peu/ assez / beaucoup
- Pouvez vous choisir l'ordre dans lequel vous accomplissez vos tâches : très fortement/beaucoup / modérément / un peu / très peu
- Pouvez vous décider quelle quantité de travail vous aller effectuer : très fortement/beaucoup / modérément / un peu / très peu
- Pouvez vous travailler à la vitesse que vous souhaitez : très fortement/beaucoup / modérément / un peu / très peu
- Quelle influence avez vous sur la qualité du travail qui vous est confié : très grande /beaucoup / modérément / un peu / très peu
- Pouvez-vous prendre de l'avance dans votre travail : souvent / parfois / rarement / jamais / non concerné
- Etes-vous partie prenante dans les décisions qui concernent votre travail : énormément / beaucoup / moyennement / un peu / presque pas
- Participez vous à l'organisation de votre travail : énormément / beaucoup / moyennement / un peu / presque pas
- Décidez vous quelle partie du travail vous allez effectuer : énormément / beaucoup / moyennement / un peu / presque pas

Est-ce que les personnes suivantes délaissent momentanément leur travail pour aidez dans le votre ?

- Votre supérieur hiérarchique immédiat : beaucoup / assez / un peu / pas du tout
- Vos collègues : beaucoup / assez / un peu / pas du tout

Est-il facile de discuter avec les personnes suivantes ?

- Votre supérieur hiérarchique immédiat : beaucoup / assez / un peu / pas du tout
- Vos collègues : beaucoup / assez / un peu / pas du tout

Pouvez-vous compter sur les personnes suivantes en cas de difficulté dans le travail ?

- Votre supérieur hiérarchique immédiat : beaucoup / assez / un peu / pas du tout
- Vos collègues : beaucoup / assez / un peu / pas du tout

Est ce que les personnes suivantes sont disponibles pour écouter vos problèmes ?

- Votre supérieur hiérarchique immédiat : beaucoup / assez / un peu / pas du tout
- Vos collègues : beaucoup / assez / un peu / pas du tout

Selon vous, quelles sont les possibilités que dans les prochaines années :

- Votre emploi soit supprimé : pas du tout / un peu / assez / beaucoup
- Votre emploi soit automatisé : pas du tout / un peu / assez / beaucoup

Quels intérêts portez-vous à votre travail : aucun \longleftrightarrow énorme

Comment jugez-vous la complexité de votre travail : faible \longleftrightarrow forte

5. Le vécu du travail ; il diffère selon la nature du travail concerné ; en effet, il existe une application générale et une application spécifique pour le travail informatisé.

Travail manuel :

- S'agit-il d'un travail à la chaîne (oui/non)

Selon vous :

- La contrainte de temps lors du travail est : inexistante ↔ insupportable
- les gestes de travail sont-ils répétitifs : pas du tout ↔ très
- La cadence est-elle : lente ↔ très rapide
- la force musculaire requise est-elle : faible ↔ très grande
- le travail nécessite-t-il des mouvements précis et très fins: pas du tout ↔ très
- Après votre travail, la fatigue musculaire dans les membres supérieurs est : inexistante ↔ très forte
- Utilisez-vous plus souvent une main que l'autre (non/ oui droit / oui gauche)

Avez vous déjà éprouvé la sensation de :

- Froid (<10°C) : (oui/non)
- Humidité : (oui/non)
- Bruit : (oui/non)
- Chaleur : (oui/non)
- Empoussièrément : (oui/non)

Quels sont les 3 outils les plus pénibles que vous utilisez ? ...

Selon vous, au cours de votre travail, la température de vos mains est t-elle : (ni chaude ni froide/ plutôt chaude/ plutôt froide)

Selon vous, l'un ou plusieurs des outils que vous utilisez vibrent-ils ? (pas du tout / un peu / beaucoup)

Quels sont les outils vibrants :

Cette vibration vous gêne t-elle : (pas du tout / un peu / beaucoup)

Portez vous des gants (oui /non)

La pression que vous exercez sur l'objet travaillé est : (très faible/ faible/ moyenne/ forte/ très forte)

Quelle proposition faites-vous pour réduire le risque de TMS et améliorer la vie au travail :

Travail informatisé :

- Quelle est votre tâche principale (saisie de données / acquisition de données / Traitement de texte /dialogue / Tâche créative)
- Quelle est en moyenne la durée journalière de cette tâche ?
- Faites-vous toujours la même tâche ? (oui /non)
- Depuis combien d'années travaillez-vous sur écran, à cette tâche ?
- Quelle est en moyenne votre durée journalière de travail sur écran ? (0-2h / 2-4h / 4-6h / 6-8h / plus de 8h)
- Utilisez-vous : (plus le clavier que la souris / plus la souris que le clavier / autant l'un que l'autre)
- Taper vous au clavier sans avoir appris ? (oui / non)
- Votre travail sur écran se fait-il ? (en alternance avec une activité de bureau et avec pause / en alternance avec une activité de bureau mais sans pause / en continu avec pause régulière / en continu et sans pause régulière)
- Quittez-vous votre poste de travail pendant les pauses ? (souvent ou toujours / parfois / rarement ou jamais)
- Avez-vous des périodes d'attente de la réponse de l'ordinateur ? (non / parfois / souvent)
- Utilisez-vous un écran ? (couleur à fond clair / couleur à fond sombre / monochrome à fond clair / monochrome à fond sombre)
- La taille des caractères affichées sur votre écran vous paraît-elle : (suffisante / parfois insuffisante / toujours insuffisante)
- Avez-vous des reflets sur votre écran ? (non / parfois / souvent ou toujours)
- Avez-vous des zones d'éblouissantes dans votre champ visuel de travail (non / parfois / souvent ou toujours)
- Comment trouvez-vous le niveau sonore : (correcte / parfois élevé / toujours élevé)
- Comment trouvez-vous la température du local en été ? (correcte / parfois élevé / parfois basse)
- La ventilation du local vous paraît-elle : (adéquate / inadéquate)

Les questions suivantes correspondent à une situation de travail assis :

- Le haut de votre moniteur est-il : (au niveau de vos yeux / plus bas que vos yeux / plus haut que vos yeux)
- Si vous utilisez des documents –papier sont-ils posés : (sur un porte copie / à plats entre le clavier et l'écran / à plat à côté du clavier / à plat entre vous et le clavier)
- Votre plan de travail est-il d'une taille : (suffisante / insuffisante)
- Utilisez-vous un clavier : (éclaté (en forme de V) // traditionnel mince / traditionnel épais / solidaire de l'écran sur un portable)
- Votre clavier vous paraît-il placé : (à bonne hauteur / trop haut / trop bas)
- Votre clavier est-il positionné : (face à vous / de biais)
- Les touches de votre clavier vous paraissent-elles : (avoir un enfoncement normal / être trop sensibles / être trop dures)
- Avez-vous un appui du poignet durant l'utilisation du clavier : (non / sur un repose paume / sur la table / sur le bord de

- clavier)
- Avez-vous un appui de l'avant-bras durant l'utilisation du clavier : (non / oui, sur accoudoir / oui sur table)
- Appuyez-vous votre dos sur le dossier durant l'utilisation du clavier ou de la souris : (souvent ou toujours / quelques fois / rarement ou jamais)
- Votre tapis de souris est-il : contre le clavier / éloigné du clavier mais sur le même plan de travail / éloigné du clavier et sur un autre plan de travail)
- Avez-vous un appui de l'avant-bras durant l'utilisation de votre souris : (oui, sur table / oui, sur accoudoir/ non)
- La taille ou la forme de votre souris vous paraît-elle : (adéquate / inadéquate)
- Votre travail nécessite-t-il de la concentration : (pas du tout/ un peu / assez / beaucoup)
- Votre travail vous oblige-t-il à mémoriser beaucoup d'informations : (pas du tout/ un peu / assez / beaucoup)
- Avez-vous un micro-ordinateur chez vous : (oui / non)

Représentation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS.

- Généralités sur les caractéristiques personnelles des opérateurs (7 informations : années de naissance, âge, taille poids mains forte, verre correcteur).
- Représentation des contraintes perçues durant le travail (question 5 vécu du travail) : gestes répétitifs, force requise, précision des mouvements, fatigue après le travail, utilisation d'une main en particulier
- Représentation des pressions (efforts) exercées sur un objet/outil (question 5 le vécu du travail)







- Statu de l'individu
- Temps de travail
- Equipe alternée et si oui la plus contraignante
- Représentation de l'organisation du travail par l'individu (question 4 facteurs psychosociaux) : Travail sous délai en général et en ce moment, retard dans le travail en général et en ce moment, objectif de rendement, niveau d'attention demandée par la tâche, risque d'erreur d'inattention, choix dans l'ordre des tâches, choix dans la vitesse de travail, influence sur la qualité du travail, prise d'avance, participation aux décisions, participation à l'organisation de son travail, choix des activités.
- Possibilité d'entre aide durant l'activité (collectif de travail et hiérarchie)
- Nature de la tâche (question 5 le vécu du travail) : S'agit-il d'un travail à la chaîne ?

- Représentation individuelle et plaintes de TMS : Durant les 12 derniers mois, fréquence et intensité des douleurs (9 zones corporelles : cou, haut du dos, bas dos, épaules D/G, Coude D et G, Poignet –mains D et G)
- Symptôme de stress général et symptôme spécifique durant les 12 derniers mois (19 symptômes présentés)
- Représentation des exigences perçues (question 4 : facteurs psychosociaux) : Vitesse de travail, productivité, nombre de tâches en général et en ce moment, sensation de débordement.
- Représentation individuelle (question 4 : facteurs psychosociaux) : possibilité d'évolution dans les prochaines années, intérêt porté au travail, jugement de la complexité de son activité
- Représentation des contraintes perçues durant le travail (question 5 vécu du travail) : contrainte de temps, cadence
- Représentation des 3 outils les plus pénibles (question 5 le vécu du travail)

- Représentation de l'individu sur le collectif de travail et la hiérarchie (facteurs psycho-sociaux question 4) : Echange avec collègues et supérieur hiérarchique, pouvez vous compter sur vos collègues et votre supérieur hiérarchique, personne à l'écoute dans vos collègues et supérieur hiérarchique.

- Compétence et savoir faire : Ancienneté dans l'entreprise, ancienneté par rapport au 1^{er} emploi, polyvalence
- Quelles propositions faites vous pour réduire le risque de TMS et améliorer la vie au travail (question 5 le vécu du travail)

- Représentation des ambiances de travail (question 5 le vécu du travail) ; température froide, et chaude, humidité, bruit, empoussièremment
- Représentation (question 5 le vécu du travail) : température des mains, vibration d'outils et le quel, gêne de la vibration, utilisation de gants.

-  Information en lien avec les facteurs de Biomécaniques ou physiologiques
-  Information en lien avec la psychologie de l'individu
-  Information en lien avec l'organisation du travail
-  Information en lien avec les ambiances de travail
-  Information en lien avec le social de l'individu
-  Autres...

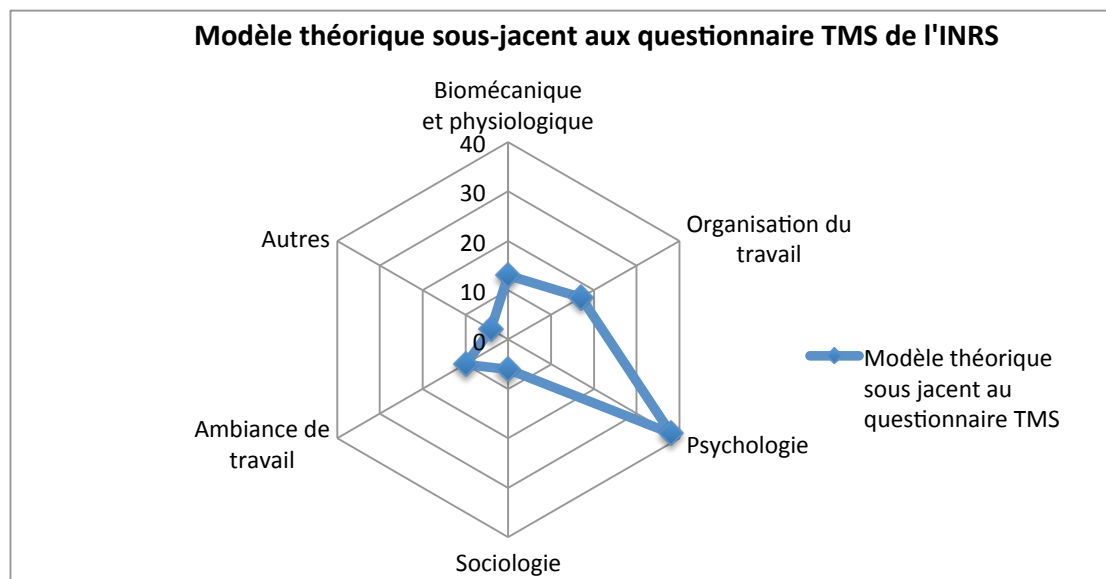
Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent (graphe radar)

Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent au questionnaire TMS de l'INRS: les composants à risque de l'activité observés par l'outil (nous n'avons pas traité la partie du travail informatisé car elle ne correspond pas à l'activité observée)

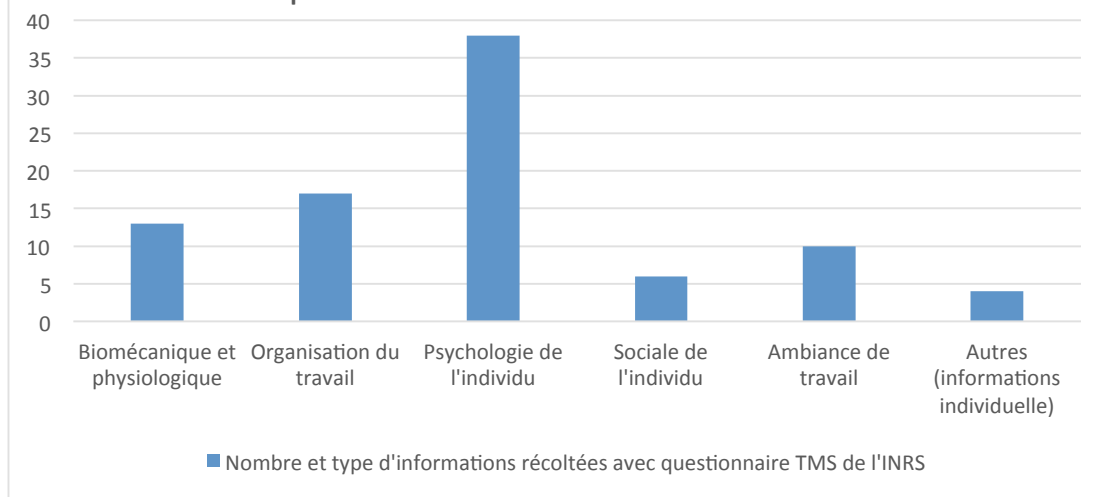
Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.

Répartition des informations issues de l'outil d'évaluation du risque TMS :

- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 13
- Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 17
- Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 38
- Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 6
- Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 10
- Autres informations : 4



Nombre et type d'informations récoltées avec le questionnaire TMS de l'INRS



Support questionnaire TMS (support version longue)

QUESTIONNAIRE SUR LES TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES (version octobre 2000)

- 1 - GENERALITES
- 2 - TMS
- 3 - STRESS
- 4 - FACTEURS PSYCHOSOCIAUX d'origine professionnelle
- 5 - VECU DU TRAVAIL
 - 5.1 Travail manuel
 - 5.2 Travail informatisé

1 - GENERALITES

1 - Date de l'entretien :

2 - N° de dossier :

3 - Année de naissance :

4 - Age :

5 - Sexe : Masculin = 1 Féminin = 2

6 - Taille (cm) :

7 - Poids (Kg) :

8 - Droitier = 1 Gaucher = 3 Ambidextre = 2

9 - Verres correcteurs
 Non = 1 Lentilles = 2 Verres progressifs = 3
 Doubles foyers = 4 Autre = 5

10 - Quelle est la nature de votre contrat de travail ?
 CDI = 1 CDD = 2 Intérimaire = 3
 autre = 4

Depuis combien d'années et mois travaillez-vous ?

11 - Depuis votre 1^{er} emploi :

12 - Dans cette entreprise :

13 - Etes-vous non polyvalent(e) ?
 Non = 1 Oui = 2 Non concerné = 9

14 - Comment travaillez-vous ?
 Temps partiel = 1 Journée = 2 2 x 8 = 3
 3 (ou plus) x 8 = 4 Nuit = 5 Semaine comprimée = 6

15 - Si vous travaillez en équipe, quel est le poste le plus contraignant ?
 Matin = 1 Après-midi = 2
 Nuit = 3 Non concerné = 9

2 - TMS

16 - Avez-vous eu durant les 12 derniers mois des problèmes (courbatures, douleur, inconfort) au niveau du cou ?
 non = 1 oui = 2

17 - Quelle a été la fréquence de ce problème ?
 presque jamais = 1 rarement = 2
 (tous les 6 mois) (tous les 2 ou 3 mois)
 parfois = 3 fréquemment = 4
 (tous les mois) (tous les 8 jours)
 presque toujours = 5 non concerné = 9
 (tous les jours)

18 - En moyenne, quelle est l'intensité de ce problème ?
 faible = 1 modérée = 2
 forte = 3 insupportable = 4
 non concerné = 9

19 - Avez-vous eu durant les 12 derniers mois des problèmes (courbatures, douleur, inconfort) au niveau du haut du dos ?
 non = 1 oui = 2

20 - Quelle a été la fréquence de ce problème ?
 presque jamais = 1 rarement = 2
 parfois = 3 fréquemment = 4
 presque toujours = 5 non concerné = 9

21 - En moyenne, quelle est l'intensité de ce problème ?
 faible = 1 modérée = 2
 forte = 3 insupportable = 4
 non concerné = 9

22 - Avez-vous eu durant les 12 derniers mois des problèmes (lumbago, lombalgie...) au niveau du bas du dos ?
 non = 1 oui = 2

23 - Quelle a été la fréquence de ce problème ?
 presque jamais = 1 rarement = 2
 parfois = 3 fréquemment = 4
 presque toujours = 5 non concerné = 9

24 - En moyenne, quelle est l'intensité de ce problème ?
 faible = 1 modérée = 2
 forte = 3 insupportable = 4
 non concerné = 9

25 - Avez-vous eu durant les 12 derniers mois des problèmes (courbatures, douleur, inconfort) au niveau de l'épaule droite ?
 non = 1 oui = 2

26 - Quelle a été la fréquence de ce problème ?
 presque jamais = 1 rarement = 2
 parfois = 3 fréquemment = 4
 presque toujours = 5 non concerné = 9

27 - En moyenne, quelle est l'intensité de ce problème ?
 faible = 1 modérée = 2
 forte = 3 insupportable = 4
 non concerné = 9

28 - Avez-vous eu durant les 12 derniers mois des problèmes (courbatures, douleur, inconfort) au niveau de l'épaule gauche ?
 non = 1 oui = 2

29 - Quelle a été la fréquence de ce problème ?
 presque jamais = 1 rarement = 2
 parfois = 3 fréquemment = 4
 presque toujours = 5 non concerné = 9

3 - STRESS

43 - Depuis que vous travaillez ici, vous sentez-vous stressé(e) ?

- pas du tout = 1 un peu = 2
 beaucoup = 3 énormément = 4

Durant les 12 derniers mois, avez-vous ressenti :

44 - Palpitations :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

45 - Douleurs au niveau du cœur (gêne précordiale) :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

46 - Sueurs, en l'absence d'effort physique :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

47 - Nervosité ou tremblements :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

48 - Etourdissements ou vertiges :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

49 - Bouche sèche :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

50 - Brûlures d'estomac :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

51 - Ballonnements, gaz :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

52 - Digestion difficile :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

53 - Constipations ou diarrhées :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

54 - Sensation d'avoir l'estomac noué :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

55 - Sensation de tension, de crispation :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

56 - Anxiété :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

3 - STRESS (suite)

57 - Irritabilité :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

58 - Etats dépressifs :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

59 - Difficultés d'endormissement :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

60 - Insomnies :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

61 - Périodes de fatigue intense ou d'épuisement :

- jamais ou rarement = 1 quelquefois = 2
 assez souvent = 3
 très souvent ou constamment = 4

62 - Avez-vous des soucis ?

- non = 1 professionnels = 2
 familiaux = 3

4 - FACTEURS PSYCHOSOCIAUX D'ORIGINE PROFESSIONNELLE

63 - Votre travail vous oblige-t-il à travailler très vite ?

- rarement = 1 parfois = 2
 assez souvent = 3 très souvent = 4

64 - Votre travail vous oblige-t-il à être très productif ?

- rarement = 1 parfois = 2
 assez souvent = 3 très souvent = 4

65 - Généralement, est ce que vous avez beaucoup de choses à faire ?

- rarement = 1 parfois = 2
 assez souvent = 3 très souvent = 4

66 - En ce moment, est ce que vous avez beaucoup de choses à faire ?

- non = 1 oui = 2

67 - Etes-vous débordé(e) dans votre travail ?

- jamais = 1 de temps en temps = 2
 souvent = 3 toujours = 4

Dans quelle mesure êtes vous confronté(e) aux conditions suivantes dans votre propre travail :

68 - travail sous délai (en général) ?

- pas du tout = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

69 - Est-ce le cas en ce moment ?

- non = 1 oui = 2

70 - retard dans le travail (en général) ?

- pas du tout = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

4 - FACTEURS PSYCHOSOCIAUX D'ORIGINE PROFESSIONNELLE

71 - Est-ce le cas en ce moment ?

- non = 1 oui = 2

72 - objectifs de rendement ?

- pas du tout = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

73 - Votre travail nécessite-t-il votre pleine attention ?

- jamais = 1 de temps en temps = 2
 souvent = 3 toujours = 4

74 - Quel est le risque d'erreur dans votre travail si vous arrêtez de vous concentrer pendant un moment ?

- aucun = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

75 - Pouvez-vous choisir l'ordre dans lequel vous accomplissez vos tâches ?

- très fortement = 1 beaucoup = 2
 modérément = 3 un peu = 4
 très peu = 5

76 - Pouvez-vous décider quelle quantité de travail vous allez effectuer ?

- très fortement = 1 beaucoup = 2
 modérément = 3 un peu = 4
 très peu = 5

77 - Pouvez-vous travailler à la vitesse que vous souhaitez ?

- très fortement = 1 beaucoup = 2
 modérément = 3 un peu = 4
 très peu = 5

78 - Quelle influence avez-vous sur la qualité du travail qui vous est confié ?

- très grande = 1 beaucoup = 2
 modérée = 3 un peu = 4
 très peu = 5

79 - Pouvez-vous prendre de l'avance dans votre travail ?

- souvent = 1 parfois = 2
 rarement = 3 jamais = 4
 non concerné = 9

80 - Etes-vous partie prenante dans les décisions qui concernent votre travail ?

- énormément = 1 beaucoup = 2
 moyennement = 3 un peu = 4
 presque pas = 5

81 - Participez-vous à l'organisation de votre travail ?

- énormément = 1 beaucoup = 2
 moyennement = 3 un peu = 4
 presque pas = 5

82 - Décidez-vous quelle partie du travail vous allez effectuer ?

- énormément = 1 beaucoup = 2
 moyennement = 3 un peu = 4
 presque pas = 5

Est ce que les personnes suivantes délaissent momentanément leur travail pour vous aider dans le votre ?

83 - Votre supérieur hiérarchique immédiat

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4

84 - Vos collègues

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4

4 - FACTEURS PSYCHOSOCIAUX D'ORIGINE PROFESSIONNELLE

Est-il facile de discuter avec les personnes suivantes ?

85 - Votre supérieur hiérarchique immédiat

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4

86 - Vos collègues

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4

Pouvez-vous compter sur les personnes suivantes en cas de difficulté dans le travail ?

87 - Votre supérieur hiérarchique immédiat

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4

88 - Vos collègues

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4

Est-ce que les personnes suivantes sont disponibles pour écouter vos problèmes personnels ?

89 - Votre supérieur hiérarchique immédiat

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4
 non concerné = 9

90 - Vos collègues

- beaucoup = 1 assez = 2
 un peu = 3 pas du tout = 4
 non concerné = 9

Selon vous, quelles sont les possibilités que dans les prochaines années :

91 - Votre emploi soit supprimé ?

- pas du tout = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

92 - Votre emploi soit automatisé ?

- pas du tout = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

93 - Quel intérêt portez-vous à votre travail ?

- aucun énorme

94 - Comment jugez-vous la complexité de votre travail ?

- faible forte

5 - VÉCU DU TRAVAIL

5.1 TRAVAIL MANUEL

95 - S'agit-il d'un travail à la chaîne ?
 non = 1 oui = 2

Selon vous

96 - La contrainte de temps lors du travail est
 inexistante insupportable

97 - Les gestes de travail sont-ils répétitifs ?
 pas du tout très

98 - La cadence est-elle
 lente très rapide

99 - La force musculaire requise est-elle
 faible très grande

100 - Le travail nécessite-t-il des mouvements précis et très fins ?
 pas du tout très

101 - Après votre travail, la fatigue musculaire dans les membres supérieurs est :
 inexistante très forte

102 - Utilisez-vous plus souvent une main que l'autre ?
 non = 1 main droite = 2
 main gauche = 3

Avez-vous déjà éprouvé la sensation de :

103 - Froid (< 10 °C) :
 oui = 2 non = 1

104 - Humidité :
 oui = 2 non = 1

105 - Bruit :
 oui = 2 non = 1

106 - Chaleur :
 oui = 2 non = 1

107 - Empoussièrément :
 oui = 2 non = 1

Quels sont les 3 outils les plus pénibles que vous utilisez ?

108 -

109 -

110 -

111 - Selon vous, au cours de votre travail, la température de vos mains est-elle ?
 ni chaude ni froide = 1 plutôt chaude = 2
 plutôt froide = 3

112 - Selon vous, l'un ou plusieurs des outils que vous utilisez vibrent-ils ?
 pas du tout = 1 un peu = 2
 beaucoup = 3 non concerné = 9

113 - Quels sont les outils vibrants ?

114 - Cette vibration vous gêne-t-elle
 pas du tout = 1 un peu = 2
 beaucoup = 3 non concerné = 9

115 - Portez-vous des gants ?
 oui = 2 non = 1

116 - La pression que vous exercez sur l'objet travaillé est-elle :
 très faible = 1 faible = 2
 moyenne = 3 forte = 4
 très forte = 5

117 - Quelle proposition faites-vous pour réduire le risque de TMS et améliorer la vie au travail ?

5 - VÉCU DU TRAVAIL

5.2 TRAVAIL INFORMATISÉ

95 - Quelle est votre tâche principale :
 saisie de données = 5
 acquisition de données = 4
 traitement de texte = 3
 dialogue = 2
 tâche créative = 1

96 - Quelle est en moyenne la durée journalière de cette tâche :

97 - Faites-vous toujours la même tâche ?
 non = 1 oui = 2

98 - Depuis combien d'années travaillez-vous sur écran, à cette tâche :

99 - Quelle est en moyenne votre durée journalière de travail sur écran ?
 0-2 h = 1 2-4 h = 2
 4-6 h = 3 6-8 h = 5
 plus de 8 h = 6 autre = 4

100 Utilisez-vous :
 plus le clavier que la souris = 2
 plus la souris que le clavier = 3
 autant l'un que l'autre = 1

101 - Tapez-vous au clavier sans avoir appris ?
 non = 1 oui = 2

102 - Votre travail sur écran se fait-il :
 en alternance avec une activité de bureau et :
 avec pause = 1
 en alternance avec une activité de bureau mais :
 sans pause = 2
 en continu avec pause régulière = 3
 en continu et sans pause régulière = 4

103 - Quittez-vous votre poste de travail pendant les pauses ?
 souvent ou toujours = 1 parfois = 2
 rarement ou jamais = 3 non concerné = 9

104 - Avez-vous des périodes d'attentes de la réponse de l'ordinateur ?
 non = 1 parfois = 2
 souvent = 3 non concerné = 9

105 - Utilisez-vous un écran :
 couleur à fond clair = 1
 couleur à fond sombre = 3
 monochrome à fond clair = 2
 monochrome à fond sombre = 4

106 - La taille des caractères affichés sur votre écran vous paraît-elle :
 suffisante = 1 parfois insuffisante = 2
 toujours insuffisante = 3

107 - Avez-vous des reflets sur votre écran ?
 non = 1 parfois = 2
 souvent ou toujours = 3

108 - Avez-vous des zones éblouissantes dans votre champ visuel de travail ?
 non = 1 parfois = 2
 souvent ou toujours = 3

109 - Comment trouvez-vous le niveau sonore :
 correct = 1 parfois élevé = 2
 toujours élevé = 3

110 - Comment trouvez-vous la température du local en été ?
 correcte = 1 parfois élevée = 2
 parfois basse = 3

111 - La ventilation du local vous paraît-elle :
 adéquate = 1 inadéquate = 2

5 - VÉCU DU TRAVAIL

5.2 TRAVAIL INFORMATISÉ (SUITE)

Les questions suivantes correspondent à une situation de travail assis

112 - Le haut de votre moniteur est-il :
 au niveau de vos yeux = 1
 plus bas que vos yeux = 2
 plus haut que vos yeux = 3

113 - Si vous utilisez des documents - papier, sont-ils posés :
 sur un porte copie = 1
 à plat entre le clavier et l'écran = 2
 à plat à côté du clavier = 3
 à plat entre vous et le clavier = 4
 non concerné = 9

114 - Votre plan de travail est-il d'une taille :
 suffisante = 1 insuffisante = 2

115 - Utilisez-vous un clavier :
 édaté (en forme de V) = 1
 traditionnel mince = 2
 traditionnel épais = 3
 solidaire de l'écran sur un portable = 4

116 - Votre clavier vous paraît-il placé :
 à bonne hauteur = 1 trop bas = 2
 trop haut = 3

117 - Votre clavier est-il positionné :
 face à vous = 1 de biais = 2

118 - Les touches de votre clavier vous paraissent-elles :
 avoir un enfoncement normal = 1
 être trop sensibles = 2
 être trop dures = 3

119 - Avez-vous un appui du poignet durant l'utilisation du clavier ?
 non = 1 sur un repose-paume = 2
 sur la table = 3 sur le bord du clavier = 4

120 - Avez-vous un appui de l'avant-bras durant l'utilisation du clavier ?
 non = 1 oui, sur accoudoir = 2
 oui, sur la table = 3

121 - Appuyez-vous votre dos sur le dossier durant l'utilisation du clavier ou de la souris ?
 souvent ou toujours = 1
 quelquefois = 2
 rarement ou jamais = 3

122 - Votre tapis de souris est-il :
 contre le clavier = 1
 éloigné du clavier mais sur le même plan de travail = 2
 éloigné du clavier et sur un autre plan = 3
 non concerné = 9

123 - Avez-vous un appui de l'avant-bras durant l'utilisation de votre souris ?
 oui, sur la table = 1 oui, sur accoudoir = 2
 non = 3 non concerné = 9

124 - La taille ou la forme de votre souris vous paraît-elle :
 adéquate = 1 inadéquate = 2
 non concerné = 9

125 - Votre travail nécessite-t-il de la concentration ?
 pas du tout = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

126 - Votre travail vous oblige-t-il à mémoriser beaucoup d'informations ?
 pas du tout = 1 un peu = 2
 assez = 3 beaucoup = 4

127 - Avez-vous un micro-ordinateur chez vous ?
 non = 1 oui = 2

Modalité de calcul des scores

1 - TMS

Pour les questions (Q) 17, 26, 29, 32, 35, 38 et 41, les réponses 1, 2, 3, 4, 5 sont transformées en valeurs (val) 0, 25, 50, 75, 100.

Pour les questions 18, 27, 30, 33, 36, 39 et 42, les réponses 1, 2, 3, 4 sont transformées en valeurs 25, 50, 75, 100.

Pour les questions 25, 28, 31, 34, 37, 40, si la réponse est 2 (sou), transformer en 100 ; si la réponse est 1 (non), transformer en 0.

- **Cou :** (val Q17 + val Q18) / 2
 Si la réponse est non en 16, score = 0
- **Épaule droite :** (val Q26 + val Q27) / 2
 Si la réponse est non en 25, score = 0
- **Épaule gauche :** (val Q29 + val Q30) / 2
 Si la réponse est non en 28, score = 0
- **Coude droit :** (val Q32 + val Q33) / 2
 Si la réponse est non en 31, score = 0
- **Coude gauche :** (val Q35 + val Q36) / 2
 Si la réponse est non en 34, score = 0
- **Poignes - main droit :** (val Q38 + val Q39) / 2
 Si la réponse est non en 37, score = 0
- **Poignes - main gauche :** (val Q41 + val Q42) / 2
 Si la réponse est non en 40, score = 0
- **Membre supérieur droit (SMSD) :**
 (val Q25 + val Q31 + val Q37) / 3
- **Membre supérieur gauche (SMSG) :**
 (val Q28 + val Q34 + val Q40) / 3

2 - STRESS

Pour les questions 44 à 61, les réponses 1, 2, 3, 4 sont transformées en valeurs 0, 33, 66, 100.

- **Problèmes cardio-vasculaires :**
 (val Q44 + val Q45) / 2
- **Angoisse :**
 (val Q46 + val Q47 + val Q48) / 3
- **Problèmes gastro-intestinaux :**
 (val Q49 + val Q50 + val Q51 + val Q52 + val Q53) / 5
- **Anxiété :**
 (val Q54 + val Q55 + val Q56 + val Q57 + val Q58 + val Q59 + val Q60 + val Q61) / 8

3 - FACTEURS PSYCHOSOCIAUX

Les réponses 1, 2, 3, 4 sont transformées en valeurs 0, 33, 66, 100 (échelle A).

Les réponses 1, 2, 3, 4, 5 sont transformées en valeurs 0, 25, 50, 75, 100 (échelle B).

Les réponses 1, 2 sont transformées en valeurs 0, 100 (échelle C).

- **Charge de travail en général :** échelle A ;
 (val Q63 + val Q64 + val Q65) / 3
- **Charge de travail actuelle :** échelle C ;
 (val Q66 + val Q69 + val Q71) / 3
- **Pression du travail :** échelle A ;
 (val Q67 + val Q68 + val Q70 + val Q72) / 4
- Attention :** échelle A ;
 (val Q73 + val Q74) / 2
- **Contrôle sur le travail :**
 (val Q75 + val Q76 + val Q77 + val Q78 + val Q79) / 5
 Réponses en 75, 76, 77, 78 : échelle B
 Réponses en 79 : échelle A
 si la réponse est 9 en 79, coder à 0 cette réponse
- **Participation :** échelle B ;
 (val Q80 + val Q81 + val Q82) / 3
- **Soutien social du chef :** échelle A ;
 (val Q83 + val Q85 + val Q87 + val Q89) / 4
 si la réponse est 9 en 89, coder à 0 cette réponse
- **Soutien social des collègues :** échelle A ;
 (val Q84 + val Q86 + val Q88 + val Q90) / 4
 si la réponse est 9 en 90, coder à 0 cette réponse
- **Avenir professionnel :** échelle A ;
 (val Q91 + val Q92) / 2

Echelle d'interprétation :

L'interprétation des scores doit être prudente. Les scores sont interprétés par partie : les plaintes de TMS, les symptômes de Stress et les facteurs psychosociaux.

Pour les TMS, un score englobant l'épaule, le coude et le poignet-main est calculé pour chaque membre supérieur. Ce score de localisation n'a pas d'interprétation, il permet de repérer les opérateurs ayant des douleurs à plusieurs articulations.

Le cou fait l'objet d'un score séparé.

Pour le stress, un score d'au moins 17 points représente une majorité de réponses autres que jamais ou rarement, on peut alors soupçonner un stress.

Pour les facteurs psychosociaux, un score supérieur à 50 points traduit une perception négative.

=> Ces scores sont utiles pour comparer deux ou plusieurs populations (ex : population témoins et population d'étude)

Selon une modalité utilisée par Carayon & al (1998), le principe de calcul est le suivant : les codages des réponses sont convertis sur une échelle discontinue ⁽¹⁾ pour les échelles de 0 à 100 (de 25 à 100 pour l'intensité des plaintes de TMS).

Limites de l'outil :

L'outil est long de déploiement et demande des compétences particulières en prévention des risques pour son utilisation et pour l'analyse et l'interprétation des résultats.

Outil qui mobilise l'individu durant le travail (peut aussi être réalisé individuellement à leur domicile, cette méthode peut porter un risque).

Outil qui demande à l'individu un temps long et qui recherche des informations sur les représentations de l'individu.

Le calcul du score demande des compétences particulières et peut comporter des difficultés (activité de codage)

Questionnaire Cosali de la démarche Saltsa

Titre de l'outil : Questionnaire Cosali de la démarche Saltsa

L'auto-questionnaire a été élaboré en 2001 dans le cadre de la démarche SALTSA pour réaliser un suivi des expositions dans le temps d'une cohorte de population des pays de la Loire (Descatha et al. 2007, Roquelaure, 2012). Ce questionnaire se décline en 2 volets, l'un général orienté vers les membres supérieurs et le dos, et l'autre spécifiquement orienté vers les contraintes des épaules. Les parties constitutives du questionnaire sont tirées du questionnaire de type Nordique (Kuorinka et al. 1987; Descatha et al. 2007), de la méthode d'évaluation OREGÉ de l'INRS (INRS 2000), du consensus européen Saltsa (Sluiter & al 2001), du Job Content Questionnaire de Karasek (Karasek et al. 1998; Niedhammer et al. 2006), l'échelle de Borg (RPE :Rating of perceived exertion) (Borg et al. 1987), et d'enquête en lien avec les TMS (Roquelaure & al, 1997 ; Roquelaure & al, 2001 ; Anact & al, 1996, Leclerc et al, 2004 ; Dares, 2015 ; Cassou & al 2002).

Ce questionnaire est utilisé pour le recueil d'informations sur les courbatures, douleurs, gênes, et engourdissements au niveau de dix zones anatomiques, sur certaines caractéristiques individuelles, les conditions de travail, les contraintes physiques et l'intensité de l'effort, les facteurs organisationnels et psychosociaux. Les représentations des travailleurs sont questionnées sur l'existence de symptômes type douleurs, courbatures, gênes ou engourdissements de la nuque et des membres supérieurs, des facteurs de susceptibilité individuelle aux TMS, sur l'exposition professionnelle aux contraintes biomécaniques et sur les caractéristiques organisationnelles et psychosociales. Les bases de données créées sont anonymisées avant d'être étudiées, interprétées et présentées.

Les informations récoltées sur une population sélectionnée sont comparées aux résultats d'une autre population, aux résultats d'une population référence et/ou à une même population pour le suivi des expositions dans le temps (par comparaison des résultats à deux périodes différentes). Pour chaque salarié, des scores de pathologies et d'exposition sont établis par calculs statistiques (Descatha et al. 2007). Les scores de pathologies sont obtenus en fonction du nombre d'affections saisies, pondérées par des coefficients liés à la probabilité d'inaptitude selon le site touché (épaule 3, coude 2, poignet et cervicalgie 1). Les scores d'exposition sont calculés par sommation des facteurs d'exposition enregistrés par le salarié. Les données peuvent aussi être croisées (scores d'exposition / scores de pathologies) pour rechercher des associations d'expositions.

Le questionnaire est long de déploiement avec un temps de préparation, d'organisation et de

dépouillement important pour le préventeur et un temps de remplissage d'environ 30 à 45 minutes pour le travailleur.

Instructions pour l'utilisation du questionnaire:

1. Entamer l'échange avec le(s) travailleur(s) en activité en expliquant l'objectif de ce questionnaire et l'utilisation des résultats obtenus.
2. Organiser un temps sur table (dans une salle spécifiquement dédiée) pour fournir le questionnaire au(x) travailleur(s). Avec de grandes précautions méthodologiques, le questionnaire peut aussi être fourni au travailleur afin d'être rempli lors des temps libres ou des temps hors de l'entreprise.
3. Expliquer la formulation et le sens de chacune des questions auprès des opérateurs de manière simple et rapide.
4. Laisser le temps au(x) travailleur(s) pour répondre à l'ensemble des questions. Rester à proximité pour fournir de l'aide dans la compréhension des questions
5. Une fois toutes les rubriques complétées, récupérer les questionnaires.
6. Faire le bilan par questionnaire des réponses fournies et établir les scores associés à chacune des rubriques.
7. Interpréter les résultats par comparaison des scores de plusieurs populations ou d'une même population dans le temps (travailleurs qui réalisent des activités similaires, travailleurs de zone de travail comparable, travailleurs d'un même postes en horaire décalé...).
8. Interprétation des résultats de chacune des parties par croisement des scores
9. Faire un retour aux travailleurs sollicités sur les résultats obtenus et les interprétations réalisées (attention à l'anonymat lors des retours)

Informations prises en compte par l'outil :

Volet général :

Caractéristique personnelle :

Date du questionnaire, homme/femme, année de naissance, droitier/gaucher ou ambidextre, taille, poids

Parcours personnel :

- Niveau de diplôme (7 réponses possibles : Pas de diplôme, certificat d'étude, BEPC, CAP/BEP, Bac général/technique ou professionnel, Bac+2, Diplôme supérieur à bac+2

Représentation individuelle de la douleur au cours de 12 derniers mois:

- Douleurs, courbatures, gêne ou engourdissements au cours des 12 derniers mois (oui/non, et si oui coté D, G ou DG) : 10 zones corporelles : Nuque/cou ; Epaule/bras ; coude/avant-bras ; main/poignet ; doigt ; haut du dos ; bas du dos ; hanche/cuisse ; genou/jambe ; cheville/pied.
- Durée de la douleur au cours de 12 derniers mois et localisation de la zone corporelle en souffrance : moins de 24H ; de 1 à 7 jours ; de 8 à 30 jours; plus de 30 jours ; en permanence. 10 zones corporelles interrogées
- Nature des douleurs spécifiques dans le bas du dos (lombalgie) au moins 1 jour lors de 12 derniers mois : 4 réponses possibles : Sciatique, avec des douleurs s'étendant plus bas que le genou / Sciatique, avec des douleurs ne dépassant pas le genou / lumbago (douleur lobaire aiguë localisée) / autre type de lombalgie
- Conséquence des douleurs au cours des 12 derniers mois (oui/non, si oui préciser le nombre de jours ou le nombre de fois) : Un ou plusieurs arrêts de travail/ Consulter un médecin / Consulter un Kinésithérapeute.

Représentation individuelle de la douleur au cours de 7 derniers jours :

- Douleurs, courbatures, gêne ou engourdissements au cours des 7 derniers jours (oui/non, et si oui coté D, G ou DG) : 10 zones corporelles : Nuque/cou ; Epaule/bras ; coude/avant-bras ; main/poignet ; doigt ; haut du dos ; bas du dos ; hanche/cuisse ; genou/jambe ; cheville/pied.
- Douleurs spécifiques épaule au cours des 7 derniers jours (ou/non): douleurs accentuées lors de mouvements/ douleurs de plus de 4 jours sur 7.
- Douleurs spécifiques coude au cours des 7 derniers jours (ou/non): douleurs intermittentes liées à l'activité manuelle / douleur localisés sur la face externe du coude / douleurs de plus de 4 jours sur 7.
- Douleurs spécifiques aux mains au cours des 7 derniers jours (ou/non) : fourmillements ou douleurs intermittentes dans au moins deux des 3 premiers doigts / symptômes présents la nuit / douleurs de plus de 4 jours sur 7.

Représentation de l'intensité de la douleur et du niveau de gêne au moment du questionnaire

- Intensité et gêne due à la douleur (échelle de réponse de 0 à 10, 0 représente ni gêne ni douleur et 10 représente gêne et douleur intolérable). 10 zones corporelles questionnées

Niveau de stress

- Représentation du stress de la part de l'individu (échelle de réponse de 0 à 10, 0 représente pas du tout stressé et 10 représente un stress très élevé)

Historique pathogène de l'individu

Norval Maxime | Les outils simples d'évaluation du risque TMS : quelle intégration de la MMS lors du repérage des situations critiques ? - 297

- Depuis 2002, avez vous eu un problème de santé important ou un accident grave ayant influencé votre état de santé actuel (oui/non et si oui année et pathologie)
- Depuis 2002, déclaration de MP (oui/non et si oui année et nom de la pathologie)
- Depuis 2002, reconnaissance de travailleur en situation de handicap (oui/non)

Représentation individuelle de son état de santé :

- Dans l'ensemble représentation de son état de santé : excellent, très bon, bon, médiocre, mauvais
- Etat de santé par rapport à l'année dernière à la même époque : bien meilleur que l'an dernier, plutôt meilleur, à peu près pareil, plutôt moins bon, beaucoup moins bon.
- Etat de santé et limitation dans la vie de tous les jours pour les activités citées (3 niveaux de réponse : oui, beaucoup limité / oui, un peu limité / Non, pas du tout limité). 10 activités listées : efforts physiques important, efforts physiques modérés, soulever porter les courses, monter plusieurs étages par l'escalier, monter un étage par l'escalier, se pencher en avant ou se mettre accroupi, marcher plus d'un KM à pied, marcher plusieurs centaines de mètres, marcher une centaine de mètres, prendre un bain ou une douche.

Représentation individuelle de la douleur au cours des 4 dernières semaines :

- Au cours des 4 dernières semaines, en raison de votre état physique (oui/non) : réduction du temps passé au travail ou aux activités habituelles, accompli moins de choses, arrêter de faire certaines choses plus que souhaitées, des difficultés à faire le travail ou une activité habituelle.
- Au cours des 4 dernières semaines, en raison de votre émotionnel comme se sentir triste, nerveux ou déprimé (oui/non) : réduction du temps passé au travail ou aux activités habituelles, accompli moins de chose que souhaité, difficulté à réaliser ce que vous réalisez avec soin et attention d'habitude.
- Durant ces 4 dernières semaines, dans quelle mesure l'état de santé physique ou émotionnelle vous a t'il gêné dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, famille, amis ou connaissance (4 niveaux de réponses) : pas du tout, un petit peu, moyennement, beaucoup, énormément.

Représentation de l'intensité de la douleur au cours des 4 dernières semaines

- Au cours des 4 dernières semaines, intensité de la douleur physique (6 niveaux de réponse) : nulle, très faible, faible, moyenne, grande, très grande
- Au cours des 4 dernières semaines, limitation dans le travail ou dans les activités domestiques à cause de douleurs physiques (5 niveaux de réponses) : pas du tout, un petit peu, moyennement, beaucoup, énormément.

Sensation individuelle au cours de 4 dernières semaines

- Sensation de l'individu au cours de 4 dernières semaines (6 niveau de réponse pour 9 questions : en permanence, très souvent, souvent, quelquefois, rarement, jamais) : Sensation de dynamisme, sensation de très grande nervosité, sensation de découragement, calme et détendu, débordant d'énergie, heureux, fatigué.

Gêne au cours des 4 dernières semaines dans la vie sociale et les relations avec les autres comme la famille, les amis et vos connaissances

- Au cours des 4 dernières semaines, gêne dans la relation avec la vie sociale et dans les relations avec la famille, les amis et les connaissances à cause de l'état de santé physique ou émotionnel de l'individu (5 niveaux de réponse : en permanence, une bonne partie du temps, de temps en temps, rarement, jamais).

Etat de l'individu et représentation individuelle :

- Pour chacun des 4 phrases suivantes, dans quelle mesure elles sont vraies ou fausses (5 niveaux de réponses : Totalement vraie, plutôt vraie, je ne sais pas, plutôt fausse, totalement fausse) : Je tombe malade plus facilement que les autres ; Je me porte aussi bien que n'importe qui ; Je m'attends à ce que ma santé se dégrade ; Je suis en excellente santé.

Condition du travail:

- Description de la situation actuelle par rapport à celle de 2002 : Vous êtes dans la même entreprise, toujours au même poste de travail ; vous êtes dans la même entreprise mais vous avez changé de poste de travail ; Vous avez changé d'entreprise depuis XX ; Vous n'êtes pas en activité (retraité ou préretraité, chômeur ou à la recherche d'un emploi, en arrêt volontaire d'activité, en invalidité, en arrêt maladie, autre.
- Dans quel département travaille l'individu actuellement : Numéro du département.
- Type de contrat actuel : CDI, CDD ou contrat saisonnier, intérimaire, fonctionnaire, alternant, stagiaire.
- Ancienneté dans l'emploi actuel (4 réponses possibles) : Moins d'1an ; entre 1 et 2 ans ; entre 3 et 10ans, plus de 10ans.
- Secteur d'activité actuel (3 réponses possibles) : agriculture, secteur privé non agricole, secteur privé
- Taille de l'entreprise (4 réponses possibles) : moins de 10 salariés ; de 1 à 49 salariés ; de 50 à 199 salariés ; plus de 200 salariés
- Place dans l'organisation (titre du métier) choix d'une seule case: manoeuvre ou ouvrier spécialisé ; ouvrier qualifié ou hautement qualifié ou technicien d'atelier ; agent de maîtrise, directeur général ou adjoint au directeur ; technicien ou dessinateur VRP ; instituteur ou assistant social ou infirmière (catégorie B de la fonction publique) ; ingénieur ou cadre ; professeur et personnel de catégorie A de la fonction publique ; employé de bureau ou de commerce ou agent de service ou aide soignante ou gardien d'enfants (catégorie C et D de la fonction publique) ; autre cas précisez
- Emploi actuel : précisez l'intitulé du poste
- Description des principales tâches ou activités accomplies durant le travail actuel : précisez les tâches
- Nombre d'heures de travail la semaine dernière : réponse en H
- Temps de travail hebdomadaire variable (oui/non)
- Travail en équipe posté (équipe de travail) (3 réponses possibles : oui en équipe alternante (2X8 ou 3X8) ; oui en équipe fixe ; non
- Connaissance des tâches à réaliser dans la journée. Lors de l'embauche, connaissance à effectuer (4 niveaux de réponse) : jamais, rarement, souvent, toujours
- Statut des collègues : travaillez vous avec des collègues qui se trouvent en situation précaire (statut CDD ou intérimaire) (4 niveaux de réponse) : jamais, rarement, souvent, toujours
- Polyvalence dans les postes ou fonctions au cours du travail (5 niveaux de réponses) : presque jamais/jamais ; 1 à 3 jours par mois ; 1 jour par semaine, 2 à 4 jours par semaine ; tous les jours.
- Rémunération aux objectifs : certains éléments de votre salaire dépendent-ils de la quantité ou la qualité de votre travail (Oui/non)

Journée typique de travail au cours des 12 derniers mois

- Intensité des efforts physiques (entourez un chiffre de 6 à 20) : 6 pas d'effort du tout ; 7 extrêmement légers ; 8 ; 9 très légers ; 10 ; 11 légers ; 12 ; 13 un peu durs ; 14 ; 15 durs ; 16 ; 17 très durs ; 18 ; 19 extrêmement durs ; 20 Epuisants
- Répétitivité des action plus de 2 à 4 fois par minute (4 niveaux de réponse) : Jamais, moins de 2h par jour ; de 2 à 4h par jour ; plus de 4h par jour
- Interruption ou changement de tâche : pouvez vous interrompre votre travail ou changer de tâche ou d'activité pendant 10min ou plus chaque heure (4 niveaux de réponses) : jamais, rarement, souvent, toujours
- Position du dos (2 questions pour 4 niveaux de réponses : non ou presque jamais ; rarement (moins de 2h par jour) ; souvent (de 2 à 4h par jour) ; toujours ou presque) : Pencher en avant régulièrement ou de manière prolongée / pencher sur le côté régulièrement ou de manière prolongée.
- Port de charge (3 questions pour 4 niveaux de réponses : jamais ou presque jamais ; rarement (moins de 2h par jour) ; souvent (de 2 à 4h par jour) ; toujours ou la plupart du temps) : port de charge de moins de 10kg / port de charge entre 10 et 25kg / port de charge de plus de 25kg
- Manipulation de charge ou d'objet (2 questions pour 4 niveaux de réponses : jamais ou presque jamais ; rarement (moins de 2h par jour) ; souvent (de 2 à 4h par jour) ; toujours ou la plupart du temps) : manipulation d'objet de 1 à 4kg / manipulation d'objet de plus de 4kg
- Conduite d'engins spécifiques durant le travail (3 réponses possibles) : non ou presque jamais / moins de 4h par jour / plus de 4h par jour
- Ambiance de travail (vibration et température froide) (2 questions pour 4 niveaux de réponses : jamais ou presque jamais / rarement / souvent / toujours ou la plupart du temps) : utilisation d'outils ou machines vibrants en contact avec l'individu / manipulation d'objets froids ou température froide (moins de 15°)
- Outils informatiques (2 questions pour 4 niveaux de réponses : non ou presque jamais ; rarement (moins de 2h par jour) ; souvent (de 2 à 4h par jour) ; toujours ou presque toujours) : Utilisation d'un écran d'ordinateur ou de contrôle / utilisation d'un clavier pour saisir des données, d'une souris ou d'un dispositif analogue d'entrée de données
- Posture tête, bras, avant-bras, poignet, doigt de l'individu au cours d'une journée type de travail (9 questions pour 4 niveaux de réponses : jamais ou presque jamais ; rarement (moins de 2h par jour) ; souvent (de 2 à 4h par jour) ; la plupart du temps (plus de 4h par jour) : Pencher la tête en avant régulièrement ou de manière prolongée / Pencher la tête en arrière régulièrement ou de manière prolongée / Travailler avec un ou deux bras en l'air (au dessus des épaules) régulièrement ou de manière prolongée / Attraper régulièrement des objets derrière le dos / Travailler avec un ou deux bras écartés du corps régulièrement ou de manière prolongée / Fléchir le coude régulièrement ou de manière prolongée / Tourner la main comme pour visser / Tordre le poignet / Presser ou prendre fermement des objets ou des pièces entre le pouce et l'index.

Activité habituelle au cours des 12 derniers mois

1. Activité habituelle lors des 12 derniers mois (26 questions pour 4 niveaux de réponses : pas du tout d'accord, pas d'accord, d'accord, tout à fait d'accord) :

- Dans mon travail, j'apprends des choses nouvelles / Dans mon travail, j'effectue des tâches répétitives / Mon travail me demande d'être créatif / Mon travail me permet souvent de prendre des décisions moi-même / Mon travail me demande un haut niveau de compétence / Dans ma tâche, j'ai très peu de liberté pour décider comment je fais mon travail / Dans mon travail, j'ai des activités variées / J'ai la possibilité d'influencer le déroulement de mon travail / J'ai l'occasion de développer mes compétences professionnelles / Mon travail demande de travailler très vite / Mon travail demande de travailler intensément / On me demande d'effectuer une quantité de travail excessive/ Je dispose du temps nécessaire pour exécuter mon travail/ Je reçois des ordres contradictoires de la part d'autres personnes / Mon travail nécessite de longues périodes de concentration intense / Mes tâches sont souvent interrompues avant d'être achevées, nécessitant de les reprendre plus tard / Mon travail est très « bousculé » / Attendre le travail de collègues ou d'autres départements ralentit souvent mon propre travail / Mon supérieur se sent concerné par le bien-être de ses subordonnés / Mon supérieur prête attention à ce que je dis / Mon supérieur m'aide à mener ma tâche à bien / Mon supérieur réussit facilement à faire collaborer ses subordonnés / Les collègues avec qui je travaille me manifestent de l'intérêt / Les collègues avec qui je travaille sont amicaux / Les collègues avec qui je travaille m'aident à mener mes tâches à bien

Volet spécifique pathologie de l'épaule (ce volet est décrit dans le listing des informations récoltées mais, il n'est pas pris en compte dans le modèle sous-jacent décrit par la suite car il reprend des informations semblables au volet général en l'orientant spécifiquement vers l'épaule. Pour éviter la redondance des informations nous n'avons pas pris en compte ces informations pour la suite de la description de l'outil)

Description de l'apparition de la pathologie à l'épaule (historique pathogène)

- En quelle année ont débuté les problèmes à l'épaule de l'individu (année)
- Epaule droite, gauche ou les deux
- Le début des symptômes à l'épaule : brutal ou progressif
- Depuis 2002, l'individu a le sentiment que ses symptômes à l'épaule se sont (3 réponses possibles) : augmentés / diminués / sont restés identiques

Impact des douleurs ou gêne à l'épaule durant les 12 derniers mois

- A cause des douleurs à l'épaule au cours des 12 derniers mois l'individu a (3 questions avec réponse oui/non, si oui préciser le nombre de jours ou de fois) : Eu un ou plusieurs arrêts de travail / consulté un médecin généraliste ou spécialiste / consulté un kinésithérapeute

Traitement en cours ou réalisé

- Traitement de l'individu en cours ou déjà bénéficié pour l'épaule (6 questions avec réponse oui/non) : antalgiques (antidouleurs) / anti-inflammatoires / kinésithérapie / infiltrations / chirurgie / autre
- Aménagement des conditions de travail en raison du problème à l'épaule (oui/non)
- Depuis 2002, réalisation d'une déclaration de MP pour l'épaule (Oui/non, si oui préciser années et épaule droite ou gauche)

Impact de la pathologie sur la réalisation de certaines activités durant les 7 derniers jours

- Au cours des 7 derniers jours, évaluer la capacité à réaliser les activités suivantes (21 questions avec 5 niveaux de réponse : aucune difficulté, difficulté légère, difficulté moyenne, difficulté importante, impossible) : Dévisser un couvercle serré ou neuf / Ecrire / Tourner une clé dans une serrure / Préparer un repas / Ouvrir un portail ou une lourde porte en la poussant / Placer un objet sur une étagère au dessus de la tête / Effectuer des tâches ménagères lourdes / Jardiner ou s'occuper des plantes / Faire le lit / Porter des sacs de provisions ou une mallette / Porter un objet lourd supérieur à 5kg / Changer une ampoule en hauteur / Se laver ou se sécher les cheveux / Se laver le dos / Enfiler un pull-over / Couper la nourriture avec un couteau / activité de loisir nécessitant une force ou créant des chocs à l'épaule au bras ou à la main (bricolage, tennis) / Déplacement (transports) / vie sexuelle
- Durant les 7 derniers jours à quel point l'épaule, le bras ou la main de l'individu ont 'ils gêné dans les relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins (5 niveaux de réponse) : pas du tout / légèrement / moyennement / beaucoup / extrêmement
- Limitation ou gêne durant les activités quotidiennes en raison de problèmes à l'épaule, aux bras ou aux poignets (5 niveaux de réponses) : pas du tout limité / légèrement limité / moyennement limité / très limité / incapable
- Intensité (sévérité) des symptômes durant les 7 derniers jours (5 question pour 5 niveaux de réponse : aucune, légère, moyenne, importante extrême) : douleur à l'épaule, aux bras ou aux mains / douleur de l'épaule, du bras ou de la main en pratiquant une activité particulière (laquelle ?) / picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main / faiblesse du bras de l'épaule ou de la main / raideur du bras, de l'épaule ou de la main
- Perturbation du sommeil durant les 7 derniers jours (5 réponses possibles : pas du tout, un peu, moyennement, très perturbé, insomnies complètes)
- Représentation de ses capacités : « je me sens moins capable, moins confiant ou moins utile à cause du problème de mon épaule, de mon bras ou de ma main » (5 niveaux de réponses) : Pas d'accord du tout / Pas d'accord / Ni d'accord ni par d'accord / D'accord / Tout à fait d'accord
- Gêne occasionnée par l'épaule durant les 7 derniers jours. Avez vous eu des difficultés (5 niveaux de réponses : aucune difficulté, difficulté légère, difficulté moyenne, difficulté importante, impossible) : Pour travailler en utilisant votre technique habituelle / Pour travailler comme d'habitude à cause de la douleur de votre épaule, bras ou main / Pour travailler aussi bien que vous le souhaitez / Pour passer le temps habituellement consacré à votre travail.

Origine des informations récoltées avec le questionnaire Cosali (Volet général).

- Représentation de la douleur au cours des 12 derniers mois : 10 zones corporelles (Nuque/cou ; Epaule/bras ; coude/avant-bras ; main/poignet ; doigt ; haut du dos ; bas du dos ; hanche/cuisse ; genou/jambe ; cheville/pied) (10 informations)
- Durée de la douleur au cours de 12 derniers mois : 10 zones corporelles (10 informations)
- Nature des douleurs spécifiques dans le bas du dos (lombalgie) au cours des 12 derniers mois (1 information)
- Conséquence des douleurs au cours des 12 derniers mois : Un ou plusieurs arrêts de travail/ Consulté un médecin / Consulté un Kinésithérapeute. (3 informations)
- Représentation individuelle de la douleur au cours de 7 derniers jours : 10 zones corporelles (10 informations)
- Douleurs spécifiques épaule au cours des 7 derniers jours : douleurs accentuées lors de mouvement/ douleur de plus de 4 jours sur 7. (2 informations)
- Douleurs spécifique coude au cours des 7 derniers jours : douleurs intermittentes liées à l'activité manuelle / douleur localisée sur la face externe du coude / douleurs de plus de 4 jours sur 7. (3 informations)
- Douleurs spécifiques aux mains au cours des 7 derniers jours: douleurs intermittentes dans au moins deux des 3 premiers doigts / symptôme présent la nuit / douleurs de plus de 4 jours sur 7. (3 informations)
- Au moment du questionnaire : Intensité et gêne dues à la douleur (2 informations)
- Représentation du stress de la part de l'individu (1 information)
- Représentation individuelle état de santé : dans l'ensemble, par rapport à l'année dernière à la même époque, dans la vie de tous les jours pour les 10 activités citées (2 + 10 informations)
- Représentation individuelle de son état physique au cours des 4 dernières semaines : réduction du temps passé au travail ou aux activités habituelles, accompli moins de chose, arrêté de faire certaines choses plus que souhaité, des difficultés à faire le travail ou une activité habituelle. (4 informations)
- Représentation individuelle de son état émotionnel au cours des 4 dernières semaines : se sentir triste, nerveux ou déprimé, réduction du temps passé au travail ou aux activités habituelles, accompli moins de chose que souhaité, difficulté à réaliser ce que vous réalisez avec soin et attention d'habitude.
- Gêne dû à l'état de santé physique et émotionnelle durant ces 4 dernières semaines : gêne dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, famille, amis ou connaissance (1 information)
- Représentation de l'intensité de la douleur physique au cours des 4 dernières semaines (1 information)
- Représentation des limitations dans le travail et dans les activités domestiques à cause de la douleur physique au cours des 4 dernières semaines (1 information)
- Sensation de l'individu au cours de 4 dernières semaines : Sensation de dynamisme, sensation de très grande nervosité, sensation de découragement, calme et détendu, débordant d'énergie, heureux, fatigué. (7 informations)
- Représentation de l'individu des activités habituelles au cours des 12 derniers mois : j'apprends des choses nouvelles, demande d'être créatif, permet souvent de prendre des décisions moi-même, liberté pour décider comment je fais mon travail, des activités variées, nécessitant de longues périodes de concentration intense (6 informations)







- Caractéristique personnelle : Homme/femme, Année de naissance, Droitier/gaucher ou ambidextre, Taille, Poids (5 informations)
- Journée typique de travail au cours des 12 derniers mois : Intensité des efforts physiques (entourez un chiffre de 6 à 20), Répétitivité des actions plus de 2 à 4 fois/min, Position du dos penché en avant régulièrement ou de manière prolongée, position du dos penché sur le côté régulièrement ou de manière prolongée. Port de charge de moins de 10kg / port de charge entre 10 et 25kg / port de charge de plus de 25kg, Manipulation de charge ou d'objet de 1 à 4kg / manipulation d'objet de plus de 4kg (6 informations)
- Posture lors d'une journée typique de travail au cours des 12 derniers mois (9 questions pour 4 niveaux de réponses) : Pencher la tête en avant régulièrement ou de manière prolongée / Pencher la tête en arrière régulièrement ou de manière prolongée / Travailler avec un ou deux bras en l'air (au-dessus des épaules) régulièrement ou de manière prolongée / Attraper régulièrement des objets derrière le dos / Travailler avec un ou deux bras écartés du corps régulièrement ou de manière prolongée / Fléchir le coude régulièrement ou de manière prolongée / Tourner la main comme pour visser / Tordre le poignet / Presser ou prendre fermement des objets ou des pièces entre le pouce et l'index. (9 informations)
- Représentation de l'individu des activités habituelles au cours des 12 derniers mois : j'effectue des tâches répétitives. (1 information)

- Secteur d'activité actuelle: agriculture, secteur privé non agricole, secteur privé (1 information)
- Taille de l'entreprise (1 information)
- Place dans l'organisation (titre du métier) (1 information)
- Description des principales tâches ou activité accomplie durant le travail actuel : précisez les tâches (1 information)
- Nombre d'heures de travail la semaine dernière, temps de travail hebdomadaire variable, travail en équipe poster (3 informations)
- A l'embauche connaissance des tâches à réaliser dans la journée. (1 information)
- Rémunération aux objectifs (qualité, quantité) (1 information)
- Lors d'une journée type de travail lors de 12 derniers mois : Interruption ou changement de tâche : pouvez-vous interrompre votre travail ou changer de tâche ou d'activité pendant 10min ou plus chaque heure (4 niveaux de réponses) (1 information)
- Représentation de l'individu des activités habituelles au cours des 12 derniers mois : possibilité d'influencer le déroulement de mon travail, demande de travailler très vite, demande de travailler intensément, temps nécessaire pour exécuter mon travail, les tâches sont souvent interrompues avant d'être achevées, nécessitant de les reprendre plus tard, on me demande d'effectuer une quantité de travail excessive, Je reçois des ordres contradictoires de la part d'autres personnes, le travail est très « bousculé », Attendre le travail de collègues ou d'autres départements ralentit souvent mon propre travail (10 informations)
- Lors d'une journée type (Outils informatique): Utilisation d'un écran d'ordinateur ou de contrôle / utilisation d'un clavier pour saisir des données / d'une souris ou d'un dispositif analogue d'entrée de données (3 informations)

Lors d'une journée typique : Conduite d'engins spécifique, utilisation d'outils ou machine vibrants/ manipulation d'objets froids ou température froide (informations)

- Représentation de l'individu : Au cours des 4 dernières semaines, gêne dans la relation avec des vies sociales et dans les relations avec la famille, les amis et les connaissances à causes l'état de santé physique ou émotionnel de l'individu (1 information)
- Représentation de l'individu des activités habituelles au cours des 12 derniers mois : Mon supérieur se sent concerné par le bien-être de ses subordonnés, Mon supérieur prête attention à ce que je dis, Mon supérieur m'aide à mener ma tâche à bien, Mon supérieur réussit facilement à faire collaborer ses subordonnés (4 informations)
- Représentation de l'individu des activités habituelles au cours des 12 derniers mois : Les collègues avec qui je travaille me manifestent de l'intérêt, Les collègues avec qui je travaille sont amicaux, Les collègues avec qui je travaille m'aident à mener mes tâches à bien (3 informations)

- Savoir et compétence. Parcours personnel : Niveau de diplôme (1 information)
- Historique pathogène de l'individu : Depuis 2002, problème de santé important ayant influencé votre état de santé actuel, déclaration de MP, reconnaissance de travailleur en situation de handicap (3 informations)
- Parcours de l'individu (savoir-faire et compétence) : Description de la situation actuelle par rapport à celle de 2002, dans quel département travaille l'individu actuellement, type de contrat actuel, ancienneté dans l'emploi actuel, intitulé du poste, collègues en situation précaire (statu CDD ou intérimaire) (6 informations)
- Savoir faire et compétence : Polyvalence dans les postes (1 information)
- Représentation de l'individu des activités habituelles au cours des 12 derniers mois : demande un haut niveau de compétence, l'occasion de développer mes compétences professionnelles (2 informations)

-  Information en lien avec les facteurs de Biomécanique ou physiologique
-  Information en lien avec la psychologie de l'individu
-  Information en lien avec l'organisation du travail
-  Information en lien avec les ambiances de travail
-  Information en lien avec le social de l'individu
-  Autres...

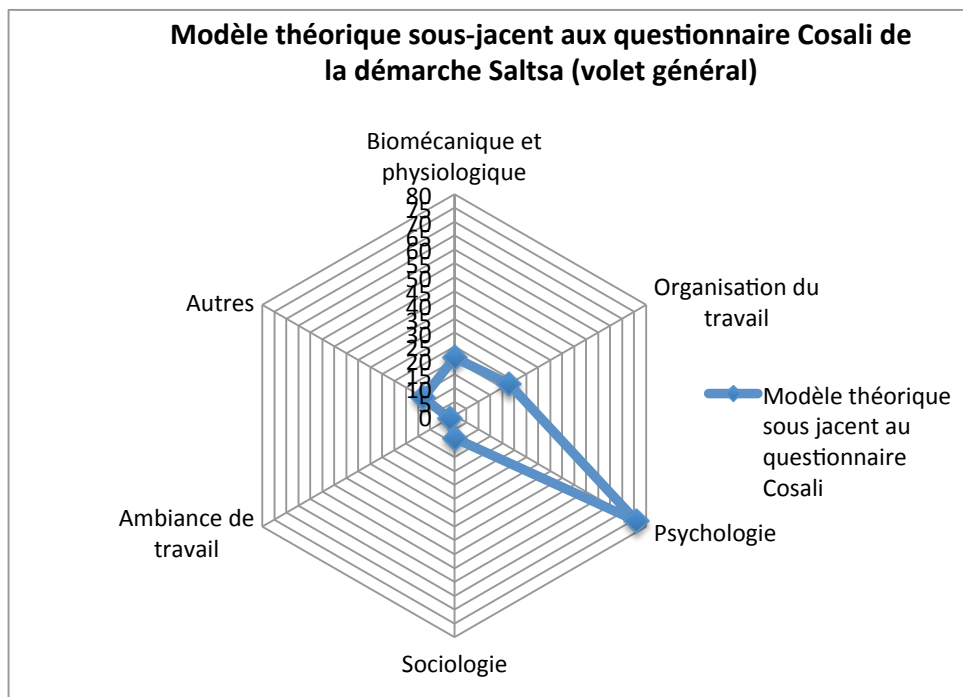
Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent (graphe radar)

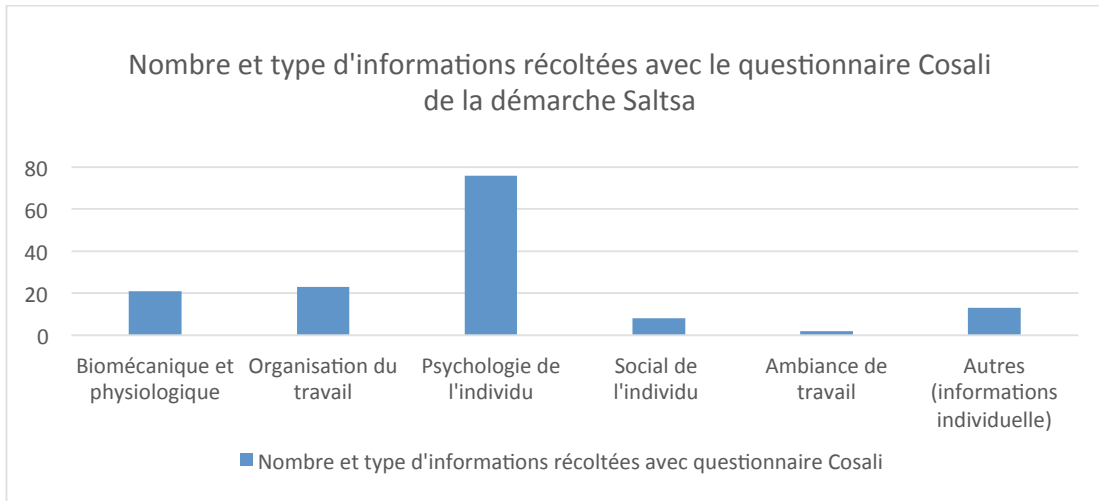
Représentation en étoile du modèle théorique sous-jacent au questionnaire Cosali de la démarche Saltsa (volet général): les composants à risque de l'activité observés par l'outil (nous n'avons pas traité la partie volet spécifique épaule elle reprend des informations du volet général en spécifiant pour l'épaule)

Groupement étoile => Informations biomécaniques et physiologiques / Informations en lien avec l'organisation du travail / Informations en lien avec la psychologie / Informations en lien avec la sociologie / Informations sur les ambiances de travail / Autres informations.




Répartition des informations issues de l'outil questionnaire Saltsa (volet général):

- Nombre d'informations en lien avec la biomécanique de mouvement et la physiologie : 21
- Nombre d'informations en lien avec l'organisation du travail : 23
- Nombre d'informations en lien avec la psychologie : 76
- Nombre d'informations en lien avec la sociologie : 8
- Nombre d'informations sur les ambiances de travail : 2
- Autres informations : 13





Annexe : Support questionnaire Cosali (volet général)

QUESTIONNAIRE DE SUIVI (volet général)

Ce questionnaire s'intéresse à votre santé et à votre devenir socio-professionnel depuis votre première participation au réseau de surveillance des troubles musculo-squelettiques des Pays de la Loire en 2002, 2003 ou 2004.

Nous vous remercions de bien vouloir y répondre avec précision. Afin d'assurer la qualité des résultats, nous avons besoin que vous répondiez à toutes les questions vous concernant. Pour cela, veillez à respecter les indications fournies au cours du questionnaire.

Conformément aux dispositions de la loi sur l'informatique et les libertés, nous vous garantissons, comme lors de votre précédente participation, le respect de la stricte confidentialité des informations recueillies.

Une fois le questionnaire rempli, merci de nous le renvoyer par courrier à l'aide de l'enveloppe timbrée ci-jointe, ou à l'adresse indiquée au dos du questionnaire.

COMMENT REMPLIR CE QUESTIONNAIRE ?

- Lorsque le questionnaire se présente sous la forme de petites cases, cochez celle qui correspond le mieux à votre réponse. Lorsque vous pouvez cocher plusieurs cases, cela vous est précisé.

Exemple : 2. Êtes-vous ? Un homme Une femme

- Lorsque le questionnaire se présente sous la forme de cases à remplir, veuillez les compléter de la manière la plus précise possible.

Exemple : 5. Quelle est votre taille ? [1][1][7][0] cm


- Pour certaines questions, nous vous demandons de bien vouloir vous placer sur une échelle. Vous devez entourer le chiffre qui reflète le mieux ce que vous ressentez.

Par exemple, si vous vous jugez peu stressé, vous entourerez :

Pas du tout stressé [0][1][2] **(3)** [4][5][6][7][8][9][10] Très stressé

1

- À quelle date remplissez-vous ce questionnaire ? [] [] 2007
jour mois
- Êtes-vous ? Un homme Une femme
- Quelle est votre année de naissance ? 19[][]
- Êtes-vous ? Droitier (ère) Gaucher (ère) Ambidextre
- Quelle est votre taille ? [][][] cm
- Quel est votre poids ? [][][] kg
- Quel est le diplôme le plus élevé que vous ayez obtenu ?
 - Pas de diplôme
 - Certificat d'études, diplôme de fin d'études obligatoire (DFEO)
 - BEPC
 - CAP, BEP
 - Bac général, technique, ou professionnel
 - Bac + 2
 - Diplôme supérieur à Bac + 2
- Avez-vous eu, au cours des **12 derniers mois**, des problèmes (courbatures, douleurs, gêne, engourdissement) au niveau des zones du corps suivantes ? Pour chacune des zones du corps, cochez la case correspondant

	Oui	Non	Du côté		Des deux côtés
			droit	gauche	
					
Nuque / cou.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Epaulé / bras.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coudes / avant-bras.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Main / poignet.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doigts.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haut du dos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Bas du dos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Hanche / cuisse.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genou / jambe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cheville / pied.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si vous avez répondu NON à toutes ces questions, passez directement à la question 12

2

9. Durant ces **12 derniers mois**, combien de temps, au total, avez-vous souffert ? Pour chacune des zones du corps où vous avez souffert, cochez la case qui correspond le mieux à votre réponse

	Moins de 24 heures	1 à 7 jours	8 à 30 jours	Plus de 30 jours	En permanence
Nuque / cou.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Epaule / bras.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coude/ avant-bras...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Main / poignet.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doigts.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haut du dos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bas du dos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hanche / cuisse.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genou / jambe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cheville / pied.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Si vous avez souffert de douleurs du bas du dos (lombalgies) au moins un jour au cours des 12 derniers mois, s'agissait-il de ?

	Oui	Non
Sciaticque, avec des douleurs s'étendant plus bas que le genou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sciaticque, avec des douleurs ne dépassant pas le genou.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lumbago (douleur lombaire aiguë localisée).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autre type de lombalgie.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. À cause de vos douleurs ou gêne au cours des 12 derniers mois, avez-vous :

	Oui	Non	
Eu un ou plusieurs arrêt(s) de travail ?..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si OUI, précisez le nombre total de jours : _ _ _ _
Consulté un médecin ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si OUI, précisez le nombre de fois : _ _ _
Consulté un kinésithérapeute ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si OUI, précisez le nombre de fois : _ _ _

3

12. Avez-vous eu, au cours des 7 derniers jours, des problèmes (courbatures, douleurs, gêne, engourdissement) au niveau des zones du corps suivantes ? Pour chacune des zones du corps, cochez la case correspondante

	Oui	Non	Du côté droit	Du côté gauche	Des deux côtés
Nuque / cou.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Epaule / bras.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coude/ avant-bras.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Main / poignet.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doigts.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haut du dos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Bas du dos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Hanche / cuisse.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genou / jambe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cheville / pied.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si vous avez répondu NON à toutes ces questions, passez directement à la question 17.

13. Si vous avez eu des douleurs de (des) l'épaule(s) au cours des 7 derniers jours.

	Oui	Non
Les douleurs étaient-elles accentuées lorsque vous effectuiez un mouvement comme pour vous gratter le dos par exemple ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les douleurs ont-elles duré plus de 4 jours ces 7 derniers jours ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Si vous avez eu des douleurs du (des) coude(s) au cours des 7 derniers jours.

	Oui	Non
Les douleurs étaient-elles intermittentes, liées à l'activité manuelle ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les douleurs étaient-elles directement localisées à la face externe du coude ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les douleurs ont-elles duré plus de 4 jours ces 7 derniers jours ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Si vous avez eu des douleurs, des fourmillements ou un engourdissement de la (des) main(s) au cours des 7 derniers jours.

	Oui	Non
S'agissait-il de fourmillements ou de douleurs intermittentes dans au moins deux des trois premiers doigts (pouce, index, majeur) ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les symptômes étaient-ils présents la nuit ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les symptômes ont-ils duré plus de 4 jours ces 7 derniers jours ?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4

16. Comment évaluez-vous l'intensité de ce(s) problème(s) au moment où vous remplissez le questionnaire, sur l'échelle ci-dessous ? Pour chacune des zones du corps, entourez la case correspondante

Nuque / cou	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Epaule / bras	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Coude/ avant-bras	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Main / poignet	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Doigts	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Haut du dos	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Bas du dos	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Hanche / cuisse	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Genou / jambe	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable
Cheville / pied	Ni gêne ni douleur	_0_ _ _1_ _2_ _3_ _4_ _5_ _6_ _7_ _8_ _9_ _10_	Gêne ou douleur intolérable

17. À quel niveau situez-vous votre état de stress sur l'échelle suivante ? Entourez le chiffre correspondant à l'état dans lequel vous vous situez de 0, pas du tout stressé, à 10, très stressé

Pas du tout stressé |_0_|_|_1_|_2_|_3_|_4_|_5_|_6_|_7_|_8_|_9_|_10_| Très stressé

18. Depuis 2002, avez-vous connu un problème de santé important ou eu un accident grave ayant influé sur votre état de santé actuel ?

Oui Non

Si oui, précisez :

Pathologie :

Année : |_2_|_0_|_|_|

19. Depuis 2002, avez-vous effectué une déclaration de maladie professionnelle ?

Oui Non

Si oui, précisez :

Nom de la pathologie :

Année de la déclaration : |_2_|_0_|_|_|

20. Depuis 2002, avez-vous été reconnu travailleur handicapé ?

Oui Non

5

Les questions qui suivent portent sur votre santé, telle que vous la ressentez. Ces informations nous permettront de mieux savoir comment vous vous sentez dans votre vie de tous les jours. Veuillez répondre à toutes les questions en cochant la case correspondant à la réponse choisie, comme il est indiqué. Si vous ne savez pas très bien comment répondre, choisissez la réponse la plus proche de votre situation.

21. Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est :

- Excellent.....
 Très bonne.....
 Bonne.....
 Médiocre.....
 Mauvaise.....

22. Par rapport à l'année dernière à la même époque, comment trouvez-vous votre état de santé en ce moment ?

- Bien meilleur que l'an dernier...
 Plutôt meilleur.....
 A peu près pareil.....
 Plutôt moins bon.....
 Beaucoup moins bon.....

23. Voici une liste d'activités que vous pouvez avoir à faire dans votre vie de tous les jours. Pour chacune d'entre elles, indiquez si vous êtes limité(e) en raison de votre état de santé actuel.

	Oui, beaucoup limité(e)	Oui, un peu limité(e)	Non, pas du tout limité(e)
1. Efforts physiques importants tels que courir, soulever un objet lourd, faire du sport.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Efforts physiques modérés tels que déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux boules.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Soulever et porter les courses.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Monter plusieurs étages par l'escalier.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Monter un étage par l'escalier.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Se pencher en avant, se mettre à genoux, s'accroupir.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Marcher plus d'un km à pied.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Marcher plusieurs centaines de mètres.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Marcher une centaine de mètres.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Prendre un bain, une douche ou s'habiller.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6

24. Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état physique,

	Oui	Non
1. Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Avez-vous dû arrêter de faire certaines choses ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Avez-vous eu des difficultés à faire votre travail ou toute autre activité (par exemple, cela vous a demandé un effort supplémentaire) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état émotionnel (comme vous sentir triste, nerveux(se) ou déprimé(e)),

	Oui	Non
1. Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Avez-vous eu des difficultés à faire ce que vous aviez à faire avec autant de soin et d'attention que d'habitude ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

26. Au cours de ces 4 dernières semaines, dans quelle mesure votre état de santé, physique ou émotionnel, vous a-t-il gêné(e) dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances ?

Pas du tout

Un petit peu

Moyennement

Beaucoup

Enormément

27. Au cours de ces 4 dernières semaines, quelle a été l'intensité de vos douleurs physiques ?

Nulle

Très faible

Faible

Moyenne

Grande

Très grande

28. Au cours de ces 4 dernières semaines, dans quelle mesure vos douleurs physiques vous ont-elles limité(e) dans votre travail ou vos activités domestiques ?

Pas du tout

Un petit peu

Moyennement

Beaucoup

Enormément

7

29. Les questions qui suivent portent sur comment vous vous êtes senti(e) au cours de ces 4 dernières semaines. Pour chaque question, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où :

	En permanence	Très souvent	Souvent	Quelquefois	Rarement	Jamais
Vous vous êtes senti(e) dynamique ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) très nerveux(se) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) si découragé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) calme et détendu(e) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) débordant(e) d'énergie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) triste et abattu(e) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) épuisé(e) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) heureux(se) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous vous êtes senti(e) fatigué(e) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

30. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où votre état de santé physique ou émotionnel, vous a gêné(e) dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances ?

En permanence

Une bonne partie du temps

De temps en temps

Rarement

Jamais

31. Indiquez, pour chacune des phrases suivantes, dans quelle mesure elles sont vraies ou fausses dans votre cas :

	Totalement vraie	Plutôt vraie	Je ne sais pas	Plutôt fausse	Totalement fausse
1. Je tombe malade plus facilement que les autres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Je me porte aussi bien que n'importe qui	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Je m'attends à ce que ma santé se dégrade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Je suis en excellente santé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8

Dans la suite du questionnaire, nous allons aborder vos conditions de travail. Il est nécessaire pour nous de connaître la situation dans laquelle vous vous trouvez actuellement, par rapport à celle dans laquelle vous étiez en 2002. Merci de vous situer dans l'une des quatre situations ci-dessous.

32. Actuellement:

1) Vous êtes dans la même entreprise, toujours au(x) même(s) poste(s) de travail

2) Vous êtes dans la même entreprise, mais vous avez changé de poste(s) de travail

3) Vous avez changé d'entreprise

Précisez en quelle année.

Année : [2] [0] [] []

4) Vous n'êtes pas en activité

Précisez votre situation actuelle ci-dessous, puis passez directement à la page 16.

Retraité(e) ou préretraité(e)

Chômeur ou à la recherche d'un emploi

En arrêt volontaire d'activité (par ex. congé parental, année sabbatique...)

En invalidité

En arrêt maladie

Autre, précisez

33. Dans quel département travaillez-vous actuellement ?

Notez le numéro du département. Ex : 49 pour Maine et Loire

34. Quel est votre contrat de travail actuel ? Cochez une seule case

Emploi sans limite de durée (CDI)

Sous contrat à durée déterminée (CDD) ou autre emploi à durée limitée (contrat saisonnier, etc.)

Intérimaire (placé par une agence d'intérim)

Fonctionnaire

Contrat de formation à l'emploi en alternance (ou apprenti(e))

Contrat de mesure pour l'emploi (ou stagiaire)

35. Quelle est votre ancienneté dans l'emploi actuel ?

Moins de 1 an Entre 3 et 10 ans

Entre 1 et 2 ans Plus de 10 ans

36. Dans quel secteur d'activité travaillez-vous actuellement ? Cochez une seule case

Agriculture Secteur privé non agricole Secteur public

9

37. Quelle est la taille de votre entreprise ?

Moins de 10 salariés De 50 à 199 salariés

De 10 à 49 salariés 200 salariés et plus

38. Êtes-vous ? Cochez une seule case

Manœuvre ou ouvrier(ère) spécialisé(e)

Ouvrier(ère) qualifié(e) ou hautement qualifié(e) ou technicien(ne) d'atelier

Agent de maîtrise

Directeur général ou adjoint au directeur

Technicien(ne), dessinateur(ice), VRP

Instituteur(ice), assistant(e) social(e), infirmier(ère), autre personnel de catégorie B de la fonction publique

Ingénieur ou cadre

Professeur et personnel de catégorie A de la fonction publique

Employé(e) de bureau, de commerce, agent de service, aide soignant(e), gardien(ne) d'enfant, personnel de catégories C ou D de la fonction publique

Autre cas (précisez en clair)

39. Quel emploi occupez-vous actuellement ? Précisez en clair l'intitulé (exemple : secrétariat dans une entreprise commerciale)

40. Pouvez-vous décrire les principales tâches ou activités que vous devez accomplir dans votre emploi actuel ? (exemple : accueil des clients, frappe des courriers, accueil téléphonique, renseignements divers)

Ne pas remplir PCS [] [] [] []

41. Quel nombre d'heures de travail avez-vous effectué lors de la dernière semaine travaillée ? [] [] heures

42. Votre durée de travail hebdomadaire est-elle variable ? Oui Non

43. Travaillez-vous en équipe postée ? (Une seule réponse)

Oui, en équipe alternante (en 2 x 8, en 3 x 8 ou plus)

Oui, en équipe fixe

Non

44. Quand vous embauchez le matin ou en début de poste, savez-vous quelles sont les tâches que vous aurez à effectuer au cours de votre journée de travail ?

Jamais Souvent

Rarement Toujours

10

45. Travaillez-vous avec des collègues qui se trouvent en situation précaire (COD, intérimaires) ?
Jamais Souvent
Rarement Toujours

46. Occupez-vous différents postes ou fonctions (polyvalence) au cours de votre travail ?
Presque jamais / jamais
1 à 3 jours par mois
1 jour par semaine
2 à 4 jours par semaine
Tous les jours

47. Certains éléments de votre salaire dépendent-ils de la quantité ou de la qualité de votre travail ?
Oui Non

**Les questions suivantes se rapportent à une journée typique de travail
AU COURS DES 12 DERNIERS MOIS**

48. Comment évaluez-vous l'intensité des efforts physiques de votre travail au cours d'une journée typique de travail ? Entourez le chiffre correspondant à votre choix sur l'échelle graduée de 6 à 20 ci-dessous, qui va de « pas d'effort du tout » à « épuisant »

6 Pas d'effort du tout
7 Extrêmement léger
8
9 Très léger
10
11 Léger
12
13 Un peu dur
14
15 Dur
16
17 Très dur
18
19 Extrêmement dur
20 Épuisant

49. Votre travail nécessite-t-il habituellement de répéter les mêmes actions plus de 2 à 4 fois environ par minute ?
Jamais De 2 à 4 heures par jour
Moins de 2 heures par jour Plus de 4 heures par jour

11

50. Pouvez-vous interrompre votre travail ou changer de tâche ou d'activité pendant 10 minutes ou plus chaque heure ?
Jamais Souvent
Rarement Toujours

51. Au cours d'une journée typique de travail :

	Non ou presque jamais	Rarement (moins de 2 heures/jour)	Souvent (2 à 4 heures/jour)	Toujours ou presque toujours
Devez-vous vous pencher en avant régulièrement ou de manière prolongée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Devez-vous vous pencher sur le côté régulièrement ou de manière prolongée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

52. Au cours d'une journée typique de travail, combien de temps passez-vous à porter une charge qui pèse :

	Jamais ou presque jamais	Rarement (moins de 2 heures/jour)	Souvent (2 à 4 heures/jour)	Toujours ou la plupart du temps
Moins de 10 kg ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 à 25 kg ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plus de 25 kg ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

53. Au cours d'une journée typique de travail, manipulez-vous régulièrement un objet ou une charge qui pèse :

	Jamais ou presque jamais	Rarement (moins de 2 heures/jour)	Souvent (2 à 4 heures/jour)	Toujours ou la plupart du temps
1 à 4 kg ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plus de 4 kg ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

54. Au cours d'une journée typique de travail, conduisez-vous un engin de chantier, un tracteur ou un chariot automoteur ?
Non ou presque jamais Moins de 4 heures par jour Plus de 4 heures par jour

55. Au cours d'une journée typique de travail :










	Jamais ou presque jamais	Rarement	Souvent	Toujours ou la plupart du temps
Utilisez-vous des outils vibrants ou devez-vous poser la (es) main(s) sur des machines vibrantes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manipulez-vous des objets froids (moins de 15°C) ou travaillez-vous au froid (moins de 15°C) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12

56. Au cours d'une journée typique de travail, utilisez-vous :

	Non ou presque jamais	Rarement (moins de 2 heures/jour)	Souvent (2 à 4 heures/jour)	Toujours ou presque toujours
Un écran d'ordinateur ou de contrôle ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un clavier pour saisir des données ou une souris ou un dispositif analogue d'entrée de données (crayon optique, scanner, douchette, etc.) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

57. Combien de temps devez-vous adopter les positions suivantes au cours d'une journée typique de travail :

	Jamais ou presque jamais	Rarement (moins de 2 heures par jour)	Souvent (2 à 4 heures par jour)	La plupart du temps (plus de 4 heures par jour)
Pencher la tête en avant régulièrement ou de manière prolongée ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pencher la tête en arrière régulièrement ou de manière prolongée ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Travailler avec un ou deux bras en l'air (au-dessus des épaules) régulièrement ou de manière prolongée ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Attraper régulièrement des objets derrière le dos ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Travailler avec un ou deux bras écartés du corps régulièrement ou de manière prolongée ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fléchir le(s) coude(s) régulièrement ou de manière prolongée ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tourner la main comme pour visser ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tordre le poignet ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presser ou prendre fermement des objets ou des pièces entre le pouce et l'index ? 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13

58. Les questions suivantes se rapportent à votre travail habituel **au cours des 12 derniers mois**. Cochez la case qui correspond le mieux à ce que vous ressentez.

- Dans mon travail, je dois apprendre des choses nouvelles**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Dans mon travail, j'effectue des tâches répétitives**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Dans mon travail, je me demande d'être créatif**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Dans mon travail, je me permets souvent de prendre des décisions moi-même**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Dans mon travail, je demande un haut niveau de compétence**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Dans ma tâche, j'ai très peu de liberté pour décider comment je fais mon travail**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Dans mon travail, j'ai des activités variées**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- J'ai la possibilité d'influencer le déroulement de mon travail**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- J'ai l'occasion de développer mes compétences professionnelles**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Mon travail demande de travailler très vite**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Mon travail demande de travailler intensément**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- On me demande d'effectuer une quantité de travail excessive**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord
- Je dispose du temps nécessaire pour exécuter mon travail**
Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

14

14. Je reçois des ordres contradictoires de la part d'autres personnes
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

15. Mon travail nécessite de longues périodes de concentration intense
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

16. Mes tâches sont souvent interrompues avant d'être achevées, nécessitant de les reprendre plus tard
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

17. Mon travail est très - bousculé -
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

18. Attendre le travail de collègues ou d'autres départements ralentit souvent mon propre travail
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

19. Mon supérieur se sent concerné par le bien-être de ses subordonnés
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

20. Mon supérieur prête attention à ce que je dis
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

21. Mon supérieur m'aide à mener ma tâche à bien
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

22. Mon supérieur réussit facilement à faire collaborer ses subordonnés
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

23. Les collègues avec qui je travaille sont des gens professionnellement compétents
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

24. Les collègues avec qui je travaille me manifestent de l'intérêt
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

25. Les collègues avec qui je travaille sont amicaux
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

26. Les collègues avec qui je travaille m'aident à mener les tâches à bien
 Pas du tout d'accord..... Pas d'accord D'accord..... Tout à fait d'accord

15

Merci de votre participation !

N'oubliez pas de nous renvoyer ce questionnaire à l'aide de l'enveloppe ci-jointe, ou à l'adresse suivante :
 Laboratoire d'Ergonomie et d'Epidémiologie en Santé au Travail (LEEST),
 Médecine E - CHU - 4 rue Lamey, 49033 Angers Cedex

Si vous avez des remarques éventuelles concernant votre santé ou votre travail, n'hésitez pas à les inscrire ci-dessous.

Si vous avez récemment changé d'adresse ou envisagez de le faire, merci d'indiquer ci-dessous vos nouvelles coordonnées afin que nous puissions vous contacter si besoin (ces données ne seront pas informatisées) :

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal :

Commune :

16

Volet spécifique épaule (en plus des questions déjà posées par le volet général) :

Les questions suivantes se rapportent plus particulièrement à votre **pathologie de l'épaule** et ont pour but d'apprécier les répercussions socio-professionnelles de votre pathologie. Elles seront complétées par le nouvel examen clinique que vous réaliserez avec votre médecin du travail au cours de l'année 2007.

59. En quelle année ont débuté vos problèmes d'épaule ? (_ _ _)

60. De quel(s) côté(s) souffrez-vous de l'épaule ?
 Du côté droit Du côté gauche Des deux côtés

61. Le début de vos symptômes à l'épaule a été :
 Brutal Progressif

62. Depuis 2002, avez-vous le sentiment que vos symptômes à l'épaule ont :
 Augmenté Diminué Sont restés identiques ...

63. À cause de vos douleurs ou gêne à l'épaule **au cours des 12 derniers mois**, avez-vous :

Oui Non

Eu un ou plusieurs arrêt(s) de travail ? Si Oui, précisez le nombre total de **jours** : (_ _ _)

Consulté un médecin généraliste ou spécialiste ? .. Si Oui, précisez le nombre de **fois** : (_ _ _)

Consulté un kinésithérapeute ? Si Oui, précisez le nombre de **fois** : (_ _ _)

64. De quels traitements bénéficiez-vous (ou avez-vous bénéficié) pour votre problème à l'épaule ? Vous pouvez cocher plusieurs cases.

Oui Non

Antalgiques (anti-douleur).....

Anti-inflammatoires

Kinésithérapie

Infiltrations

Chirurgie Si Oui, en quelle année ? (_ _ _)

Autre Si Oui, précisez :

65. Avez-vous bénéficié d'un aménagement de vos conditions de travail en raison de votre problème à l'épaule ?
 Oui Non

66. Depuis 2002, avez-vous effectué une déclaration de maladie professionnelle pour votre épaule ?
 Oui Non

Si oui, précisez :
 Année de la déclaration : (_ _) _ 0 (_ _)
 Côté concerné : Epaule droite Epaule gauche

16

Les questions suivantes s'intéressent à ce que vous ressentez et à vos possibilités d'accomplir certaines activités. Veuillez répondre à **toutes** les questions en considérant vos possibilités **au cours des 7 derniers jours**. Si vous n'avez pas eu l'occasion de pratiquer certaines de ces activités au cours des 7 derniers jours, veuillez entourer la réponse qui vous semble la plus exacte si vous aviez dû faire cette tâche. Le côté n'a pas d'importance. Veuillez répondre en fonction du résultat final, sans tenir compte de la façon dont vous amèez.

67. Veuillez évaluer votre capacité à réaliser les activités suivantes **au cours des 7 derniers jours**. Cochez une seule réponse par ligne.

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Dévisser un couvercle serré ou neuf.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ecrire.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Tourner une clé dans une serrure.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Préparer un repas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ouvrir un portail ou une lourde porte en la poussant.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Placer un objet sur une étagère au-dessus de votre tête.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Jardiner, s'occuper des plantes (fleurs et arbustes).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Faire un lit.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Porter des sacs de provisions ou une mallette.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Porter un objet lourd (supérieur à 5 kg).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Changer une ampoule en hauteur.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Se laver ou se sécher les cheveux.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Se laver le dos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Enfiler un pull-over.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Couper la nourriture avec un couteau.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Activités de loisir sans gros effort (jouer aux cartes, tricoter, etc.).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule, du bras ou de la main (bridage, tennis, golf, etc.).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Activités de loisir nécessitant toute la liberté de mouvement (badminton, lancer de balle, pêche, Frisbee, etc.).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Déplacements (transports).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Vie sexuelle.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17

68. Pendant les 7 derniers jours, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main ont-ils gêné dans vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? Cochez une seule réponse.

Pas du tout

Légèrement

Moyennement

Beaucoup

Extrêmement

69. Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles en raison de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main ? Cochez une seule réponse.

Pas du tout limité

Légèrement limité

Moyennement limité

Très limité

Incapable

70. Veuillez évaluer la sévérité des symptômes suivants **durant les 7 derniers jours**. Cochez une réponse sur chacune des lignes

	Aucune	Légère	Moyenne	Importante	Extrême
1. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main en pratiquant une activité particulière.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Précisez cette activité :					
3. Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Faiblesse du bras, de l'épaule ou de la main.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Raideur du bras, de l'épaule ou de la main.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

71. Pendant les 7 derniers jours, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? Cochez une seule réponse.

Pas du tout

Un peu

Moyennement

Très perturbé

Insomnie complète

72. - Je me sens moins capable, moins confiant ou moins utile à cause du problème de mon épaule, de mon bras ou de ma main -

Pas d'accord du tout

Pas d'accord

Ni d'accord ni pas d'accord

D'accord

Tout à fait d'accord

18

Les questions suivantes concernent la gêne occasionnée par votre épaule, votre bras ou votre main **au cours de votre travail**. Cochez la réponse qui, sur chacune des lignes, décrit le plus précisément vos possibilités **durant les 7 derniers jours**. Si vous n'avez pas pu travailler pendant cette période ou si vous n'êtes plus en activité, considérez comme « impossible » les quatre propositions suivantes.

73. Avez-vous eu des difficultés :

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Pour travailler en utilisant votre technique habituelle.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Pour travailler comme d'habitude à cause de la douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Pour travailler aussi bien que vous le souhaitez.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Pour passer le temps habituellement consacré à votre travail.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19

Echelle d'interprétation :

L'interprétation des données doit être réalisée avec l'aide d'un codeur ayant des compétences en statistiques. Les informations sont récoltées sur une population sélectionnée au-préalable pour être comparée aux résultats d'une autre population ou aux résultats d'une population référence. Ces outils peuvent aussi être utilisés pour le suivi dans le temps des expositions d'une population (par comparaison des résultats à deux périodes différentes)

Limites de l'outil :

Outils d'évaluation du risque long de déploiement. Les questionnaires généraux et spécifiques comportent plusieurs questions que le travailleur doit remplir de manière individuelle. Ce questionnaire demande du temps au travailleur, il peut être rempli sur le lieu de travail ou en dehors (au domicile ou chez son médecin).

Les questions posées dans ce questionnaire peuvent être mal interprétées et faussées la réponse du travailleur. Des informations personnelles sont demandées à l'individu, le respect de la confidentialité des données est essentiel à ce questionnaire

Le codage et l'interprétation des données doivent être réalisés par un spécialiste ayant des compétences en codage de données et en statistique.

L'interprétation des données ne peut pas être faite individuellement, seule la comparaison de données ou le suivi des données dans le temps peuvent être réalisés.

Tableau récapitulatif des informations sur les outils simples étudiés

Outils d'évaluation des risques	OSHA	RACHIS	Ressenti	Criticité ergo (Osha, RACHIS, Ressenti)	QEC	RUIA	REBA	JSI	EAWS	Equation révisée NIOSH	MAC	Questionnaire Cosali	Questionnaire TMS de l'INRS
Concepteur(s) de l'outil (référence article principes)	Aptel M, 2000	Outil interne (développé en 2010)	Outil interne (développé en 2008)	Aptel, M, 2000 et complément apporté en interne	Dufour, Pouliot, Simard, Sauvage, 2005	McAtamney & al, 1993	McAtamney et Hignett, 2005	Moore et Garg, 1995	Schaub et Ghazel-ahmadi, 2007	Waters et coll, 1993	Monnington, Pinder, Quairrie 2002	Kuorinka, Jonsson et coll, 1987	Conçu par l'université Wisconsin 2000 repris par l'INRS en 1995 (Cail, Aptel, Pichéne)
Champs d'analyse (Biomécanique, psychosocial, organisationnel, individuel)	Biomécanique et organisationnel	Biomécanique	Psycho-social, individuel	Psycho-social, biomécanique et organisationnel	Biomécanique et psychosocial	Biomécanique	Biomécanique	Biomécanique	Biomécanique	Biomécanique	Biomécanique	Psycho-social, individuel	Psycho-social, représentation individuelle des douleurs, des contraintes biomécaniques, environnementales et organisationnelles
Mode de présentation des résultats (type d'échelle d'interprétation et nombre d'interprétations possibles)	Score issu d'un calcul, compris entre 0 et 37	Score issu de la posture observée, compris entre 0 et 4.	Informations qualitatives issues des commentaires + Score issu de la réponse ressentie général sur la pénibilité, entre 1 et 6.	Note issue d'un calcul avec les 3 scores des outils OSHA, RACHIS, Note RESSENTI (CE= OSAH x RACHIS x RESSENTI). Note comprise entre 0 et 888 (majoritairement entre 20 et 140).	2 types de résultats issus de calculs: - notes par régions corporelles (Dos, épaules/bras; cou); - comprises entre 10-56 pour le dos, épaules/bras, mains/poignets et entre 4-18 pour le cou.	Score issu de calculs + grille des résultats compris entre 1 et 7.	Score issu de calculs + grille des résultats compris entre 1 et 15.	Score obtenu par calcul (JSI = IE X DE X EM X HWP X SW DD). Score après calcul compris entre 0,0625 et 1053 (majoritairement entre 1 et 20)	2 types de score obtenus par calcul: - Score évaluation du risque corps entier (majoritairement entre 0 et 80) - Score évaluation du risque des membres supérieurs. Compris entre 0 et 495 (majoritairement entre 0 et 80)	Score de l'évaluation obtenue par calcul (version avec calcul automatique disponible). Score compris entre 0 et 20 (Majoritairement entre 0 et 5).	Score calculé à partir des résultats de l'observation d'une activité de manutention manuelle sous 3 angles: manutention simple, manutention avec déplacement, aide au calcul est fournie avec l'outil, chaque critère d'observation permet l'obtention d'un score, le total représente le niveau de risque sur une échelle à 3 niveaux:	Score calculé suite au codage des réponses. Pas d'échelle d'interprétation. Permet un balayage des difficultés de l'opérateur.	Score calculé suite à un codage des réponses: échelles de 0 à 100 (de 2,5 à 100 pour l'intensité des plaintes de TMS) 2 niveaux d'interprétations: - comparaison de population / - suivi des évolutions dans le temps

Tableau 6 : Récapitulatif des informations sur les outils simples étudiés

Référence	Durée	Zones ciblées	Facteurs ciblés	Simplicité scientifique	Simplicité utilisation	Prévention	Score	Aide à la prévention
Dépistage								
Kemmlert	30 min	Nuque, dos, MS, MI	P, R, autres	simple	moyen	oui	non	non
OSHA - Austr	30 min	Nuque, dos, MS	F, P, R, autres	simple	simple	oui	oui	oui
Kilbom	20 min	MS	R	simple	difficile	non	non	non
Lifshitz	20 min	MS	F, P, R, autres	simple	simple	oui	non	non
HSE (partie 1)	10 min	MS	F, P, R, autres	simple	moyen	oui	non	oui
FIOH	15 min	Nuque, dos, MS, MI	P + Man	simple	simple	peu	oui	non
SOBA dépistage	10 min	MS	F, P, R	simple	simple	oui	non	non
BORG	10 min	différentes zones	Efforts	simple	simple	non	oui	non
Observation								
Snook	30 min	Dos et poignets	Man	moyen	moyen	oui	oui	oui
Strain index	60 min	MS	F, P, R, autres	moyen	moyen	non	oui	non
RULA	60 min	Nuque, dos, MS, MI	F, P et R	moyen	moyen	non	oui	non
OSHA - US	30 min	Nuque et MS	F, P, R, autres	simple	moyen	non	oui	non
Keyserling	40 min	MS	F, P, R, autres	simple	simple	oui	oui	non
QEC	25 min	Nuque, dos, MS	P, R, autres	simple	difficile	non	oui	non
SOBA Observation	60 min	MS	F, P, R, autres	simple	simple	oui	non	oui
HSE	30 min	MS	F, P, R, autres	simple	simple	oui	non	oui

Analyse								
Keyserling	en heures	Dos et épaules	P	moyen	moyen	non	oui	non
OREGE	en jours	MS	F, P, R	simple	moyen	non	oui	non
VIRA	en heures	Nuque et épaules	P	simple	moyen	non	oui	non
OWAS	en heures	Dos, MS, MI	P + efforts	simple	moyen	non	oui	non
SOBA analyse	en jours	MS	F, P, R	simple	moyen	peu	oui	oui
ERGO	en jours	MS	F, P, autres	simple	simple	oui	oui	non
Rodgers	en heures	Nuque, dos, MS, MI	P + efforts	simple	moyen	peu	oui	oui
ARBAN	en jours	Nuque, dos, MS, MI	P + efforts	moyen	moyen	non	oui	non
HAMA	en jours	MS	F, P, R, autres	moyen	difficile	peu	non	non
HARBO	en jours	Corps	P	simple	moyen	non	non	non
TRAC	en jours	Nuque, dos, MS, MI	P	simple	moyen	non		
PEO	en jours	Nuque, dos, MS, MI	P + charges	simple	moyen	non	non	non
OCRA	en heures	MS	F, P, R, autres	difficile	difficile	non	oui	non
NIOSH WMSD	en heures	Dos et MS	F, P, R, autres	simple	difficile	oui	non	oui
Expertise								
Radwin	en jours	MS	F, P, R	difficile	difficile	non	oui	non
Wells	en jours	MS	F, P, R	difficile	difficile	non	oui	non
SOBA expertise	en jours	MS	F, P, R	difficile	difficile	non	oui	non
Armstrong	en jours	MS	F, P	difficile	difficile	non	oui	non

MS = membres supérieurs, MI = membres inférieurs, F = force, P = posture, R = répétitivité, Man = manutention

Tableau 7 : Classement outils simples d'évaluation du risque TMS-MS (Malchaire, 2011)

**Annexe 3 : Reconstitution détaillée des composantes MMS
pour l'ensemble des situations de travail étudié dans le
cadre de l'article soumis auprès de la revue International
Journal of Industrial Ergonomics**

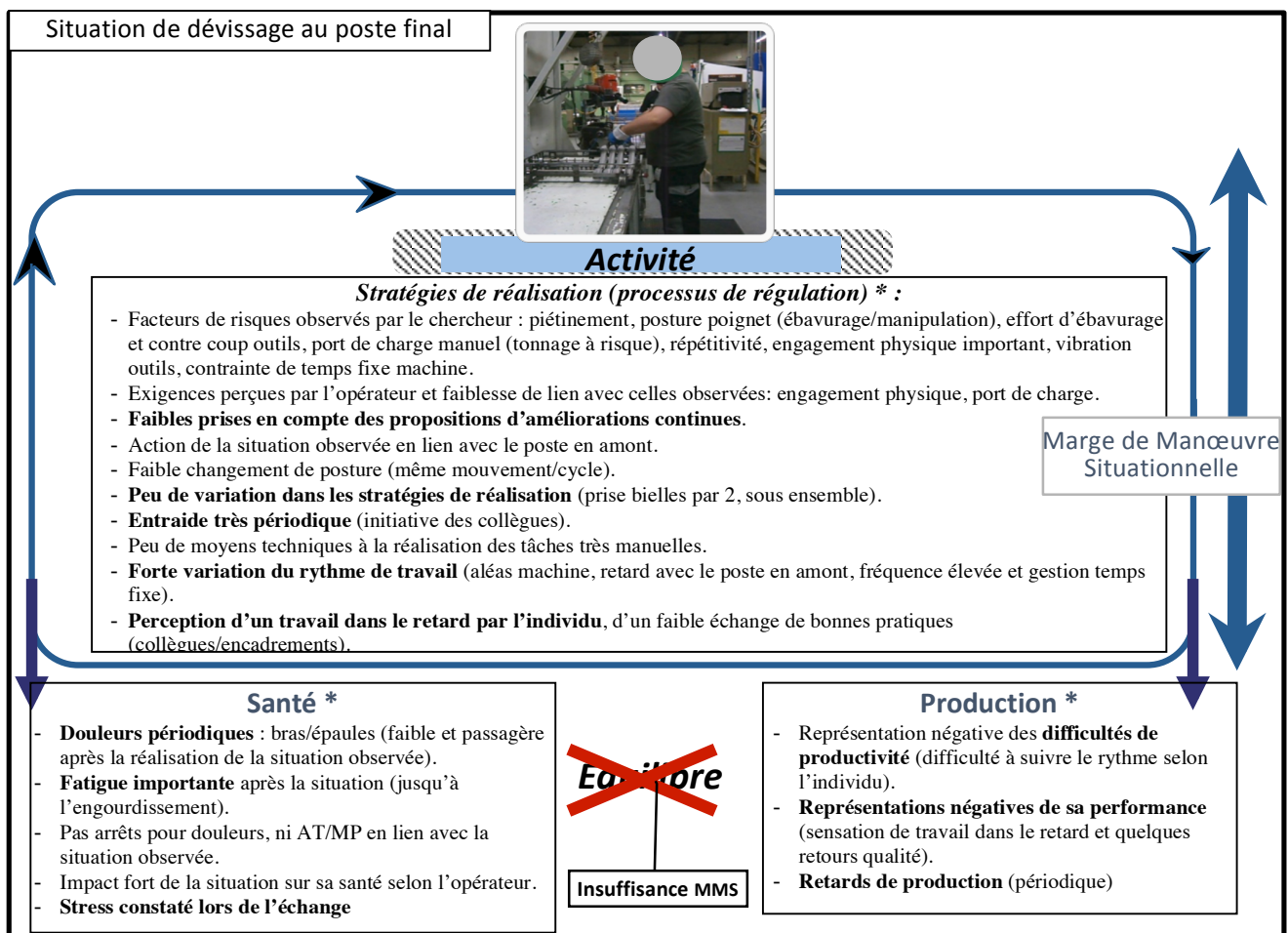


Figure 22 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence de dévissage bielles (modèle adapté de N.Vézina, 2001)

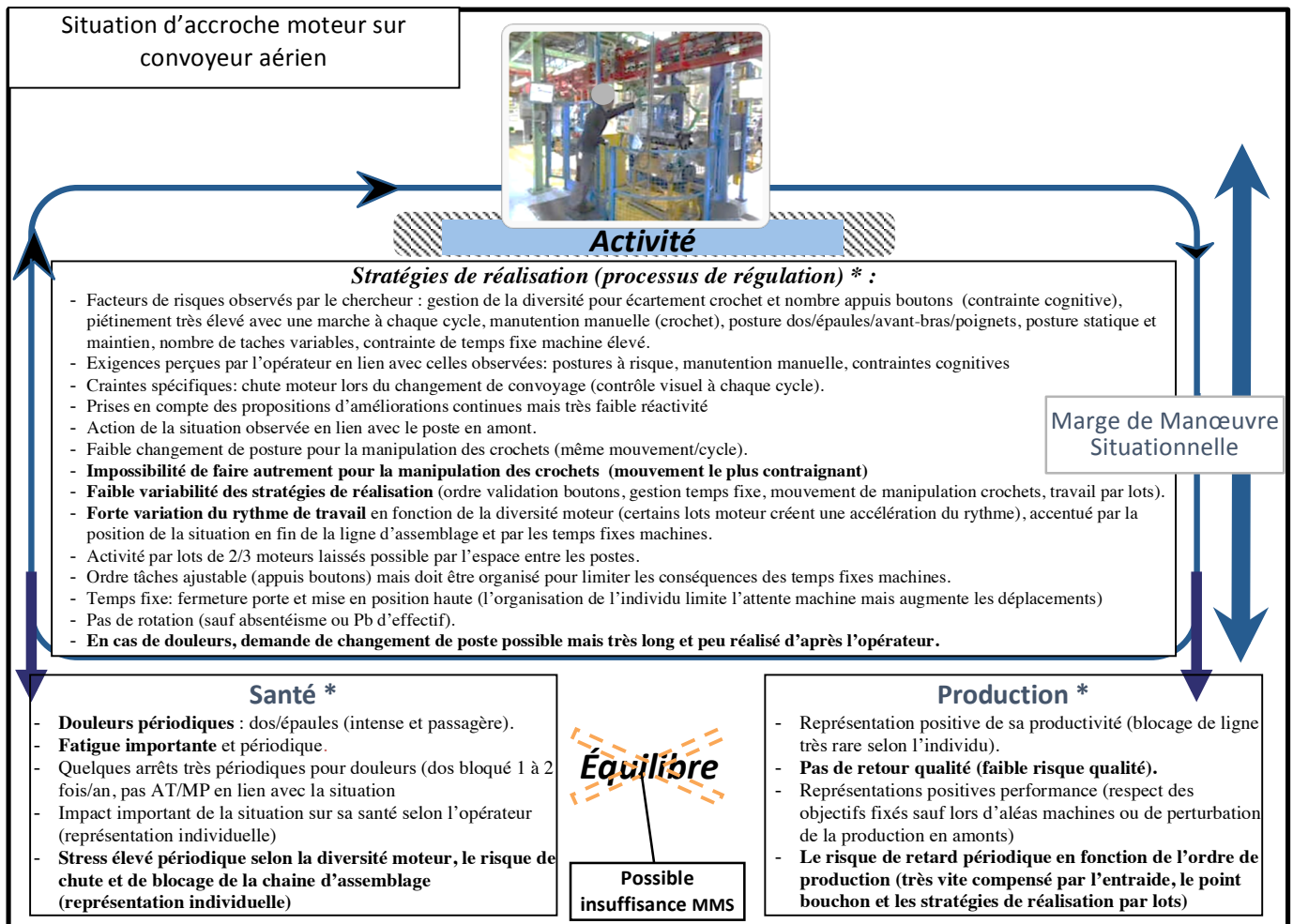


Figure 22 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'accroche moteur sur convoyeur aérien (modèle adapté de N.Vézina, 2001)

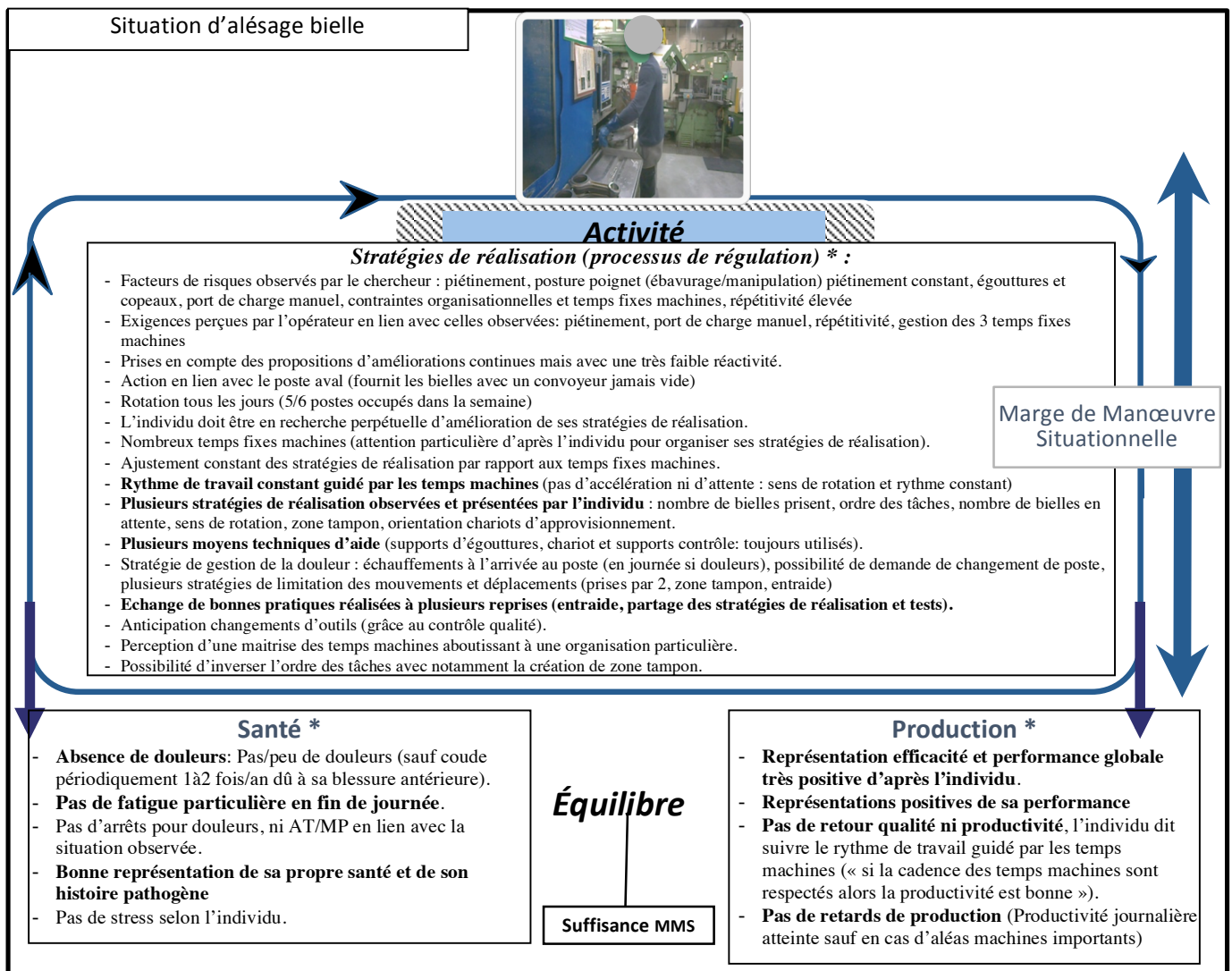


Figure 23 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'alésage bielle
(modèle adapté de N.Vézina, 2001)

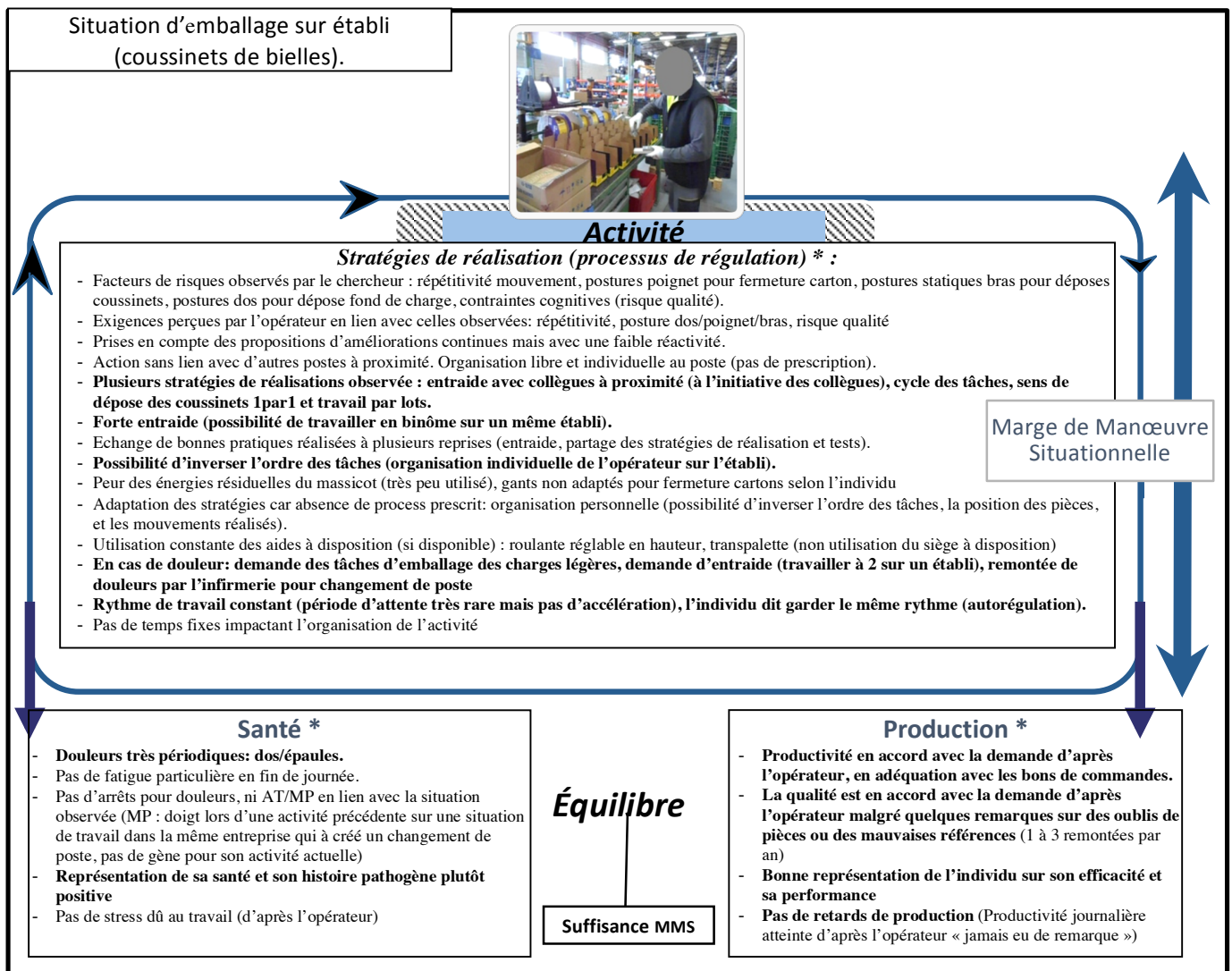


Figure 24 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'emballage sur établi (coussinets de bielles) (modèle adapté de N.Vézina, 2001)

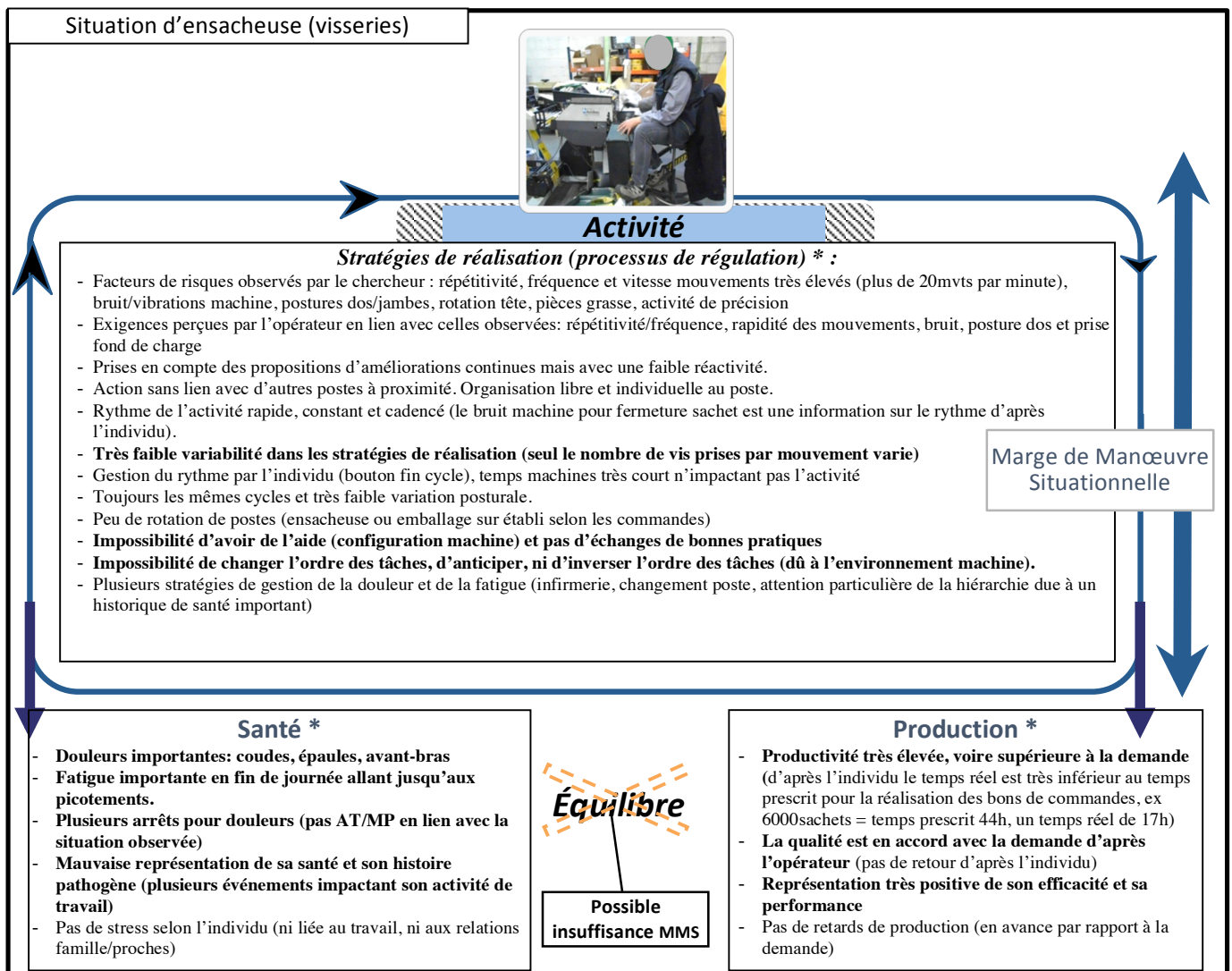


Figure 25 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'ensacheuse (visseries) (Modèle adapté de Vézina, 2001)

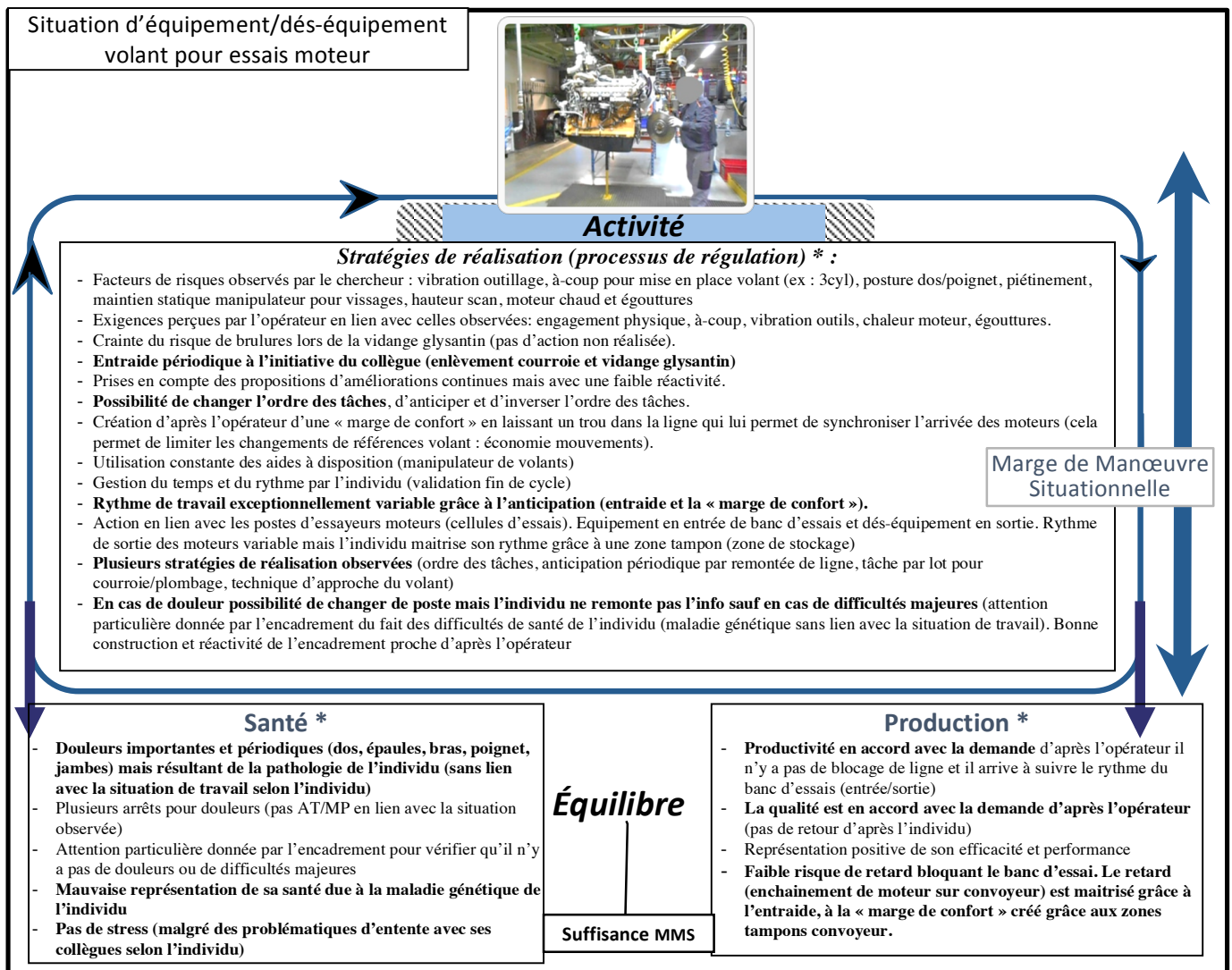


Figure 26 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'équipement/dés-équipement volant pour essais moteurs (Modèle adapté de Vézina, 2001)

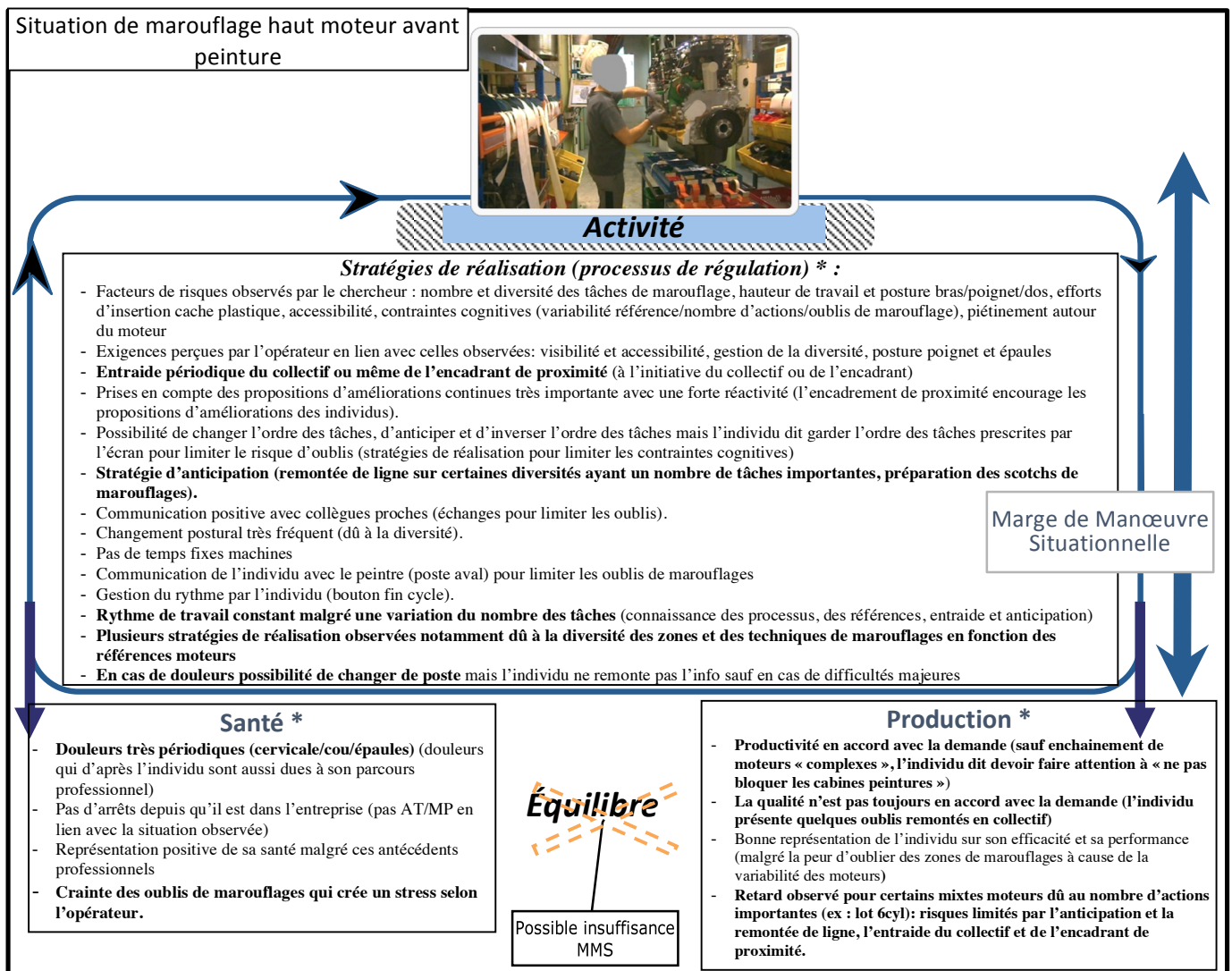


Figure 27 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence marouflage moteur haut moteur avant peinture (Modèle adapté de N.Vézina, 2001)

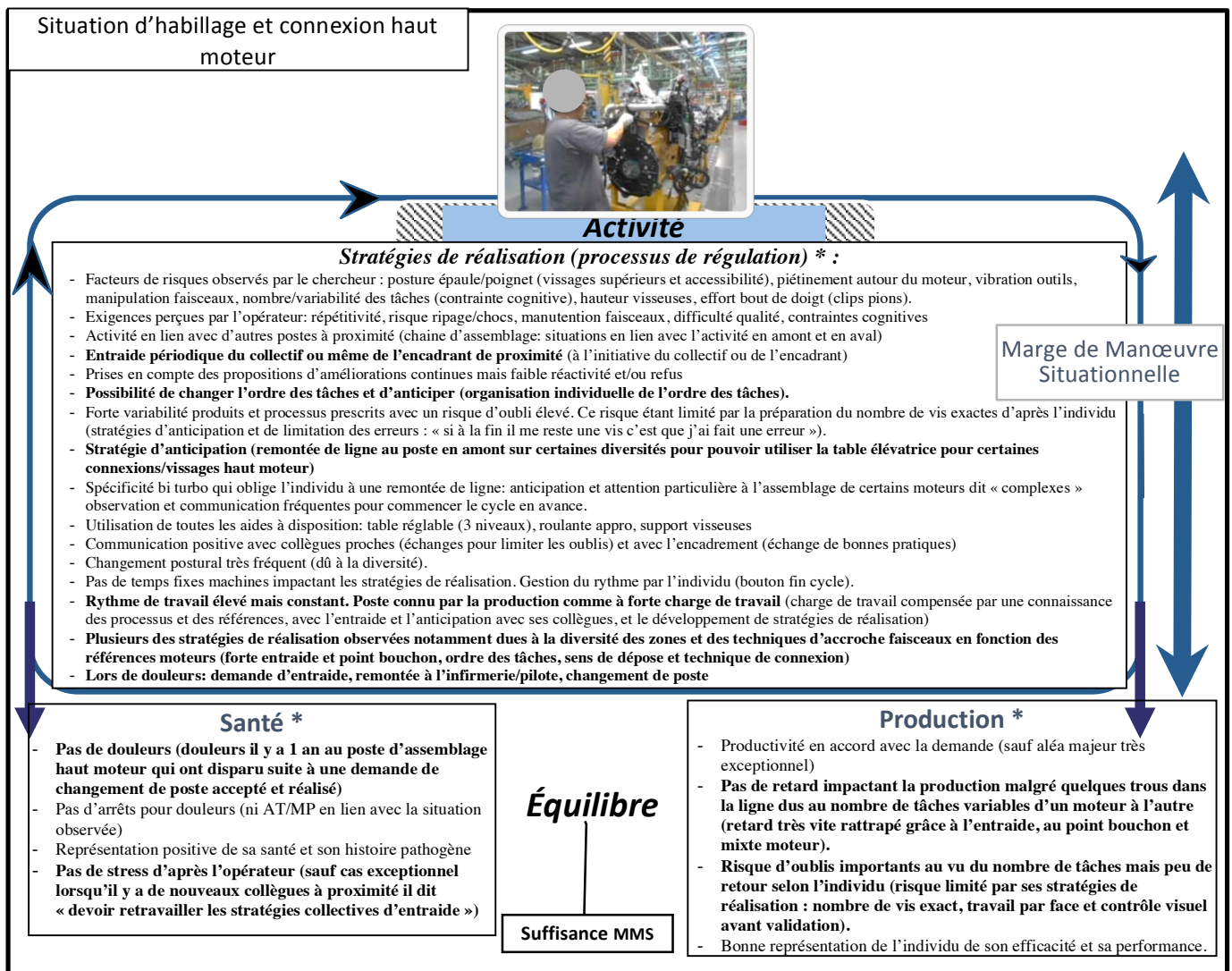


Figure 28 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'habillage et connexion haut moteur (Modèle adapté de N.Vézina, 2001)

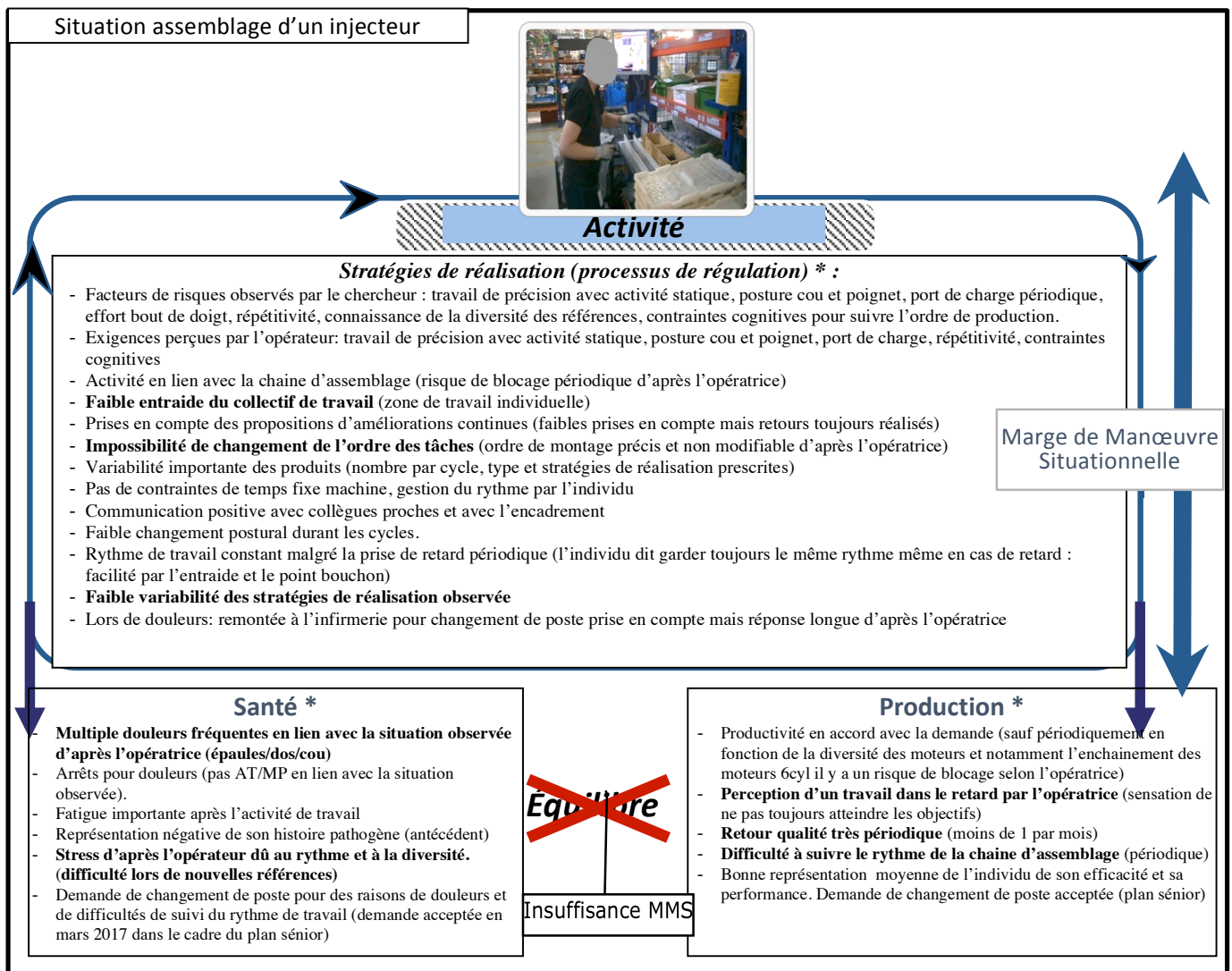


Figure 29 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence d'assemblage d'un injecteur (Modèle adapté de N.Vézina, 2001)

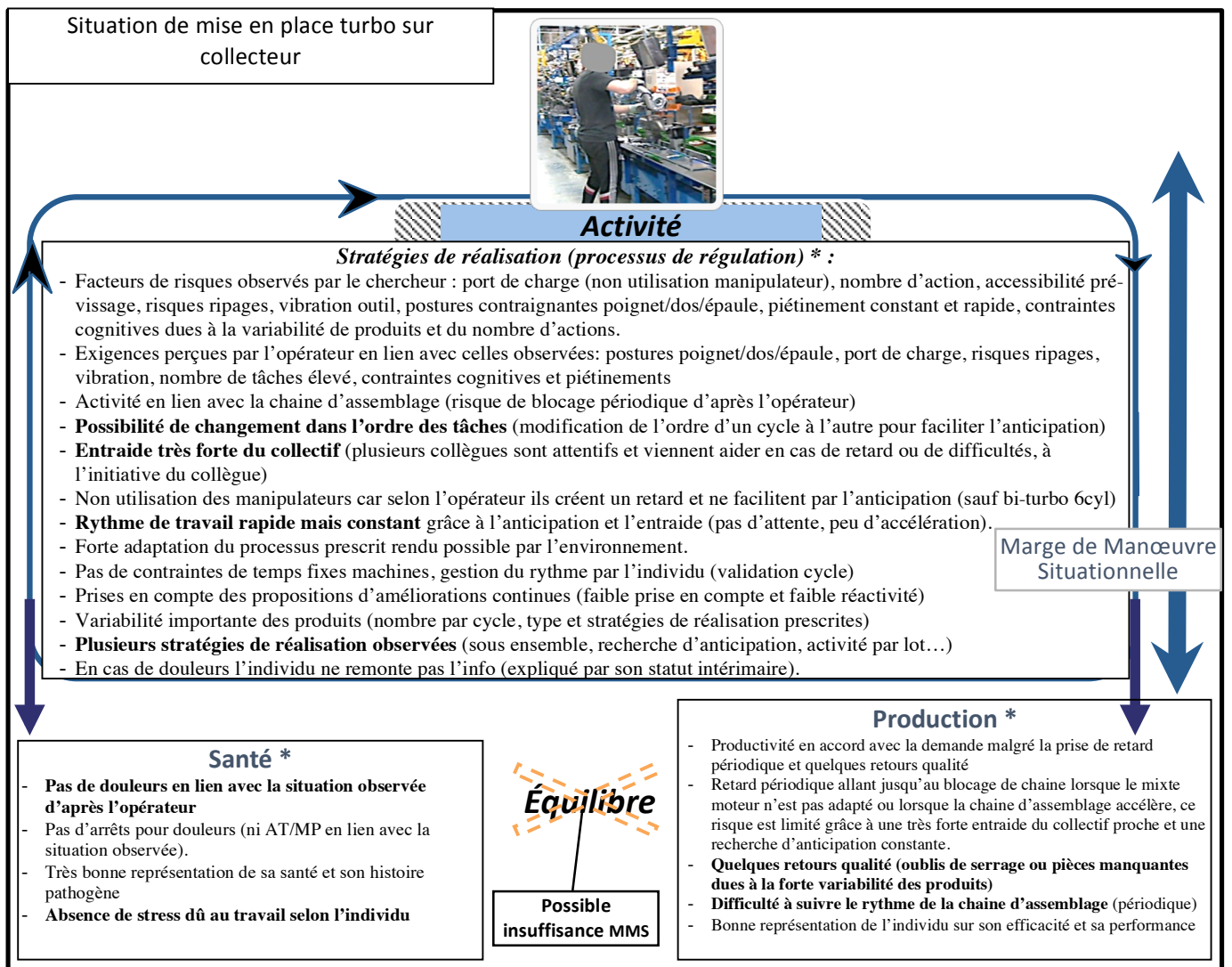


Figure 30 : Reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de référence de mise en place turbo sur collecteur (Modèle adapté de Vézina, 2001)

Annexe 4 : Communications et publications annexes

Communications SELF 2017 et 2018 : Ces deux communications reprennent les éléments présentés dans chacun des articles publiés en version Française.

Publication d'un article scientifique dans la revue électronique « Activités » : l'article proposé fait suite à une demande formulée par le comité scientifique de la SELF 2017.

Communication 52ème Congrès SELF 2017 : Renouvellement des questions et des outils d'évaluation du risque en prévention des TMS à la lumière d'un concept en devenir : la marge de manœuvre.

Pour citer :

Norval. M, Zare. M, Brunet. R, Coutarel, F & Roquelaure. Y (2017). Renouvellement des questions et des outils d'évaluation du risque en prévention des TMS à la lumière d'un concept en devenir : la marge de manœuvre. 52ème Congrès de la SELF - Présent et Futur de l'Ergonomie (Toulouse, 20-22 septembre).

Renouvellement des questions et des outils d'évaluation du risque en prévention des TMS à la lumière d'un concept en devenir : la marge de manœuvre Connaissance et reconnaissance entre labo et industrie internationale

Maxime NORVAL¹, Mohsen ZARE², René BRUNET¹, Fabien COUTAREL³, Yves ROQUELAURE¹

¹ ESTER, Université Bretagne-Loire, 49045 Angers

maximenorval@hotmail.com

² ERCO-UTBM, Université Bourgogne Franche Comté, 90010 Belfort

³ ACTé, Université Clermont-Auvergne, 63100 Clermont-Ferrand

Les outils d'évaluation du risque TMS actuellement utilisés dans les industries pour identifier les situations critiques s'appuient sur des données probantes issues majoritairement des connaissances scientifiques en épidémiologie. Au vu des difficultés d'enrayement de l'évolution de la pathologie, des évolutions observées dans les entreprises et de la complexification du modèle étiologie des TMS, la représentativité et la fiabilité de ces outils sont souvent discutées. En effet, l'augmentation des variabilités et des complexifications à plusieurs niveaux questionne l'utilisation de ces outils. Dans cette étude nous questionnons la place des connaissances issues du champ de l'intervention en ergonomie. Ainsi nous avons recherché la place des notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils d'évaluation dominants. A partir d'une documentation sur les déterminants et les indicateurs de la marge de manœuvre, une grille d'analyse a été créée pour rechercher la présence de ces informations dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils donnés par les concepteurs d'outils ou recréés par hypothèse.

Mots-clés : Prévention TMS, Marge de manœuvre, Outil d'évaluation des risques, modèle théorique sous-jacent.

Operational leeway in the work situations: Do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis? Knowledge and application a challenge between theoretic and industrial aspect

Abstract: Risk assessment tools of MSDs currently used in the industry to identify critical situations relies on the information data evidence primarily for scientific and epidemiology. In view of the difficulties for stop the evolution of this pathology, the evolution observed in organizations and the complexities in the model etiology of MSDs, the representiveness and fiability of these tools are often discussed. In fact, the increase in variability and complexities at several levels raises the question the use of these tools. In this study, we question the place of knowledge of the field of the intervention in ergonomics. Thus, we have researched the notion of regulation of activities and the operational leeway in the theoretical models underlying of risk assessment tools. Based on a documentation on the determinants and indicators of operational leeway, and analysis grid was created to research the presence of this information in the theoretical models underlying the information tools by the developers of the tools or recreated by hypothesis.

Keywords: MSDs prevention, Operational leeway, Risk assessment tools, underlying theoretical model

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Toulouse du 20 au 22 septembre 2017. 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 : Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F. & Roquelaure, Y. (2017). Renouvellement des questions et des outils d'évaluation du risque en prévention des TMS à la lumière d'un concept en devenir : la marge de manœuvre. 52^{ème} Congrès de la SELF - Présent et Futur de l'Ergonomie (Toulouse, 20-22 septembre).

SELF 2017 - TOULOUSE - 473

Norval Maxime | Les outils simples d'évaluation du risque TMS : quelle intégration de la MMS lors du repérage des situations critiques ? - 323



Introduction

Les troubles musculo squelettiques (TMS) représentent la première cause de maladie professionnelle dans les pays industrialisés. Les TMS ont des effets importants sur la santé des individus mais aussi sur le rendement des entreprises (Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Roquelaure *et al.*, 2012).

La problématique des TMS est un sujet de recherche depuis plusieurs années. Dans le cadre d'un doctorat réalisé dans l'entreprise John Deere Orléans-Saran (45), site de production de moteurs diesel à usage non routiers, notre travail consiste à étudier la prise en compte actuelle des nouvelles connaissances issues du champ de l'intervention en ergonomie dans les outils dominants de l'évaluation du risque TMS. Cette étude propose de questionner les applications actuelles des notions de régulation et de marge de manœuvre dans les phases préliminaires d'évaluation du risque de la démarche de prévention des TMS.

Les outils d'évaluation du risque TMS

Les démarches de prévention des risques de TMS sont structurées pour permettre une recherche d'amélioration sur les situations de travail (Guérin, Laville, & Daniellou, 1997; St-Vincent *et al.*, 2014). L'évaluation du risque est dans de nombreux cas, la première étape de la démarche de prévention des TMS.

Plusieurs revues de la littérature ont permis un regroupement des outils d'évaluation du risque TMS en 3 groupes: les outils d'auto-évaluation des risques (questionnaire et auto-questionnaire); les outils d'observation (check-list); et les outils de mesures directes (mesure biomécanique et mesure d'ambiance) [David, 2005; Delalande-Danet *et al.*, 2015; Malchaire, Gauthy, Piette, & Strambi, 2011; Neumann, 2006; Roquelaure, Petit, Meyer, Leclerc, & Mairiaux, 2013; Takala *et al.*, 2010]. Les outils d'auto-évaluation des risques s'appuient sur les représentations et les ressentis des travailleurs pour recueillir des informations par questionnaire ou auto-questionnaire [Descatha *et al.*, 2007]. Les outils d'observation évaluent, à partir d'une liste de contrôle, les risques en situation de travail et prennent en compte un nombre limité de paramètres [David, 2005; Denis, Lortie, & Rossignol, 2000; Malchaire *et al.*, 2011; Takala *et al.*, 2010].

Enfin, les outils de mesures directes demandent des compétences spécifiques pour leurs déploiements et permettent des mesures précises en situation de travail, essentiellement en lien avec les caractéristiques biomécaniques de l'homme en activité et les ambiances de travail afin d'être comparés à des seuils définis en laboratoire [Balogh *et al.*, 2004; Zare, 2015]

La représentativité et la fiabilité des résultats issues des outils, les différences de mesure liées à l'expérience de l'utilisateur et la prise en considération de la perception des opérateurs sont souvent discutées à propos de ces outils [Denis *et al.*, 2000; Roquelaure *et al.*, 2013; Zare, Biau, Brunet, Gourlay, & Roquelaure, 2015].

Dans le champ de l'intervention ergonomique (intervention complexe), l'histoire et les nouvelles connaissances conceptuelles en ergonomie de l'activité ont mis l'accent, dans une approche systémique et développementale, sur

les contraintes classiquement étudiées mais aussi sur les ressources de la situation de travail comme pouvant permettre la régulation de l'activité. Les complexifications et les variabilités du travail de plus en plus présentes dans les entreprises industrielles justifient l'apport de complément à l'approche centrée sur l'étude des contraintes [Coutarel, Caroly, Vézina, & Daniellou, 2015; Guérin *et al.*, 1997; Koukoulaki, 2014]

Régulation de l'activité et marge de manœuvre

La notion de régulation fait directement référence à la reconstruction permanente des modes opératoires où la personne est en perpétuelle reconstruction durant son activité [Faverge, 1972; Guérin *et al.*, 1997; Silva & Bento, 2012]. Pour St-Vincent *et al.* (2014) la régulation dans le travail est un processus d'adaptation constante de la personne face à la variabilité des exigences et des conditions du travail et face à sa propre variabilité (changement de son état interne). Pour cette étude nous retenons cette dernière définition qui présente la notion de régulation comme étant issue, de manière indissociable, de la rencontre entre les caractéristiques de la personne et celles de son environnement de travail, dans une situation de travail, Coutarel *et al.* (2015) avancent ainsi le concept de marge de manœuvre situationnelle. Les possibilités de régulation visant à assurer l'efficacité du travail, augmentent lorsque la marge de manœuvre situationnelle des opérateurs augmente également [Coutarel *et al.*, 2015; Coutarel, Daniellou, & Dugué, 2003]. La marge de manœuvre représente donc la zone d'initiative et de tolérance, dont dispose l'opérateur pour assurer la régulation du fonctionnement du système (Weill-Fassina & Valot, 1998). D'après [St-Vincent *et al.*, 2014] « *La marge de manœuvre correspond à l'espace de régulation de la personne en activité de travail. (...) Cet espace de régulation varie selon deux paramètres principaux, soit d'une part, le cadre de travail (tâches et exigences, conditions et moyens offerts par le milieu de travail, environnement social) et, d'autre part, les caractéristiques de la personne* » [St Vincent & al, 2011 p57]. Dans le domaine de la prévention, les TMS sont alors appréhendés comme un échec de la régulation de l'activité qui est le reflet d'un déficit de marge de manœuvre pour l'opérateur sur son poste de travail [St Vincent & al, 2011].

Les indicateurs et les déterminants utilisés dans cette étude pour représenter la notion de marge de manœuvre sont issus du modèle de l'activité centré sur la personne de Vézina (2001) repris par St-Vincent *et al.* (2014). Six composantes de la situation de travail analysées de façon systémique sont identifiées par ces auteurs: 1. le contexte de travail représenté par l'organisation globale du travail, 2. les exigences et attentes de l'employeur, 3. les moyens matériels et organisationnels que l'entreprise met à disposition du travailleur, 4. les caractéristiques individuelles, 5. l'activité de travail et le processus de régulation représentés par les stratégies de réalisation déployées et le comportement du travailleur, et enfin 6. les effets de la situation de travail en termes de santé et de performance.

Situation et méthodes

A partir des six composantes du modèle de Vézina (2001) centré sur la personne en activité, nous avons recherché des exemples de marge de manœuvre en situation de travail chez John Deere. Puis, une journée d'étude dédiée a été organisée en novembre 2016, avec la participation de 2 doctorants en ergonomie afin de discuter du lien entre les exemples rencontrés et le modèle conceptuel de Vézina (2001). Suite à cette journée d'étude, 48 indicateurs et déterminants, de la marge de manœuvre ont été définis. Les indicateurs de la marge de manœuvre situationnelle caractérisent les possibilités ou les stratégies de régulation disponibles ainsi que les effets/résultats de la situation de travail en termes de santé et de performance (résultats de la régulation). Les déterminants sont les caractéristiques du milieu et de la personne à partir desquelles l'individu met en œuvre les régulations. Ils sont présentés dans le tableau 1.

Ensuite, une grille d'analyse a été créée pour étudier la prise en compte actuelle des déterminants et des indicateurs de la marge de manœuvre situationnelle par les outils d'évaluation du risque dominants.

Cette grille d'analyse présentée dans le tableau 2, a été déployée pour étudier la présence des indicateurs et des déterminants dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils. Un échantillon de 10 outils d'évaluation du risque TMS a été choisi à partir du terrain de la recherche (outils locaux), et des outils dominants issus de la littérature scientifique (David, 2005; Delalande-Danet *et al.*, 2015; Malchaire *et al.*, 2011; Neumann, 2006; Roquetaure *et al.*, 2013; Takala *et al.*, 2010). L'échantillon comprend 2 outils internes, 6 outils d'observation de type « check-list », et 2 outils d'évaluation par questionnaire soit, respectivement :

- 1. Criticité Ergonomique (outils internes à John Deere),
- 2. European Assembly Worksheet (EAWS), pour les outils internes
- 3. Quick Exposure Check-list (QEC),
- 4. Rapid Upper Limb Assessment (RULA),
- 5. Job Strain Index (JSI),
- 6. Rapid Entire Body Assessment (REBA),
- 7. Manual Handling Assessments (MAC),
- 8. L'équation révisée du National Institute for Occupational Safety and Health (équation NIOSH) pour les outils d'observations,
- et, 9. le questionnaire Cosali (démarche Salsa),
- et 10. le questionnaire TMS de l'INRS pour les outils d'évaluation par questionnaires.

Nous avons recherché les articles princeps à ces 10 outils et identifié leurs modèles théoriques sous-jacents (repris des auteurs lorsque présentés explicitement, ou inférés par nous-mêmes dans les cas contraires). Ensuite nous avons étudié ces modèles sous-jacents grâce à la grille d'analyse créée pour connaître la place des indicateurs et des déterminants de la marge de manœuvre.

Résultats

Revue des articles princeps

Aucun article princeps ni revue théorique sur les outils d'évaluation du risque TMS ne fait directement référence aux concepts de régulation de l'activité et de marge de

manœuvre situationnelle (David, 2005; Delalande-Danet *et al.*, 2015; Malchaire *et al.*, 2011; Neumann, 2006; Takala *et al.*, 2010).

Grille d'analyse des modèles théoriques sous-jacents aux outils

Les résultats de l'étude sur l'échantillon d'outils d'évaluation du risque TMS confirment l'absence de prise en compte des régulations et de la marge de manœuvre situationnelle identifiées à partir de l'étude de la littérature. Les outils étudiés avec la grille d'analyse ne prennent pas en compte, la régulation et la marge de manœuvre. On retrouve malgré tout, dans les modèles sous-jacents des outils de notre échantillon, certaines informations en lien avec les indicateurs et déterminants recherchés. Les résultats sont présentés dans le tableau 3 pour les outils de l'échantillon.

Pour l'ensemble des outils, on observe une absence d'informations sur les indicateurs et les déterminants de la marge de manœuvre comme sur le « processus de régulation » et les « effets des situations de travail » en termes de santé et de performance. A l'opposé, pour tous les outils, on a identifié la présence d'informations détaillées sur les indicateurs et les déterminants « niveaux de pénibilité des tâches » et « nombre et importance des facteurs de risque ». Les outils d'observation sont orientés vers l'étude des contraintes essentiellement biomécanique. Les questionnaires et certains outils internes comme CE (criticité ergonomique) permettent d'obtenir les représentations des individus sur les exigences perçues et le niveau des douleurs. Enfin, les outils internes, permettent une triangulation des données en prenant en compte les contraintes biomécaniques, les représentations individuelles et les mesures d'ambiance de travail. Les informations obtenues sont étudiées séparément les unes des autres sans vision systémique des situations de travail étudiées. Les contraintes des situations de travail sont observées par ces outils mais aucun d'entre eux ne permet l'approche des ressources de la situation de travail qui, pourtant, est centrale dans les concepts étudiés. Aucun outil de notre échantillon ne peut être utilisé pour statuer sur un niveau de marge de manœuvre situationnelle, ou sur une suffisance/insuffisance permettant la régulation de l'activité.

Discussion

L'hypothèse d'un manque de prise en compte de la marge de manœuvre soulevée par la revue de la littérature est confirmée lors de l'étude des modèles théoriques sous-jacents aux outils d'évaluation du risque. La régulation et la marge de manœuvre ne sont pas ou peu prises en compte par les outils d'évaluation du risque TMS qui sont orientés vers l'étude des contraintes de l'activité sans pouvoir caractériser les ressources et les effets de la situation de travail. La prise en compte, dès les phases d'évaluation du risque TMS, des contraintes, des ressources et des effets de la situation de travail dans une approche systémique peut être une réponse face aux variabilités (inter-intra individuelles ; aléas et diversité de production/produit) et aux complexifications grandissantes à plusieurs niveaux (modèle étiologique des TMS ; nature du travail ; tâches, situations et organisation du travail).

Plusieurs éléments peuvent expliquer ce manque de prise en compte par les outils simples d'évaluation du risque TMS. La notion de marge de manœuvre, apparue à partir de 2001 et développée dans les années 2010, est récente par rapport à la période de développement des outils d'évaluation du risque. Par exemple, les outils REBA et RULA ont été développés respectivement en 1993 et en 2005, alors que la notion de marge de manœuvre n'est pas encore aboutie d'un point de vue conceptuel. Les différentes cultures en ergonomie peuvent être une des explications de ces difficultés de prise en compte. L'approche des facteurs humains portée par les outils d'évaluation et l'analyse de l'activité portée par les concepts de régulation et de marge de manœuvre situationnelle ont historiquement des difficultés à échanger. La régulation et la marge de manœuvre situationnelle conduisent à des difficultés de mise en œuvre sur le terrain car elles mobilisent à la fois des informations subjectives et objectives que les acteurs des entreprises n'ont pas l'habitude de manipuler. Enfin, le manque de littérature, notamment en langue anglophone, sur les indicateurs et les déterminants de la marge de manœuvre augmentent les incompréhensions et les difficultés d'applications. Ainsi les revues théoriques d'outils d'évaluation réalisées par David (2005); Malchaire *et al.* (2011); Neumann (2006); Ringelberg and Koukoulaki (2002); Takala *et al.* (2010), ne recensent pas de travaux mobilisant ces concepts.

Les conclusions de Zare (2015) et Roquelaure *et al.* (2013) montrent que l'évaluation du risque doit relever pourtant ce défi de la prise en compte de la diversité et de la variabilité des tâches à réaliser. Le périmètre de passation de l'outil (visio macro, moyenne, nominale ou lointaine du travail réel), le choix des situations typiques (situations critiques d'un poste de travail) et la singularité de chaque situation mise en avant par ces outils sont souvent discutés lors de leurs utilisations. Pour faire face à ces limites, la régulation et la marge de manœuvre sont proposées pour compléter l'approche actuelle.

Les résultats de notre analyse montrent essentiellement la présence d'informations sur les déterminants ou les indicateurs en lien avec les contraintes de l'activité, essentiellement biomécaniques, pour les outils d'observation et les représentations des individus sur les contraintes perçues et l'historique des douleurs pour les questionnaires et auto-questionnaires. Les concepteurs d'outils d'évaluation s'appuient exclusivement sur les données reconnues par les recherches épidémiologiques, comme étant des facteurs d'apparition de TMS (données probantes) pour orienter les modèles sous-jacents de leurs outils vers certains facteurs de risques (Bongers, Ijmker, Van den Heuvel, & Blatter, 2006; Roquelaure *et al.*, 2002). La place des connaissances scientifiques publiées issues du champ de l'intervention en ergonomie sur les notions de marge de manœuvre et de régulation de l'activité ne sont pas utilisées comme des données probantes (Daniellou, 1992; Guérin *et al.*, 1997; St-Vincent *et al.*, 2014).

Conclusion

Dans les industries contemporaines, l'évaluation des risques est souvent la première démarche pour la prévention des TMS. Les outils utilisés pour cette démarche sont orientés par leurs concepteurs afin de recueillir des

observations ou des verbalisations de représentations qui concernent les contraintes de l'activité. On n'y retrouve pas d'information sur les ressources, les stratégies de réalisation et sur les effets de la situation en termes de santé et de performance. Avec l'augmentation des variabilités et des complexifications à plusieurs niveaux, la fiabilité et la représentativité de ces outils simples sont souvent discutées. Les concepts issus du champ de l'intervention en ergonomie comme la régulation de l'activité et la marge de manœuvre situationnelle ont été reconnues par plusieurs publications comme ayant un rôle dans le maintien (voire la construction) de la santé et de la performance. La prise en compte de ces notions dès la phase d'évaluation du risque permettrait d'améliorer la représentativité et la fiabilité des résultats et ainsi, améliorer l'identification des situations critiques. Ces outils permettent l'étude des contraintes de l'activité sur l'individu sans pouvoir statuer sur la suffisance ou l'insuffisance de marge de manœuvre en situation de travail. Etudier la marge de manœuvre situationnelle passera par la prise en compte des contraintes de la situation de travail, actuellement étudiées par ces outils, mais aussi des ressources de la situation de travail indispensables à la régulation de l'activité.

Les indicateurs et les déterminants de la marge de manœuvre pourraient alors être proposés pour augmenter la représentativité et la fiabilité de l'évaluation du risque TMS actuellement utilisée. Les indicateurs permettant de statuer sur une suffisance ou une insuffisance de marge de manœuvre en situation de travail pourraient être proposés aux outils d'évaluation du risque TMS pour améliorer l'identification des situations critiques tout en apportant une approche développementale des TMS.

Bibliographie

- Balogh, I., Ornbæk, P., Ohlsson, K., Nordander, C., Unge, J., Winkel, J., & Hansson, G.-Å. (2004). Self-assessed and directly measured occupational physical activities influence of musculoskeletal complaints, age and gender. *Applied Ergonomics*, 35(1), 49-56.
- Bongers, P., Ijmker, S., Van den Heuvel, S., & Blatter, B. (2006). Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (part II). *Journal of occupational rehabilitation*, 16(3), 272-295.
- 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., Daniellou, F., & Dugué, B. (2003). Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manœuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS?. Conception et organisation du travail dans les abattoirs en France. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(5-2).
- Daniellou, F. (1992). *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception*: Université Victor Segalen-Bordeaux 2-ISPED, Laboratoire d'ergonomie des systèmes complexes.
- David, G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational medicine*, 55(3), 190-199.

- Delalande-Danet, V., Desarmenien, A., Incorvaia, A.-M., Letheux, C., Leviel, C., & Viossat, M. (Eds.). (2015). *Guide CISMÉ groupe ASMT Ergonomie*
- Denis, D., Lortie, M., & Rossignol, M. (2000). Observation procedures characterizing occupational physical activities: critical review. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 6(4), 463-491.
- Descatha, A., Roquelaure, Y., Chastang, J., Evanoff, B., Ha, C., & Leclerc, A. (2007). Validity of Nordic-style questionnaires in the surveillance of upper-limb work-related musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 33(1), 58.
- Faverge, J.-M. (1972). L'analyse du travail. *Traité de psychologie appliquée*, 3, 5-60.
- Guérin, F., Laville, A., & Daniellou, F. (1997). *Comprendre le travail pour le transformer: la pratique de l'ergonomie*: Ed. de l'Anact.
- Koukoulaki, T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied Ergonomics*, 45(2), 198-212.
- Malchaire, J., Gauthy, R., Piette, A., & Strambi, F. (2011). Classification de méthodes d'évaluation et/ou de prévention des risques de troubles musculosquelettiques. *Bruxelles: European Trade Union Institute.(ETUI)*.
- Neumann, P. (2006). *Inventory of tools for Ergonomic Evaluation: Arbetslivsinstitutet, förlagstjänst*.
- Ringelberg, J. A., & Koukoulaki, T. (2002). Risk estimation for musculoskeletal disorders in machinery design: Integrating a user perspective.
- Roquelaure, Y., Leclerc, A., Coutarel, F., Brunet, R., Caroly, S., & François, D. (2012). Comprendre et intervenir: enquêtes épidémiologiques et approches ergonomiques à propos des troubles musculosquelettiques des membres supérieurs. *Risques du travail, la santé négociée*, 173-187.
- Roquelaure, Y., Mariel, J., Fanello, S., Boissiere, J., Chiron, H., Dano, C., . . . Penneau-Fontbonne, D. (2002). Active epidemiological surveillance of musculoskeletal disorders in a shoe factory. *Occupational and environmental medicine*, 59(7), 452-458.
- Roquelaure, Y., Petit, A., Meyer, J.-P., Leclerc, A., & Mairiaux, P. (2013). *Surveillance médico-professionnelle du risque lombaire pour les travailleurs exposés à des manipulations de charges*. Retrieved from
- Silva, E. C., & Bento, P. E. G. (2012). The regulation of work activity and the new labor and production contexts. *Work*, 41(Supplement 1), 1677-1682.
- St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, É., & Imbeau, D. (2014). Ergonomic Intervention. *Ed multiMonde(IRSST)*.
- Takala, E., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G., Neumann, W., & Westgaard, R. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 3-24.
- Vézina, N. (2001). La pratique de l'ergonomie face aux TMS: ouverture à l'interdisciplinarité. *Comptes rendus du congrès SELF-ACE*.
- Weill-Fassina, A., & Valot, C. (1998). Le métier, ça va, mais le problème, c'est ce qu'il y a autour. *Des évolutions en ergonomie*, Éditions Octarès, Toulouse, 75-88.
- Zare, M. (2015). *Représentation partagée des facteurs de risque des troubles musculosquelettiques et comparaison des méthodes d'évaluation: une étude expérimentale dans le secteur de l'assemblage de camions*. (thèse), Université d'Angers.
- Zare, M., Biau, S., Brunet, R., Gourlay, A., & Roquelaure, Y. (2015). A comparison of neck bending and flexion measurement methods for assessment of ergonomic risk. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21(3), 330-335.

Les composantes de la situation de travail	Sous composants de la situation de travail	Les déterminants et les indicateurs de la marge de manœuvre
Contexte de travail	Organisation globale du travail	<i>Déterminants externes :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de qualité du climat de travail - Niveau de soutien (formel et informel) de ses collègues - Nombre de comportements favorables de l'employeur - Niveau/qualité de l'organisation du travail
Exigences	Attente de l'employeur	<i>Déterminants externes :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de polyvalence - Niveau de production (délais /quantité /qualité) - Nombre d'heures supplémentaires demandées - Niveau de mobilité demandée - Niveau de disponibilité demandée
Moyen	Possibilités organisationnelles et matérielles à	<i>Déterminants externes :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Possibilité : d'avoir de l'aide (nombre, nature) et de prendre des pauses (nombre, longueur, moment) - Ratio du nombre de modifications de l'environnement réalisées par rapport à celles demandées - Niveau de flexibilité de l'horaire de travail - Niveau d'encadrement du travailleur par son supérieur - Disponibilité d'équipements de travail adaptés (nombre, qualité, accessibilité)
L'individu (paramètre propre au travailleur)	Représentation du travailleur	<i>Déterminants internes :</i> <ul style="list-style-type: none"> - De sa lésion/de la maladie/de la santé/valeur accordée au travail - Du traitement en cours ou de son histoire pathogène - De son travail : niveau d'exigence perçue et niveau de qualité de interactions avec employeur/collègues - Du niveau de satisfaction de ses attentes de performance - Du niveau du sentiment d'efficacité personnelle
	Capacité du travailleur	<i>Déterminants internes :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de capacité physique (ex: endurance, résistance, précision, force de récupération) - Niveau de bénéfice socio-économique de la situation de travail - Niveau de capacité cognitive (ex: compétence technique) - Niveau de capacité d'autorégulation (reconnaître/analyser)
	Situation de vie du travailleur	<i>Déterminants internes :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de soutien et d'implication des proches - Niveau d'importance des relations des proches/famille pour le travailleur - Niveau de stress lié à la situation familiale - Niveau de qualité des relations interpersonnelles en général
Activité de travail et régulation (travail réel et comportement du travailleur)	Contraintes de l'activité	<i>Indicateurs du processus de régulation (contraintes) :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de pénibilité des tâches (ex: importance de l'effort cardio-vasculaire) - Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail (ex : tonnage, mouvement rapide et répétitif, postures contraignantes)
	Stratégies de régulation du travail (gestion des ressources de l'activité)	<i>Indicateurs du processus de régulation (ressources) :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des moyens disponibles (nombre, moment durée des stratégies utilisées) - Nombre de changements de postures (moment et durée) - Nombre d'opérations non réalisées reliées à des craintes spécifiques - Nombre de techniques de gestion de la douleur - Nombre de stratégies de gestion de l'énergie utilisée (prévention de la fatigue excessive) - Nombre de techniques de travail utilisées - Niveau d'adaptation des techniques de travail - Niveau/nombre de comportements de conformité en milieu de travail (ex: ne pas utiliser l'aide technique...) - Nombre de modifications du rythme/cadence de travail - Nombre d'ajustement concernant l'organisation des tâches (ex: possibilité de terminer plus tard/commencer en avance)
Effet de la situation de travail (santé/performance)	Santé	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de douleur - Niveau/quantité de sommeil - Nombre de symptômes autre que la douleur (ex: sensation de lourdeur, engourdissement, crampes) - Présence d'une nouvelle lésion - Quantité de médicaments - Niveau de stress perçue
	Performance	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Durée - Respect des délais - Quantité des produits réalisés - Qualité de produits réalisés

Tableau 1 : Indicateurs et déterminants de la marge de manœuvre issus du modèle de l'activité centrée sur la personne de N.Vézina (2001) repris par St Vincent & coll (2011)

Informations sur l'outil étudié, critères d'analyse et recherche des composantes de la marge de manœuvre situationnelle				
A. Description générale de l'outil				
Titre de l'outil :				
Auteur (s) et années de publication (si plusieurs version indiquer quelle version est étudiée) :				
Article principaux (lien) :				
Nature de l'approche présentée par l'auteur (méthode d'approche de la situation de travail):	Observation (ex: grille d'analyse, checklist, vidéo...) <input type="checkbox"/>	Questionnaire ou auto-questionnaire (ex: Recueil de verbalisation, ressentis, questionnaire épidémiologique, entretiens au poste...) <input type="checkbox"/>	Mesure directe (ex: dynamomètre, peson, capteur de mouvement, luximètre...) <input type="checkbox"/>	
Focales d'évaluation prescrite par l'auteur (taille de la situation observée)	Tâche unique <input type="checkbox"/>	Situation (ensemble de tâches) <input type="checkbox"/>	Poste (ensemble de situations) <input type="checkbox"/>	Métier (ensemble de postes) <input type="checkbox"/>
Temps prescrit au déploiement de l'outil (temps d'analyse, de traitement des données et d'interprétation):				
Compétences recommandées pour le déploiement de l'outil / novici, expérimenté, expert (Ergonome, IPRP, tout le monde...):				
Activité de travail destinée à être étudiée par l'outil simple (secteur primaire/secondaire ou tertiaire):				
B. Modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS et modèle étiologique BIO-PSYCHO-SOCIAL des TMS				
Présentation du modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS ↳ Description du modèle théorique créé par l'auteur ou reconstitué par hypothèses (graphe radar)				
Siège des lésions observées (orientation présentée par l'auteur): - Membres supérieurs <input type="checkbox"/> / Membres inférieurs <input type="checkbox"/> / Dos <input type="checkbox"/> / Charge mentale <input type="checkbox"/> / Autres <input type="checkbox"/>				
Rapport/comparaison au modèle explicatif des TMS (modèles consensuels BIO-PSYCHO-SOCIAL)	Champs couverts en lien avec les contraintes biomécaniques/anatomiques / biologiques (BAR) <input type="checkbox"/>	Champs couverts en lien avec les contraintes psychologiques et cognitives (PC) <input type="checkbox"/>	Champs couverts en lien avec les contraintes sociales (S) <input type="checkbox"/>	Champs couverts en lien avec d'autres contraintes : ... (A préciser: ex: organisationnelles...) <input type="checkbox"/>
	Détails:	Détails:	Détails:	Détails:
C. Recherche des composantes de la marge de manœuvre situationnelle par déterminant				
1. Contexte de travail (organisation globale du travail)		Echelle et nature des réponses		
		Réponses fermées :		
		Réponses ouvertes:		
Dans le modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS et dans son support de déploiement retrouve t'on des informations sur :				
Niveau de qualité du climat de travail	(3) Informations détaillées (2) Peu d'informations (1) Absence d'informations	Si absence d'informations: Quelles informations retrouve t-on ? Sous quelles formes ? Quelles pièces prennent ces informations ? Informations observées comme une contrainte ou une ressource ? Si absence d'informations: Quelles informations sont les plus proches ? Ces informations sont disponibles par d'autres biais ? (Service de santé, questionnaire de satisfaction IM...) Et ce que l'on pourrait compiler facilement l'outil pour avoir ces informations ?		
Niveau de soutien (formel et informel) de ses collègues	(1) (2) ou (3)			
Nombre de comportements favorables de l'employeur	(1) (2) ou (3)			
Niveau/qualité de l'organisation du travail	(1) (2) ou (3)			

Tableau 2 : Grille d'analyse des déterminants et composants de la marge de manœuvre dans les modèles théoriques sous-jacents aux outils d'évaluation du risque TMS

2. Exigences (attente de l'employeur)		Echelle et nature des réponses	
		Réponses fermées : (Données quantitatives)	Réponses ouvertes: (Données qualitatives)
Dans le modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS et dans son support de déploiement retrouve t'on des informations sur :			
	Niveau de polyvalence	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de production (délais /quantité /qualité)	(1) (2) ou (3)	
	Nombre d'heures supplémentaires demandées	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de mobilité demandée	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de disponibilité demandée	(1) (2) ou (3)	
3.Moyen (possibilités organisationnelles et matérielles que l'entreprise met à disposition du travailleur)		Echelle et nature des réponses	
		Réponses fermées :	Réponses ouvertes:
Dans le modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS et dans son support de déploiement retrouve t'on des informations sur :			
	Possibilité : d'avoir de l'aide (nombre, nature) et de prendre des pauses (nombre, longueur, moment)	(1) (2) ou (3)	
	Ratio du nombre de modifications de l'environnement réalisées par rapport à celles demandées	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de flexibilité de l'horaire de travail	(1) (2) ou (3)	
	Niveau d'encadrement du travailleur par son supérieur	(1) (2) ou (3)	
	Disponibilité d'équipements de travail adaptés (nombre, qualité, accessibilité)	(1) (2) ou (3)	
4. l'individu (paramètre propre au travailleur)		Echelle et nature des réponses	
		Réponses fermées :	Réponses ouvertes:
Dans le modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS et dans son support de déploiement retrouve t'on des informations sur :			
Représentation du travailleur	De sa lésion/de la maladie/de la santé/valeur accordée au travail	(1) (2) ou (3)	
	Du traitement en cours ou de son histoire pathogène	(1) (2) ou (3)	
	De son travail : niveau d'exigence perçue et niveau de qualité d'interactions avec employeur/colègues	(1) (2) ou (3)	
	Du niveau de satisfaction de ses attentes de performance	(1) (2) ou (3)	
	Du niveau du sentiment d'efficacité personnelle	(1) (2) ou (3)	
Capacité du travailleur	Niveau de capacité physique (ex: endurance, résistance, précision, force de récupération)	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de bénéfice socio-économique de la situation de travail	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de capacité cognitive (ex: compétence technique)	(1) (2) ou (3)	
Situation de vie du travailleur	Niveau de capacité d'auto-régulation (reconnaître/analyser)	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de soutien et d'implication des proches	(1) (2) ou (3)	
	Niveau d'importance des relations des proches/famille pour le travailleur	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de stress liée à la situation familiale	(1) (2) ou (3)	
	Niveau de qualité des relations interpersonnelles en général	(1) (2) ou (3)	
5. Activité de travail et régulation (travail réel et comportement du travailleur)		Echelle et nature des réponses	
		Réponses fermées : (Données quantitatives)	Réponses ouvertes: (Données qualitatives)
Dans le modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS et dans son support de déploiement retrouve t'on des informations sur :			
Contraintes de facticité	Niveau de pénibilité des tâches (ex: importance de l'effort cardio-vasculaire)	(1) (2) ou (3)	
	Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail (tonnage, mouvement rapide et répétitif, postures contraignantes)	(1) (2) ou (3)	
Stratégies de régulation du travail	Utilisation des moyens disponibles (nombre, moment durée des stratégies utilisées)	(1) (2) ou (3)	
	Nombre de changements de postures (moment et durée)	(1) (2) ou (3)	
	Nombre d'opérations non réalisées liées à des craintes spécifiques	(1) (2) ou (3)	
	Nombre de techniques de gestion de la douleur	(1) (2) ou (3)	
	Nombre de stratégies de gestion de l'énergie utilisée (prévention de la fatigue excessive)	(1) (2) ou (3)	
	Nombre de techniques de travail utilisées	(1) (2) ou (3)	
	Niveau d'adaptation des techniques de travail	(1) (2) ou (3)	
	Niveau/nombre de comportement de conformité en milieu de travail (ex: ne pas prendre de pause, ne pas utiliser l'aide technique...)	(1) (2) ou (3)	
	Nombre de modification du rythme/cadence de travail	(1) (2) ou (3)	
	Nombre d'ajustements concernant l'organisation des tâches (ex: possibilité de terminer plus tard ou de commencer en avance)	(1) (2) ou (3)	
6. Effet de la situation de travail (santé/performance)		Echelle et nature des réponses	
		Réponses fermées : (Données quantitatives)	Réponses ouvertes: (Données qualitatives)
Dans le modèle théorique sous jacent à l'outil simple d'évaluation du risque TMS et dans son support de déploiement retrouve t'on des informations sur :			
Santé	Niveau de douleur	(1) (2) ou (3)	
	Niveau/quantité de sommeil	(1) (2) ou (3)	
	Nombre de symptômes autre que la douleur (ex: sensation de lourdeur, engourdissement, paralysie, crampes...)	(1) (2) ou (3)	
	Présence d'une nouvelle lésion	(1) (2) ou (3)	
	Quantité de médicaments	(1) (2) ou (3)	
Performance	Niveau de stress perçu	(1) (2) ou (3)	
	Durée	(1) (2) ou (3)	
	Respect des délais	(1) (2) ou (3)	
	Quantité des produits réalisés	(1) (2) ou (3)	
	Qualité des produits réalisés	(1) (2) ou (3)	

Tableau 3 : Grille d'analyse des déterminants et des indicateurs de la manœuvre

	Niveau d'identification des indicateurs et des déterminants de la marge de manœuvre par les outils d'évaluation du risque TMS (échelle de réponse: (1) absence d'informations (non représenté dans ce tableau), (2) peu d'informations, (3) informations détaillées)			Critères d'observation: mode sous-jacents
	Composants de la situation de travail	Indicateurs et déterminants de la marge de manœuvre	Notation (niveau de présence de l'information)	
MAC (Mottingham, Pinder, Quarré 2002)	Contexte de travail	Niveau de qualité du climat de travail	2	Manutention manuelle : Posture, Effort, Mouvement
	Exigences	Niveau de mobilité demandée	2	
	L'individu (capacité du travailleur)	Niveau de capacité physique	2	
	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail	2 3	
EAWs (Schaub & Ghezal-ahmadi, 2007)	Exigences	Niveau de production	2	Posture, Mouvement, Force, manutention manuelle
	Moyen	Possibilité: d'avoir de l'aide et de prendre des pauses	2	
	L'individu (capacité du travailleur)	Niveau de capacité physique Niveau de capacité d'autorégulation	2 2	
	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité et stratégie de régulation)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail Nombre de modifications du rythme/cadence de travail	3 3 2	
RULA (McAtamney & al, 1993)	Effet de la situation de travail (Perf)	Durée	2	Posture, Effort
	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail	2 3	
JSI (Moore & Garg, 1995)	L'individu (capacité du travailleur)	Niveau de capacité d'autorégulation	2	Posture, Effort, Mouvement
	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité et stratégie de régulation du travail)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail Nombre de modifications de rythme/cadence	2 3 2	
	Exigences	Niveau de production	2	
QEC (Dufour, Pouliot, Simard, Sauvage ; 2005)	L'individu (représentation du travailleur)	De son travail: Niveau d'exigence perçue et niveau de qualité des interactions avec employeur/collègues Niveau de capacité d'autorégulation	3 3	Posture, Effort, Mouvement, Ambiance de travail, Stress perçu, Représentation individuelle
	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité et stratégie de régulation du travail)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail Nombre de changements de postures Nombre de modifications du rythme/cadence de travail	3 3 2 2	
	Exigences	Niveau de production	2	
	Moyen	Possibilité: d'avoir de l'aide et de prendre des pauses	2	
REDA (McAtamney & Hignett ; 2005)	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité et stratégie de régulation du travail)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail Nombre de changements de postures	2 2 2	Posture, Effort, Mouvement
	Exigences	Niveau de mobilité demandée	2	
	Moyen	Disponibilité d'équipement de travail adapté	2	
Criticité Ergonomique (CE) - Rachis (outil interne) - Ressenti (outil interne) -OSHA (Aptel M ; 2000)	L'individu (représentation du travailleur et capacité)	De sa lésion/ de la maladie/ de la santé/ valeur accordée au travail De son travail: niveau d'exigence perçue et niveau de qualité des interactions avec employeur/collègues Niveau de capacité physique Niveau de capacité cognitive Niveau de capacité d'autorégulation	2 3 2 2 2	Posture, Effort, Mouvement, Représentation individuelle
	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité et stratégie de régulation du travail)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail Nombre d'opérations non réalisées reliées à des craintes spécifiques Nombre de modifications de rythme/cadence	3 3 2 2	
	Exigences	Niveau de production	2	
	Moyen	Possibilité: d'avoir de l'aide et de prendre des pauses	2	
	Effet de la situation de travail (santé/performance)	Niveau de douleur	2	
	L'équation révisée NIOSH (Waters & al, 1993)	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail	

Outils d'évaluation du risque TMS étudiés et article principaux	Niveau d'identification des indicateurs et des déterminants de la marge de manœuvre par les outils d'évaluation du risque TMS (échelle de réponse: (1) absence d'informations (non représenté dans ce tableau), (2) peu d'informations, (3) informations détaillées)			Critères d'observation: mode sous-jacents		
	Composants de la situation de travail	Indicateurs et déterminants de la marge de manœuvre	Notation (niveau de présence de l'information)			
Questionnaire TMS de TIBRS (Cail, Aptel, Pichéne; 1995)	Contexte de travail	Niveau de qualité du climat de travail Niveau de soutien (formel et informel) de ses collègues	3 3	Représentation et vécu individuel, Symptômes, plaintes TMS		
	Exigences	Niveau de polyvalence Niveau de production (délais/quantité/qualité) Niveau de disponibilité demandée	2 2 2			
	Moyen	Possibilité: d'avoir de l'aide (nombre et nature) et de prendre des pauses (nombre, longueur, moment) Ratio du nombre de modifications de l'environnement réalisées par rapport à celles demandées	3 2			
	L'individu (représentation du travailleur, capacité et situation de vie)	Représentation de sa lésion/ de la maladie/ de la santé/ valeur accordée au travail Représentation du traitement en cours ou de son histoire pathogène Représentation de son travail: exigence perçue et niveau de qualité des interactions employeur/collègue Représentation du niveau de satisfaction des attentes de performance Représentation du sentiment d'efficacité personnelle Niveau de capacité physique Niveau de capacité cognitive Niveau de capacité d'autorégulation Niveau de stress liée à la situation familiale	3 2 3 2 2 2 2 2			
	Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité et stratégie de régulation du travail)	Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail Nombre de modifications du rythme/cadence de travail Nombre d'ajustements concernant l'organisation des tâches (avance ou retard)	2 2 2 2			
	Exigences	Niveau de production	2			
	Moyen	Possibilité: d'avoir de l'aide (nombre et nature) et de prendre des pauses (nombre, longueur, moment) Niveau de flexibilité de l'horaire de travail	2 2			
	Effet de la situation de travail (santé/performance)	Niveau de douleur Nombre de symptômes autres que la douleur (ex: lourdeur, engourdissement...) Présence d'une nouvelle lésion Niveau de stress perçu	3 3 2 3			
	Questionnaire Cosali de la démarche Salta (Kaarinka I. Jonsson & al; 1987)	Contexte de travail	Niveau de qualité du climat de travail		2	Représentation individuelle, Symptômes, plaintes, représentation posture contraignante et contrainte du travail
		Exigences	Niveau de polyvalence Niveau de production (délais/quantité/qualité) Nombre d'heures supplémentaires demandées		2 2 2	
Moyen		Possibilité: d'avoir de l'aide (nombre et nature) et de prendre des pauses (nombre, longueur, moment) Niveau de flexibilité de l'horaire de travail	2 2			
L'individu (représentation du travailleur, capacité et situation de vie)		Représentation de sa lésion/ de la maladie/ de la santé/ valeur accordée au travail Représentation du traitement en cours ou de son histoire pathogène Représentation de son travail: exigence perçue et niveau de qualité des interactions employeur/collègue Niveau de capacité physique Niveau de capacité cognitive Niveau d'importance des relations proches/famille pour le travail	3 3 3 3 2 2			
Activité de travail et régulation (contraintes de l'activité et stratégie de régulation du travail)		Niveau de pénibilité des tâches Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail Nombre d'opérations non réalisées reliées à des craintes spécifiques	3 2 2			
Exigences		Niveau de production	2			
Moyen		Possibilité: d'avoir de l'aide (nombre et nature) et de prendre des pauses (nombre, longueur, moment) Niveau de flexibilité de l'horaire de travail	2 2			
Effet de la situation de travail (santé/performance)		Niveau de douleur Nombre de symptômes autres que la douleur (ex: lourdeur, engourdissement...) Présence d'une nouvelle lésion Niveau de stress perçu	3 3 2 3			

Légende : Chacun des outils étudie plusieurs composants de la situation de travail/ Pour chaque composant de la situation de travail on identifie plusieurs indicateurs ou déterminants associés / Dans les notations, (3) représente des « informations détaillées » ; (2) représente « peu d'informations » ; on ne retrouve pas les notes (1) « absence d'informations » qui ont été supprimées pour simplifier la présentation des résultats





Communication SELF 2018 : Outils simples d'évaluation du risque TMS et exploration des indicateurs de la marge de manœuvre en situation réelle de travail. Etude de cas dans une industrie d'assemblage de moteur

Pour citer :

Norval. M, Zare. M, Brunet. R, Coutarel, F & Roquelaure. Y. (2018). Outils simples d'évaluation du risque TMS et exploration des indicateurs de la marge de manœuvre en situation réelle du travail. Actes du 53ème Congrès de la SELF, Bordeaux, 3-5 Octobre 2018. (en cours de publication, ci après la version soumise et acceptée)





*Texte original**

Outils simples d'évaluation du risque TMS et exploration des indicateurs de la marge de manœuvre en situation réelle de travail Etude de cas dans une industrie d'assemblage de moteurs

Par Maxime Norval¹, Mohsen Zare², René Brunet¹, Fabien Coutarel³, Yves Roquelaure¹

Adresse :

¹INSERM, U1085, IRSET, Equipe ESTER, Université d'Angers, Angers, France

²Pôle ERCOS, Laboratoire ELLIAD-EA4661-UTBM-Université Bourgogne Franche Comté, 90010 Belfort

³ACTé, Université Clermont-Auvergne, 63100 Clermont-Ferrand

Adresse e-mail : maximenorval@hotmail.com

Résumé : Les outils d'évaluation du risque TMS, actuellement utilisés dans les industries pour identifier les situations critiques, présentent des biais liés à la variabilité des résultats. La représentativité et la fiabilité de ces outils simples sont souvent discutées au regard des évolutions observées dans les entreprises et de l'enrichissement du modèle étiologie des TMS. L'objectif de cette étude est d'explorer l'apport des indicateurs MMS à la phase d'évaluation du risque TMS. Cette étude est réalisée pour soulever les limites d'utilisation des outils simples, et pour comprendre ce que les indicateurs MMS, déjà publiés, peuvent apporter comme informations, par rapport aux outils simples actuellement utilisés. Ainsi sur un échantillon de situations de travail sélectionnées dans une industrie de la métallurgie du Loiret (45), nous avons déployé 9 outils simples pour décrire les difficultés liées à la variabilité des résultats. Puis nous avons exploré les indicateurs MMS pour statuer sur l'état de suffisance de chaque situation de travail. A partir des résultats issus des outils simples et de l'exploration de la MMS nous avons étudié les écarts de jugement entre les 2 approches pour décrire l'évolution envisagée pour la phase initiale d'évaluation du risque TMS.

Mots-clés : Trouble musculo-squelettique, Outils simples, Évaluation du risque, Variabilité, Indicateurs, Marge de manœuvre situationnelle.

Ergonomic evaluation tools and analysis of the operational leeway indicators in work situations. A case study in a motor assembly manufacture

Abstract: The results of ergonomic risk assessment tools used in industries to identify critical situations have shown bias, mainly related to variability. The question is whether these simple tools could represent all musculoskeletal risk factors of a work situation knowing that companies are changing and the etiology model of musculoskeletal disorders (MSDs) are progressing. This study aims to investigate whether exploring situational operational leeway in a work context can complement the evaluation of MSDs risks by basic risk assessment tool. Our results might help to reduce the limitation of basic risk assessment tools. We firstly deployed nine simple tools to describe the variability between the results of these tools in the selected work situations in a motor assembly manufacture; then we explored the indicators of the situational operational leeway to determine whether operational leeway a situation is sufficient. We also studied the discordance between the results of each MSDs risk assessment tool and the indicators of operational leeway in a work situation.

Keywords: *Musculoskeletal Disorders, Basic Risk Assessment Tool, Risk Evaluation Variability, Indicator, Situational Operational leeway.*





*Texte original**.

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Bordeaux du 3 au 5 octobre 2018. 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 :

Norval. M, Zare. M, Brunet. R, Coutarel, F & Roquelaure. Y. (2018). Outils simples d'évaluation du risque TMS et exploration des indicateurs de la marge de manœuvre en situation réelle du travail. Actes du 53^{ème} Congrès de la SELF, Bordeaux, 3-5 Octobre 2018.

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

Les démarches de prévention des risques de Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) sont structurées pour permettre une recherche d'amélioration sur les situations de travail (Guérin, Laville, & Daniellou, 1997; St-Vincent et al., 2011). L'évaluation du risque est la première étape de la démarche de prévention des TMS. Cette phase initiale évalue le niveau de risque d'apparition de la pathologie par des outils simples d'évaluation et oriente la démarche de prévention. Les outils d'évaluation du risque TMS les plus fréquemment utilisés sont les outils simples d'observation type check-list, les questionnaires ou auto-questionnaires et les outils internes (David, 2005; Malchaire, Gauthy, Piette, & Strambi, 2011; Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Takala et al., 2010).

Dans les démarches de prévention des TMS, ces outils simples sont souvent questionnés au regard des complexifications et variabilités grandissantes à plusieurs niveaux dans les entreprises et face à un enrichissement des connaissances sur le modèle étiologique des TMS (Coutarel, Caroly, Vézina, & Daniellou, 2015; Guérin et al., 1997; Koukoulaki, 2014). Ces évolutions créent des difficultés de représentativité des résultats des outils simples d'évaluation et ne facilitent pas le suivi de la prévention TMS par la gestion des expositions aux facteurs de risques (Bourgeois & Hubault, 2005; Bouville, 2013; Gaudez, Gilles, & Savin, 2016; Roquelaure, Petit, Meyer, Leclerc, & Mairiaux, 2013; Zare, 2015).

Dans une approche systémique et développementale, les nouvelles connaissances conceptuelles de l'ergonomie de l'activité ont mis l'accent, d'une part sur les contraintes relevées par les outils simples et, d'autre part sur les ressources de la situation de travail qui permettent la régulation de l'activité (St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). L'activité des opérateurs apparaît alors, non pas comme une simple application des consignes prescrites, mais comme un processus de régulation qui leur permet d'atteindre leurs objectifs (personnels et fixés par l'entreprise) par la gestion des variations tant du système technico-organisationnel que de leur propre état interne (Hubault & Bourgeois, 2013; Noulon, 2002). Les possibilités de régulation de l'activité augmentent lorsque la marge de manœuvre (MM) des opérateurs augmente également (Coutarel et al., 2015; Coutarel, Daniellou, & Dugué, 2003). La marge de manœuvre est issue de la rencontre entre les caractéristiques d'un milieu professionnel et celles du (des) travailleur(s) concerné(s) (Coutarel,

2004; Durand et al., 2008; Vézina, 2001). Coutarel et Petit (2013) précisent que la marge de manœuvre est situationnelle (marge de manœuvre situationnelle), « elle constitue la possibilité pour l'opérateur, dans une situation précise, d'élaborer un mode opératoire (ou une stratégie de réalisation) efficient (c'est à dire efficace pour la performance et compatible avec la préservation de soi, voir le développement de soi par le travail) » (Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; St-Vincent et al., 2011). La prise en compte des notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre situationnelle (MMS), dès les phases d'évaluation des risques, est probablement une réponse face aux problématiques évoquées (variabilités à plusieurs niveaux et enrichissement des connaissances sur les TMS) afin d'améliorer la représentativité des résultats et l'identification des situations critiques (Stock et al., 2017; Vézina, 2001).

Les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre en situation de travail sont présentées dans le modèle théorique de l'activité centrée sur la personne développée par N.Vézina en 2001 (St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). A partir des 5 composantes de ce modèle théorique, 49 indicateurs de la situation de travail ont été sélectionnés permettant d'explorer les déterminants de la régulation et les indicateurs de la MMS (Norval, Zare, Brunet, Coutarel, & Roquelaure, 2017a, 2017b). La distinction des termes utilisés et la répartition des 49 indicateurs sont présentées dans la figure 1.

Les 5 composantes du modèle théorique, comprennent les conditions et moyens offerts par l'entreprise (déterminants externes); les caractéristiques propres à chaque individu (déterminants internes); les stratégies de réalisation déployées par l'individu pour faire face aux contraintes (processus de régulation) et enfin les effets directs de l'activité sur la santé du travailleur et sur la performance du système.

Aucun des outils simples étudiés dans une précédente analyse ne peut être utilisé pour statuer sur une suffisance ou une insuffisance MMS et encore moins sur un niveau de MMS (Norval et al., 2017a, 2017b). Les indicateurs représentatifs des composantes de la MMS, utilisés dans cette précédente étude, sont réutilisés pour explorer la suffisance, le soupçon d'insuffisance ou l'insuffisance de MMS.

L'objectif de cette étude est d'explorer l'apport des indicateurs des 3 composantes MMS par rapport aux informations actuellement prises en compte par les outils simples d'évaluation du risque TMS. Cette étude est réalisée pour soulever

les limites d'utilisation des outils simples, et pour comprendre ce que les indicateurs MMS peuvent apporter comme informations par rapport aux outils simples actuellement utilisés.

SITUATION ET MÉTHODES

Contexte d'étude

Cette étude exploratoire est réalisée au sein de l'industrie John Deere (Orléans-Saran) qui produit et assemble des moteurs diesel à usage non routiers. Sur un échantillon de 10 cas d'études, nous avons déployé 9 outils simples d'évaluation du risque TMS et exploré une partie des indicateurs MMS dérivés du modèle de l'activité centrée sur la personne avec un questionnaire créé. Pour chaque cas d'étude on fait une distinction entre le poste à évaluer avec les outils simples et la situation de travail de référence sélectionnée pour explorer la MMS. Un poste comprend plusieurs situations de travail, le chercheur en interaction avec les travailleurs, retient une situation de référence de chaque poste comme étant la plus problématique ou la plus à risque.

Sur les 10 cas d'études sélectionnées, 10 travailleurs ont été retenus. Une description de la population, des postes de travail et des situations de référence sélectionnées pour chaque cas d'étude est présentée tableau 1.

Outils simples d'évaluation du risque TMS

Les 9 outils simples d'évaluation du risque utilisés sont les check-lists observationnelles : occupational safety and health administration (OSHA) (Aptel, Gerling, & Cail, 2000), rapid entire body assessment (REBA) (Hignett & McAtamney, 2000), rapid upper limb assessment (RULA) (McAtamney & Corlett, 1993), quick exposure checklist (QEC) (Li & Buckle, 1998), manual handling assessment charts (MAC) (Monnington, Quarrie, Pinder, & Morris, 2003), job strain index (JSI) (Moore & Garg, 1995), l'équation du NIOSH (Waters, Putz-Anderson, Garg, & Fine, 1993), european assessment work sheet (EAWS) (Schaub, Caragnano, Britzke, & Bruder, 2013) ainsi que l'outil interne John Deere appelé Criticité Ergonomique (CE). Le tableau 2 présente l'orientation des modèles théoriques sous-jacents à chacun des outils sélectionnés (David, 2005; Malchaire et al., 2011; Norval et al., 2017a; Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Takala et al., 2010).

Les 9 outils simples d'évaluation du risque TMS ont été utilisés les uns après les autres pour chaque cas d'étude. Pour pouvoir comparer les résultats et étudier leurs variabilités, nous avons codifié les échelles d'interprétation de tous les outils en 3

niveaux : 1.situation à risque faible (acceptable), 2.situation à risque modéré (à approfondir), et 3.situation à risque élevé (changement nécessaire). Les échelles d'interprétation présentées par les concepteurs d'outils et le codage réalisé sont exposés dans le tableau 3.

Indicateurs de marge de manœuvre situationnelle (MMS)

L'évaluateur a échangé avec chaque travailleur à l'aide un questionnaire créé à partir des 3 composantes de la MMS présentées figure 1 et leurs indicateurs respectifs pour statuer sur l'état de suffisance MMS (tableau 4). Nous avons écarté les indicateurs des déterminants de l'activité (internes et externes) pour se concentrer sur 11 indicateurs des stratégies de réalisation, sur 4 indicateurs d'effets directs sur la santé des travailleurs et sur 3 indicateurs des effets directs sur la performance (indicateurs en gris dans le tableau 4). Certains indicateurs jugés non situationnels et sans lien direct avec la situation de travail observée ont été mis de côté comme le niveau/quantité de sommeil, la quantité de médicaments et le respect des délais de production. Les déterminants internes et externes sont trop complexes à étudier car systémiques et contextuels. En effet, l'analyse ergonomique du travail qui identifie les déterminants sur lesquels agir n'est pas de l'objet de l'évaluation du risque même si un certain nombre d'outils simples dits « d'évaluation des risques » explorent quelques déterminants (Norval, & al 2017). Prendre en compte les déterminants de l'activité par des outils simples sous-entend que l'on peut définir au départ, leurs nombres et leurs natures, cela implique une prise en compte des déterminants des déterminants (quelques fois éloignés dans le temps et dans l'espace), cela implique aussi une compréhension de l'interaction complexe des déterminants entre eux ou encore du rôle et des conséquences de la variabilité (production et individuel) sur ces déterminants. Les déterminants de la situation de travail pourront, par la suite, lors de l'investigation (intervention complexe), être analysés sur les situations repérées comme critiques pour rechercher des pistes d'action.

A partir des informations qualitatives récoltées sur les indicateurs MMS, issues des questionnaires, nous avons reconstitué, pour chacune des situations de travail, les 3 composantes MMS du modèle de l'activité centrée sur la personne de N.Vézina (2001). Le chercheur et ses collaborateurs ont lu et interprété chaque composante en interaction avec les préventeurs de l'entreprise. L'interprétation positive ou négative

de chaque composante MMS a été réalisée à partir des signes (indices) repérés dans les données récoltées. A partir des 3 composantes observées séparément le statut de suffisance, la suspicion d'insuffisance ou l'insuffisance MMS a été établi pour chaque situation de travail. Si les 3 composantes sont positives alors on statue sur une suffisance MMS. Si, au moins 1 composante est négative alors on soupçonne une insuffisance MMS. Enfin, si les 3 composantes sont négatives alors on statue sur une insuffisance MMS.

Méthode d'analyse des données

Le chercheur, étant dans l'entreprise depuis 3 ans, a une connaissance approfondie des cas d'études sélectionnés. Lors de l'expérimentation, celui-ci a observé pendant 2h-2h30, avec les outils simples d'évaluation, au moins 10 temps de cycles, ce qui a permis la sélection d'une situation de référence pour le déploiement du questionnaire MMS (la plus problématique et/ou la plus contraignante). Les indicateurs MMS ont été explorés pendant 1h30-2h lors de l'entretien avec le travailleur en activité.

Les conditions d'approche des situations de travail sont volontairement identiques pour chacun des 10 cas d'étude, comme la méthode de sélection de la situation de référence parmi l'ensemble des situations particulières du poste, l'évaluateur et les supports des outils (outils simples et questionnaire MMS).

A partir des résultats des 9 outils simples, nous avons réalisé des analyses intra et inter-cas afin de mettre en avant la variabilité des résultats. Puis à partir de l'exploration des indicateurs MMS, nous avons statué sur une suffisance, la suspicion d'insuffisance ou l'insuffisance MMS. Enfin, dans un dernier temps, nous avons étudié les écarts de jugements, des statuts du niveau de risque donnés par chaque outil simple pour les postes de travail et l'état de suffisance MMS statuée pour chaque situation de référence sélectionnée.

RÉSULTATS

Outils simples d'évaluation du risque TMS

Le tableau 5 présente la moyenne et l'écart type des résultats des outils simples d'évaluation par poste de travail et permet d'observer les différences d'interprétation pour un même poste. L'exemple du poste final bielle est représentatif de la variabilité des résultats pour les 6 outils simples d'observation déployés où l'on retrouve 4 statuts à risque élevé, 1 à risque modéré et 1 à risque faible.

La moyenne des scores par poste pour chaque outil simple d'observation est entre 1,5 à 2,833 avec un écart type de 0,373 à 0,897, à l'exception

du poste de sous assemblage collecteur turbo ou la moyenne des résultats est de 3 et son écart type égal à 0. La variabilité des résultats est aussi observée au niveau des outils spécifiques au port de charge (tableau 5).

La répartition des résultats pour les 10 postes de travail donnés par chaque outil simple est présentée dans la figure 2. Les outils OSHA, et REBA sont ceux qui ont le plus grand nombre de statuts à risque élevé avec respectivement 8 et 6 postes sur 10. Au contraire, les outils Criticité ergonomique et QEC statuent sur un niveau de risque faible pour 7 postes sur 10. Le constat de variabilité et aussi réalisé pour les outils spécifiques au port de charge avec un nombre de postes à risque faible ou modéré allant de 10 à 8 postes et de 0 à 2 postes à risque élevé.

Exploration des indicateurs MMS

La figure 3 présente un exemple de modèle reconstitué pour la situation de dévissage des bielles. Pour cette situation, l'insuffisance MMS prononcée est justifiée par les signes (indices) négatifs identifiés au niveau des 3 composantes MMS étudiées. Les indices négatifs observés au niveau des stratégies de réalisation sont la faible variabilité des stratégies de réalisation, la forte variabilité du rythme de travail (accélération / ralentissement), l'impossibilité de faire autrement, la faible prise en compte des propositions d'amélioration ou encore le faible niveau d'échange de bonne pratique et d'entre-aide avec ses collègues proches. Au niveau des effets de l'activité, on constate des douleurs périodiques au niveau des épaules et une fatigue importante après la réalisation de la situation de travail. Enfin, au niveau des effets sur la performance, on identifie des difficultés pour suivre le rythme du travail (sensation de travailler dans le retard), une productivité de la situation de travail périodiquement non-atteinte et/ou plusieurs retours négatifs sur la qualité des produits réalisés.

Le tableau 6 présente un récapitulatif des informations utilisées pour statuer sur l'état de suffisance MMS pour les 10 situations de références. La reconstitution et l'interprétation partagée de chacune des 3 composantes étudiées a permis d'identifier les signes positifs comme, par exemple, l'entre-aide, la diversité des stratégies de réalisation, le rythme de travail constant et maîtrisé ou encore l'atteinte des objectifs de performance sans effet défavorable sur la santé. A l'opposé, on identifie les signes négatifs comme les variations importantes du rythme de travail (ralentissement/accélération), la faible possibilité d'ajustement des stratégies opératoires, le rythme de travail guidé

par un temps machine, l'impossibilité de faire autrement ou encore des difficultés liées à la santé et/ou à l'atteinte de la performance. Les signes interprétés comme positifs ou négatifs, avec les préventeurs de l'entreprise, ont permis de statuer sur une insuffisance MMS pour 2 situations de référence (dévissage bielle et sous assemblage injecteurs), sur un soupçon d'insuffisance pour 4 situations de référence (marouflage haut moteur, accroche moteur sur convoyeur aérien, ensachage visserie et la mise en place turbo/collecteur) et sur une suffisance pour 4 situations de référence (alésage bielle, équipement volant, emballage des petites pièces et habillage moteur) (Tableau 6).

Comparaison des résultats : outils simples et exploration indicateurs MMS

Le tableau 7 présente la comparaison des résultats pour connaître les différences de jugement de chaque outil d'évaluation par rapport à l'exploration des indicateurs MMS.

Les écarts de jugement les plus élevés entre les outils simples et l'exploration MMS sont observés au niveau des outils OSHA, l'équation Niosh, QEC et REBA avec respectivement 90%, 83,3%, 80% et 80% de contradiction. Les écarts les moins importants sont observés pour les outils CE, RULA et EAWS à hauteur de 60%. La moyenne des écarts de jugement des résultats des 9 outils simples avec l'exploration des indicateurs MMS est de 71,8%.

Deux types d'écarts sont à interpréter lors de la comparaison des statuts (tableau 7). D'un côté, pour 41,4% de l'ensemble des cas d'études, un niveau de risque plus élevé est donné par les outils simples que lors de l'exploration des indicateurs MMS. D'un autre côté, pour 30,4% de l'ensemble des cas d'études, un niveau de risque moins élevé avec les outils simples qu'avec les indicateurs MMS est statué. Les 28,2% restant, représente les cas d'étude avec deux jugements identiques. De manière générale, Les outils simples tendent à estimer le risque TMS de manière plus élevée que l'évaluation de la MMS.

DISCUSSION

Ces résultats viennent confirmer l'hypothèse de la thèse de M.Zare (2015) qui présente les outils simples utilisés pour évaluer les risques TMS comme insuffisants par rapport à la diversité des stratégies de réalisation. Ces conclusions montrent notamment le besoin d'intégrer d'autres informations pour évaluer les risques d'apparition de la pathologie avec pertinence (Zare, 2015). Avec cette étude, nous vérifions cette hypothèse de la variabilité des résultats des outils simples et

proposons, comme innovation, la prise en compte des indicateurs des 3 composantes de la MMS afin d'améliorer la représentativité et la fiabilité du ciblage des situations critiques.

Nous avons constaté dans cette étude des écarts dans l'estimation du risque TMS entre les résultats des outils simples et l'état de suffisance MMS. Les outils simples tendent à estimer le risque TMS de manière plus élevée que l'évaluation de la MMS. Ce constat est cohérent avec l'idée que la MMS tient compte des contraintes en y intégrant les ressources de l'activité de travail (Coutarel et al., 2015; Vézina, 2001; St-Vincent et al., 2011). Les outils simples d'évaluation du risque statuent sur un risque d'apparition de la pathologie à partir de l'étude des contraintes/expositions de l'individu sur un poste de travail. L'attention du préventeur est orientée vers certaines caractéristiques de l'activité (facteurs biomécaniques essentiellement, Norval et al 2017), considérées par les concepteurs d'outils comme étant à risque TMS. L'étude des contraintes de l'activité pourrait être contrastée avec les ressources de l'activité qui permettent à l'individu d'y faire face. C'est pourquoi la MMS présente des résultats moins à risque que les outils simples : la MMS tient compte des ressources de l'activité qui viennent « compenser » les contraintes. La relation instable entre les contraintes et les ressources se traduit par la création de nouvelles stratégies de réalisation qu'ils apparaît important de prendre en compte en relation avec leurs effets sur la performance et la santé. La notion de MMS a été publiée à de multiples reprises comme étant centrale en prévention des TMS car elle permet d'étudier, de manière situationnelle, les contraintes (environnementales, organisationnelles et individuelles), et des ressources utilisées par l'individu pour y faire face (collectif de travail et échange de bonne pratique, entre-aide, développement des stratégies de réalisation, gestion du rythme par l'individu, possibilité de gestion en cas de douleurs...) (Coutarel et al., 2015; Cuny-Guerrier, 2017; St-Vincent et al., 2011; Stock et al., 2017; Vézina, 2001). La notion de MMS propose un changement de paradigme, il ne s'agit pas « seulement » de diminuer les contraintes, ou les expositions à certains facteurs de risque, comme cela est généralement proposé, mais de tendre vers une prévention par le développement des acteurs à partir du développement de leurs activités professionnelles (Coutarel & Petit, 2013).

Les connaissances théoriques sur cette notion et les écarts de jugement constatés dans cette étude, entre les résultats des outils simples et

l'exploration des indicateurs MMS, justifie l'apport d'informations aux outils actuellement déployés. Les outils simples d'évaluation du risque TMS cherchent la systématisation des résultats et de la démarche de prévention, alors que l'ergonomie de l'activité cherche la singularisation des situations de travail (Coutarel et al., 2015; Noulin, 2002).

Lorsque l'on observe les statuts MMS donnés à chaque situation de référence et les caractéristiques des situations de travail étudiées on peut imaginer que les déterminants externes (non étudiés pour estimer l'état de suffisance MMS) ont des impacts sur la MMS. En effet, on retrouve, par exemple, certains critères communs aux situations ayant une insuffisance MMS, comme les temps de cycle très courts, les tâches prescrites très répétitives avec faible variabilité ou encore les rythmes de travail contraints guidés par des temps machines. Ces conditions d'activité ont des effets négatifs sur la MMS même si l'individu a de fortes ressources à sa disposition pour « compenser » les contraintes. Notons que la multiplication des situations critiques par poste de travail sont des facteurs aggravant le risque d'apparition des TMS. Ces situations doivent faire l'objet d'une recherche de transformation urgente, par l'intervention, pour éviter l'apparition de pathologies et/ou des difficultés liées à la performance.

Au vu des besoins d'utilisation autour de ces outils simples d'évaluation du risque TMS (temps, compétences, obtention d'une note ou d'un statut ou encore la non perturbation des productions), et sans complexifier l'évaluation du risque réalisé actuellement, nous proposons la prise en compte des indicateurs permettant de statuer sur une suffisance, le soupçon d'une insuffisance ou une insuffisance MMS.

CONCLUSION

Cette étude exploratoire des indicateurs MMS permet d'approcher de nouvelles informations non prises en compte actuellement par les outils simples. Les indicateurs permettant de juger de l'état de suffisance MMS sont proposés pour développer la phase initiale d'évaluation du risque TMS. Ces indicateurs peuvent être travaillés en épidémiologie pour observer l'incidence entre l'apparition de la pathologie et l'insuffisance MMS. Un groupe de travail a été lancé avec la création d'une équipe pluridisciplinaire de scientifiques (ergonomes, épidémiologistes, médecins) pour créer un questionnaire spécifique sur les indicateurs de la MMS. Cette équipe devra travailler sur la formulation des questions en lien avec les indicateurs développés dans cette

recherche et des questions déjà existantes dans les littératures.

BIBLIOGRAPHIE

- Aptel, Gerling, & Cail. (2000). Méthode de prévention. Généralités et principes. *Documents pour le médecin du travail*, 83, 187-194.
- Bourgeois, F., & Hubault, F. (2005). Prévenir les TMS. *revue électronique*, 20.
- Bouville, G. (2013). Les effets de la lean production sur les tms et les arrêts maladies: les résultats d'une étude de cas rétrospective dans une entreprise de maintenance ferroviaire. *Travailler*(1), 183-202.
- Coutarel, F. (2004). *La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception: quelles marges de manoeuvre pour le déploiement de l'activité ?*. Thèse en ergonomie non publiée. Bordeaux, Université Victor Segalen.
- Coutarel, F., Caroly, S., Vézina, N., & Daniellou, F. (2015). Marge de manoeuvre situationnelle et pouvoir d'agir: des concepts à l'intervention ergonomique. *Le travail humain*, 78(1), 9-29.
- Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2003). Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manoeuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS?. Conception et organisation du travail dans les abattoirs en France. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(5-2).
- Coutarel, F., & Petit, J. (2013). Prévention des TMS et développement du pouvoir d'agir. *Ergonomie constructive.*, 175-190.
- Cuny-Guerrier, A. (2017). *Régulations et marges de manoeuvre situationnelles des encadrants de proximité en sous-traitance : un enjeu de prévention des TMS*. (Thèse), Université Grenoble Alpes.
- David, G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational medicine*, 55(3), 190-199.
- Durand, M., Vézina, N., Baril, R., Loisel, P., Richard, M., & Ngomo, S. (2008). La marge de manoeuvre de travailleurs pendant et après un programme de retour progressif au travail: Montréal: IRSST.
- Gaudez, C., Gilles, M., & Savin, J. (2016). Intrinsic movement variability at work. How long is the path from motor control to design engineering? *Applied Ergonomics*, 53, 71-78.
- Guérin, F., Laville, A., & Daniellou, F. (1997). *Comprendre le travail pour le transformer: la pratique de l'ergonomie*. Ed. de l'Anact.

- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- Hubault, F., & Bourgeois, F. (2013). L'activité, ressource pour le développement de l'organisation du travail *Ergonomie constructive* (pp. 89-102): Presses Universitaires de France.
- Koukoulaki, T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied Ergonomics*, 45(2), 198-212.
- Li, G., & Buckle, P. (1998). *A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks-Quick Exposure Check (QEC)*. Paper presented at the Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting.
- Malchaire, J., Gauthy, R., Piette, A., & Strambi, F. (2011). Classification de méthodes d'évaluation et/ou de prévention des risques de troubles musculosquelettiques. *Bruxelles: European Trade Union Institute.(ETUI)*.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- Monnington, S., Quarrie, C., Pinder, A., & Morris, L. (2003). Development of manual handling assessment charts (MAC) for health and safety inspectors. *Contemporary Ergonomics*, 3-8.
- Moore, J., & Garg, A. (1995). The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association*, 56(5), 443-458.
- Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F., & Roquelaure, Y. (2017a). Operational leeway in the work situations: Do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis? *International journal of occupational safety and ergonomics*(just-accepted), 1-29.
- Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F., & Roquelaure, Y. (2017b). *Renouvellement des questions et des outils d'évaluation du risque en prévention des TMS à la lumière d'un concept en devenir: la marge de manoeuvre*. Paper presented at the 52ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française.
- Noulin, N. (2002). *Ergonomie*. Toulouse: Octarés Editions.
- Ringelberg, J. A., & Koukoulaki, T. (2002). Risk estimation for musculoskeletal disorders in machinery design: Integrating a user perspective.
- Roquelaure, Y., Petit, A., Meyer, J.-P., Leclerc, A., & Mairiaux, P. (2013). *Surveillance médico-professionnelle du risque lombaire pour les travailleurs exposés à des manipulations de charges*. Retrieved from
- Schaub, K., Caragnano, G., Britzke, B., & Bruder, R. (2013). The European assembly worksheet. *Theoretical issues in Ergonomics science*, 14(6), 616-639.
- St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, É., & Imbeau, D. (2011). L'intervention en ergonomie. *Ed multiMonde(IRSST)*.
- Stock, S. R., Nicolakakis, N., Vézina, N., Vézina, M., Gilbert, L., Turcot, A., Delga, C. (2017). Are work organization interventions effective in preventing or reducing work-related musculoskeletal disorders? A systematic review of the literature. *Scand J Work Environ Health-online first*.
- Takala, E., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G., Neumann, W., & Westgaard, R. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 3-24.
- Vézina, N. (2001). La pratique de l'ergonomie face aux TMS: ouverture à l'interdisciplinarité. *Comptes rendus du congrès SELF-ACE*.
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.
- Zare, M. (2015). *Représentation partagée des facteurs de risque des troubles musculosquelettiques et comparaison des méthodes d'évaluation: une étude expérimentale dans le secteur de l'assemblage de camions*. (thèse), Université d'Angers.

Figure 1 : Modèle de l'activité centrée sur la personne de N.Vézina (2001) et distinction des termes : composantes, indicateurs de la situation de travail, indicateurs des déterminants, et indicateurs MMS

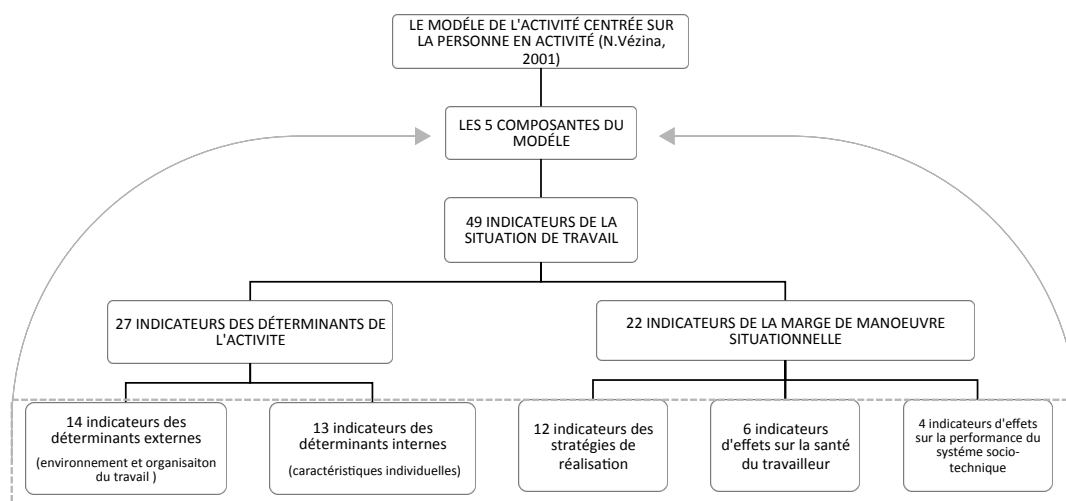


Tableau 1 : description des caractéristiques individuelles et des cas d'étude

Cas d'étude	Descriptions des tâches au poste de travail	Premières contraintes observées suite à l'échange avec le travailleur	Situations de référence		Caractéristiques individuelles *
			Description	Critères de choix	
Final bielle	Dévisage, ébavurage, lavage, contrôle, tri	Activité très manuelle (port de charge important), 6 références différentes	Dévisage pour ébavurage manuel et préparation lavage	Référence la plus fréquente et situation la plus pénible d'après l'opérateur	1, 25ans, M, 1m75, D, Pas de restriction médicale, 1an au poste, 1an dans l'entreprise
Ebauche bielle	Alésage bielle, contrôle diamètre, taraudage, encoche, évacuation manuelle du chariot.	Manutention manuelle, déplacement, rythme de travail et gestion des temps machines, 6 références différentes	Alésage bielle	Référence la plus fréquente et situation la plus pénible d'après l'opérateur	1, 28ans, M, 1m78, Pas de restriction, 1an au poste, 1an dans l'entreprise
Marouflage avant peinture	Préparation scotch de protection, marouflage haut moteur, marouflage bas moteur, contrôle, évacuation vers peinture	Diversité des références très élevée, risque d'oubli et impact élevé	Marouflage haut moteur (partie haute)	Référence avec le plus de zone à protéger. Rythme de travail très élevé d'après l'opérateur	E, 41ans, M, 1m85, G, pas de restriction, 8 ans au poste, 8 ans dans l'entreprise
Final ligne d'assemblage moteur	Finition habillage faisceaux et contrôles, préparation écartement crochet, appuis boutons, mise en place crochet sur moteur, évacuation moteur fin de ligne	Piétinement, anticipation écartement crochet (3,4 et 6cyl), hauteur de manipulation et postures contraignantes associées	Accroche et transfert moteur vers convoyage aérien	Situation la plus fréquente et la plus à risque d'après l'opérateur	E, 30ans, M, 1m65, D, pas restriction, 6 mois au poste, 11ans dans l'entreprise
Emballage visseries	Prise bon de commande de petites pièces type visserie pour expéditions clients, préparation pièces et machine, ensachage semi manuel et expédition commande	Tâche d'ensachage très répétitif, références très nombreuses (visseries et joints), rythme et fréquence des mouvements élevés	Ensachage semi manuel (prise pièce, dépose dans sachet et appuis boutons fermeture)	Situation la plus fréquente et la plus à risque d'après l'opérateur	E, 53ans, M, 1m78, D, plusieurs restrictions au niveau du membre supérieur gauche (reclassement), 11ans au poste, 14 ans dans l'entreprise
Préparation des kits d'injecteurs moteur	Lecture liste de production, préparation pièces, assemblage des injecteurs, préparations des kits de montage, évacuation vers ligne d'assemblage	Nombre de tâches importantes, forte variation du rythme de travail guidée par la ligne d'assemblage, diversité de référence très élevée	Assemblage d'un injecteur	Référence la plus fréquente. Situation la plus contraignante d'après l'opérateur.	E, 52ans, F, 1m64, D, plusieurs restrictions au niveau du dos et des épaules (suite MP), 3 ans au poste, 11 ans dans l'entreprise
Préparation du sou ensemble collecteur/turbo	Préparation luge, mise en place collecteur, assemblage collecteur-turbo, mise en place visses et joints, mise en place flexibles, préparation pour ligne d'assemblage	Nombre de tâches importantes, diversités des références très élevées, piétinement, rythme de travail important et variables guidées par la ligne d'assemblage	Mise en place double turbos van collecteur (manipulation et mise en place)	Situation la plus contraignante. Référence la plus pénible d'après l'opérateur	1, 20ans, M, 1m77, pas de restriction, 7 mois au poste, 7 mois dans l'entreprise
Équipement et dés-équipement moteur avant essai	Équipement et dés-équipement volants moteur et courroie, plombage et vidange après essais, contrôle visuel	Rythme de travail variable, diversités des références, manipulation de charge assistée et outillages, posture statique pour vissage avec vibrations	Manipulation et mise en place volant moteur	Situation la plus contraignante. Référence la plus pénible d'après l'opérateur	E, 54ans, M 1m76, D, pas de restriction, pathologie génétique (maladie de forestier), 9 ans au poste, 12 ans dans l'entreprise
Préparation commandes de petites pièces	Prise bon de commande, préparation pièces, emballage des pièces à l'unité, mise en carton par 6, préparation des kits et expéditions	Pièces fragiles de petite taille, diversités des références, répétitivité des mouvements, autonomie dans la préparation	Emballage d'une pièce pour préparation kit	Situation la plus fréquente et la plus répétitive. Référence la plus représentative d'après l'opérateur.	E, 52ans, M, 1m74, D, restriction à un doigt main droite (suite MP), 2 ans au poste, 11 ans dans l'entreprise
Assemblage des faisceaux sur moteur	Approvisionnement faisceaux, mis en place et vissage, connexions faisceaux et habillage moteur, contrôle visuel	Diversité élevée des références, rythme de travail important et variable, nombre de connexions variable, besoin de la connaissance du processus de fabrication et de la diversité de production	Connexions faisceaux et habillage moteur	Référence avec le plus de connexions. Référence à anticiper car la plus longue et la plus contraignante à réaliser d'après l'opérateur.	E, 39ans, M, 1m65, D, pas de restriction, 1 an au poste, 10 ans dans l'entreprise

* Statut I/E: Statut d'intérimaire ou d'embauché ; Sexe M/F: Sexe masculin ou féminin ; D/H: Main forte, droitier ou gaucher ; MP: maladie professionnelle

Tableau 2 : Orientation des modèles théoriques sous-jacents aux outils simples de notre échantillonnage

Outils d'évaluation / Variable	Force	Posture	Durée	Fréquence	Port de charge	Facteurs psycho-sociaux	Représentation opérateur	Autres *
OSHA	x	x	x					x
Criticité ergonomique	x	x	x		x		x	x
QEC	x	x		x	x	x	x	x
RULA	x	x						
REBA	x	x						
EAWS (corps entier)	x	x	x	x	x			x
Equation révisée NIOSH		x	x	x	x			x
MAC		x	x		x			x
JSI		x	x		x			x

* Autres facteurs : Qualité de la prise, distance de portée, activité de précision, nature de la tâche, ambiance de travail, maîtrise des cadences.

Tableau 3 : Codage des échelles d'interprétation des outils simples en 3 niveaux

Outils simples	Echelle d'interprétation donnée par le concepteur de l'outil	Codage en 3 niveaux		
		1. Risque faible	2. Risque modéré	3. Risque élevé
OSHA	<3 : il n'y a aucun risque. <5 : il n'y a à priori pas de risque. ≥ 5 : le risque est important, la médecine du travail doit intervenir dans des délais respectables > 9 : le risque est très important, une action immédiate est nécessaire	< 5	≥ 5 et ≤9	> 9
CE	Entre 30 et 90 postes considérés comme à risque faible Entre 90 et 112 postes considérés comme à risque modéré > 112 postes considérés comme à risque très élevé	< 90	≥ 90 et < 112	≥ 112
QEC	<40%: Niveau acceptable 40-49%: Intervention envisageable 49-69%: intervention nécessaire dans de brefs délais >70%: Intervention immédiate et nécessaire	<49%	≥49 et ≤69%	≥70%
RULA	1 et 2 = Acceptable 3 et 4 = Investigate further 5 et 6 = Investigate further and change soon 7 = Investigate and change immediately	≥1 et ≤4	≥5 et ≤6	≥7
REBA	1 = Risque négligeable 2 ou 3 = Risque faible, intervenir si confirmation 4 à 7 = Risque moyen, intervention nécessaire 8 à 10 = Risque élevé, intervention à brève échéance 11 à 15 = Risque très élevé, intervention immédiate	≥1 et ≤3	≥4 et ≤7	≥8 et ≤15
EAWS (corps entier)	0-25 points : Risque faible, pas d'action nécessaire 25-50 points : Risque possible, étude à approfondir pour vérifier le risque. >50 points : Risque élevé, des actions pour réduire le risque sont nécessaires	0-25 points	25-50 points	>50 points
Equation révisée NIOSH	<1 = manutention acceptable >1 = Risque chronique >3 = Risque aigu	≤1	>1 et ≤3	>3
MAC	<7 : Risque faible : Examiner n'importe quel composant de l'activité pour réduire le risque. Entre 7 et 11 : Risque modéré : examiner les composants à risque élevé et réduire l'ampleur >11 : Risque élevé : examiner tous les composants à risque élevé pour réduire l'ampleur	<7	≥7 et <11	>11
JSI	≤3 le risque TMS est considéré comme faible Entre 3 et 7 le risque TMS est considéré comme moyen ≥7 le risque TMS est considéré comme élevé	≤3	> 3 et >7	≥7

Tableau 4: Indicateurs MMS utilisés pour l'étude extraite des 49 indicateurs de la situation de travail développés à partir du modèle de l'activité centrée sur la personne (Norval, Zare et al 2017)

Les composantes de la situation de travail	Sous composantes	Indicateurs MMS
Activité de travail et régulation (travail réel et comportement du travailleur)	Contraintes de l'activité	<i>Indicateurs du processus de régulation :</i> - Niveau de pénibilité des tâches (ex: importance de l'effort cardio-vasculaire) - Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail (tonnage, mouvement rapide et répétitif, postures contraignantes)
	Stratégies de régulation du travail	<i>Indicateurs du processus de régulation :</i> - Utilisation des moyens disponibles (nombre, moment durée des stratégies utilisées) - Nombre de changements de postures durant la situation (moment et durée) - Nombre d'opérations non réalisées reliées à des craintes spécifiques - Nombre de techniques de gestion de la douleur - Nombre de stratégies de gestion de l'énergie utilisée (prévention de la fatigue excessive) - Nombre de techniques de travail utilisées - Niveau d'adaptation des techniques de travail - Niveau/nombre de comportements de conformité en milieu de travail (ex: ne pas prendre de pause, respects des consignes) - Nombre de modifications du rythme/cadence de travail - Nombre d'ajustements concernant l'organisation des tâches (ex: possibilité de terminer plus tard/commencer en avance)
Effet de la situation de travail (santé/performance)	Santé	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> - Niveau de douleur en lien avec la situation de travail observée - Niveau/quantité de sommeil * - Nombre de symptômes autres que la douleur en lien avec la situation de travail (ex: sensation de lourdeur, engourdissement, crampes) - Présence d'une nouvelle lésion apparue pendant ou après la réalisation de la situation de travail observée - Quantité de médicaments * - Niveau de stress perçu par l'individu et engendré par la situation de travail
	Performance	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> - Durée : respect des temps de cycles sur la situation de travail - Respect des délais de production mensuelle ou annuelle * - Quantité des produits réalisés par rapport à l'objectif de production alloué à la situation de travail - Qualité des produits réalisés sur la situation de travail

En Gris les indicateurs MMS utilisés pour statuer sur la suffisance, le soupçon d'insuffisance ou l'insuffisance pour chaque situation de référence

* indicateurs MMS écartés lors de l'exploration car sans lien direct avec la situation de travail (non situationnelle)

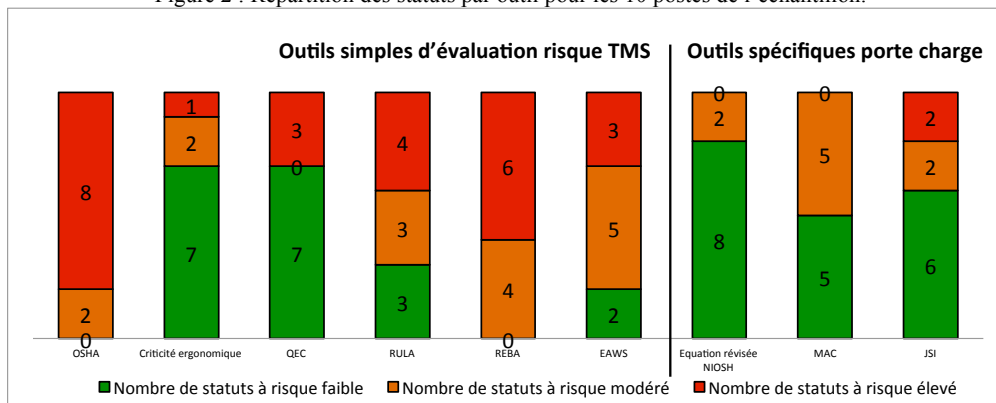
Tableau 5 : Synthèse des résultats des 9 outils simples pour chaque poste de l'échantillon

Poste de travail	Outils simples d'observation *						Outils simples spécifiques port de charge *				
	OSHA	CE	QEC	RULA	REBA	EAWS	Moyenne des scores des outils par poste (écart type)	NIOSH	MAC	JSI	Moyenne des scores des outils par poste (écart type)
Poste final bielle	3	1	2	3	3	3	2,5 (0,764)	2	2	3	2,333 (0,471)
Poste ébauche bielle	3	1	2	3	3	2	2,333 (0,745)	2	2	3	2,333 (0,471)
Poste de marouflage avant peinture **	3	1	2	2	3	2	2,167 (0,687)	1	1	1	1 (0)
Poste final ligne d'assemblage moteur	3	2	2	2	3	2	2,333 (0,471)	1	2	1	1,333 (0,471)
Poste emballage visseries **	3	1	3	1	2	1	1,833 (0,897)	1	1	1	1 (0)
Poste préparation kits injecteurs moteur	2	1	2	1	2	2	1,667 (0,471)	1	1	1	1 (0)
Poste préparation sous ensemble collecteur/turbo	3	3	3	3	3	3	3 (0)	1	2	2	1,667 (0,471)
Poste dés-équipement/ équipement avant essai **	3	1	2	2	2	2	2 (0,577)	1	1	1	1 (0)
Poste préparation commande petites pièces **	2	1	2	1	2	1	1,5 (0,5)	1	1	1	1 (0)
Poste d'assemblage faisceaux sur moteur	3	2	3	3	3	3	2,833 (0,373)	1	2	2	1,667 (0,471)
Moyenne des scores pour les 10 postes (écart type)	2,8 (0,32)	1,4 (0,56)	2,3 (0,42)	2,1 (0,72)	2,6 (0,48)	2,1 (0,54)		1,2 (0,32)	1,5 (0,5)	1,6 (0,72)	

* Echelle d'interprétation : 1-Risque faible ; 2-risque modéré ; 3-risque élevé.

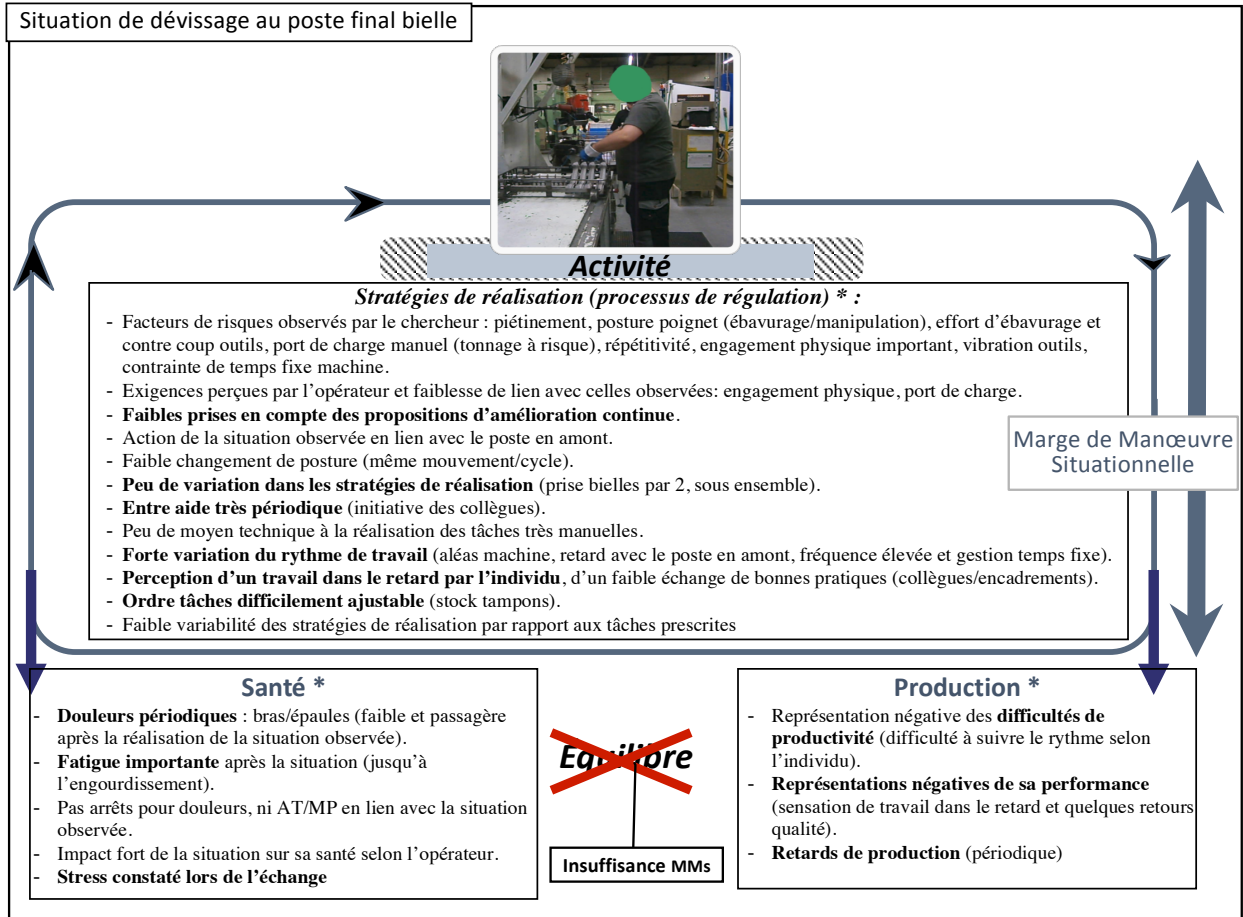
** : Pas de port de charge (risque faible pour les outils simples spécifiques port de charge)

Figure 2 : Répartition des statuts par outil pour les 10 postes de l'échantillon.



* : Les couleurs vertes, oranges et rouges représentent respectivement le nombre de postes avec un niveau de risque faible, modéré et élevé.

Figure 3 : reconstitution des 3 composantes de la MMS pour la situation de dévissage bielle (modèle adapté de N.Vézina, 2001)



*Les indices utilisés pour pouvoir statuer sont surlignés (en gras) pour les 3 composantes étudiées.

Tableau 6 : Récapitulatif des résultats de l'exploration qualitative des indicateurs MMS suite à la reconstitution des 3 composantes MMS

Situation de référence	Indices identifiés lors de la reconstitution du modèle de l'activité centrée sur la personne de N.Vézina (2001)			Résultats indicateurs MMS*
	Processus de réalisation	Effets directs sur la santé	Effets directs sur la performance	
Situation de dévissage au poste final bielle	=> Négatif : Peu de variations dans les stratégies de réalisation, peu d'entre-aide, forte variation du rythme de travail.	=> Négatif : Douleurs périodiques aux épaules et aux bras, sensation de fatigue	=> Négatif : Retards périodiques dans la production, représentation négative de sa performance, difficulté de respecter les temps de cycle prescrit	Insuffisance MMS
Situation d'alésage au poste d'ébauche bielle	=> Positif : Plusieurs stratégies observées, rythme constant, entre-aide et plusieurs moyens d'aide à la réalisation de l'activité	=> Positif : Pas de difficultés de santé, pas de douleurs	=> Positif : Pas de difficulté à réaliser la performance demandée, pas de retard, respect de la productivité et de la qualité	Suffisance MMS
Situation de marouflage haut moteur au poste de marouflage	=> Positif : Plusieurs stratégies de réalisation, anticipation, rythme de travail constant et entre-aide observée, avec la possibilité de changement en cas de douleurs	=> Négatif : Quelques douleurs périodiques au cou et aux épaules, crainte de l'oubli de marouflage qui crée un stress	=> Négatif : Retard observé au poste lors de grande série, risque d'oubli de marouflage, qualité du marouflage scotch soulevée par l'opérateur	Suspicion d'insuffisance MMS
Situation d'accroche moteur sur convoyeur au poste final de la ligne d'assemblage	=> Négatif : Faible variabilité des stratégies, impossibilité de faire autrement (gestuelle), pas de possibilité de changement en cas de douleurs, variabilité du rythme de travail	=> Négatif : Douleurs aux épaules et au dos, fatigue importante, stress périodique d'après l'opérateur (diversité moteur et risque de blocage de ligne)	=> Positif : Le risque de retard est très périodique mais compensé par l'entre-aide. Pas de retour qualité.	Suspicion d'insuffisance MMS
Situation d'ensachage au poste d'emballage de la visserie	=> Négatif : Très faible variabilité dans les stratégies de réalisation, pas d'entre-aide, impossibilité d'anticiper ou de changer l'ordre des tâches	=> Négatif : Douleurs et fatigues importantes présentées par l'opérateur après la situation de travail observée.	=> Positif : Productivité très élevée (supérieure aux prescriptions), pas de retour qualité, représentation d'une efficacité	Suspicion d'insuffisance MMS
Situation d'assemblage d'un injecteur au poste de préparation kits injecteurs	=> Négatif : Faible variation dans les stratégies de réalisation, pas ou peu d'entre-aide, impossibilité de changer l'ordre des tâches	=> Négatif : Multiples douleurs en lien avec la situation (nuque, épaule, poignet, bas et haut du dos), stress lié au rythme de travail	=> Négatif : Perception d'un travail dans le retard, difficulté à suivre le rythme, retour qualité périodique	Insuffisance MMS
Situation de mise en place turbo sur collecteur au poste de préparation sous-ensemble	=> Positif : Plusieurs stratégies de réalisation, forte entre-aide, rythme constant, gestion du temps par l'individu, possibilité d'inverser l'ordre des tâches	=> Positif : Pas de douleurs, pas de stress, très bonne représentation	=> Négatif : Quelques retours qualités (oubli serrage ou pièce manquante), retard périodique en fonction de la diversité de production	Suspicion d'insuffisance MMS
Situation d'équipement volant au poste d'équipement et de dés-équipement avant essai	=> Positif : Plusieurs stratégies de réalisation, rythme constant, entre-aide et possibilité de changement en cas de douleurs, possibilité d'inverser l'ordre des tâches	=> Positif : Douleurs importantes et périodiques mais résultantes de la pathologie de l'individu (douleurs sans lien avec la situation observée)	=> Positif : Très faible retard compensé par l'entre-aide, productivité et qualité en accord avec la demande	Suffisance MMS
Situation d'emballage d'une pièce au poste de préparation des commandes de petites pièces	=> Positif : Plusieurs stratégies, gestion du rythme par le travailleur, forte entre-aide (possibilité de travail en binôme), possibilité d'inverser l'ordre des tâches, rythme de travail constant	=> Positif : Douleurs très périodiques (sans lien avec la situation de travail), pas de stress et représentation positive de son état	=> Positif : Pas de retard de commande, productivité en accord avec la demande, peu de retour qualité (oubli de pièce)	Suffisance MMS
Situation d'habillage moteur et de connexion au poste d'assemblage faisceaux	=> Positif : Plusieurs stratégies de réalisation, entre aide fréquente, gestion du rythme par l'individu, rythme constant (pas d'accélération ni de ralentissement) et possibilité de changement de poste en cas de douleurs	=> Positif : Pas de douleurs, pas de gêne, ni de stress lié à la situation	=> Positif : Faible retour malgré le risque important d'erreurs, léger retard périodique très vite rattrapé par l'entre-aide très forte	Suffisance MMS

* Si les 3 composantes sont positives : suffisance MMS / Si au moins 1 composante est négative : suspicion d'une insuffisance MMS / Si les 3 composantes sont négatives : insuffisance MMS

Tableau 7: Ecart des résultats des outils simples d'évaluation du risque et de l'exploration des indicateurs MMS

Cas d'étude	Outils										Discordance des résultats : X% d'écart de jugement (X%, X%)*
	Final bielle	Ebauche bielle	Marouflage avant peinture	Final ligne d'assemblage moteur	Emballage visseries	Préparation kits injecteurs moteur	Sous-ensemble collecteur/turbo	Equipement/dés-équipement moteur avant essai	Préparation commandes de petites pièces	Assemblage faisceaux sur moteur	
MMS**	Insuffisance MMS	Suffisance MMS	Suspicion d'insuffisance MMS	Suspicion d'insuffisance MMS	Suspicion d'insuffisance MMS	Insuffisance MMS	Suspicion d'insuffisance MMS	Suffisance MMS	Suffisance MMS	Suffisance MMS	
OSHA	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé	Risque modéré	Risque élevé	Risque élevé	Risque modéré	Risque élevé	90% d'écart de jugement (10% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 80% à risque plus élevé avec l'outil simple)
CE	Risque faible	Risque faible	Risque faible	Risque modéré	Risque faible	Risque faible	Risque élevé	Risque faible	Risque faible	Risque modéré	60% d'écart de jugement (60% à risque moins élevé avec l'outil simple)
QEC	Risque modéré	Risque modéré	Risque modéré	Risque modéré	Risque élevé	Risque modéré	Risque élevé	Risque modéré	Risque modéré	Risque élevé	80% d'écart de jugement (20% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 60% à risque plus élevé avec l'outil simple)
RULA	Risque élevé	Risque élevé	Risque modéré	Risque modéré	Risque faible	Risque faible	Risque élevé	Risque modéré	Risque faible	Risque élevé	60% d'écart de jugement (20% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 40% à risque plus élevé avec l'outil simple)
REBA	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé	Risque modéré	Risque modéré	Risque élevé	Risque modéré	Risque modéré	Risque élevé	80% d'écart de jugement (10% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 70% à risque plus élevé avec l'outil simple)
EAWs	Risque élevé	Risque modéré	Risque modéré	Risque modéré	Risque faible	Risque modéré	Risque élevé	Risque modéré	Risque faible	Risque élevé	60% d'écart de jugement (20% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 40% à risque plus élevé avec l'outil simple)
Equation NIOSH	Risque modéré	Risque modéré	Pas de manutention	Risque faible	Pas de manutention	Risque faible	Risque faible	Pas de manutention	Pas de manutention	Risque faible	83,3% d'écart de jugement (67% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 17% à risque plus élevé avec l'outil simple)
MAC	Risque modéré	Risque modéré	Pas de manutention	Risque modéré	Pas de manutention	Risque faible	Risque modéré	Pas de manutention	Pas de manutention	Risque modéré	66,6% d'écart de jugement (33% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 33% à risque plus élevé avec l'outil simple)
JSI	Risque élevé	Risque élevé	Pas de manutention	Risque faible	Pas de manutention	Risque faible	Risque modéré	Pas de manutention	Pas de manutention	Risque modéré	66,6% d'écart de jugement (33% à risque moins élevé avec l'outil simple ; 33% à risque plus élevé avec l'outil simple)
Bilan des écarts de jugements pour les 10 outils simples d'évaluation du risque et l'exploration qualitative des indicateurs MMS								MOYENNE TOTAL : 71,83% de résultats différents (d'écart de jugement) Dont 30,35% sont considérés comme à risque moins élevé avec les outils simples qu'avec la MMS et 41,4% sont considérés comme à risque plus élevé avec les outils simples qu'avec la MMS			

* : d'écart de jugement entre les résultats de chaque outil simple et l'exploration des indicateurs MMS : x% d'écart de jugement (parmi ces écarts X% des résultats sont à risque moins élevé avec l'outil simple qu'avec la MMS et X% des résultats à risque plus élevé avec l'outil simple qu'avec la MMS)

** Résultats des indicateurs MMS issus des données qualitatives et de la reconstitution du modèle de l'activité centrée sur la personne : suffisance, suspicion d'insuffisance, insuffisance MMS



Article revue électronique *Activités*, suite SELF 2017 : La marge de manœuvre situationnelle, une opportunité pour la recherche des situations critiques lors de l'évaluation du risque de TMS.

Dans la continuité du congrès de la SELF 2017 de Toulouse, un dossier à la revue électronique « *Activités* » (<http://journals.openedition.org/activites/>) a été proposé pour la publication d'articles issus de communications orales, considérées comme pertinentes et de bonnes qualités au regard du fil rouge et des 10 thèmes du congrès. L'article ci-après a été proposé pour être publié début 2019 dans ce dossier spécial de la revue « *Activités* ».

Pour citer :

Norval. M, Zare. M, Brunet. R, Coutarel, F & Roquelaure, Y (2018). La marge de manœuvre situationnelle, une opportunité pour la recherche des situations critiques lors de l'évaluation du risque de TMS. *Activités* [En ligne pour début 2019], URL : <http://journals.openedition.org>. En cours de publication, ci-après la version soumise le 26 octobre 2018.

La première version de l'article a été « acceptée sous réserve de modifications mineures », le 14 septembre 2018 par la revue « *Activités* ».

La version ci-dessous a été retravaillée en fonction des commentaires des relecteurs et du comité d'édition et envoyée à la revue le 26 octobre 2018.

Acceptation définitive le 08 / 01 / 2019.

Intérêt de la Marge de Manœuvre Situationnelle pour le ciblage des situations à risque de TMS

The advantage of situational operational leeway to identify MSD risk situation

Maxime Norval¹

Mohsen Zare²

René Brunet¹

Fabien Coutarel³

Yves Roquelaure¹

¹ *Univ Angers, CHU Angers, Université Bretagne- Pays de la Loire, Inserm, Ehesp, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail), UMR_S 1085, F-49000 Angers, France*

² *ERCOS Group (Pôle), Laboratoire ELLIAD-EA4661, UTBM-Université Bourgogne Franche-Comté, France*

³ *ACTÉ, Université Clermont-Auvergne, France*

Corresponding author: Maxime Norval

Address: Inserm U1085, Equipe Ester, Université Bretagne – Pays de la Loire, UFR Santé – Faculté de médecine, 28 Rue Roger Amsler, F-49045 Angers cedex 1, France

Email: maximenorval@hotmail.com

Tel: +33686113083

Mots clés : *Préventeurs ; Troubles musculo-squelettiques ; Situations critiques ; Marge de manœuvre situationnelle ; Méthode semi-quantitative*

Résumé : Les outils d'évaluation du risque TMS actuellement utilisés dans les industries pour identifier les situations critiques présentent des biais liés à la variabilité des résultats. La validité et la fiabilité du ciblage réalisé avec ces outils simples sont remis en question ce qui peut représenter un biais possible à l'orientation donnée à l'ensemble de la démarche de prévention des TMS. Dans cette étude, nous proposons d'explorer certains indicateurs déjà publiés sur les notions de régulation et de marge de manœuvre situationnelle (MMS). Ainsi sur un échantillon de situations de travail sélectionné dans une industrie de la métallurgie, nous avons comparé les indicateurs de MMS avec deux méthodes semi quantitatives et qualitatives pour statuer sur l'état de suffisance de MMS pour chaque situation de travail. Ces deux méthodes montrent des écarts de jugement. Toutefois, elles apportent des informations complémentaires aux outils simples d'évaluation des risques de TMS. Nous proposons des pistes d'amélioration de la méthode semi-quantitative pour cibler les situations critiques dès la phase d'évaluation du risque TMS.

Keywords: Preventors ; Musculoskeletal Disorders ; critical situations ; Situational Operational leeway ; Semi-quantitative methods

Abstract: The Musculoskeletal Disorders (MSD) risk assessment tools currently used in industries to identify critical situations have shown biases related to the variability of results. The validity and reliability of the targeted situation by these simple tools are challenged, which might represent a bias in the orientation of the prevention of MSD. This study explores known indicators on the MSDs risk assessment together with regulation notions and situational operational leeway (SOL). Thus, in a sampling of selected work situations in the metallurgy industry, we have compared the SOL indicators through two semi-quantitative and qualitative methods to determine the level of SOL sufficiency for each work situation. The results of these two methods show differences in judgment. However, these two methods bring additional information complementary to MSD simple risk assessment tools. We propose ways to improve semi-quantitative methods to target critical situations from MSD risk assessment phase.

Intérêt de la Marge de Manœuvre Situationnelle pour le ciblage des situations à risque de TMS

Etude de cas dans une industrie de la métallurgie

Introduction

Les troubles musculo squelettiques (TMS) représentent la première cause de maladie professionnelle dans les pays industrialisés (Roquelaure, 2015; Roquelaure et al., 2006; Roquelaure, Petit, Meyer, Leclerc, & Mairiaux, 2013). En constante évolution dans ces pays depuis les années 1990, les TMS représentent un phénomène épidémique qui prend sa source dans l'intensification du travail caractérisée par la généralisation des nouvelles méthodes de production et d'organisation du travail dans les industries (Caroly, Simonet, & Vézina, 2015; Davezies, 2007; Gollac & Volkoff, 1996; Parot-Schinkel et al., 2012; Roquelaure et al., 2012; Westgaard & Winkel, 2011). Les TMS ont des effets importants sur la santé des individus mais aussi sur le rendement des entreprises (Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Roquelaure et al., 2012). Les démarches de prévention des risques de Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) sont structurées pour permettre l'amélioration des situations de travail (Guérin, Laville, & Daniellou, 1997; St-Vincent et al., 2014). Dans la plupart des modèles de prévention, l'évaluation du risque est la première étape, menée par les préventeurs en entreprises, pour rechercher les situations de travail les plus critiques dans l'apparition de TMS. Cette phase initiale permet aux préventeurs d'estimer le risque d'apparition de la pathologie et d'engager des interventions pour transformer les situations les plus critiques. Cette phase initiale d'évaluation du risque est considérée comme une aide aux choix stratégiques de prévention. Les préventeurs en entreprises ne pouvant pas réaliser des études détaillées sur tous les postes, par manque de ressources et/ou de compétences en interne, utilisent classiquement « des outils simples » d'évaluation du risque pour sélectionner les postes les plus problématiques (David, 2005; Falzon, 2013; Malchaire, Gauthy, Piette, & Strambi, 2011; Takala et al., 2010).

La définition des outils simples est donnée par Aptel, Lafaurie & col (2000, p7) : « Les outils simples sont des outils d'évaluation des facteurs de TMS qui ne nécessitent pas d'appareil de mesure particulier. Ils sont utilisables directement sur le terrain et se basent sur l'observation directe de l'activité de travail du salarié ou sur l'enregistrement vidéo de celle-ci et/ou sur l'échange avec le travailleur » (Aptel, Lafaurie, Tronchet, & Atain-kouadio, 2000). Les outils simples d'observation type check-list, les questionnaires et auto-questionnaires, et les outils internes sont les plus fréquemment utilisés par les préventeurs en entreprise (David, 2005; Malchaire et al., 2011; Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Takala et al., 2010; Zare, 2015). Plusieurs revues d'outils simples ont listé et étudié les limites et les avantages de ces outils (Barrero, Katz, & Dennerlein, 2009; Stock, Fernandes, Delisle, & Vézina, 2005; Mohsen Zare, Biau, Brunet, & Roquelaure, 2017). Les approches dominantes classiques de l'évaluation du risque TMS, avec des outils simples, se concentrent sur l'identification des expositions, essentiellement en lien avec la biomécanique du mouvement, qui souligne principalement les conditions pathogènes de sollicitation en termes d'intensité, de posture, de durée et de fréquence (Coutarel, Caroly, Vézina, & Daniellou, 2015; Coutarel & Petit, 2013; Guérin et al., 1997; St-Vincent et al., 2014).

La fiabilité et la répétabilité des résultats de ces outils simples sont critiqués notamment par rapport à la divergence des critères intrinsèques aux outils simples (e.g. précision des données recueillies, modèle étiologique des TMS de référence, échelle d'interprétation, zones corporelles ciblées, nombre et type d'informations prises en compte) et la diversité de leurs critères d'usage (e.g. expérience utilisateur, connaissance de l'activité, focale d'observation choisie, méthode de hiérarchisation des résultats) (Bao, Howard, Spielholz, Silverstein, & Polissar, 2009; Chiasson, Imbeau, Aubry, & Delisle, 2012; Ringelberg & Koukoulaki, 2002; Roquelaure et al., 2013; M Zare, Biau, Brunet, Gourlay, & Roquelaure, 2015). Le manque de fiabilité des résultats va augmenter avec les instabilités inhérentes de l'activité, comme les variabilités liées aux conditions de réalisation (technico-organisationnelles et diversification des produits), et liées aux individus (inter-intra individuelles et diversité des stratégies de réalisation) (Badets, Merlo, & Pilniere, 2017; Coutarel et al., 2015; Gaudez, Gilles, & Savin, 2016; Guérin et al., 1997; Koukoulaki, 2014; Mathiassen, 2006; Mathiassen, Liv, & Wahlström, 2012; M Zare et al., 2015). En plus, des instabilités décrites, on observe un enrichissement des connaissances scientifiques sur le modèle étiologique des TMS aboutissant aujourd'hui à un consensus autour de la multi-causalité (multifactorialité) des facteurs de risque (Armstrong et al., 1993; Bodin et al., 2017; Bourgeois & Hubault, 2005; Hagberg, Kuorinka, & Forcier, 1995; Karsh, 2006; Roquelaure, 2015, 2018; Widanarko, Legg, Devereux, & Stevenson, 2014). La multi-causalité des TMS et les variabilités constatées dans l'activité de travail questionnent la pertinence des outils simples d'évaluation et leurs intérêts dans la démarche de prévention des TMS (Coutarel et al., 2015; Coutarel, Daniellou, & Dugué, 2003; Leplat, 2006). Ces constats créent par exemple, pour les utilisateurs des outils simples, des difficultés de représentativité des résultats lors de la recherche des situations critiques (situations les plus à risque), et ne facilitent donc pas, non plus, le suivi des effets des projets de transformation sur les expositions (Bourgeois & Hubault, 2005; Bouville, 2013; Roquelaure et al., 2012; Zare, 2015).

Dans le champ de l'intervention ergonomique, entendue comme « intervention complexe » (Albert, Vézina, Bilodeau, & Coutarel, 2017; Coutarel, Daniellou, & Dugué, 2005; Guérin et al., 1997), l'histoire et les nouvelles connaissances conceptuelles en ergonomie de l'activité ont mis l'accent, dans une approche systémique et développementale, sur les contraintes étudiées, mais aussi sur les ressources de la situation de travail comme pouvant permettre la régulation de l'activité (malgré et avec les contraintes individuelles, environnementales et organisationnelles) (St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). Plusieurs publications scientifiques en ergonomie de l'activité et en prévention des TMS invitent à un renouvellement de l'approche de la pathologie par la prise en compte du principe de régulation de l'activité et de la marge de manœuvre en situations de travail (Caroly et al., 2015; Coutarel et al., 2015; Cuny-Guerrier, 2017; Guérin et al., 1997; St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). L'activité des opérateurs apparaît alors, non pas comme une simple application de consignes prescrites, mais comme un processus de régulation visant à favoriser l'atteinte des objectifs (personnels et fixés par l'entreprise), en gérant les variations du système technico-organisationnel et ses propres variabilités individuelles (Noulin, 2002; St-Vincent et al., 2011). Le processus de régulation a pour objectif, plus ou moins conscient, la conservation de l'équilibre entre le maintien de la santé et l'atteinte des objectifs correspondant aux tâches (St-Vincent et al., 2014). Les possibilités de régulation de l'activité augmentent lorsque la marge de manœuvre des opérateurs en situation de travail augmente également (Coutarel et al., 2015; Coutarel et al., 2003). La marge de manœuvre est issue de la rencontre entre les caractéristiques d'un milieu professionnel et celles du ou des travailleurs concernés

(Coutarel, 2004; Coutarel & Petit, 2013; M. Durand et al., 2008). Cette rencontre est situationnelle d'après Coutarel, Caroly, Vézina, Daniellou (2015):

« La marge de manœuvre situationnelle (MMS) constitue la possibilité pour l'opérateur, dans une situation précise, d'élaborer un mode opératoire (ou une stratégie de réalisation) efficient (c'est à dire efficace pour la performance et compatible avec la préservation de soi, voire le développement de soi par le travail) » (Coutarel, Caroly, Vézina, Daniellou, 2015, p15).

Il existe plusieurs niveaux de MMS avec des effets différents : si la marge de manœuvre est importante, plusieurs stratégies de réalisation sont possibles, l'opérateur peut alterner et en inventer de nouvelles. Si elle est faible, l'éventail des modes opératoires possibles est très restreint, ce qui peut conduire à une hyper-sollicitation de certaines fonctions, et/ou à la présence d'activités empêchées (Clot 1999) entraînant des détériorations du rapport au travail et du collectif, des difficultés d'atteinte de performance et des atteintes possibles à la santé. Enfin, à l'extrême, si elle est absente (insuffisance MMS) on observe un échec quotidien dans l'atteinte des objectifs, même au prix d'une mobilisation coûteuse de la santé (Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; St-Vincent et al., 2014)

Plusieurs modèles existent dans la littérature pour présenter le principe de régulation et de marge de manœuvre (Aptel & Vézina, 2008; Franchi, 1997; F. Guérin, Laville, Daniellou, Duraffourg, & Kerguelen, 2007; Leplat & Cuny, 1977; Sauter & Swanson, 1996). Vézina en 2001 présente le modèle de l'activité centrée sur la personne en activité (St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001), où l'on retrouve les déterminants de l'activité (internes et externes) et les 3 composantes représentatives de la MMS : les stratégies de réalisation développées par l'individu pour faire face aux contraintes, les effets de l'activité sur la santé et les effets sur la performance (Coutarel & Petit, 2013; Coutarel, Roquelaure, & Daniellou, 2013; St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001). Le lien entre ce modèle théorique issu de la pratique de l'ergonomie et la prévention des TMS a été démontré à plusieurs reprises (Caroly et al., 2008; Ouellet & Vézina, 2014; Vézina, 2001). Ce modèle est aujourd'hui décliné dans plusieurs domaines de la prévention des TMS comme la réadaptation (M. Durand et al., 2008), la conception des systèmes (Lux et al., 2017) ou encore l'encadrement de proximité (Cuny-Guerrier, 2017; Cuny-Guerrier, Caroly, Coutarel, & Aublet-Cuvelier, 2015). L'intérêt essentiel de l'approche des TMS par la MMS est d'intégrer des informations sur les ressources dont dispose l'opérateur à l'évaluation plus classique des contraintes auxquelles il est exposé (Coutarel et al., 2015; Guérin et al., 1997; Koukoulaki, 2014), pour appréhender l'insuffisance (pas de mode opératoire satisfaisant), la suffisance (au moins un mode opératoire satisfaisant), et l'ampleur de cette suffisance (nombre de modes opératoires satisfaisants disponibles).

Dans une précédente étude nous avons utilisé ce modèle pour connaître la prise en compte actuelle de la régulation de l'activité et MMS par les outils simples d'évaluation du risque TMS (M. Norval, Zare, Brunet, Coutarel, & Roquelaure, 2017a). Pour cela, 49 indicateurs représentatifs du modèle de Vézina (2001) ont été caractérisés, tels que présentés dans la figure 1. Cette étude a montré qu'aucun des outils simples de notre échantillon, actuellement utilisé pour l'évaluation du risque TMS en entreprise, ne permet de statuer sur une suffisance ou une insuffisance MMS et encore moins sur une ampleur de MMS, c'est-à-dire le nombre de stratégies opératoires dont l'opérateur dispose pour faire face à une situation de manière satisfaisante (M. Norval et al., 2017a; M. Norval, Zare, Brunet, Coutarel, & Roquelaure, 2017b).

Le travail présenté ici vise à étudier comment la mesure de la suffisance de MMS, lors de la phase initiale d'évaluation du risque de TMS, peut utilement enrichir le ciblage des situations critiques et ainsi répondre aux difficultés évoquées (représentativité, validité et fiabilité des outils simples). Il s'agit de caractériser la MMS à partir d'informations semi-quantitatives (obtenues par observation) et qualitatives (obtenues par entretien), puis de comparer ces deux approches.

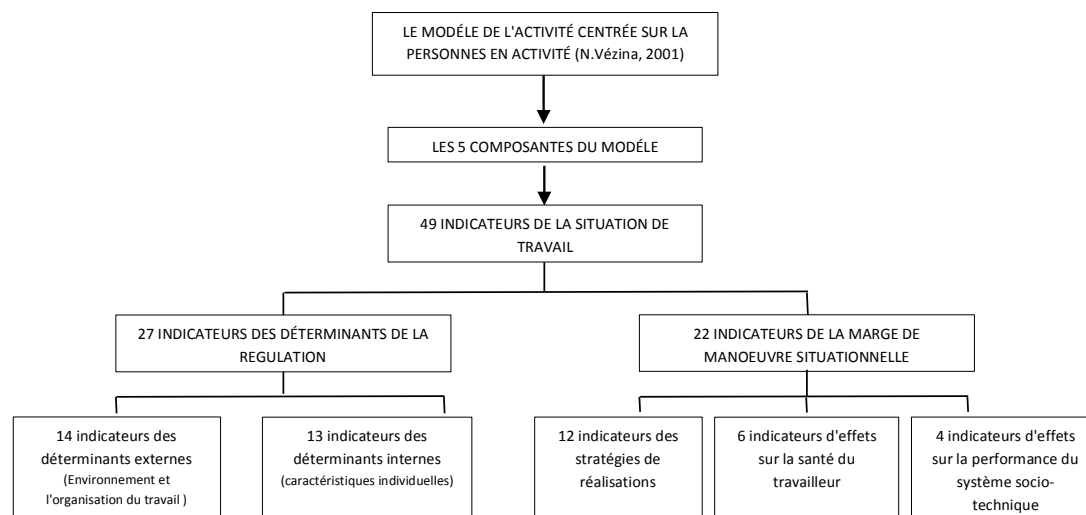


Figure 1 : Modèle de l'activité centrée sur la personne de N.Vézina (2001) et distinction des termes : composantes, indicateurs de la situation de travail, indicateurs des déterminants, et indicateurs Marge de Manœuvre Situationnelle

Figure 1 : Human-centered model of work situations focused on the individuals and their work activity (N. Vézina, 2001) and distinguishing between component, indicators of work situation, indicators of determinant, and indicators of situational operational leeway.

I. Méthodologie

a. Contexte d'étude

Le site de préparation de moteurs d'engins agricoles non routiers (Loiret, Dép. 45), terrain de cette étude, comprend plusieurs secteurs de production organisés autour des chaînes d'usinages des pièces maîtresses du moteur (culasses, blocs moteurs, bielles) et d'une chaîne d'assemblages et d'habillages des moteurs complets. Le site permet l'assemblage d'une très forte diversité de produits allant jusqu'à environ 350 références de moteurs différents. Cette caractéristique, que l'on retrouve dans plusieurs industries, est un avantage dans l'approche clients (vers le sur-mesure) mais se traduit par une variabilité constante sur les situations de travail qui apparaît comme une difficulté pour les préventeurs lors de la recherche des situations critiques en prévention des TMS. Sur un échantillon de 10 postes (le poste et sa situation de référence), nous avons exploré les indicateurs représentatifs de la MMS avec un entretien au poste, pour déterminer l'état de suffisance de MMS (M. Norval et al., 2017a). L'échantillon de postes a été sélectionné, en accord avec les préventeurs de l'entreprise, comme étant représentatif des difficultés rencontrées par les travailleurs sur les différents secteurs d'activité. Etant dans l'entreprise depuis trois ans, nous avons une connaissance approfondie des cas d'études sélectionnés. En amont de l'expérimentation, l'ergonome-chercheur et les opérateurs définissent la situation de référence de chaque poste. La situation de référence représente la situation la plus à risque, en termes de TMS, parmi l'ensemble des situations rencontrées sur le poste de travail. La situation la plus à risque est identifiée suite à l'observation de l'ensemble des situations que

compose le poste avec l'outil simple interne à l'entreprise et suite à un entretien au poste avec l'opérateur. Le chercheur sollicite les représentations de l'opérateur pour connaître quelle est la situation qui lui pose le plus de difficultés en terme d'engagement physique, de contraintes organisationnelles, de rapidité d'exécution et celle ou il rencontre des aléas fréquents. La situation remontée par l'opérateur est associée aux observations libres réalisées par le chercheur pour confirmer le choix de la situation de référence en amont de l'expérimentation. Pour chaque cas de notre échantillon nous faisons une distinction entre les postes et les situations de travail de référence sélectionnées sur ce même poste pour explorer la MMS. Les 10 cas étudiés correspondent ainsi aux 10 situations de référence retenues sur les 10 postes (Tableau 1).

L'échantillon comprend quatre postes à l'assemblage final du moteur (« assemblage faisceaux moteur », « préparation kits injecteurs », « préparation sous ensemble collecteur/turbo » et « final ligne d'assemblage moteur »), deux postes à l'usinage des bielles (« ébauche » et « finition bielles »), deux postes dans la zone de préparation des kits moteurs (« emballage visseries » et « préparation commande de petites pièces »), un poste dans la zone peinture moteur (« marouflage avant peinture »), et un poste dans la zone de préparation moteur avant essai (« équipement/dés-équipement moteur »). Sur les 10 postes sélectionnés, les 10 travailleurs retenus sont des travailleurs expérimentés (étant dans l'entreprise depuis plus de six mois), sans historique de maladie professionnelle, et volontaires pour participer à cette étude (Tableau 1).

Tableau 1 : description des cas d'études et des caractéristiques individuelles

Table 1 : Description of individual characteristics and case studies

Postes	Descriptions des tâches au poste	Situations de références des postes		Premières contraintes observées sur le poste suite à l'échange avec le travailleur	Caractéristiques individuelles *
		Description	Critères de choix		
Final bielle	Dévisage, ébavurage, lavage, contrôle, tri	Dévisage pour ébavurage manuel et préparation lavage	Référence la plus fréquente et situation la plus à risque d'après l'opérateur	Activité très manuelle (port de charge important), 6 références différentes	I, 25ans, M, 1m75, D, Pas de restriction médicale, 1an au poste, 1an dans l'entreprise
Ebauche bielle	Alésage bielle, contrôle diamètre, taraudage, encoche, évacuation manuelle du chariot.	Alésage bielle	Référence la plus fréquente et situation la plus pénible d'après l'opérateur	Manutention manuelle, déplacement, rythme de travail et gestion des temps machines, 6 références différentes	I, 28ans, M, 1m78, Pas de restriction, 1an au poste, 1an dans l'entreprise
Marouflage avant peinture	Préparation scotch de protection, marouflage haut moteur, marouflage bas moteur, contrôle, évacuation vers peinture	Marouflage haut moteur (partie haute)	Référence avec le plus de zone à protéger. Rythme de travail très élevé d'après l'opérateur	Diversité des références très élevées, risque d'oubli et impact élevé	E, 41ans, M, 1m85, G, pas de restriction, 8 ans au poste, 8 ans dans l'entreprise
Final ligne d'assemblage moteur	Finition habillage faisceaux et contrôles, préparation écartement crochet, appui boutons, mise en place crochet sur moteur, évacuation moteur fin de ligne	Accroche et transfert moteur vers convoyage aérien	Situation la plus fréquente et la plus à risque d'après l'opérateur	Piétinement, anticipation écartement crochet (3,4 et 6cy), hauteur de manipulation et postures contraignantes associées	E, 30ans, M, 1m65, D, pas restriction, 6 mois au poste, 11ans dans l'entreprise
Emballage visseries	Prise bon de commande de petites pièces type visserie pour expéditions clients, préparation pièces et machine, ensachage semi manuel et expédition commande	Ensachage semi manuel (prise pièce, dépose dans sachet et appui boutons fermeture)	Situation la plus fréquente et référence la plus à risque d'après l'opérateur	Tâche d'ensachage très répétitif, références très nombreuses (visseries et joints), rythme et fréquence des mouvements élevés	E, 53ans, M, 1m78, D, plusieurs restrictions au niveau du dos et des épaules (suite MP), 11ans au poste, 14 ans dans l'entreprise
Préparation des kits d'injecteurs	Lecture liste de production, préparation pièces, assemblage des injecteurs, préparations des kits de montage, évacuation vers ligne d'assemblage	Assemblage d'un injecteur	Référence la plus fréquente. Situation la plus contraignante d'après l'opératrice.	Nombre de tâches importantes, forte variation du rythme de travail guidé par la ligne d'assemblage, diversité de référence très élevée	E, 52ans, F, 1m64, D, plusieurs restrictions au niveau du dos et des épaules (suite MP), 3 ans au poste, 11 ans dans l'entreprise
Préparation du sous ensemble collecteur/turbo	Préparation luge, mise en place collecteur, assemblage collecteur-turbo, mise en place visses et joints, mise en place flexibles, préparation pour ligne d'assemblage	Mise en place double turbos sur collecteur (manipulation et mise en place)	Situation la plus contraignante. Référence la plus pénible d'après l'opérateur	Nombre de tâches importantes, diversités des références très élevées, piétinement, rythme de travail important et variables guidé par la ligne d'assemblage	I, 20ans, M, 1m77, pas de restriction, 7 mois au poste, 7 mois dans l'entreprise
Équipement et dés-équipement moteur avant essai	Équipement et dés-équipement volant moteur et courroie, plombage et vidange après essais, contrôle visuel	Manipulation et mise en place volant moteur	Situation la plus contraignante. Référence la plus pénible d'après l'opérateur	Rythme de travail variables, diversités des références, manipulation de charge assistée et outillages, posture statique pour vissage avec vibrations	E, 54ans, M 1m76, D, pas de restriction, pathologie génétique (maladie de forestier), 9 ans au poste, 12 ans dans l'entreprise
Préparation commandes de petites pièces	Prise bon de commande, préparation pièces, emballage des pièces à l'unité, mise en carton par 6, préparation des kits et expéditions	Emballage d'une pièce pour préparation kit	Situation la plus fréquente et la plus répétitive. Référence la plus représentative d'après l'opérateur.	Pièces fragiles de petite taille, diversités des références, répétitivité des mouvements, autonomie dans la préparation	E, 52ans, M, 1m74, D, restriction à un doigt main droite (suite MP), 2 ans au poste, 11 ans dans l'entreprise
Assemblage des faisceaux sur moteur	Approvisionnement faisceaux, mise en place et vissage, connexions faisceaux et habillage moteur, contrôle visuel	Connexions faisceaux et habillage moteur	Référence avec le plus de connexion. Référence à anticiper car la plus longue et la plus contraignante à réaliser d'après l'opérateur.	Diversité élevée des références, rythme de travail important et variable, nombre de connexions variable, besoin de la connaissance du processus de fabrication et de la diversité de production	E, 39ans, M, 1m65, D, pas de restriction, 1 an au poste, 10 ans dans l'entreprise

* Statu I/E : Statut d'intérimaire ou d'embauché
 Sexe M/F : Sexe masculin ou féminin
 D/H : Main forte, droitier ou gaucher
 MP : maladie professionnelle

Lors de l'expérimentation, l'observation du poste, pendant 1h à 1h30 sur au moins 10 temps de cycle (durée du cycle de 2,30 min maximum), et l'échange avec le travailleur a permis la sélection des situations de références. Puis, sur cette situation de référence de chaque poste, les indicateurs MMS ont été explorés pendant 1h30 à 2h à l'aide d'une grille d'entretien avec l'opérateur déployé en

activité. Le temps d'analyse et d'interprétation des données semi-quantitatives est en moyenne de 30min par situation (calcul des scores de chaque composante et interprétation). L'étude et l'interprétation de la MMS avec les données qualitatives sont estimées à 1h par situation. Ce temps représente la retranscription des données et l'interprétation en collectif des signes et indices positifs ou négatifs.

Les conditions d'étude comme la méthode de sélection de la situation de référence parmi l'ensemble des situations particulières du poste, l'évaluateur, la grille d'entretien sur les indicateurs MMS et la méthodologie d'approche sont volontairement identiques pour chacun des 10 cas d'études.

b. Développement de la grille d'entretien sur les indicateurs MMS

Les indicateurs représentatifs du modèle de Vézina (2001), développés dans une précédente étude, ont été réutilisés pour explorer l'état de suffisance MMS de notre échantillon de situation de travail (Norval et al, 2017). A partir de questions existantes dans la littérature scientifique et avec l'équipe de recherche en ergonomie, nous avons retravaillé et validé la formulation de chacune des questions pour créer une grille d'entretien libre spécifique MMS. Celui-ci est utilisé comme support d'aide à l'exploration des indicateurs des 3 composantes de la MMS présentés tableau 2. Les indicateurs des déterminants internes (comme par exemple l'expérience et le savoir faire, les caractéristique anthropométriques ou l'âge et les capacités physiques) et les indicateurs des déterminants externes (comme par exemple l'organisation globale du travail, les attentes de l'employeur, les moyens mis à disposition et les possibilités organisationnelles et matérielles) sont écartés de l'exploration, et ne sont donc pas intégrés à la grille d'entretien MMS. Nous considérons en effet que l'identification des déterminants à l'origine de la suffisance ou de l'insuffisance de MMS relève du diagnostic ergonomique, autrement dit de l'analyse ergonomique du travail qui doit suivre l'identification des situations à risque justifiant des investigations approfondies. Les indicateurs représentatifs des déterminants (internes et externes) pourront être étudiés uniquement lors de l'investigation approfondie pour identifier les pistes d'actions. Il n'est pas du ressort de l'étape d'évaluation du risque de TMS de caractériser ces déterminants. Il nous apparaît enfin illusoire de croire qu'un outil simple pourrait réaliser le diagnostic ergonomique de la situation de travail.

Tableau 2: Indicateurs Marge de Manœuvre Situationnelle, extraits des 49 indicateurs de modèle centré sur la personne en activité (Norval, Zare et al, 2017)

Table 2 : Indicators of situational operational leeway, extracted from 49 indicators of human centered model in activity (Norval, Zare et al, 2017)

Les composantes de la situation de travail	Nature des informations	Indicateurs MMS
Activité de travail et régulation (travail réel et comportement du travailleur)	Contraintes de l'activité	<i>Indicateurs du processus de régulation :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de pénibilité des tâches (ex: importance de l'effort cardio-vasculaire) - Nombre et importance des facteurs de risques observés sur la situation de travail (tonnage, mouvement rapide et répétitif, postures contraignantes)
	Stratégies de réalisation	<i>Indicateurs du processus de régulation :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des moyens disponibles (nombre, moment durée des stratégies utilisées) - Nombre de changements de postures durant la situation (moment et durée) - Nombre d'opérations non réalisées reliées à des craintes spécifiques - Niveau/nombre de techniques de gestion de la douleur - Nombre de stratégies de gestion de l'énergie utilisée (prévention de la fatigue excessive) - Nombre de techniques de travail utilisées - Niveau d'adaptation des techniques de travail - Niveau/nombre de comportements de conformité en milieu de travail (ex: ne pas prendre de pause, respects des consignes) - Nombre de modifications du rythme/cadence de travail - Nombre d'ajustements concernant l'organisation des tâches (ex: possibilité de terminer plus tard/commencer en avance)
Effet de la situation de travail	Santé	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de douleur en lien avec la situation de travail observée - Niveau/quantité de sommeil * - Nombre de symptômes autres que la douleur en lien avec la situation de travail (ex: sensation de lourdeur, engourdissement, crampes) - Présence d'une nouvelle lésion apparue pendant ou après la réalisation de la situation de travail observée - Quantité de médicaments * - Niveau de stress perçu par l'individu et engendré par la situation de travail
Effet de la situation de travail	Performance	<i>Indicateur des effets de l'activité :</i> <ul style="list-style-type: none"> - Durée : respect des temps de cycles sur la situation de travail - Respect des délais de production mensuelle ou annuelle * - Quantité des produits réalisés par rapport à l'objectif de production alloué à la situation de travail - Qualité des produits réalisés sur la situation de travail

En Gris les indicateurs MMS utilisés pour statuer sur la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance pour chacune des situations de référence

* indicateurs MMS écartés lors de l'exploration car ils ne sont pas en lien direct avec la situation de travail (non situationnelle)

c. Méthode d'exploration des indicateurs de marge de manœuvre situationnelle

Exploration par méthode semi-quantitative.

L'évaluateur a observé les indicateurs des trois composantes de la MMS (tableau 2) sur chaque situation de référence pour statuer sur la suffisance, la possible insuffisance ou l'insuffisance MMS. Cette observation, à l'aide d'une grille sur les indicateurs de la MMS, a permis d'obtenir un score à 4 niveaux (0, 1, 2, 3 : le score le plus bas étant le plus pénalisant en termes de MMS). Ces informations ont été recherchées sur 12 indicateurs pour la composante du processus de réalisation, sur quatre indicateurs pour la composante d'effets directs sur la santé et sur trois indicateurs pour la composante d'effets sur la performance (en gris dans le tableau 2). Certains indicateurs des composantes d'effets (qualité du sommeil, quantité de médicaments et respect des délais de production

mensuelle/annuelle) ont été écartés car sensibles à des dimensions qui ne révèlent pas forcément de la MMS (en noir dans le tableau 2).

La retranscription des scores obtenus (données semi-quantitatives) pour les indicateurs MMS a été réalisée pour explorer l'état de suffisance MMS pour chacune des 10 situations de travail de références. La somme des scores a été calculée séparément pour les trois composantes. Pour chaque composante étudiée, nous avons créé une échelle d'interprétation relative à trois niveaux (score faible, intermédiaire et élevé) en fonction de la proximité des scores de nos 10 situations de références. Le classement a été réalisé de manière arithmétique en observant la répartition des scores des 10 situations de référence. La distribution effective constatée autour de trois fourchettes de scores assez distinctes, a ainsi permis de relever que les scores « intermédiaires » sont les plus fréquents et que les scores « faibles » et « élevés » sont les moins fréquents. Pour la composante du processus de régulation 12 indicateurs sont interrogés pour un score allant de 0 à 36 pts avec une distribution en trois niveaux : score faible <20pts, score intermédiaire entre ≥ 20 et ≤ 22 pts et score élevé >22pts. Pour la composante des effets directs sur la performance, 3 indicateurs sont interrogés pour un score de 0 à 9pts, les scores ≤ 4 étant considérés comme faibles, les scores entre >4 et ≤ 6 pts comme intermédiaires et les scores >6pts comme élevés. Enfin, pour la composante des effets directs sur la santé, 4 indicateurs sont interrogés pour un score de 0 à 12pts avec des scores faibles ≤ 6 , des scores intermédiaires entre >6 et ≤ 11 pts et des scores élevés >11pts.

L'interprétation générale et le classement des MMS à partir des données semi-quantitatives pour chaque situation de travail de référence sont issus des résultats des trois composantes observées séparément :

- Si au moins une des composantes présente un résultat « faible » : insuffisance de MMS pour la situation en question.
- Si au moins deux composantes présentent des résultats « intermédiaires » : possible insuffisance de MMS.
- Enfin si au moins deux composantes présentent des résultats « élevés » : suffisance de MMS.

Exploration par méthode qualitative.

La reconstitution du modèle de l'activité centré sur la personne est réalisée avec une démarche qualitative pour approfondir les classements des MMS issus des données semi-quantitatives. Sur la base des indicateurs déjà observés dans le cadre de l'analyse semi-quantitative, nous avons réalisé un entretien libre avec chaque opérateur pour obtenir des données qualitatives pour chaque indicateur MMS. Cet entretien permet la reconstitution des composantes de la MMS (processus de régulation, effets directs sur la santé et sur la performance). Nous avons interprété chaque composante en interaction avec les préventeurs de l'entreprise. L'interprétation positive ou négative de chaque composante a été réalisée sur les signes (indices) repérés dans les données qualitatives. A partir des trois composantes observées, le statut de suffisance, de possible insuffisance ou d'insuffisance MMS a été rendu pour chaque situation de travail :

- Si les trois composantes sont négatives, la situation est classée : insuffisance MMS.
- Si au moins une composante est négative, la situation est classée : possible insuffisance MMS.
- Enfin, si les trois composantes sont positives, la situation est classée : suffisance MMS.

d. Méthode d'analyse des données

Les classements des MMS ont été rendus à partir de l'exploration des données semi-quantitatives (obtenues par observation) et approfondis par les données qualitatives (obtenues par entretien). Les résultats des deux méthodes d'explorations de la MMS sur les situations de travail seront comparés pour connaître les écarts de jugements et vérifier l'adéquation entre ces deux méthodes d'exploration de l'état de suffisance MMS.

II. Résultats

a. La MMS selon les données semi-quantitatives

Le bilan des trois composantes réalisé pour chacune des situations de référence identifie 50% des situations de notre échantillon avec une insuffisance MMS (dévissage bielle, accroche moteur sur convoyeur aérien, l'ensacheuse, assemblage d'un injecteur et l'équipement volant moteur), 40% avec une possible insuffisance (alésage bielle, marouflage haut moteur, sous assemblage collecteur turbo et habillage moteur) et 10% avec une suffisance de MMS (emballage petites pièces).

Pour exemple on observe au niveau de la situation de dévissage au poste « final bielle », une insuffisance MMS, à partir des scores élevés observés pour les composantes du processus de régulation, des effets directs sur la performance, et du score intermédiaire observé pour les effets directs sur la santé (Tableau 3).

Une interprétation par composante peut être réalisée pour l'ensemble des 10 situations de référence de notre échantillon. Au niveau de la composante des stratégies de réalisation on observe, des scores faibles pour 10% des situations de référence, des scores intermédiaires pour 70% des situations de référence et des scores élevés pour 20% des situations de référence. Au niveau de la composante d'effets directs sur la performance on retrouve 10% de scores faibles, 70% de scores intermédiaires et 20% de scores élevés. Enfin, au niveau de la composante des effets directs sur la performance on identifie 40% de scores faibles, 50% de scores intermédiaires et 10% de scores élevés. Pour les 10 situations de référence on relève la composante effets directs sur la santé comme étant la plus pénalisée par le manque de MMS avec des conséquences négatives pour 40% des situations de références étudiées.

Tableau 3 : Scores des 3 composantes Marge de Manœuvre Situationnelle (MMS) à partir des données semi-quantitatives sur les 10 situations de travail.

Table 3 : Semi-qualitative assessment by Situational Operational leeway (SOL) indicators for the reference situation of ten workstations

Postes de travail	Situation de référence	Somme des indicateurs MMS des stratégies de réalisation*	Somme des indicateurs MMS des effets directs sur la performance**	Somme des indicateurs MMS des effets directs sur la santé***	Bilan des résultats : suffisance, possible insuffisance, insuffisance MMS****
Poste final bielle	Dévisage bielle	17	3	8	insuffisance (stratégies et performance)
Poste ébauche bielle	Alésage bielle	26	6	11	Possible insuffisance
Poste de marouflage avant peinture	Marouflage haut moteur	22	5	11	Possible insuffisance
Poste final ligne d'assemblage moteur	Accroche moteur sur convoyeur aérien	20	6	6	Insuffisance (santé)
Poste emballage visseries	Ensachage visseries	21	9	5	Insuffisance (santé)
Poste préparation kits injecteurs moteur	Assemblage d'un injecteur	16	6	4	Insuffisance (activité et santé)
Poste préparation sous ensemble collecteur/turbo	Mise en place du turbo sur collecteur	21	5	11	Possible insuffisance
Poste des équipements/équipements avant essai	Equipement volant moteur avant essai	22	6	2	insuffisance (santé)
Poste préparation commande petites pièces	Emballage d'une petite pièce	24	7	10	suffisance
Poste d'assemblage faisceaux sur moteur	Habillage et connexion haut moteur	21	5	12	Possible insuffisance

* : 1. Scores faibles <20 ; 2. Scores intermédiaires entre ≥20 et ≤22 ; 3. Scores élevés >22 (score max : 36points)

** : 1. Scores faibles ≤4 ; 2. Scores intermédiaires entre >4 et ≤6 ; 3. Scores élevés >6 (score max : 9points)

*** : 1. Scores faibles ≤6 ; 2. Scores intermédiaires entre >6 et ≤11 ; 3. Scores élevés >11 (score max : 12points)

**** : Si au moins 1 des colonnes statue sur un score faible alors on statue sur une insuffisance MMS; Si au moins 2 colonnes statue sur un score intermédiaire alors il y a une possible insuffisance MMS; Si au moins 2 colonnes statue sur un score élevé alors on statue sur une suffisance MMS

b. La MMS selon les données qualitatives

Pour approfondir les statuts issus des données semi-quantitatives, nous avons reconstitué les trois composantes MMS pour chaque situation de notre échantillon. Pour la situation de dévisage au poste « final bielle », donnée en exemple figure 2, l'insuffisance MMS prononcée est justifiée à partir des signes (indices) négatifs identifiés au niveau des trois composantes étudiées. Les indices négatifs observés pour la composante des stratégies de réalisation traduisent cette insuffisance de MMS. On retient la faible variabilité des stratégies de réalisation comme représentative de l'impossibilité de faire autrement dans la réalisation de l'activité. Puis nous avons observé la forte variabilité du rythme de travail, marquée par de fortes accélérations ou ralentissements, en fonction de la diversité de produits à réaliser. Cette insuffisance MMS est aussi traduite par la faible prise en compte des propositions d'amélioration faites par l'individu pour faciliter le développement de ses stratégies de réalisation, ou encore par le faible niveau d'échange de bonnes pratiques et d'entraide avec ses collègues proches qui ne facilitent pas l'accompagnement du travail lors de situations complexes. Au niveau des effets de l'activité, on identifie des douleurs périodiques au niveau des épaules avec une fatigue importante après la réalisation de la situation de travail observée qui traduit les difficultés de réalisation de l'activité. Enfin, au niveau des effets directs sur la performance, on identifie des difficultés pour suivre le rythme de travail (sensation de « travailler dans le retard »), une productivité de la situation de travail périodiquement non-atteinte et plusieurs retours négatifs sur la qualité des produits réalisés.

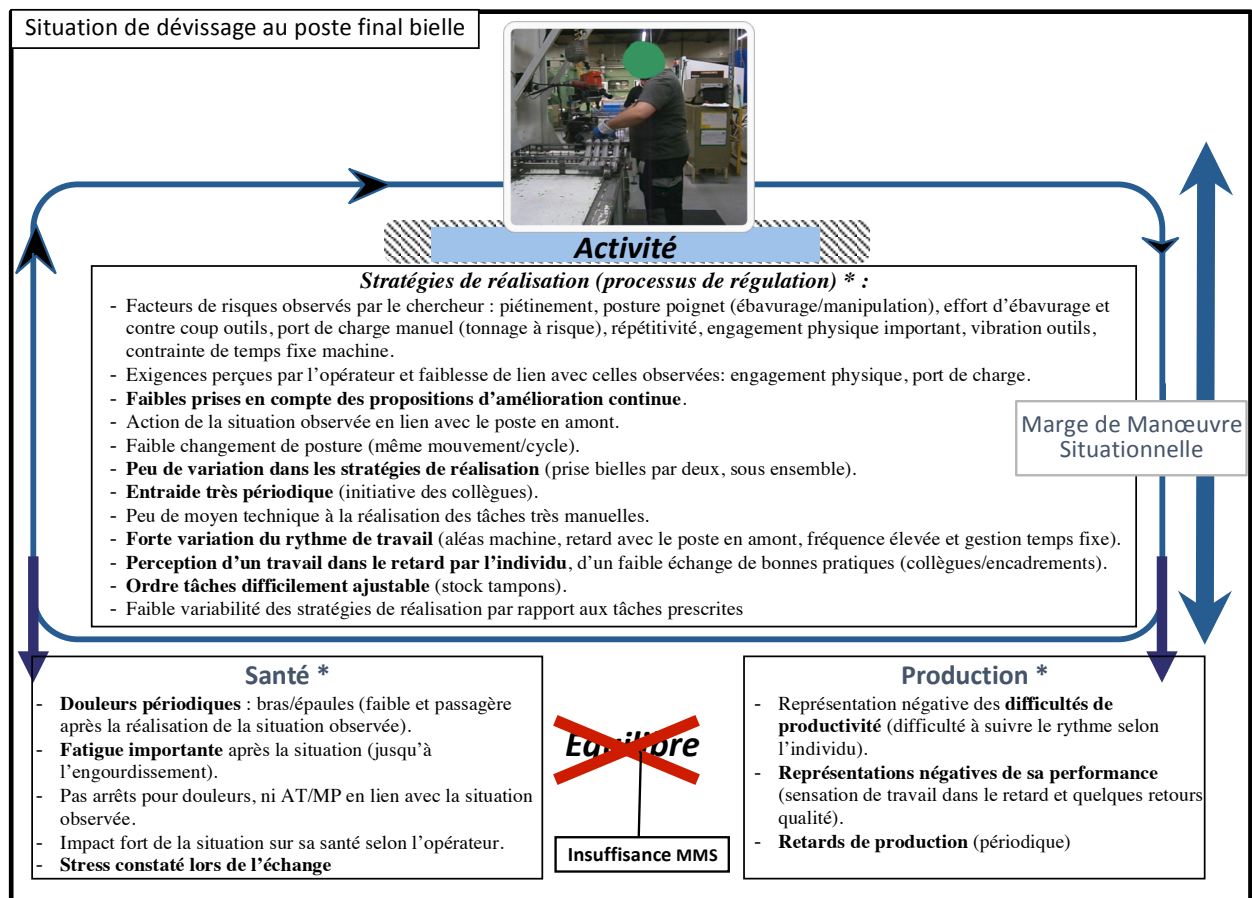


Figure 2 : reconstitution des 3 composantes de la Marge de Manœuvre Situationnelle pour la situation de référence de dévissage bielle (modèle adapté de N.Vézina, 2001)

Figure 2 : Reconstitution of the three components of Situational Operational leeway indicators for the reference situation of "Connecting rod finishing" (model adapted from N.Vézina, 2001).

Le tableau 4 présente une synthèse des informations qualitatives utilisées pour classer les situations de travail en suffisance, en possible insuffisance ou en insuffisance MMS. L'interprétation partagée avec les préventeurs de l'entreprise de chacune des trois composantes étudiées a permis de statuer sur une insuffisance MMS pour deux situations de référence (dévissage bielle, et sous assemblage injecteurs), sur une possible insuffisance pour quatre situations de référence (marouflage haut moteur, accroche moteur sur convoyeur aérien, ensachage visserie et la mise en place turbo/collecteur) et sur une suffisance pour quatre situations de référence (alésage bielle, équipement volant, emballage petites pièces et habillage moteur) (Tableau 4).

Pour chaque situation, la répartition des signes positifs et négatifs en fonction des composantes est différente. En effet, on observe des signes négatifs au niveau des trois composantes pour les situations de dévissage bielle et d'assemblage d'un injecteur. Au contraire, on identifie des signes positifs au niveau des trois composantes pour les situations d'alésage bielle, d'équipement volant moteur, d'emballage de petites pièces et d'habillage/connexions haut moteur. D'autres situations comme le marouflage haut moteur et la mise en place turbo/collecteur présentent des signes positifs pour la

composante des stratégies de réalisation et des signes négatifs pour au moins une des deux composantes d'effets (santé ou performance). Enfin, les situations d'accroche moteur sur convoyeur et ensachage visseries présentent des signes négatifs pour les composantes des stratégies de réalisation et d'effets sur la santé alors que les signes sont positifs pour les effets sur la performance.

Pour les 10 situations de notre échantillon on identifie une répartition des signes positifs et négatifs différente d'une composante à l'autre. Au niveau de la composante des stratégies de réalisation on retient 4 statuts négatifs sur 10 situations étudiées avec des indices comme la faible variabilité des stratégies de réalisation, la faible entraide, la forte variabilité du rythme de travail, l'impossibilité de faire autrement ou encore l'impossibilité de changer l'ordre des tâches ou de demander un changement de poste en cas de douleurs. On retient 5 statuts négatifs pour la composante d'effets directs sur la santé avec des informations sur la présence de douleur, de fatigue ou encore la présence de stress durant la réalisation de l'activité. Enfin, pour la composante d'effets sur la performance, 4 statuts sont considérés comme négatifs avec la présence de difficultés liées à l'atteinte des objectifs de performance comme le respect des temps de cycle, la qualité des produits réalisés ou la non atteinte des objectifs de productivité. Pour les 10 situations de référence on relève la composante effets directs sur la santé comme étant la plus pénalisée par le manque de MMS avec des conséquences négatives pour la moitié des situations de références étudiées.

Tableau 4 : Récapitulatif des résultats de l'exploration qualitative des indicateurs Marge de Manœuvre Situationnelle (MMS).

Table 4 : The qualitative exploration of Situational Operational Leeway (SOL) indicators

Postes de travail	Situation de référence	Indices identifiés lors de la reconstitution du modèle de l'activité centrée sur la personne de N.Vézina (2001)			Résultats indicateurs MMS*
		Processus de réalisation	Effets directs sur la santé	Effets directs sur la performance	
Poste final bielle	Dévisage bielle	=> Négatif : - Faible variabilité dans les stratégies de réalisation, - Peu d'entraide, - Forte variation du rythme de travail. => Positif : - Plusieurs stratégies observées,	=> Négatif : - Douleurs périodiques aux épaules/bras, - Sensation de fatigue => Positif : - Pas de difficultés de santé - Pas de douleurs	=> Négatif : - Retards périodiques dans la production, - Représentation négative de sa performance, - Difficulté de respecter les temps de cycle => Positif : - Pas de difficulté à réaliser la performance demandée - Pas de retard - Respect de la productivité et de la qualité	Insuffisance MMS
Poste ébauche bielle	Alésage bielle	- Rythme de travail constant, - Entraide - Plusieurs moyens d'aide à la réalisation de l'activité => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation, - Anticipation des actions - Pas de possibilité de changement en cas de douleurs - Entraide, - La possibilité de changement en cas de douleurs => Négatif :	=> Négatif : - Douleurs aux épaules/dos - Fatigue importante - Stress périodique d'après l'opérateur (diversité et risque de blocage de ligne) => Négatif : - Douleurs et fatigues importantes après la situation de travail observée - Historique pathogène associé à des douleurs => Négatif : - Multiples douleurs en lien avec la situation (nuque, épaule, poignet, bas et haut du dos) - Stress lié au rythme de travail	=> Négatif : - Retard observé au poste lors de grande série - Risque d'oubli de marouflage - Oubli qualité soulevée par l'opérateur (marouflage scotch) => Positif : - Le risque de retard est très périodique mais compensé par l'entraide - Pas de retour qualité	Suffisance MMS
Poste de marouflage avant peinture	Marouflage haut moteur	- Forte variation du rythme de travail => Négatif : - Très faible variabilité des stratégies de réalisation - Pas d'entraide - Impossibilité d'anticiper ou de changer l'ordre des tâches => Négatif : - Faible variabilité des stratégies de réalisation - Pas ou peu d'entraide - Possibilité de changer l'ordre des tâches	=> Négatif : - Douleurs aux épaules/dos - Fatigue importante - Stress périodique d'après l'opérateur (diversité et risque de blocage de ligne) => Négatif : - Douleurs et fatigues importantes après la situation de travail observée - Historique pathogène associé à des douleurs => Négatif : - Multiples douleurs en lien avec la situation (nuque, épaule, poignet, bas et haut du dos) - Stress lié au rythme de travail	=> Positif : - Le risque de retard est très périodique mais compensé par l'entraide - Pas de retour qualité - Productivité très élevée (supérieure prescriptions) - Pas de retour qualité - Représentation d'une efficacité => Négatif : - Perception d'un travail dans le retard - Difficulté à suivre le rythme - Retour qualité périodique	Possible insuffisance MMS
Poste final ligne d'assemblage moteur	Accroche moteur sur convoyeur	- Forte variation du rythme de travail => Négatif : - Très faible variabilité des stratégies de réalisation - Pas d'entraide - Impossibilité d'anticiper ou de changer l'ordre des tâches => Négatif : - Faible variabilité des stratégies de réalisation - Pas ou peu d'entraide - Possibilité de changer l'ordre des tâches	=> Négatif : - Douleurs aux épaules/dos - Fatigue importante - Stress périodique d'après l'opérateur (diversité et risque de blocage de ligne) => Négatif : - Douleurs et fatigues importantes après la situation de travail observée - Historique pathogène associé à des douleurs => Négatif : - Multiples douleurs en lien avec la situation (nuque, épaule, poignet, bas et haut du dos) - Stress lié au rythme de travail	=> Positif : - Le risque de retard est très périodique mais compensé par l'entraide - Pas de retour qualité - Productivité très élevée (supérieure prescriptions) - Pas de retour qualité - Représentation d'une efficacité => Négatif : - Perception d'un travail dans le retard - Difficulté à suivre le rythme - Retour qualité périodique	Possible insuffisance MMS
Poste emballage visseries	Enschage visseries	- Impossibilité d'anticiper ou de changer l'ordre des tâches => Négatif : - Faible variabilité des stratégies de réalisation - Pas ou peu d'entraide - Possibilité de changer l'ordre des tâches	=> Négatif : - Douleurs et fatigues importantes après la situation de travail observée - Historique pathogène associé à des douleurs => Négatif : - Multiples douleurs en lien avec la situation (nuque, épaule, poignet, bas et haut du dos) - Stress lié au rythme de travail	=> Positif : - Productivité très élevée (supérieure prescriptions) - Pas de retour qualité - Représentation d'une efficacité => Négatif : - Perception d'un travail dans le retard - Difficulté à suivre le rythme - Retour qualité périodique	Possible insuffisance MMS
Poste préparation kits injecteurs moteur	Assemblage d'un injecteur	- Possibilité de changer l'ordre des tâches => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation - Forte entraide - Rythme de travail constant (gestion du temps par l'individu) - Possibilité d'inverser l'ordre des tâches	=> Positif : - Pas de douleurs - Pas de stress - Très bonne représentation de sa santé	=> Négatif : - Quelques retours qualités (oubli serrage ou pièce manquante) - Retard périodique en fonction diversité production	Possible insuffisance MMS
Poste préparation sous ensemble collecteur/turbo rbo	Mise en place turbo sur collecteur	- Possibilité d'inverser l'ordre des tâches => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation - Rythme de travail constant (gestion du temps par l'individu) - Entraide - La possibilité de changement en cas de douleurs - Possibilité d'inverser l'ordre des tâches => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation - Rythme de travail constant (gestion du temps par l'individu) - Forte entraide (possibilité de travail en binôme) - Possibilité d'inverser l'ordre des tâches - La possibilité de changement en cas de douleurs => Positif :	=> Positif : - Pas de douleurs - Pas de stress - Très bonne représentation de sa santé	=> Positif : - Quelques retours qualités (oubli serrage ou pièce manquante) - Retard périodique en fonction diversité production	Possible insuffisance MMS
Poste des équipements volant moteur / équipements avant essai	Equipement volant moteur avant essai	- Possibilité d'inverser l'ordre des tâches => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation - Rythme de travail constant (gestion du temps par l'individu) - Entraide - La possibilité de changement en cas de douleurs - Possibilité d'inverser l'ordre des tâches => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation - Rythme de travail constant (gestion du temps par l'individu) - Forte entraide (possibilité de travail en binôme) - Possibilité d'inverser l'ordre des tâches - La possibilité de changement en cas de douleurs => Positif :	=> Positif : - Douleurs importantes et périodiques mais résultantes de la pathologie de l'individu (douleurs sans lien avec la situation) - Pas de stress - Attention particulière de l'encadrement => Positif : - Douleur très périodique (sans lien avec la situation de travail) - Pas de stress et représentation positive de son état	=> Positif : - Très faible retard compensé par l'entraide - Productivité et qualité en accord avec la demande => Positif : - Pas de retard de commande - Productivité en accord avec la demande - Peu de retour qualité (oubli de pièce)	Suffisance MMS
Poste préparation commande petites pièces	Emballage d'une petite pièce	- Possibilité d'inverser l'ordre des tâches => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation - Rythme de travail constant (pas d'accélération/ralentissement et gestion du temps par l'individu) - Possibilité d'inverser l'ordre des tâches	=> Positif : - Pas de douleurs - Pas de gêne ni de stress lié à la situation	=> Positif : - Faible retour malgré le risque important d'erreurs - Retard périodique très vite rattrapé par l'entraide très forte	Suffisance MMS
Poste d'assemblage faisceaux sur moteur	Habillage et connexion haut moteur	- Possibilité d'inverser l'ordre des tâches => Positif : - Plusieurs stratégies de réalisation - Rythme de travail constant (pas d'accélération/ralentissement et gestion du temps par l'individu) - Possibilité d'inverser l'ordre des tâches	=> Positif : - Pas de douleurs - Pas de gêne ni de stress lié à la situation	=> Positif : - Faible retour malgré le risque important d'erreurs - Retard périodique très vite rattrapé par l'entraide très forte	Suffisance MMS

* Si les trois composantes sont positives alors on statue sur une suffisance MMS ; si au moins une composante est négative alors il y a une possible insuffisance MMS ; si les trois composantes sont négatives alors on statue sur une insuffisance MMS

c. Comparaison des statuts issus des données semi-quantitatives et qualitatives

Nous avons récapitulé les statuts donnés, à partir des scores MMS et de la reconstitution des composantes de la MMS, pour connaître les écarts de jugement entre les deux méthodes d'exploration de l'état de suffisance MMS (écart entre semi-quantitative et qualitative). Le tableau 5 montre qu'il y a une différence de statut MMS entre les données qualitatives et semi quantitatives. Les données qualitatives permettent de confirmer les statuts donnés par les scores pour 50% des situations de référence de notre échantillon. Pour les 50% de discordance, les données qualitatives permettent de statuer sur un risque d'apparition des TMS moins élevé qu'avec les données semi-quantitatives. Pour l'ensemble des écarts, les statuts donnés à partir des données semi-quantitatives sont tous déclassés, par les données qualitatives, vers un statut moins à risque.

On observe des écarts de jugement pour les situations d'ébauche bielle et d'habillage/connexion moteur avec un statut de possible insuffisance lorsque l'on fait le bilan des scores et un statut de suffisance après avoir recréé les trois composantes de la MMS avec les informations qualitatives. Pour les situations d'accroche moteur sur convoyeur et enschage visseries, les données semi-quantitatives présentent une insuffisance MMS alors que les données qualitatives aboutissent à une possible



insuffisance. Enfin, la situation d'équipement volant moteur avant essais présente une insuffisance MMS d'après les scores et une suffisance MMS d'après les trois composantes MMS.

Tableau 5 : Récapitulatif des statuts Marge de Manœuvre Situationnelle (MMS) issu des données semi-quantitatives et qualitatives

Table 5 : Situational Operational Leeway statuses based on semi-quantitative and qualitative data

Poste	Final bielle	Ébauche bielle	Marouflage avant peinture	Final ligne d'assemblage moteur	Emballage visseries	Préparation kits injecteurs moteur	Préparation sous ensemble collecteur/turbo	Équipements/équipements avant essai	Préparation commande petites pièces	Assemblage faisceau moteur
	Dévisage bielle	Alésage bielle	Marouflage haut moteur	Accroche moteur sur convoyeur	Ensachage visseries	Assemblage d'un injecteur	Mise en place turbo sur collecteur	Équipement volant moteur avant essai	Emballage d'une petite pièce	Habillage et connexion haut moteur
Statut MMS issu des données semi-quantitatives	Insuffisance	Possible insuffisance	Possible insuffisance	Insuffisance	Insuffisance	Insuffisance	Possible insuffisance	Insuffisance	Suffisance	Possible insuffisance
Statut MMS issu des données qualitatives	Insuffisance	Suffisance	Possible insuffisance	Possible insuffisance	Possible insuffisance	Insuffisance	Possible insuffisance	Suffisance	Suffisance	Suffisance
Concordance et discordance des statuts	Concordance	Discordance	Concordance	Discordance	Discordance	Concordance	Concordance	Discordance	Concordance	Discordance

III. Discussion

Dépassement de la vision des contraintes proposé par les outils simples

L'activité de travail mobilise l'individu dans toutes ses dimensions (indissociablement physiques, cognitives, subjectives et sociales) et se construit dans un cadre d'objectifs, de contraintes et de ressources (Coutarel & Petit, 2013; St-Vincent et al., 2011). Or les outils simples actuellement utilisés ne permettent pas cette vision globale car ils s'orientent essentiellement vers l'étude des contraintes/expositions (Malchaire et al., 2011; M Zare et al., 2015; M Zare, Biau, Croq, & Roquelaure, 2014). Les stratégies de réalisation étudiées lors de l'exploration de la MMS sont le résultat de la rencontre entre des contraintes (environnementales, organisationnelles et individuelles), et des ressources que l'individu utilise pour faire face à l'activité et à ces variabilités (Coutarel et al., 2015; Coutarel & Petit, 2013; Cuny-Guerrier, 2017; Vézina, 2001). Au niveau de la composante des stratégies de réalisation, les ressources de l'activité permettant à l'individu la gestion des variabilités (internes et externes) sont prises en compte lors de l'exploration de l'état de suffisance MMS. Nous retrouvons par exemple la prise en compte de la possibilité de varier ses stratégies de réalisation traduit par l'entraide, l'inversion de l'ordre des tâches modifiables, la maîtrise du rythme de travail par l'individu, ou encore l'utilisation des moyens d'aide à disposition. En complément, les effets directs sur la performance et la santé sont des informations de sortie de la régulation. Ces informations sont représentatives des conséquences des stratégies de réalisation déployées par l'individu pour faire face à la variabilité des conditions de réalisation et à sa propre variabilité (Gaudez et al., 2016; St-Vincent et al., 2011). L'exploration de l'état de suffisance de MMS propose une évolution dans la recherche des situations critiques car elle tient compte des ressources de l'activité qui peuvent en certains cas venir « compenser » les contraintes présentes sur la situation de travail. Ceci explique que l'exploration de la MMS conduit à identifier moins de situations critiques que les outils simples habituels, centrés eux sur les expositions (Norval, Zare, Brunet, Coutarel, & Roquelaure, 2018). Nous proposons de compléter le ciblage actuellement réalisé avec des outils simples par l'exploration de l'état de suffisance MMS.

Exploration des indicateurs MMS

L'exploration des composantes de la MMS apparaît être une méthode permettant la sélection des situations les plus critiques. Les deux méthodes d'exploration (qualitative et semi-quantitative) présentent les situations de dévisage bielle et d'assemblage d'un injecteur comme les plus à risque parmi les 10 situations de référence étudiées. Ces situations sont considérées à risque à partir des

signes qui traduisent les difficultés rencontrées par les individus pour faire face à la diversité de production tout en respectant les exigences du travail (dont le rythme de travail, mais aussi la qualité, la productivité, etc.). Ces signes peuvent être les accélérations/ralentissements importants, les changements fréquents du rythme de travail ou encore l'impossibilité de faire autrement dans les stratégies déployées. Les stratégies de réalisation déployées étant considérées comme à risque, il apparaît cohérent de retrouver des effets négatifs sur la santé et la performance, comme des douleurs, de la fatigue importante et/ou l'échec dans l'atteinte des objectifs.

La méthode semi-quantitative permet d'identifier la situation d'emballage d'une petite pièce comme la moins à risque, alors que la méthode qualitative, identifie en plus, les situations d'alésage bielle, d'équipement volant moteur avant essai et d'habillage/connexion haut moteur. Ces situations ressortent comme à risque faible car, d'après les indices issus des informations qualitatives, les individus arrivent à faire face aux variabilités de l'activité avec une diversité des stratégies de réalisation qui leur permettent de respecter les objectifs de performance tout en préservant leur santé. La diversité des stratégies de réalisation caractérisant la suffisance MMS permet au travailleur de rechercher la meilleure « façon » de réaliser l'activité en fonction des variabilités rencontrées. Ainsi en fonction des situations de travail rencontrées, l'individu doit pouvoir demander de l'aide en cas de difficultés, avoir la possibilité de maîtriser son rythme et/ou d'inverser l'ordre des tâches afin de maintenir un rythme de travail constant tout en laissant la possibilité de développer de nouvelles stratégies de réalisation.

Les données qualitatives permettent de confirmer les statuts issus des données semi-quantitatives pour la moitié des cas d'étude. Pour les écarts de jugement rencontrés, les statuts donnés à partir des données semi-quantitatives sont tous déclassés par les informations qualitatives vers un statut moins à risque. Ainsi, la caractérisation de l'état de suffisance MMS, issue des scores, permet une première appréciation du risque d'apparition des TMS, même si son jugement est plus critique (à risque plus élevé) que les statuts donnés à partir de la reconstitution des trois composantes MMS. Le classement MMS obtenu avec l'aide des scores (données semi-quantitatives) est réalisé sans mise en relation des informations obtenues et sans pouvoir contextualiser l'interprétation. Chaque indicateur MMS est questionné séparément, ce qui ne permet pas la contextualisation et la mise en relation des informations. C'est pourquoi nous avons choisi de préciser les statuts par une analyse qualitative des trois composantes de la MMS.

Les écarts de jugement observés entre les résultats des données semi-quantitatives et qualitatives, pour 50% des situations de travail de notre échantillon, peuvent être expliqués par la différence de précision des méthodes d'exploration. Plusieurs améliorations de l'approche avec les données semi-quantitatives peuvent être proposées pour limiter ces écarts de jugement. Nous envisageons par exemple d'augmenter l'impact de certains facteurs d'une même composante en proposant une interprétation des scores avec des pondérations. Nous pouvons aussi proposer de tenir compte du lien entre certains indicateurs MMS. Par exemple, l'impossibilité d'inverser l'ordre des tâches rend difficile l'entraide entre collègues ou encore la variabilité du rythme de travail (accélération/ralentissement) qui complexifie sa maîtrise.

Vers une vision globale des stratégies de réalisation et de leurs effets directs

L'interprétation partagée a permis une vision d'ensemble des trois composantes qui augmente la fiabilité du statut obtenu. Les informations obtenues pour chaque composante sont récapitulées dans un tableau qui permet notamment d'imaginer un lien direct entre les stratégies de réalisation déployées et leurs effets sur la performance et la santé. L'exemple de la situation de marouflage haut moteur est représentatif de la vision globale proposée, en effet les indices positifs au niveau des stratégies de réalisation sont à mettre en perspective avec les informations négatives sur les effets de l'activité (santé et performance). En effet, les indices de la composante des stratégies de réalisation laissent penser qu'il y a la présence d'une MMS suffisante (plusieurs stratégies de réalisation, possibilité d'entraide et d'inverser l'ordre des tâches) mais lorsque l'on observe en plus, les signes négatifs pour les effets (douleurs, stress et difficultés d'atteinte des objectifs), nous pouvons supposer que l'individu n'utilise pas la possibilité qu'il a de développer ses propres stratégies de réalisation de manière adaptée. La vision globale des trois composantes MMS est essentielle et indispensable pour juger de l'état de suffisance et pour comprendre le lien entre les stratégies de réalisation déployées par les individus et leurs effets (santé et performance).

Prise en compte des variabilités et de la diversité de l'activité de travail

Les évolutions envisagées pour améliorer la recherche des situations critiques semblent diminuer les effets de la variabilité de l'activité sur les résultats de l'évaluation du risque TMS. La variabilité de production, la diversité des actions à réaliser, la diversité des caractéristiques individuelles et les dimensions collectives du travail ne peuvent pas être prises en considération lors de la caractérisation des risques en situation de travail avec les outils simples d'évaluation du risque actuellement utilisés par les préventeurs (Bongers, Ijmker, Van den Heuvel, & Blatter, 2006; Reed & Flannagan, 2000; Roquelaure et al., 2013; Zare, 2015; M Zare et al., 2014). Les conclusions de Zare (2015) et Roquelaure et al. (2013) montrent que l'évaluation du risque TMS avec des outils simples doit relever le défi de la prise en compte de la diversité et de la variabilité des tâches à réaliser. Les effets de la variabilité de production, et de la variabilité inter et intra individuelle ne peuvent pas être ignorés par les entreprises et les managers. La volonté de standardisation des situations de travail dans les entreprises ne favorise pas la prise en compte des variabilités. Ceci conduit à sous-estimer l'intérêt de la construction d'un panel élargi de stratégies opératoires, et donc tend à figer l'activité dans la répétition d'un même mouvement qui n'est donc jamais vraiment adapté à la situation et ses variabilités. On peut ainsi expliquer la survenue des atteintes de la santé et/ou de la performance (Daniellou & Rabardel, 2005; M.-J. Durand et al., 2009; M.-E. Major & Vézina, 2015). Nous pensons qu'il est important de prendre en compte cette diversité de stratégies comme une information sur le risque d'apparition de la pathologie avec la recherche d'indices sur leurs variabilités (alternance de la « façon de faire » en fonction des contraintes), leurs rythmes (accélération/ralentissements) ou encore leurs effets. La non prise en compte de la variabilité du travail et de la diversité des situations conduit à des évaluations peu fiables et sujets à variabilité puisque très dépendantes du moment où se réalise l'évaluation (Bao et al., 2009; Chiasson et al., 2012; Mathiassen et al., 2012; Takala et al., 2010; M Zare et al., 2015). L'approche de la MMS invite à considérer l'importance du choix du ou des moments d'évaluation et de leur représentativité dans le cycle de travail (la plus critique, la moins critique, etc.).

De plus malgré l'enrichissement des connaissances sur les facteurs explicatifs de la pathologie, plusieurs revues d'outils simples montrent que la plupart d'entre eux sont orientés vers la prise en compte des contraintes essentiellement biomécaniques (Chiasson et al., 2012; David, 2005; Denis,

Lortie, & Rossignol, 2000; Malchaire et al., 2011; Punnett, Fine, Keyserling, Herrin, & Chaffin, 2000; Takala et al., 2010). Pour faire face aux limites d'utilisation des outils simples et pour dépasser la vision de « cause à effet » des facteurs de risque, la mesure de l'état de suffisance MMS est proposée pour compléter l'approche actuelle et faciliter l'activité de recherche des situations critiques pour les préventeurs en entreprise. Or dans une précédente étude nous avons montré que les outils simples d'évaluation du risque TMS actuellement utilisés par les préventeurs ne peuvent pas déterminer si la MMS est suffisante pour permettre une régulation de l'activité et donc l'atteinte des objectifs de performance sans impact sur la santé de l'individu (M. Norval et al., 2017a, 2017b).

La MMS une opportunité lors de la recherche des situations critiques

Les connaissances sur la MMS et le lien avec la prévention des TMS sont aujourd'hui reconnus par les scientifiques mais peu investis par les praticiens (Cuny-Guerrier, 2017; M. Durand et al., 2008; Lux et al., 2017; Major & Vézina, 2011). Une des raisons de ce faible investissement par les praticiens peut être le manque de formalisation, le manque d'objectivation des indicateurs MMS ou encore les difficultés de diffusion, c'est pourquoi nous proposons d'autres études en ce sens. Le modèle de Vézina a été choisi comme référence car nous avons identifié son application dans des domaines variés de la prévention des TMS, ce qui encourage son développement à d'autres domaines comme la recherche des situations critiques. En effet, ce modèle créé pour l'intervention en ergonomie a été repris et ajusté à la réadaptation au travail, la conception ou l'encadrement de proximité (Cuny-Guerrier et al., 2015; M. Durand et al., 2008; M.-J. Durand et al., 2009; Lux et al., 2017).

Juger l'état de suffisance MMS pourrait être une méthode pour compléter le score d'exposition issu des outils simples et comprendre « comment » et avec « quelles conséquences » les individus font face aux contraintes. Les indicateurs MMS utilisés (tableau 4) sont tirés de l'étude de Norval & col (2017) et considérés comme représentatifs des composantes des stratégies de réalisation et de leurs effets (Coutarel et al., 2003; Cuny-Guerrier, 2017; M.-J. Durand et al., 2009; Gouédard & Rabardel, 2012; Major & Vézina, 2011; Tomás & Fernandez, 2015). Les indicateurs proposés sont assez larges pour ne pas restreindre les champs d'étude et faciliter l'exploration. Nous avons écarté les composantes des déterminants internes et externes car elles n'apparaissent pas appropriées pour repérer les situations les plus exposantes. En effet, l'analyse ergonomique du travail qui identifie les déterminants sur lesquels agir n'est pas de l'objet de l'évaluation du risque même si un certain nombre d'outils simples dits « d'évaluation des risques » explorent quelques déterminants (M. Norval et al., 2017a). La mesure de la suffisance de la MMS se concentre sur l'objectif de repérage des situations potentiellement critiques. C'est l'analyse ergonomique du travail qui devra ensuite établir pour ces situations le diagnostic permettant d'identifier les configurations articulant des déterminants majeurs, voir les déterminants des déterminants. Aucun outil simple d'évaluation du risque ne peut tenir cet objectif : les déterminants potentiellement pertinents sont multiples, et par ailleurs ils sont liés. Seule l'analyse ergonomique du travail, de par son approche qualitative, globale et systémique des situations peut répondre à ces exigences (St-Vincent et al., 2011; Vézina, 2001).

Limites et perspectives

Dans cette étude la MMS a été explorée sur une seule situation de travail sélectionnée, par le chercheur en collaboration avec le travailleur, comme étant la situation de référence la plus à risque ou la plus contraignante parmi l'ensemble des situations que compose le poste. Ne pas prendre en

compte et ne pas gérer la diversité des situations au moment de produire l'évaluation implique qu'on ne sait pas exactement ce que représente la mesure (des situations faciles, moyennes, les plus difficiles ?), il est donc plus pertinent d'évaluer la ou les situations les plus à risques. La sélection des situations critiques réalisée à partir des connaissances du chercheur (expérience dans l'entreprise et cotation avec l'outil interne) et des échanges avec les opérateurs est discutable car non n'aurions peut être pas trouvé les mêmes résultats si la sélection de départ était différentes.

L'application par les préventeurs en entreprises, de cette méthode de sélection des situations critiques par l'état de suffisance MMS, peut-être une des réponses face aux difficultés actuellement rencontrées lors de l'utilisation d'outils simples d'évaluation du risque TMS. Cependant, les notions de régulation de l'activité et de MMS créent des incompréhensions dans les entreprises car en plus des difficultés d'opérationnalisation, elles comportent des informations subjectives et objectives que les entreprises n'ont pas l'habitude de manipuler. Le manque de littérature sur les indicateurs et les déterminants de la MMS augmentent les incompréhensions et les difficultés d'application, symbolisées par l'absence de ces notions dans les revues théoriques d'outils d'évaluation du risque TMS réalisées par David (2005); Malchaire et al. (2011); Ringelberg and Koukoulaki (2002); (Stock et al., 2005); Takala et al. (2010).

Nous proposons pour la première fois une liste d'indicateurs et une méthodologie pour explorer l'état de suffisance MMS, la formulation des indicateurs MMS pourrait être améliorée pour d'autres études.

Notons que la grille d'entretien créée à partir des indicateurs MMS est utilisée pour la première fois en situation réelle, celle-ci doit faire l'objet d'une validation (répétabilité, fiabilité) pour pouvoir être réutilisée par les préventeurs en entreprises, lors de la recherche des situations critiques. Le travail de développement et de validation de cette grille d'entretien pourrait être mis en place avec la création d'un groupe de travail composé d'une équipe pluridisciplinaire d'ergonomes, de médecins et d'épidémiologistes pour travailler à la formulation des questions en lien avec les indicateurs développés et identifier les questions déjà existantes dans la littérature. Ce groupe de travail peut envisager d'étudier, à moyen terme, le rôle soupçonné des indicateurs d'insuffisance MMS dans l'apparition des TMS.

Conclusion

La notion de MMS propose un changement de paradigme. Il ne s'agit pas « seulement » de diminuer les contraintes ou les expositions à certains facteurs de risque, comme cela est généralement proposé, mais de tendre vers une prévention par le développement des acteurs à partir du développement de leurs activités professionnelles (Coutarel & Petit, 2013). Comme réalisée dans cette étude de cas, l'exploration de l'état de suffisance MMS dès la recherche des situations critiques est envisagée pour améliorer la qualité de l'évaluation du risque TMS. Les TMS sont alors appréhendés comme un échec de la régulation de l'activité par l'individu, qui est le reflet d'un déficit de MMS pour l'opérateur sur son poste de travail. Ce déficit individuel étant lui-même lié à un déficit de la marge de manœuvre de nombreux acteurs de l'entreprise comme le manager de proximité ou l'ingénieur méthode qui participent à la conception des situations de travail.

La MMS est un indicateur de la rencontre entre les contraintes et les ressources de l'opérateur en situation de travail, qui pourrait compléter les contraintes classiquement étudiées par les outils d'évaluation du risque TMS actuellement déployés dans les industries afin d'améliorer le ciblage des situations critiques. Les indicateurs des stratégies de réalisation, complétés par les informations sur les effets directs de l'activité (en termes de santé et de performance) permettent d'augmenter la

pertinence et la fiabilité du ciblage réalisé. Deux méthodes de caractérisation de l'état de suffisance MMS (semi-quantitative et qualitative) sont testées sur un même échantillon de situation de travail. La reconnaissance scientifique de la MMS, comme centrale en prévention des TMS, et son application dans plusieurs domaines de la prévention est une opportunité pour améliorer la recherche des situations critiques en entreprises. Cette étude propose d'enrichir le ciblage des situations critiques par la prise en compte de l'état de suffisance MMS en complément des outils simples d'évaluation du risque TMS actuellement utilisés.

Références bibliographiques

- Albert, V., Vézina, N., Bilodeau, H., & Coutarel, F. (2017). Comment et pourquoi: proposition d'un modèle d'évaluation des processus de la phase de développement d'interventions ergonomiques. Cadre méthodologique d'une évaluation de la phase de développement d'interventions ergonomiques. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(19-3).
- Aptel, M., Lafaurie, S., Tronchet, L., & Atain-kouadio, J. J. (2000). *Les notes scientifiques et techniques de l'INRS*. Retrieved from
- Aptel, M., & Vézina, N. (2008). Quels modèles pour comprendre et prévenir les TMS. *Pour une approche holistique et dynamique, 2*.
- Armstrong, Buckle, Lawrence, Hagberg, M., Jonsson, & Kilbom. (1993). A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 73-84.
- Badets, P., Merlo, C., & Pilniere, V. (2017). *Prise en compte de l'efficience humaine pour pallier les limites du Lean*. Paper presented at the 12e congrès international de génie industriel.
- Bao, Howard, Spielholz, silverstein, & Polissar. (2009). Interrater reliability of posture observations. *Human Factors*, 51(3), 292-309.
- Barrero, L. H., Katz, J. N., & Dennerlein, J. T. (2009). Validity of self-reported mechanical demands for occupational epidemiologic research of musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health*(4), 245-260. doi:10.5271/sjweh.1335
- Bodin, J., Garlantézec, R., Costet, N., Descatha, A., Fouquet, N., Caroly, S., & Roquelaure, Y. (2017). Forms of work organization and associations with shoulder disorders: results from a French working population. *Applied Ergonomics*, 59, 1-10.
- Bongers, P., Ijmker, S., Van den Heuvel, S., & Blatter, B. (2006). Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (part II). *Journal of occupational rehabilitation*, 16(3), 272-295.
- Bourgeois, F., & Hubault, F. (2005). Prévenir les TMS. De la biomécanique à la revalorisation du travail, l'analyse du geste dans toutes ses dimensions. *Activités*, 2(2-1).
- Bouville, G. (2013). Les effets de la lean production sur les tms et les arrêts maladie: les résultats d'une étude de cas rétrospective dans une entreprise de maintenance ferroviaire. *Travailler*(1), 183-202.
- Caroly, S., Coutarel, F., Escriva, E., Roquelaure, Y., Schweitzer, J., & Daniellou, F. (2008). *La prévention durable des TMS*. Retrieved from
- Caroly, S., Simonet, P., & Vézina, N. (2015). Marge de manœuvre et pouvoir d'agir dans la prévention des TMS et des RPS. *Le travail humain*, 78(1), 1-8.
- Chiasson, M.-È., Imbeau, D., Aubry, K., & Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(5), 478-488.

Coutarel, F. (2004). *La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception: quelles marges de manoeuvre pour le déploiement de l'activité ?*. Thèse en ergonomie non publiée. Bordeaux, Université Victor Segalen.

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

Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2003). Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manoeuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS?. Conception et organisation du travail dans les abattoirs en France. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(5-2).

Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2005). La prévention des troubles musculo-squelettiques: quelques enjeux épistémologiques. *@ ctivités*, 2(1), 3-19.

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

Coutarel, F., Roquelaure, Y., & Daniellou, F. (2013). Le défi ergonomique face aux TMS d'origine professionnelles. *Ergonomie: travail, conception, santé*, 255-267.

Cuny-Guerrier, A. (2017). *Régulations et marges de manoeuvre situationnelles des encadrants de proximité en sous-traitance : un enjeu de prévention des TMS*. (Thèse), Université Grenoble Alpes.

Cuny-Guerrier, A., Caroly, S., Coutarel, F., & Aublet-Cuvelier, A. (2015). Quelle prévention des TMS dans l'activité de l'encadrement de proximité en sous-traitance interne? Un cas dans le secteur de la découpe de viande. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(17-2).

Daniellou, F., & Rabardel, P. (2005). Activity-oriented approaches to ergonomics: some traditions and communities. *Theoretical issues in Ergonomics science*, 6(5), 353-357.

Davezies, P. (2007). Intensification. Danger: le travail rétréci. *Santé et travail*, 57, 30-33.

David, G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational medicine*, 55(3), 190-199.

Denis, D., Lortie, M., & Rossignol, M. (2000). Observation procedures characterizing occupational physical activities: critical review. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 6(4), 463-491.

Durand, M., Vézina, N., Baril, R., Loisel, P., Richard, M., & Ngomo, S. (2008). La marge de manoeuvre de travailleurs pendant et après un programme de retour progressif au travail: Montréal: IRSST.

Durand, M.-J., Vézina, N., Baril, R., Loisel, P., Richard, M.-C., & Ngomo, S. (2009). Margin of manoeuvre indicators in the workplace during the rehabilitation process: a qualitative analysis. *Journal of occupational rehabilitation*, 19(2), 194-202.

Falzon, P. (2013). *Ergonomie constructive*: Presses Universitaires de France.

Franchi, P. (1997). *Agir sur les maladies professionnelles: l'exemple des troubles musculosquelettiques (TMS)*: Ed. Liaisons.

Gaudez, C., Gilles, M., & Savin, J. (2016). Intrinsic movement variability at work. How long is the path from motor control to design engineering? *Applied Ergonomics*, 53, 71-78.

Gollac, M., & Volkoff, S. (1996). Citius, altius, fortius [L'intensification du travail]. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 114(1), 54-67.

- Gouédard, C., & Rabardel, P. (2012). Pouvoir d'agir et capacités d'agir: une perspective méthodologique?. Illustration dans le champ de la santé, sécurité et conditions de travail. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(14-2).
- Guérin, Laville, & Daniellou. (1997). *Comprendre le travail pour le transformer: la pratique de l'ergonomie*: Ed. de l'Anact.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2007). Understanding and transforming work. *The Practice of Ergonomics*. ANACT, Lyon.
- Hagberg, M., Kuorinka, I., & Forcier, L. (1995). *Les lésions attribuables au travail répétitif (LATR)*: Éditions MultiMondes.
- Karsh, B.-T. (2006). Theories of work-related musculoskeletal disorders: Implications for ergonomic interventions. *Theoretical issues in Ergonomics science*, 7(1), 71-88.
- Koukoulaki, T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied Ergonomics*, 45(2), 198-212.
- Leplat, J. (2006). La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(8-1).
- Leplat, J., & Cuny, X. (1977). *Introduction à la psychologie du travail* (Vol. 68): Presses universitaires de France.
- Lux, El-Mouaini, Daille-Lefevre, Savin, Etienne, & Siadat. (2017). *Santé et sécurité au travail : quatre approches en conception pour spécifier et simuler des marges de manoeuvre pour les futurs opérateurs de production*. Paper presented at the Congrès International de génie industriel (GIGI), Compiègne, France.
- Major, & Vézina. (2011). Élaboration d'un cadre de référence pour l'étude des stratégies: analyse de l'activité et étude de cas multiples dans deux usines de crabe. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*(13-2).
- Major, M.-E., & Vézina, N. (2015). Analysis of worker strategies: A comprehensive understanding for the prevention of work related musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 48, 149-157.
- Malchaire, J., Gauthy, R., Piette, A., & Strambi, F. (2011). Classification de méthodes d'évaluation et/ou de prévention des risques de troubles musculosquelettiques. *Bruxelles: European Trade Union Institute.(ETUI)*.
- Mathiassen, S. E. (2006). Diversity and variation in biomechanical exposure: what is it, and why would we like to know? *Applied Ergonomics*, 37(4), 419-427.
- Mathiassen, S. E., Liv, P., & Wahlström, J. (2012). Cost-efficient observation of working postures from video recordings—more videos, more observers or more views per observer? *Work*, 41(Supplement 1), 2302-2306.
- Norval, Zare, Brunet, Coutarel, & Roquelaure. (2018). Outils simples d'évaluation du risque TMS et exploration des indicateurs de la marge de manoeuvre en situation réelle du travail. *Actes du 53ème congrès de la SELF Bordeaux 3-5 Octobre 2018*.
- Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F., & Roquelaure, Y. (2017a). Operational leeway in the work situations: Do ergonomic risk assessment tools consider operational leeway for job analysis? *International journal of occupational safety and ergonomics*(just-accepted), 1-29.
- Norval, M., Zare, M., Brunet, R., Coutarel, F., & Roquelaure, Y. (2017b). *Renouvellement des questions et des outils d'évaluation du risque en prévention des TMS à la lumière d'un concept en devenir: la marge de manoeuvre*. Paper presented at the 52ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française.
- Noulin, N. (2002). *Ergonomie*. Toulouse: Octarés Editions.

Ouellet, S., & Vézina, N. (2014). Work training and MSDs prevention: Contribution of ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(1), 24-31.

Parot-Schinkel, E., Descatha, A., Ha, C., Petit, A., Leclerc, A., & Roquelaure, Y. (2012). Prevalence of multisite musculoskeletal symptoms: a French cross-sectional working population-based study. *BMC musculoskeletal disorders*, 13(1), 1.

Punnett, L., Fine, L. J., Keyserling, W. M., Herrin, G. D., & Chaffin, D. B. (2000). Shoulder disorders and postural stress in automobile assembly work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 283-291.

Reed, M., & Flannagan, C. (2000). Anthropometric and postural variability: limitations of the boundary manikin approach. *SAE Technical Paper, No. 2000-01-2172*.

Ringelberg, J. A., & Koukoulaki, T. (2002). Risk estimation for musculoskeletal disorders in machinery design: Integrating a user perspective.

Roquelaure. (2015). Musculoskeletal disorders: a major challenge for occupational risk prevention in Europe. *ETUI Policy Brief*, 9, 2015.

Roquelaure. (2018). Troubles Musculo-Squelettiques, Risques Psychosociaux et Organisation du travail en milieu industriel. *en préparation*.

Roquelaure, Ha, Leclerc, Touranchet, Sauteron, & Melchior. (2006). Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Care & Research*, 55(5), 765-778.

Roquelaure, Leclerc, Coutarel, Brunet, Caroly, & François. (2012). Comprendre et intervenir: enquêtes épidémiologiques et approches ergonomiques à propos des troubles musculosquelettiques des membres supérieurs. *Risques du travail, la santé négociée*, 173-187.

Roquelaure, Petit, Meyer, Leclerc, & Mairiaux. (2013). *Surveillance médico-professionnelle du risque lombaire pour les travailleurs exposés à des manipulations de charges*. Retrieved from

Sauter, & Swanson. (1996). An ecological model of musculoskeletal disorders in office work. *Taylor & Francis*, 3-21.

St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, É., & Imbeau, D. (2011). L'intervention en ergonomie. *Ed multiMonde(IRSST)*.

St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, É., & Imbeau, D. (2014). Ergonomic Intervention. *Ed multiMonde(IRSST)*.

Stock, S. R., Fernandes, R., Delisle, A., & Vézina, N. (2005). Reproducibility and validity of workers' self-reports of physical work demands. *Scandinavian journal of work, environment & health*(6), 409-437. doi:10.5271/sjweh.947

Takala, E., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G., Neumann, W., & Westgaard, R. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 3-24.

Tomás, J.-L., & Fernandez, G. (2015). Du pouvoir d'agir aux marges de manœuvre: une proposition pour le développement psychologique des gestes. *Yvon Haradji, Katia Kostulski, Alexandre Morais, Pascal Ughetto*, 12(2), 125.

Vézina, N. (2001). La pratique de l'ergonomie face aux TMS: ouverture à l'interdisciplinarité. *Comptes rendus du congrès SELF-ACE*.

Westgaard, R. H., & Winkel, J. (2011). Occupational musculoskeletal and mental health: Significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems—A systematic review. *Applied Ergonomics*, 42(2), 261-296.

Widanarko, B., Legg, S., Devereux, J., & Stevenson, M. (2014). The combined effect of physical, psychosocial/organisational and/or environmental risk factors on the presence of work-related musculoskeletal symptoms and its consequences. *Applied Ergonomics*, 45(6), 1610-1621.

Zare. (2015). *Représentation partagée des facteurs de risque des troubles musculosquelettiques et comparaison des méthodes d'évaluation: une étude expérimentale dans le secteur de l'assemblage de camions*. (thèse), Université d'Angers.

Zare, M., Biau, S., Brunet, R., Gourlay, A., & Roquelaure, Y. (2015). A comparison of neck bending and flexion measurement methods for assessment of ergonomic risk. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21(3), 330-335.

Zare, M., Biau, S., Brunet, R., & Roquelaure, Y. (2017). Comparison of three methods for evaluation of work postures in a truck assembly plant. *Ergonomics*, 60(11), 1551-1563.

Zare, M., Biau, S., Croq, M., & Roquelaure, Y. (2014). Development of a biomechanical method for ergonomic evaluation: comparison with observational methods. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 8(1), 218-222.



Annexe 5 : Prolongement par 2 études de cas : Rôle de la divergence des critères intrinsèques et de la diversité des critères d'usage sur la variabilité des résultats des outils simples.

Le projet de recherche s'articule d'un coté sur les outils simples d'évaluation du risque TMS utilisés lors des démarches de pré-diagnostic et d'un autre coté sur les notions de régulation et de MMS. Dans cette annexe du rapport nous traitons des outils simples d'évaluation du risque TMS et des difficultés d'utilisation constatées lors de leurs utilisations dans le cadre de l'estimation du risque d'apparition de la pathologie sur les situations de travail.

Dans le cadre de cette thèse, 2 études ont été menées en prolongement du rapport final pour soulever les difficultés d'utilisation des résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS. Le déploiement d'outils simples d'évaluation du risque TMS par 2 groupes de préventeurs (considérés comme novice et expert) est réalisé pour soulever les difficultés liées à la variabilité des résultats des outils simples. Ces 2 expériences sont réalisées pour comprendre, d'une part, l'impact de la divergence des critères intrinsèques aux outils simples et, d'autre part, l'impact de la diversité des critères d'usage, sur la variabilité des résultats des outils simples.

D'un coté, nous avons fait déployer l'outil interne à John Deere, sur une même situation de travail, par plusieurs préventeurs lors d'une journée d'étude organisée par la CCI Loiret dans les locaux John Deere en décembre 2014. Cette expérience doit nous permettre d'étudier, le rôle de la diversité des critères d'usage, sur la variabilité des résultats de l'outil interne à John Deere.

D'un autre coté, en octobre 2017, nous avons réalisé une expérience avec des étudiants en dernière année d'école d'ingénieur à l'UTBM de Montbéliard. Nous avons demandé aux étudiants de déployer 3 outils simples d'évaluation du risque TMS sur 2 situations de travail filmées dans une usine d'assemblage de camions. Ces données seront, cette fois-ci, étudiées pour présenter le rôle de la divergence des critères intrinsèques aux outils simples sur la variabilité des résultats.

Divergence des critères d'usage : déploiement d'un outil simple sur une même tâche avec des évaluateurs différents

Journée d'étude organisée sur le site John Deere avec la participation de la CCI Loiret (Chambre de Commerce et de l'Industrie)

La première étude a été réalisée chez John Deere à Orléans Saran. Nous avons profité d'une journée de partage d'expérience sur la prévention des TMS organisée chez John Deere, en collaboration avec la CCI du Loiret, pour réaliser notre expérience. L'objectif de cette journée était de partager nos retours d'expériences sur les démarches de prévention des TMS. Nous avons profité de cette journée d'étude pour faire déployer l'outil interne à John Deere (Criticité Ergonomique) par plusieurs préventeurs, sur 1 même situation de travail au sein de l'atelier d'assemblage moteur. Ce déploiement est réalisé pour comprendre quelles sont les conséquences des critères d'usage des outils simples d'évaluation du risque TMS. En effet, nous avons le même outil simple, déployé pour la même situation de travail, mais par 36 préventeurs d'horizons différents (toujours dans la prévention ou la sécurité au travail). Lors de cette journée les 36 préventeurs, responsables sécurité, ergonomes en entreprise, médecins et infirmières au travail ou représentants syndicaux (CHSCT), travaillant dans des entreprises du Loiret ont pu être formés à l'utilisation de l'outil interne à John Deere. Pour cela, nous avons organisé une formation d'environ 30 min en salle pour présenter en détail l'outil Criticité Ergonomique, la méthode générale de déploiement, les préconisations faites par le concepteur de l'outil, la méthode de calcul et d'interprétation du résultat.

Lors de la préparation de cette journée nous avons sélectionné une situation de travail chez John Deere et déployé l'outil interne pour avoir une note de référence à présenter lors du retour en salle. Notons que le déploiement est réalisé par l'ergonome doctorant expérimenté dans l'entreprise et dans l'utilisation de l'outil interne. Le choix de la situation de travail a été réalisé par rapport à l'accessibilité à l'environnement du poste, la non perturbation de la production et parce que le travailleur se portait volontaire pour participer à cette étude. La station choisie se situe en fin de ligne d'assemblage des moteurs, la tâche prescrite par l'organisation demande au travailleur de changer le mode de convoyage du moteur. Cette activité permet un transfert du moteur d'un convoyeur au sol à un convoyeur aérien (station 1520). Cette activité est cadencée par

le rythme de sortie des moteurs, la tâche prescrite est contraignante au niveau des épaules et du dos avec une fréquence importante des mouvements réalisés les bras en l'air pour manutentionner les crochets du convoyeur en position haute. Cette même tâche demande une inclinaison importante au niveau du dos pour pouvoir mettre en place les crochets sur les moteurs. On observe aussi une activité avec piétinements constants marqués par plusieurs appuis boutons répartie dans l'environnement et une activité de montée/descente de marches. La variabilité de l'activité prescrite s'observe notamment au niveau de l'écartement des crochets qui dépend du type moteur sortie de ligne (moteur 3, 4 et 6cyl). L'ordre des tâches, le temps de cycle, les mouvements, les déplacements et les appuis boutons sont identiques pour chaque cycle de travail. Le travailleur observé est un homme de 43 ans qui travaille dans l'entreprise depuis plus de 15 ans et qui connaît très bien le poste et le processus de fabrication dans son ensemble. L'individu a été prévenu de la venue de plusieurs personnes dans le cadre de cette journée d'étude. L'opérateur était volontaire pour ce type d'expérience et n'a pas soulevé de craintes particulières.

L'outil d'évaluation criticité ergonomique utilisé dans cette étude se compose de 3 petites parties intermédiaires (Osha, Rachis, Ressenti) déployées les unes après les autres sur la situation de travail. Ces parties intermédiaires s'appuient sur l'observation de l'activité et sur l'échange avec l'individu au poste de travail. La partie Osha est une grille d'observation type check-list orientée vers l'évaluation des ambiances de travail (température, luminosité), des postures contraignantes, des efforts et des mouvements des membres supérieurs (note principalement entre 0 et 30). La check-list Rachis s'appuie aussi sur l'observation de l'activité, avec une focale sur les postures du dos (note entre 1 et 4). Et enfin, la partie Ressenti permet un échange au poste avec le travailleur afin d'obtenir ces représentations (note entre 1 et 6). Les 3 parties intermédiaires permettent l'obtention d'une note et sont multipliées entre elles pour obtenir la note finale Criticité Ergonomique (CE). L'échelle d'interprétation associée permet de statuer sur le risque d'apparition de la pathologie :

- les scores ≥ 112 points sont considérés comme à risque élevé,
- les scores entre 112 et 90 points sont considérés comme à risque modéré
- les scores < 90 sont considérés comme à risque faible.

Lors de cette expérience, nous n'avons pas pu faire déployer la partie intermédiaire Ressenti car l'échange au poste par 36 préventeurs avec l'individu en activité peut perturber la production et le travailleur. En plus de l'homogénéité des réponses obtenues, l'opérateur ne pourrait pas maintenir sa performance si chacun des 36 préventeurs venait l'interroger durant son activité. La partie Ressenti a alors été pré remplie pour que chacun des préventeurs puissent réaliser le calcul final. La note Ressenti, de 1 (situation très facile) à 6 (situation très difficile voire impossible) est donnée, en amont de l'expérience, par le travailleur afin d'estimer le niveau de difficultés/de pénibilité perçu lors de la réalisation de l'activité. Cette note est fixée à 5 points (situation difficile) par le travailleur pour la situation d'accroche moteur sur convoyeur aérien. Cette note est à prendre en compte dans le calcul du score de Criticité ergonomique réalisé par chaque évaluateur à l'issue de l'expérience. Le score obtenu pour la partie Ressenti et les informations complémentaires sur les représentations du travailleur ont été fournis à l'ensemble des participants en amont du déploiement des parties Osha et Rachis.

Les 36 évaluateurs ont été regroupés en 4 groupes de 9 personnes pour faciliter l'observation de la situation d'accroche moteur sur convoyeur aérien. Les 4 groupes ont pu observer pendant 20-25min l'activité, soit environ 15 cycles de travail (temps de cycle variable en fonction de la diversité moteur mais compris entre 1min20 et 1min70).

Les consignes donnée à chaque groupe sont les mêmes :

« Suite à la formation réalisée en salle, vous allez observer l'activité d'un travailleur et mettre en pratique l'outil interne à John Deere sur une situation de travail, pré sélectionnée dans l'atelier d'assemblage moteurs. A l'issue de l'expérience chacun des préventeurs doit calculer le score obtenu et proposer une interprétation du risque. Les résultats, impressions ou remarques seront à intégrer à la « fiche évaluateur » à rendre en fin de séance ».

Notons qu'après le déploiement de l'outil, un retour en salle a été réalisé pour discuter des résultats et évoquer les difficultés rencontrées lors du déploiement. Ainsi nous avons fourni 1 support papier de l'outil « Criticité ergonomique » et « une fiche évaluateur » permettant d'avoir des informations sur l'expérience et les caractéristiques

des évaluateurs. Cette « fiche évaluateur » a permis de connaître l'origine des participants, leurs expériences dans l'utilisation des outils d'évaluation, d'obtenir les avis et commentaires des utilisateurs de la grille et de récolter les résultats.

Une fois les résultats de l'ensemble des préventeurs obtenus, nous les avons colligé dans un fichier Excel pour pouvoir comparer les résultats de chacun des préventeurs et mettre en avant la variabilité des résultats.

Ci dessous, sous forme de 2 graphiques à barres, nous avons présenté les résultats des parties intermédiaires Osha et Rachis donnés par les préventeurs (figure 33 et figure 34). Puis dans un 3ème graphique nous avons présenté le résultat final de la criticité ergonomique obtenue par chacun des préventeurs (le bilan étant réalisé pour tous, avec une note de 5 pour la partie Ressenti) (figure 35). En rouge sont représentés les résultats que le doctorant-ergonome interne a obtenus.

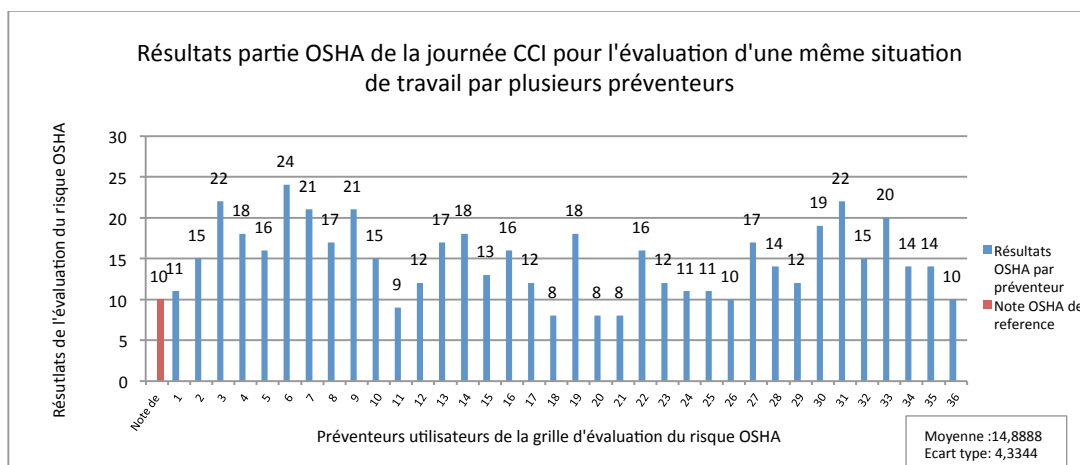


Figure 31 : Résultats partie intermédiaire OSHA pour l'évaluation d'un même poste avec plusieurs évaluateurs de la CCI



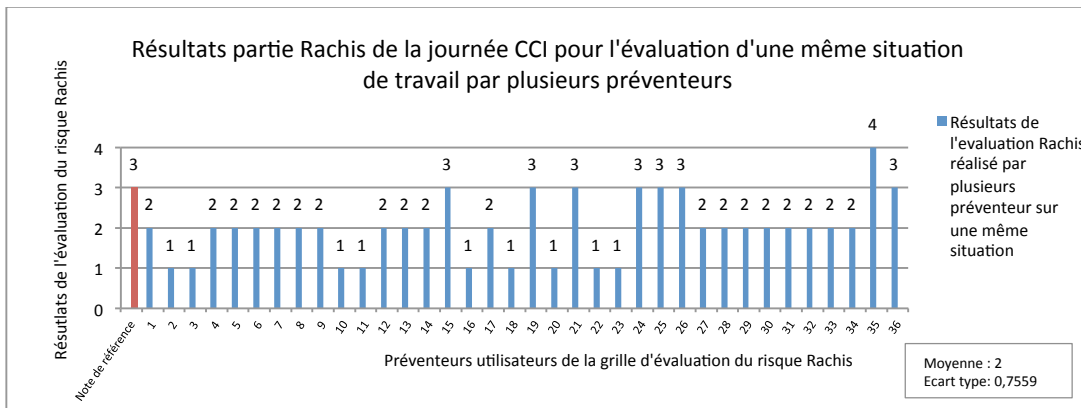
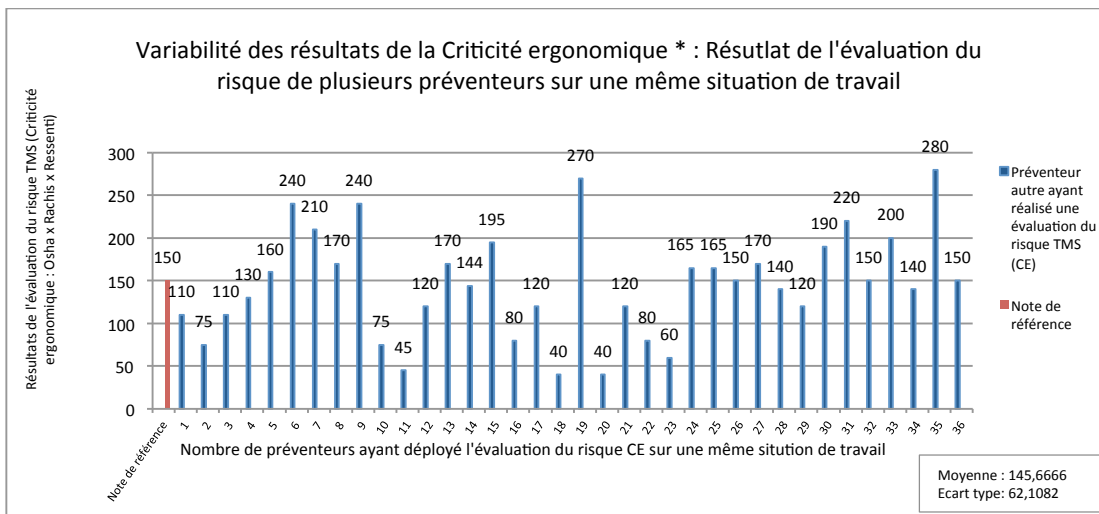


Figure 32 : Résultats partie intermédiaire RACHIS pour l'évaluation d'un même poste avec plusieurs évaluateurs de la CCI



* Echelle d'interprétation CE : scores ≥ 112 points sont considérés comme à risque élevé ; scores entre 112 et 90 points, à risque modéré ; scores < 90 , à risque faible

Figure 33 : Résultats Criticité ergonomique pour l'évaluation d'un même poste avec plusieurs évaluateurs de la CCI

Les scores obtenus par les évaluateurs pour la partie intermédiaire OSHA, présentée figure 33, s'étalent de 8 à 24 points, avec une note de référence obtenue par l'ergonome-doctorant à 10 points. Pour la partie Rachis, présentée figure 34, les scores s'étalent de 1 à 4 points avec 9 notes à 1 point, 19 notes à 2 points, 7 notes à 3 points et 1 note à 4 points. La note de l'ergonome-doctorant, pour la partie OSHA est de 3 points. Sur les figures 33 et 34 on retient la variabilité des résultats et les difficultés rencontrées par les préventeurs lors de l'utilisation de ses résultats.



Le constat de variabilité des résultats est aussi flagrant au niveau du graphique à barres représentant la note finale de Criticité Ergonomique (CE) issue de la multiplication des notes obtenues avec les 3 parties OSHA, Rachis, Ressenti. Sur ce graphique on observe une forte variabilité des scores avec des résultats allant du niveau de risque faible (voire très faible) avec un score de 40 points, à un niveau de risque très élevé avec un score à 280 points.

La diversité des résultats et les statuts associés rendent difficile l'interprétation des scores obtenus. On remarque que la note du chercheur-doctorant, été calculée à 150 points avec un niveau de risque élevé et que les scores des 36 préventeurs sont répartis sans logique particulière de 40 à 280 points. Cependant une majorité des préventeurs obtient un niveau de risque élevé avec 26 notes supérieures à 112 points.

Pour ces 3 graphiques on observe une variabilité des résultats importante qui se traduit par une difficulté à conclure sur le niveau de risque de la situation observée. La tâche, le travailleur et l'outil simple étant identiques, on soupçonne la variabilité des résultats comme l'une des conséquences de la diversité des critères d'usage de l'outil. Dans cette expérience le statut donné à la situation de travail dépend de l'évaluateur qui déploie l'outil, de sa sensibilité et de sa vision des contraintes de l'activité. L'exemple de l'observation des postures de travail contraignantes est représentatif de la diversité des notes obtenues. La précision des angulations, des temps d'exposition, la fréquence et la période de référence observées sont des facteurs diversement analysés d'une personne à l'autre. Les critères d'usages ont probablement un rôle lors de l'utilisation de ces outils simples et se traduisent par une variabilité des résultats obtenus. Les critères d'usage discutés lors du retour en salle ont été modélisés à la fin de cette annexe.

Divergence des critères intrinsèques : déploiement de 3 outils simples sur une même tâche par le même évaluateur

Journée avec les étudiants UTBM organisée sur Belfort-Montbéliard

La deuxième étude a été réalisée à l'université Bourgogne Franche-Comté dans les locaux de l'UTBM de Montbéliard avec la participation de Mohsen Zare enseignant chercheur en ergonomie au pôle ERCOS du laboratoire ELLIAD (EA4661). Dans le cadre de la formation des étudiants à l'utilisation des outils d'évaluation du risque TMS, nous avons réalisé une expérience semblable à celle réalisée avec les membres de la CCI du Loiret. L'objectif de cette expérience est de présenter les conséquences de la divergence des critères intrinsèques propre à chaque outil sur les résultats de 3 outils simples d'évaluation du risque TMS. Pour cela nous avons formé les étudiants à l'utilisation de 3 outils simples d'évaluation du risque TMS sélectionnés en amont de l'étude (Osha, Rula, Eaws). La formation à l'utilisation des outils simples a été réalisée dans le cadre de cours magistraux. Ainsi pour limiter les risques de biais liés à l'expérience des évaluateurs l'ensemble des étudiants ont participé à 2h de formation en salle sur chacun des outils simples d'évaluation du risque TMS à déployer dans le cadre de cette expérience. L'objectif était de faire déployer les outils simples, par les étudiants, sur une même vidéo de l'activité d'un opérateur d'assemblage prise au sein d'une industrie de production de camions. La vidéo, d'une durée de 7min, est présentée à l'ensemble des étudiants. Cette vidéo est issue de précédentes expériences dans une industrie de production de camions situé dans les pays de Loire. Sur cette vidéo, on retrouve deux tâches distinctes d'un opérateur en train d'assembler le contour de la roue avant gauche d'un camion. La première représente la mise en place d'une plaque de protection au niveau de la roue avant gauche. La deuxième tâche du poste consiste à mettre en place et à assembler le garde boue (gauche).

28 étudiants (répartis en 14 groupes) en dernière année à l'UTBM, futurs ingénieurs ou concepteurs, ont participé à cet exercice qui fait partie de leur parcours de formation. Une fois les étudiants formés à l'utilisation des outils d'évaluation OSHA, RULA et EAWS, et dans le cadre de 2 TP de 3h, nous leur avons demandé en binôme, de déployer les 3 outils d'évaluation sur la vidéo du poste de travail fournie.

Les outils check-lists OSHA, RULA et EAWS, déjà présentés en annexe 2, sont orientés vers les contraintes essentiellement biomécaniques et physiologiques de l'homme en activité. Ils

permettent un observation de l'activité afin d'estimer le risque d'apparition de la pathologie au niveau des membres supérieurs et du dos. Malgré l'ambition identique des 3 outils simples, nous constatons la recherche d'informations différentes d'un outil à l'autre. Les critères intrinsèques (information prise en compte) par les 3 outils simples sont variables, en effet malgré la même ambition, ces outils simples s'orientent vers des informations différentes.

L'ensemble des données récoltées, soit 3 résultats pour chacun des 14 binômes d'étudiants, ont été inscrites dans un document Excel prés conçu par le doctorant. Une fois l'ensemble des scores récoltés, nous avons comparé les résultats des 3 outils pour chaque binôme afin de comprendre les conséquences de la divergence des critères intrinsèques propres aux 3 outils simples. L'objectif est de présenter la variabilité des résultats des 3 outils déployés par le même évaluateur (binôme d'étudiants) sur les 2 tâches identiques du cycle de travail filmé. Les résultats de chaque outil simple sont interprétés pour l'ensemble de la vidéo et représentent une estimation du risque d'apparition de la pathologie regroupant les deux tâches.

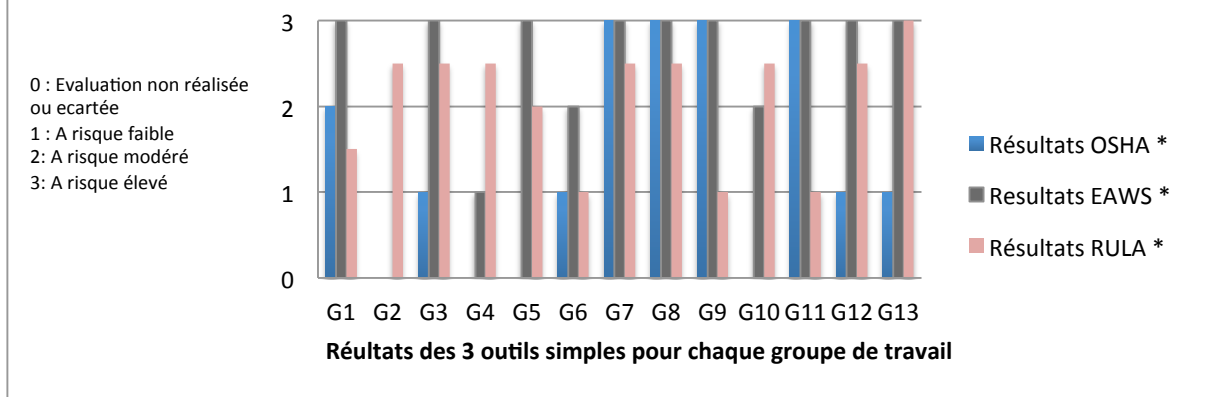
Les résultats des 14 binômes ont été interprétés par binôme pour observer le rôle de la divergence des critères intrinsèques aux 3 outils sur la variabilité d'estimation du risque. En effet, l'évaluateur (par binôme) étant le même, sa sensibilité et ses critères d'usage sont identiques lors de l'utilisation d'OSHA, de RULA et d'EAWS. Pourtant on observe des variabilités au niveau des résultats des 3 outils simples.

Pour faciliter la comparaison, nous avons codifié les échelles d'interprétation des 3 outils simples en 3 niveaux comme présentés ci dessous :

Tableau 8 : Codage des échelles d'interprétation des outils simples en 3 niveaux

Outils simples	Echelle d'interprétation donnée par le concepteur de l'outil	Codage en 3 niveaux		
		1. Risque faible	2. Risque modéré	3. Risque élevé
OSHA	< 3 : il n'y a aucun risque. < 5 : il n'y a à priori pas de risque. ≥ 5 : le risque est important, la médecine du travail doit intervenir dans des délais respectables > 9 : le risque est très important, une action immédiate est nécessaire	< 5	≥ 5 et ≤ 9	> 9
RULA	1 et 2 = Acceptable 3 et 4 = Investigate further 5 et 6 = Investigate further and change soon 7 = Investigate and change immediately	≥ 1 et ≤ 4	≥ 5 et ≤ 6	≥ 7
EAWS (corps entier)	0-25 points : Risque faible, pas d'action nécessaire 25-50 points : Risque possible, étude à approfondir pour vérifier le risque. >50 points : Risque élevé, des actions pour réduire le risque sont nécessaires	0-25 points	25-50 points	>50 points

Comparaison des résultats des 3 outils simples déployés par groupe sur 1 même poste de travail



* Seul les groupes présentant une démarche et un résultat cohérent ont été retenus. Pour OSHA, les groupes 2, 4, 5 et 10 ont été exclus. Pour EAWS, le groupe 2 a été exclu. Et pour Rula, aucun groupe n'a été exclu.

Figure 34 : Comparaison des résultats des 3 outils simples (RULA, OSHA, EAWS) par groupe d'évaluateur

A la lecture de ce graphe, on observe une variabilité des résultats des 3 outils par groupe. Aucun des groupes ne retrouve le même jugement du risque TMS de l'activité. Pour exemple, le groupe 1 présente 3 résultats différents avec un risque faible pour l'outil RULA, un risque modéré pour OSHA et un risque élevé pour EAWS. Ces résultats sont représentatifs des difficultés liées aux divergences des critères propres à chaque outil (critères intrinsèques). Dans cette expérience, le statut donné à la situation de travail dépend des critères pris en compte par l'outil, de sa méthode de calcul du score et de son échelle d'interprétation. La variabilité des données obtenues pour cette expérience est représentative des difficultés d'utilisation des outils simples au vu de leurs diversités de résultats. Les éléments de divergence liés aux critères intrinsèques aux outils simples sont modélisés à la fin de cette annexe pour présenter les origines soupçonnées de la variabilité des résultats.

La variabilité des résultats des outils simples : modélisation des critères intrinsèques et des critères d'usage

Lors des 2 expériences présentées pour mettre en avant la variabilité des résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS, nous avons réalisé en conclusion des 2 séances, un temps de discussion collectif sur ces outils simples. La discussion a été réalisée pour soulever les conséquences de la divergence des critères intrinsèques et des critères d'usage sur la variabilité des résultats. Ainsi l'orientation des outils, la méthode de déploiement, les préconisations d'utilisations faites par leurs concepteurs et les difficultés rencontrées sur le terrain sont discutées. Une modélisation issue de ces discussions est proposée à la suite de cette partie.

Lors de la journée avec les préventeurs chez John Deere, un temps d'échange d'environ 45 min a été organisé sous forme de discussion ouverte sur plusieurs thèmes prédéfinis en amont par le doctorant. Ces thématiques de discussion ont été définies à partir des questions soulevées dans le cadre initial de ce projet de thèse et des difficultés rencontrées par le doctorant lors du déploiement de ces outils. Ainsi nous avons essentiellement évoqué les critères d'usage de ces outils simples: rôle des outils simples d'évaluation du risque TMS; orientation des modèles théoriques sous jacents aux outils simples d'évaluation du risque TMS ; difficultés de déploiement en situation de travail ; différence de sensibilité et d'expériences des utilisateurs ; difficultés d'objectivation de certains critères, période d'observation et focale d'évaluation. Ces thématiques ont été discutées lors du retour en salle avec la possibilité pour chacun des participants d'annoter ses commentaires sur la « fiche évaluateur » à rendre en fin de séance.

Lors de la séance de discussion avec les étudiants de l'UTBM, nous avons utilisé un « brainstorming aux post-it » aussi appelé « post-it meeting » ou « mind mapping aux post-it ». Cette méthode de discussion permet de mettre à contribution l'ensemble des participants à une recherche d'idée à partager avec le collectif. A partir de ces propres connaissances et suite à l'utilisation des 3 outils simples chacun des étudiants, de manière individuelle, doit inscrire sur des post-it 2 ou 3 commentaires sur des

thématiques de discussion prédéfinies en amont. Le partage des post-it devant le collectif permet d'ouvrir la discussion sur chacune des thématiques, les possibles regroupements d'idées pourront être réalisés pour faire ressortir les principales représentations envers ces outils d'évaluation du risque TMS. Pour cette séance de 2h avec l'ensemble des étudiants, plusieurs thématiques ont été préparées et présentées en introduction du cours : la pertinence des outils simples d'évaluation du risque TMS ; l'orientation des modèles théoriques sous jacents aux outils simples du risque TMS ; les difficultés dues à la divergence des critères intrinsèques aux outils simples et leurs conséquences sur leurs résultats. Le partage d'informations en collectif à permis d'obtenir environ 40 post-it pour chacune des thématiques présentées avec plusieurs idées identiques.

Les discussions réalisées avec les deux groupes (membre de la CCI et étudiants UTBM) ont permis la création d'une modélisation des principaux critères d'usage et des critères intrinsèques aux outils. Cette modélisation est réalisée pour présenter l'étendue des critères ayant un rôle soupçonné sur la variabilité des résultats.

Le constat de variabilité des résultats des outils simples d'évaluation est le point de départ de cette thèse qui propose de compléter la recherche des situations critiques par la prise en compte des nouvelles connaissances issues de l'intervention ergonomique sur les notions de régulation de l'activité et de marge de manœuvre situationnelle.



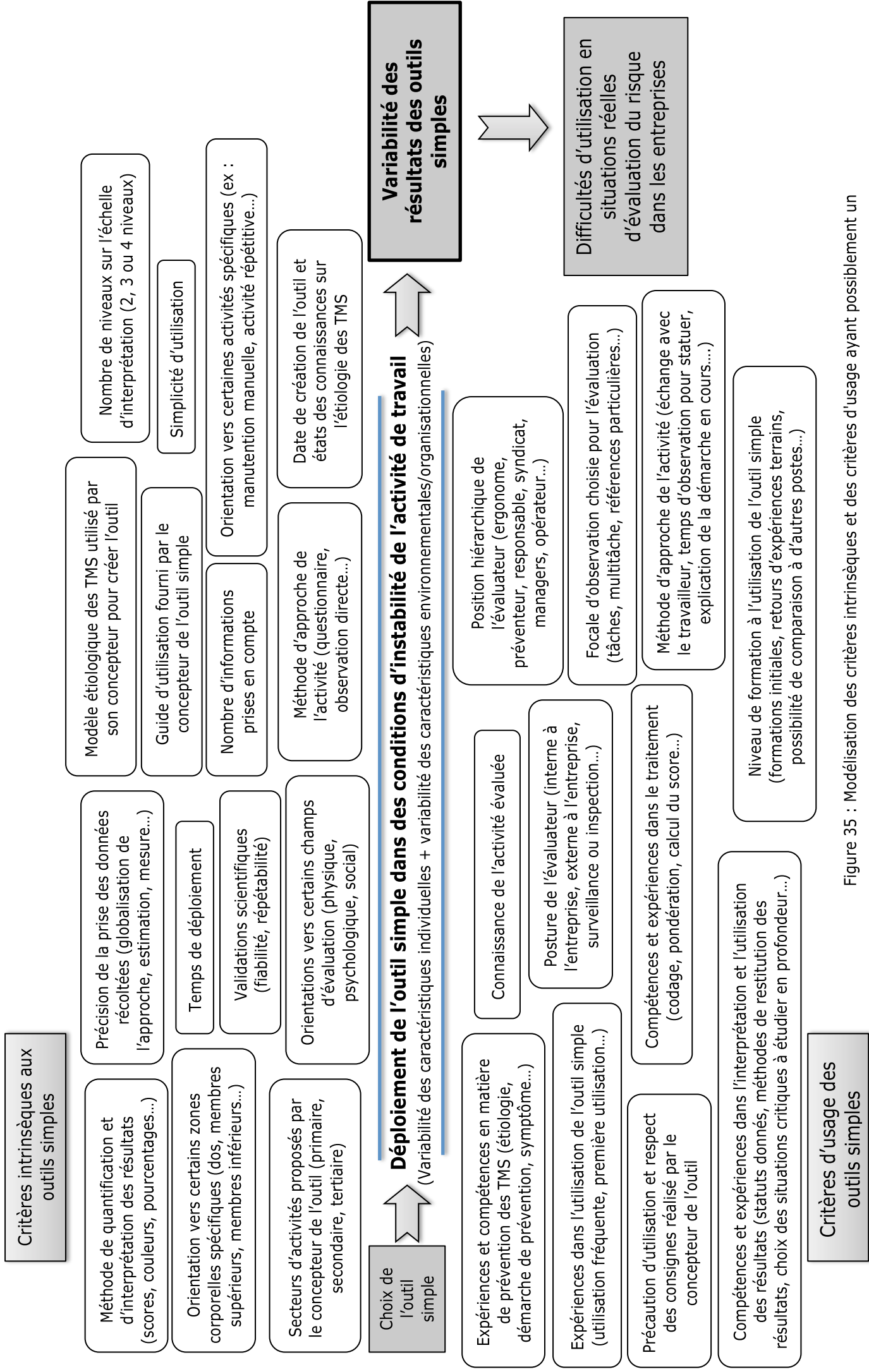


Figure 35 : Modélisation des critères intrinsèques et des critères d'usage ayant possiblement un rôle sur la variabilité des résultats des outils simples d'évaluation du risque TMS

Titre : Les outils simples d'évaluation du risque d'apparition des troubles musculo squelettiques (TMS): quelle intégration de la marge de manœuvre situationnelle (MMS) dans le cadre du repérage des situations à risques ?

Sous titre : *Etude de cas dans une industrie d'assemblage de moteurs diesel à usage non routier.*

Mots clés : Prévention ; Troubles Musculo-Squelettiques ; Outils simples d'évaluation du risque ; Régulation de l'activité ; Marge de Manœuvre Situationnelle (MMS) ; Indicateurs MMS ; Etats de suffisance MMS ; Situations critiques

Le repérage des situations à risques est essentiel dans les démarches de prévention : ce repérage appelé «évaluation des risques TMS» repose sur la mobilité d'outils «simples» pour cibler les situations critiques sur lesquelles intervenir. Cette thèse en ergonomie s'intéresse aux difficultés d'utilisation des outils simples des phases initiales des démarches de prévention. Pour répondre à ces difficultés, ce travail étudie l'apport des connaissances du champ de l'ergonomie de l'activité et notamment la Marge de Manœuvre Situationnelle (MMS).

A partir de la documentation sur le modèle de l'activité centré sur la personne (Vézina, 2001), nous avons identifié et listé les indicateurs MMS. Puis nous avons analysé leur place dans les outils simples avec une grille de lecture créée.

Enfin, nous avons déployé 9 outils simples et exploré la suffisance MMS sur un échantillon de 10 postes dans une industrie en France. Une liste d'indicateurs des 3 composantes du modèle est proposée pour objectiver la MMS. Nous observons une absence de prise en compte de la MMS et une forte variabilité des résultats des outils simples. Enfin, de manière générale, l'estimation est moins élevée avec la MMS qu'avec les outils simples. La MMS introduit la prise en compte des ressources dont l'opérateur dispose pour faire face aux situations et à leurs enjeux. On peut expliquer de cette manière les écarts avec les outils simples, centrés sur les contraintes.

Ce travail montre que la MMS peut apporter des informations complémentaires à celles obtenues par les outils simples. Nos résultats sont en faveur d'une évaluation du risque TMS qui utilise la suffisance MMS pour cibler les situations critiques.

Title : Simple risk assessment tools for evaluating the risk of musculoskeletal disorders (MSDs): should situational operational leeway integrate to identify risk situations ?

Under title : *Case study in an off-road diesel engine assembly industry.*

Keywords : Preventors ; Musculoskeletal Disorders ; Risk assessment tools ; Regulation of activities ; Situational Operational leeway (SOL) ; SOL indicators ; State of SOL adequacy ; Critical situations

The identification of risk situations is essential in the process of MSD prevention: this identification called "MSD risk assessment" relies on the "simple" risk assessment tools to target critical situations. This thesis focuses on the difficulties of using simple tools in the initial phase of the MSD prevention process. This study, therefore, investigates the contribution of the field of ergonomics of activity and in particular Situational Operational Leeway (SOL) for MSD risk assessment tools.

We identified and listed the SOL indicators based on the human-centered model of activity (Vézina, 2001), and then we analyzed the presence of these indicators in the simple tools with a self-developed checklist. Nine simple tools were used to assess a sample of 10 workstations in the manufacturing industry in France. Moreover, a list of indicators derived from three components of the human-centered model of activity was proposed to explore the sufficiency of SOL in those workstations.

The findings showed that the simple tools do not consider SOL indicators during an assessment and the various assessments with ten simple tools produced different results on the same workstation. In general, the SOL indicators estimated the level of MSD risk lower than the evaluation of the simple tools. The SOL proposes to consider the resources available to the operator to interact with work situations and its challenges. Therefore, the difference between the assessments by the simple tools and the SOL indicators might be related to the focus of simple tools (oriented on constraints).

This study showed that the SOL indicators could provide complementary information to that obtained by simple tools. These results propose a risk assessment approach that uses SOL sufficiency to target critical situations.

