

http://portaildoc.univ-lyon1.fr

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1 FACULTE DE MEDECINE LYON SUD

Année 2016 N° 254

METHODOLOGIE DE LA DEMARCHE DE PREVENTION DES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES

Cas d'une intervention dans une entreprise de travaux d'installation électrique

THESE

Présentée A l'Université Claude Bernard Lyon 1 et soutenue publiquement le **03 Octobre 2016** pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

CHALABI DIB Karine Née le 23 Novembre 1987 à FLERS

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

2015-2016

. Président de l'Université Frédéric FLEURY

. Président du Comité de Coordination des

Etudes Médicales Jérôme ETIENNE

. Directeur Général des Services Alain HELLEU

SECTEUR SANTE

UFR DE MEDECINE LYON EST Doyen : Jérôme ETIENNE

UFR DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE

LYON SUD - CHARLES MERIEUX Doyen : Carole BURILLON

INSTITUT DES SCIENCES

PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES Directeur : Christine VINCIGUERRA

(ISPB)

UFR D'ODONTOLOGIE Doyen : Denis BOURGEOIS

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES

DE READAPTATION (ISTR)

Directeur: Yves MATILLON

DEPARTEMENT DE FORMATION ET CENTRE

DE RECHERCHE EN BIOLOGIE HUMAINE Directeur : Anne-Marie SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

UFR DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES Directeur : Fabien DE MARCHI

UFR DE SCIENCES ET TECHNIQUES DES

ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES Directeur : Yannick VANPOULL

POLYTECH LYON Directeur : Pascal FOURNIER

I.U.T. LYON 1 Directeur : Christophe VITON

INSTITUT DES SCIENCES FINANCIERES

ET ASSURANCES (ISFA) Directeur : Nicolas LEBOISNE

OBSERVATOIRE DE LYON Directeur : Bruno GUIDERDONI

U.F.R. FACULTE DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE LYON SUD-CHARLES **MERIEUX**

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (Classe exceptionnelle)

BERGERET Alain Médecine et Santé du Travail

BROUSSOLLE Emmanuel Neurologie **BURILLON-LEYNAUD Carole Ophtalmologie**

CHIDIAC Christian Maladies infectieuses; Tropicales Hématologie; Transfusion **COIFFIER Bertrand**

DUBREUIL Christian O.R.L.

FLOURIE Bernard Gastroentérologie; Hépatologie

FOUQUE Denis Néphrologie GILLY François-Noël Chirurgie générale

GOLFIER François Gynécologie Obstétrique ; gynécologie médicale

Anesthésiologie et Réanimation urgence **GUEUGNIAUD Pierre-Yves**

LAVILLE Martine Nutrition **LAVILLE Maurice** Thérapeutique

MALICIER Daniel Médecine Légale et Droit de la santé

Epidémiologie, Economie Santé et Prévention **MATILLON Yves**

Cancérologie; Radiothérapie MORNEX Françoise

MOURIQUAND Pierre Chirurgie infantile Immunologie NICOLAS Jean-François PEIX Jean-Louis Chirurgie Générale **SALLES Gilles**

Hématologie; Transfusion

SAMARUT Jacques Biochimie et Biologie moléculaire

SIMON Chantal Nutrition

THIVOLET Charles Endocrinologie et Maladies métaboliques

VALETTE Pierre Jean Radiologie et imagerie médicale

VIGHETTO Alain Neurologie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (1ère Classe)

ADHAM Mustapha Chirurgie Digestive **ANDRE** Patrice Bactériologie - Virologie

Immunologie BERARD Frédéric

BONNEFOY Marc Médecine Interne, option Gériatrie

BONNEFOY- CUDRAZ Eric Cardiologie

BROUSSOLLE Christiane Médecine interne ; Gériatrie et biologie vieillissement

CAILLOT Jean Louis Chirurgie générale

CERUSE Philippe O.R.L DES PORTES DE LA FOSSE Vincent Pédiatrie ECOCHARD René **Bio-statistiques** FESSY Michel-Henri Anatomie

FLANDROIS Jean-Pierre Bactériologie - Virologie ; Hygiène hospitalière

FRANCK Nicolas Psychiatrie Adultes

FREYER Gilles Cancérologie; Radiothérapie

Pédopsychiatrie **GEORGIEFF Nicolas**

GIAMMARILE Francesco Biophysique et Médecine nucléaire GLEHEN Olivier Chirurgie Générale
JOUANNEAU Emmanuel Neurochirurgie
KIRKORIAN Gilbert Cardiologie
LANTELME Pierre Cardiologie

LEBECQUE Serge Biologie Cellulaire
LINA Gérard Bactériologie
LLORCA Guy Thérapeutique
LONG Anne Chirurgie vasculaire

LUAUTE Jacques Médecine physique et Réadaptation

MAGAUD Jean-Pierre Hématologie ; Transfusion PEYRON François Parasitologie et Mycologie

PICAUD Jean-Charles Pédiatrie

PIRIOU Vincent Anesthésiologie et réanimation chirurgicale

POUTEIL-NOBLE Claire Néphrologie

PRACROS J. Pierre Radiologie et Imagerie médicale RODRIGUEZ-LAFRASSE Claire Biochimie et Biologie moléculaire

SAURIN Jean-Christophe Hépato gastroentérologie

TEBIB Jacques Rhumatologie

THOMAS Luc Dermato - Vénérologie TRILLET-LENOIR Véronique Cancérologie ; Radiothérapie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (2ème Classe)

BARREY Cédric Neurochirurgie
BOHE Julien Réanimation urgence

BOULETREAU Pierre Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

CHAPET Olivier Cancérologie, radiothérapie

CHOTEL Franck Chirurgie Infantile
COTTE Eddy Chirurgie générale

DAVID Jean Stéphane Anesthésiologie et Réanimation urgence

DEVOUASSOUX Gilles Pneumologie

DISSE Emmanuel Endocrinologie diabète et maladies métaboliques
DORET Muriel Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale
DUPUIS Olivier Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale

FARHAT Fadi Chirurgie thoracique et cardiovasculaire

FEUGIER Patrick Chirurgie Vasculaire

FRANCO Patricia Physiologie GHESQUIERES Hervé Hématologie

KASSAI KOUPAI Berhouz Pharmacologie Fondamentale, Clinique

LASSET Christine Epidémiologie., éco. santé
LEGER FALANDRY Claire Médecine interne, gériatrie

LIFANTE Jean-Christophe

LUSTIG Sébastien

MOJALLAL Alain-Ali

NANCEY Stéphane

Chirurgie Générale

Chirurgie. Orthopédique,

Chirurgie. Plastique.,

Gastro Entérologie

PAPAREL Philippe Urologie

PIALAT Jean-Baptiste Radiologie et Imagerie médicale

POULET Emmanuel Psychiatrie Adultes

REIX Philippe Pédiatrie

RIOUFFOL Gilles Cardiologie

SALLE Bruno Biologie et Médecine du développement et de la

reproduction

SANLAVILLE Damien Génétique

SERVIEN Elvire Chirurgie Orthopédique SEVE Pascal Médecine Interne, Gériatrique

TAZAROURTE Karim Thérapeutique THAI-VAN Hung Physiologie THOBOIS Stéphane Neurologie

TRAVERSE-GLEHEN Alexandra Anatomie et cytologie pathologiques

TRINGALI Stéphane O.R.L.

TRONC François Chirurgie thoracique et cardio.
WALLON Martine Parasitologie mycologie

WALTER Thomas Gastroentérologie - Hépatologie

PROFESSEURS ASSOCIES

FILBET Marilène Thérapeutique LESURTEL Mickaël Chirurgie générale SOUQUET Pierre-Jean Pneumologie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES - MEDECINE GENERALE

DUBOIS Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES - MEDECINE GENERALE

DUPRAZ Christian ERPELDINGER Sylvie

PROFESSEURS ASSOCIES SCIENCES ET TECHNOLOGIES - MEDECINE GENERALE

BONIN Olivier

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Hors Classe)

ARDAIL Dominique Biochimie et Biologie moléculaire

BOUVAGNET Patrice Génétique

CHARRIE Anne Biophysique et Médecine nucléaire DELAUNAY-HOUZARD Claire Biophysique et Médecine nucléaire

LORNAGE-SANTAMARIA Jacqueline Biologie et Médecine du développement et de la

reproduction

MASSIGNON Denis Hématologie – Transfusion RABODONIRINA Méja Parasitologie et Mycologie

VAN GANSE Eric Pharmacologie Fondamentale, Clinique

VIART-FERBER Chantal Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

(1ère Classe)

BELOT Alexandre Pédiatrie

BREVET Marie Anatomie et Cytologie pathologiques

CALLET-BAUCHU Evelyne Hématologie ; Transfusion

COURAUD Sébastien Pneumologie

DECAUSSIN-PETRUCCI Myriam Anatomie et cytologie pathologiques
DIJOUD Frédérique Anatomie et Cytologie pathologiques

DUMITRESCU BORNE Oana Bactériologie Virologie

GISCARD D'ESTAING Sandrine Biologie et Médecine du développement et de la

reproduction

MILLAT Gilles Biochimie et Biologie moléculaire

PERROT Xavier Physiologie

PONCET Delphine Biochimie, Biologie moléculaire

RASIGADE Jean-Philippe Bactériologie – Virologie ; Hygiène hospitalière

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

(2ème Classe)

BRUNEL SCHOLTES Caroline Bactériologie virologie; Hyg.hosp.

COURY LUCAS Fabienne Rhumatologie

DESESTRET Virginie Cytologie – Histologie

FRIGGERI Arnaud Anesthésiologie LEGA Jean-Christophe Thérapeutique

LOPEZ Jonathan Biochimie Biologie Moléculaire

MAUDUIT Claire Cytologie – Histologie

MEWTON Nathan Cardiologie NOSBAUM Audrey Immunologie

VUILLEROT Carole Médecine Physique Réadaptation

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES – MEDECINE GENERALE

CHANELIERE Marc PERDRIX Corinne

PROFESSEURS EMERITES

Les Professeur émérites peuvent participer à des jurys de thèse ou d'habilitation. Ils ne peuvent pas être président du jury.

ANNAT Guy Physiologie BELLON Gabriel Pédiatrie

BERLAND Michel Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale

CARRET Jean-Paul Anatomie - Chirurgie orthopédique

DALERY Jean Psychiatrie Adultes FABRY Jacques Epidémiologie

MOYEN Bernard Chirurgie Orthopédique

PACHECO Yves Pneumologie PERRIN Paul Urologie

Le serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les moeurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

l'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

Remerciements

Au président du jury : Monsieur le Professeur BERGERET

Je vous remercie d'honorer la présidence du jury de cette thèse. Votre enseignement dans notre spécialité ainsi que votre disponibilité sont très appréciables. Soyez assuré de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Gilles RODE

Je vous exprime toute ma reconnaissance pour avoir accepté d'évaluer ce travail et d'avoir intégré le jury de cette thèse. Je vous remercie du temps consacré à la lecture de ce travail.

A la directrice de thèse : Madame le Professeur Barbara CHARBOTEL

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse. Je vous remercie de la confiance que vous m'avez accordée en me confiant ce travail. Votre encadrement et votre contribution à ce projet ont été d'une grande valeur, en particulier vos précieuses relectures de ce long travail. Votre enseignement précis et concret dans le service de consultations de pathologies professionnelles a été la base de notre apprentissage en Santé au Travail.

Au Docteur Séverine DUVAUCHELLE

Je te remercie pour m'avoir permis de participer à cette étude que tu as initiée et d'en avoir fait le sujet de la présente thèse, qui a été pour moi une expérience très riche. Je te remercie pour ta sincère implication à mes côtés dans la réalisation de cette l'étude, même à distance, et dans ma formation d'interne. Merci de me faire l'honneur d'être membre de ce jury. Je te suis infiniment reconnaissante de ton soutien, et je suis aujourd'hui très heureuse d'avoir ton amitié.

A l'entreprise concernée par la démarche

Je remercie vivement l'entreprise pour nous avoir permis de mener l'étude parmi son personnel, pour sa confiance et l'ensemble des moyens mis à notre disposition. Cette étude a pu être menée à bien grâce à la réelle implication et la collaboration avec le service de BTP Santé au Travail de nombreux acteurs de l'entreprise et des salariés qui ont accepté d'y participer.

Table des matières

NTRODUCTION	17
ES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES : CONNAISSANCES ACTUELLES	19
1. GENERALITES SUR LES TMS	19
2. Donnees Physiopathologiques	22
2.1. Un modèle de pathologie particulier	22
2.2. Pathogénie des TMS	
2.2.1. Contraintes biomécaniques	
2.2.2. Le concept de stress	
2.3. Synthèse : stress, souffrance psychique et TMS	37
3. FACTEURS DE RISQUE DE TMS	39
3.1. Facteurs individuels	39
3.1.1. Age	40
3.1.2. Ancienneté	41
3.1.3. Genre	42
3.1.4. Antécédents médicaux	43
3.1.5. Indice de Masse corporelle	44
3.1.6. Latéralité	
3.2. Facteurs environnementaux	
3.2.1. Facteurs biomécaniques	
3.2.2. Facteurs aggravants des contraintes biomécaniques	
3.2.3. Stress, facteurs psychosociaux et organisationnels	
4. FORMES CLINIQUES	
4.1. Différents types de lésions des membres inférieurs et supérieurs	
4.1.1. Inflammation des tendons	
4.1.2. Bursite et hygroma	
4.1.3. Syndrome canalaire et troubles neurologiques	
4.1.4. Troubles vasculaires	
4.2. Au niveau du rachis	
4.2.1. Lombalgies	
4.2.2. Lombo-sciatique par conflit disco-radiculaire	
4.3. Atteinte diffuse	
4.3.1. Atteinte musculaire	
4.3.2. Arthrose	
5. TABLEAUX DE MALADIES PROFESSIONNELLES	
5.1. Tableau n° 57 (Annexe 1)	
5.2. Tableau n° 69 (Annexe 2)	
5.3. Tableau n° 79 (Annexe 3)	
5.4. Tableau n° 97 et 98 (Annexe 4 et 5)	69
6. Donnees epidemiologiques et socio-economiques	70
6.1. Epidémiologie des maladies professionnelles et TMS en 2013	70
6.1.1. Population du régime général de la sécurité sociale	70
6.1.2. Population du BTP	
6.1.3. Population des électriciens	
6.2. Evolution temporelle	<i>77</i>

6.2.1. Evolution des maladies professionnelles dans le régime général	77
6.2.2. Evolution des TMS dans le régime général	79
6.3. Conséquences socio-économiques	80
6.3.1. Impacts sociétaux	80
6.3.2. Impacts sur l'entreprise	81
6.3.3. Impacts sur le salarié	82
MATERIELS ET METHODES	85
1. Principes generaux d'une demarche de prevention des TMS	85
1.1. Indicateurs en santé au travail	
1.2. Analyse de la charge physique de travail	87
1.3. Analyse des situations de travail	88
1.4. De l'analyse du travail à la recherche de pistes de prévention	89
2. Presentation de l'entreprise etudiee	90
2.1. Activité de l'entreprise	
2.2. Effectifs	
2.3. Les TMS dans l'entreprise X	
2.3.1. Sinistralité des maladies professionnelles et TMS	
2.3.2. Enjeux des TMS	
3. DEFINITION DES OBJECTIFS DE L'ETUDE	
3.1. La demande de l'entreprise	
3.2. Objectifs de l'étude	
3.3. Groupe de travail	
4. Protocole d'etude	
4.1. Population étudiée 4.1.1. Sélection des sujets	
4.1.1. Selection des sujets 4.1.2. Critères d'inclusion	
4.1.3. Critères de non inclusion	
4.1.4. Information et consentement	
4.2. Outils d'évaluation	
4.2.1. Questionnaire TMS (Annexe 6)	
4.2.2. Evaluation subjective de la charge physique de travail	
4.2.3. Mesures de vibrations	
4.2.4. Etude ergonomique : analyse de l'activité réelle de travail	
4.3. Recueil des données et calendrier de l'étude	
4.4. Analyse statistique	
4.5. Protocole d'étude, Convention et Financement	
RESULTATS	111
1. Population de l'etude	111
2. LES TMS DANS LA POPULATION ETUDIEE	112
2.1. TMS du rachis	112
2.1.1. Prévalence des TMS et nombre de plaintes	
2.1.2. Score moyen	
2.1.3. Scores TMS du rachis par localisation	
2.2. TMS des membres supérieurs	
2.2.1. Prévalence des TMS et nombre de plaintes	114
2.2.2. Score moyen	
2.2.3. Scores TMS des membres supérieurs par localisation	
2.3. TMS du rachis et des membres supérieurs	118
2.4. Facteurs de risque de TMS identifiés dans l'étude	
2.4.1. Age et TMS	

2.4.2. Ancienneté totale et TMS	121
2.4.3. Ancienneté dans l'entreprise et TMS	123
2.4.4. Indice de Masse Corporelle et TMS	124
3. Stress et facteurs psycho-sociaux	124
3.1. Stress	124
3.1.1. Prévalence et gravité des symptômes	124
3.1.2. Scores moyens des symptômes de stress	125
3.1.3. Vécu du stress et existence de soucis	126
3.2. Facteurs psycho-sociaux	127
3.2.1. Demande psychologique	128
3.2.2. Autonomie	
3.2.3. Soutien social	
3.2.4. Avenir professionnel	
3.2.5. Intérêt porté au travail et complexité du travail	
4. CONTRAINTES PHYSIQUES	
4.1. Vibrations transmises au corps entier et aux membres supérieurs	
4.1.1. Vibrations transmises au corps entier	
4.1.2. Vibrations transmises au membre supérieur	
4.2. Utilisation d'outils pénibles	
4.3. Evaluation subjective de la charge physique de travail	
4.3.1. Au niveau du corps entier	
4.3.2. Au niveau du membre supérieur	142
4.4. Environnement physique de travail	147
4.5. Vécu du travail	148
5. ETUDE ERGONOMIQUE	150
5.1. Principales phases de travail	150
5.2. Chroniques d'activité et contraintes biomécaniques (Annexe 8)	151
5.3. Autres contraintes de travail	154
5.4. Pistes d'actions	155
6. Du diagnostic sante au travail a l'ebauche d'un plan d'action	156
6.1. Pérennité et efficacité d'une démarche de prévention des TMS : principes généraux	
6.2. Proposition de pistes d'action	
7. EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA DEMARCHE DE PREVENTION	
7.1. Actions réalisées, objectifs et résultats obtenus	
7.2. Actions à venir et résultats attendus	
7.3. Retour d'expérience par l'entreprise	100
DISCUSSION	161
1. METHODOLOGIE	161
1.1. Méthodologie générale et design de l'étude	
1.2. Recrutement des sujets – représentativité de l'échantillon	
1.3. Questionnaire TMS	
1.4. Evaluation de la charge physique de travail	
1.5. Mesures de vibrations	
1.6. Etude ergonomique	170
2. Resultats	172
2.1. Population d'étude	172
2.2. Prévalence et répartition des TMS	172
2.3. Facteurs de risque environnementaux de TMS	179
2.3.1. Risques psycho-sociaux	179
2.3.2. Vibrations	180

2.3.3. Charge physique de travail	
2.4. Efficacité de l'étude	
CONCLUSION	
Bibliographie	187
Annexes	
TABLE DES FIGURES	217
LISTE DES TABLEALIX	

Liste des abréviations

AT/MP : accident de travail / maladies professionnelles

BTP: Bâtiment, Travaux Publics

FMM: force musculaire maximale

FMV: force maximale volontaire

CHSCT : Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail

CNAM: Caisse Nationale d'Assurance Maladie

CPAM: Caisse Primaire d'Assurance Maladie

CPOM: Contrat pluri-annuel d'objectifs et de moyens

DUER : Document unique d'évaluation des risques

INVS: Institut National de Veille Sanitaire

MP: maladies professionnelles

TMS: troubles musculo-squelettiques

TMS-MS: TMS des membres supérieurs

VLE: valeur limite d'exposition

QSE: Qualité, Sécurité et Environnement

Introduction

Les Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) sont le principal problème de santé au travail dans l'Union Européenne et la première cause de maladie professionnelle dans la majorité des pays développés [1]. En France, les TMS représentaient ainsi 87% des maladies professionnelles en 2013 [2]. A ce titre, ils sont un enjeu majeur de prévention collective à l'échelle nationale et internationale ainsi qu'à l'échelon local de l'entreprise.

La problématique des TMS recouvre de multiples aspects : médical, ergonomique, social, économique et politique. La prévention des TMS doit donc intégrer toutes ces dimensions inscrites dans un contexte mondialisé à la situation locale et spécifique d'une entreprise. Les données actuelles de la science fournissent aujourd'hui un cadre de compréhension des TMS où demeurent des zones d'ombre mais suffisant pour élaborer une stratégie de prévention [3]. En dépit de cela et de la volonté politique d'une prévention active, la croissance de la prévalence des TMS ne s'infléchit pas [4]. Ce constat pose la question de l'efficience des politiques de prévention des TMS et remet en cause les modèles d'action prévalant actuellement.

En 2015, une entreprise du secteur du Bâtiment et Travaux Publics (BTP) et son médecin du travail ont conjointement décidé de mettre en place une démarche de prévention des TMS à destination des salariés électriciens, avec l'appui du service de santé au travail du BTP¹. Dans une perspective d'action directe sur les conditions de travail, la démarche a été basée sur une compréhension de l'activité réelle de travail. Contrairement au secteur de l'industrie où les exemples d'une telle démarche sont nombreux, il n'existe pas à notre connaissance de précédents dans la filière de l'électricité.

Ce travail présente l'intervention réalisée en 2015 dans cette entreprise par un groupe de travail issu du service de BTP Santé au Travail. L'objectif principal de cette étude était d'établir un diagnostic en santé au travail comportant une analyse de la prévalence des TMS et du lien avec les contraintes de travail dans l'entreprise. A partir de cet état des lieux, l'objectif secondaire était d'orienter l'entreprise dans l'élaboration d'un plan de prévention des TMS. A partir de l'expérience apportée par cette étude, ce travail propose d'amener des éléments de réflexion sur la méthodologie d'une démarche de prévention des TMS en entreprise et sur les conditions nécessaires à une action efficace et pérenne.

¹ BTP Santé au Travail

Partie 1

Les Troubles Musculo-Squelettiques : connaissances actuelles

1. Généralités sur les TMS

Le terme de Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) représente une vaste entité qui recouvre de nombreuses atteintes de l'appareil musculo-squelettique liées au travail. Dans la littérature, les TMS sont également désignés par l'appellation « affections péri-articulaires » ou « pathologies d'hyper-sollicitation », ou encore « work-related musculoskeletal disorders » chez les anglosaxons. Ces différentes terminologies témoignent de la complexité des mécanismes mis en jeu dans ce type de pathologie, l'une faisant référence à l'atteinte anatomique, l'autre au mécanisme de survenue, et la dernière à la composante professionnelle. En France comme au niveau international, il n'existe pas de définition consensuelle des TMS, qui ne figurent d'ailleurs pas dans la Classification Internationale des Maladies : CIM10. Il existe néanmoins un consensus sur la notion d'atteinte de l'appareil musculo-squelettique liée au travail et la complexité de la relation entre ces pathologies et le travail. Celle-ci implique en effet des composantes multiples et intriquées entre elles, ce qui fait la singularité des TMS au sein du vaste domaine des pathologies professionnelles.

Des fondements de la médecine du travail à la notion de TMS

Le lien entre travail et maladies affectant les travailleurs a été évoqué et exploré par divers médecins dès l'Antiquité, tels que Metm en Egypte vers 2500 avant Jésus Christ, Hippocrate (460-370 av J.-C.) et Galien (129-216 ap. J.-C.). A l'ère médiévale, Arnaud de Villeneuve (1240-1312) analysa les facteurs environnementaux nuisibles aux travailleurs à travers deux ouvrages : « L'hygiène professionnelle » et « La maladie des métiers ». Au 16e siècle, Paracelse (1493-1541), considéré comme le précurseur de la médecine du travail, décrivit dans l'ouvrage « Le mal des montagnes et autres maladies des mineurs » les risques professionnels liés à l'extraction de minerais et le travail des métaux, leur traitement et des stratégies de prévention [5].

La notion d'atteinte de l'appareil musculo-squelettique liée au travail fut établie au 17e siècle, avec les travaux de Bernardino Ramazzini (1633-1714). Ce médecin italien est mondialement reconnu comme le fondateur de la médecine du travail [6]. Il fut l'auteur en 1700 d'un ouvrage intitulé « De Morbis Artificum Diatriba », traduit par « Traité des maladies des artisans », sur les pathologies professionnelles et l'hygiène industrielle. A cette période, s'étaient considérablement développés l'industrie, les manufactures et le morcellement du travail. Il réalisa dans cet ouvrage une analyse mettant en lumière les dangers pour la santé des poussières, produits chimiques, métaux et autres agents abrasifs auxquels étaient exposés les travailleurs dans 52 métiers [7]. Il comprit également que la seule exposition à des agents chimiques ou physiques ne pouvait pas expliquer la survenue de la totalité des pathologies professionnelles. De ce fait, il s'intéressa particulièrement aux atteintes musculo-squelettiques, présentes sous des formes très variées dans de nombreux métiers. A l'époque, ces pathologies ne sont pas désignées « Troubles Musculo-Squelettiques » mais sont pourtant abordées comme la conséquence sur l'appareil ostéo-articulaire d'un certain nombre de tâches réalisées dans le travail. Il comprit le rôle de facteurs de risque de certains paramètres ergonomiques dans la survenue de ces pathologies [6 ; 7]. Il montra ainsi l'influence néfaste sur la santé de l'inactivité et la sédentarité inhérentes à certains métiers et suggéra le principe de privilégier des positions articulaires et postures neutres. Il commenta les effets néfastes de la position debout prolongée, des mouvements répétitifs, des chocs et vibrations transmises au corps entier et de la manutention manuelle de charges lourdes [7].

Bernardino Ramazzini a montré une compréhension précoce des principes de que l'on appelle aujourd'hui l'ergonomie, les études épidémiologiques récentes ayant prouvé le lien entre TMS et facteurs ergonomiques au poste de travail [8].

Impacts de l'évolution du monde du travail sur la santé au travail

Le monde du travail a énormément évolué au cours des deux derniers siècles. L'avènement de l'ère industrielle a transformé le monde du travail, passé d'un artisanat de métier à une industrie basée sur la production en série de biens par la transformation de matières premières en usine. Les révolutions industrielles au 18° et 19° siècle, portées par des évolutions technologiques ainsi qu'une réorganisation des entreprises, ont profondément impacté le monde du travail. A cette époque émergea le nouveau concept d'organisation scientifique du travail, porté par F. W. Taylor (1856-1915) qui fonda le taylorisme, puis par Henry Ford (1863-1947) portant le courant du fordisme. Les principes fondamentaux de cette nouvelle organisation du travail sont : un objectif de productivité, la séparation entre la conception et l'exécution du travail, la spécialisation des travailleurs, le contrôle hiérarchique et enfin la rémunération basée sur la tâche. L'introduction de la chaîne d'assemblage dans l'automobile par H. Ford impliqua de nombreuses transformation du travail : la suppression de toute manutention manuelle au profit de l'automatisation des tâches en vue d'une production en série, la division du travail en tâches, la parcellisation du travail, le travail à la chaîne, le minutage des tâches [9].

Toutes ces évolutions ont fait émerger de nouveaux risques pour la santé des travailleurs. La prise de conscience des problèmes de santé résultant des bouleversements du travail a fait émergé à la fin du 19° siècle et au début du 20° siècle une médecine du travail axée sur la réparation des maladies et accidents en lien avec le travail. Cette médecine du travail a évolué parallèlement au développement de l'industrialisation et de ces conséquences en matière de santé. L'institutionnalisation débuta à cette époque, avec le vote des premières lois en matière de droit du travail : création d'une autorité de contrôle (inspection du travail), limitation de la durée de travail journalière puis hebdomadaire, assurance du risque professionnel à savoir accidents de travail puis maladies professionnelles, création du Code du Travail en 1910, etc. Dans un premier temps, la médecine en milieu professionnel se développa sélectivement dans les usines, les mines et les transports. Elle se généralisa au milieu du 20° siècle avec l'instauration officielle en 1946 de la médecine du travail à visée préventive, généralisée à toutes les entreprises, et à la charge des employeurs [5].

La globalisation de l'économie impose à l'activité de production de s'adapter en permanence à la demande. Ces bouleversements ont eu des conséquences bien connues sur les modalités de production (globalisation, tension sur la qualité, flux-tendu, polyvalence, juste-à-temps, flexibilité, pression du management), des conséquences sociales perceptibles par les salariés

(précarité des emplois, mutations rapides du travail et des tâches, intensification de la charge de travail, etc.) et enfin des conséquences sanitaires, incluant l'émergence du phénomène TMS dans les années 1970-1980. A ces évolutions économiques sont associées des évolutions socio-démographiques, telles que le vieillissement de la population, l'allongement de la durée de vie active et une forte attente des citoyens vis-à-vis de la santé. Ces changements ont un impact tout aussi important sur l'émergence des TMS [9; 10].

Aujourd'hui les TMS sont considérés comme une épidémie dans les pays industrialisés. Ils ne concernent plus seulement le secteur de l'industrie mais touchent désormais tous les secteurs d'activité, dont parfois des emplois en apparence inoffensifs. Les TMS sont devenus une préoccupation majeure en santé publique ainsi qu'en santé au travail, puisqu'en 2013 ils représentent 87% des maladies professionnelles reconnues dans le régime général tous secteurs d'activité confondus [2]. Il s'agit de la principale pathologie professionnelle en matière d'incidence, de coût économique pour le système de sécurité sociale et pour les entreprises, et en matière de conséquences pour le salarié.

2. Données physiopathologiques

Les Troubles Musculo-Squelettiques sont des lésions inflammatoires et dégénératives des tissus mous au niveau des articulations : muscles, tendons et ligaments, vaisseaux sanguins et nerfs. Ils touchent les articulations des membres supérieurs : épaule, coude, poignet et main, de la colonne vertébrale et dans une moindre mesure des membres inférieurs : genou et cheville [11].

2.1. Un modèle de pathologie particulier

Il est aujourd'hui établi que le travail est un facteur environnemental pouvant déterminer la survenue des TMS, sous une grande diversité de formes cliniques. Par ailleurs, de nombreux facteurs de risque peuvent se combiner pour entraîner un TMS, certains d'entre eux étant liés au travail, d'autres ne l'étant pas [8 ; 10].

Les TMS s'inscrivent dans un modèle pathogénique probabiliste, en opposition au modèle pathogénique dit mécaniste [10]. Dans ce dernier, la présence d'un facteur de risque génère un effet biologique qui aboutit à une lésion dans l'organisme. Il existe une relation de cause à effet. C'est le cas par exemple de l'exposition à des bruits lésionnels supérieurs à 85 décibels, qui détruisent les cellules de l'oreille interne, aboutissant à terme à une perte d'audition irréversible. Dans la pathogénie des TMS, il n'existe pas de relation causale entre l'existence d'un ou de plusieurs facteurs de risque et la survenue d'une pathologie. Ce lien est probabiliste. La présence de différents facteurs de risque augmente la probabilité d'apparition d'une pathologie, mais n'induit pas mécaniquement sa survenue. Ainsi, tous les sujets soumis à la même exposition à des facteurs de risque ne développeront pas de TMS. Ce modèle probabiliste s'applique notamment aux maladies cardiovasculaires.

Les TMS s'inscrivent également dans le cadre de la maladie professionnelle. Celle-ci est définie par l'Organisation Internationale du Travail comme une pathologie multifactorielle significativement associée à des facteurs physiques, psychosociaux et sociaux présents sur le poste de travail [12]. L'influence des facteurs environnementaux professionnels est prépondérante mais pas exclusive par rapport aux facteurs de risque individuels. Ainsi, dans une étude prospective finlandaise menée sur une cohorte de jumeaux suivis sur 30 ans (Kärkkäinen, 2013), la fréquence d'attribution d'une pension d'invalidité pour TMS a été ajustée d'une part sur les facteurs individuels (âge, genre, IMC, éducation et statut socio-économique) et sur les facteurs familiaux (génétiques et environnementaux) d'autre part. La fréquence de survenue des TMS après prise en compte des facteurs individuels, génétiques et environnementaux tend à montrer que l'influence des facteurs professionnels serait prépondérante [13]. Nous pouvons résumer les choses ainsi : les TMS sont des pathologies multifactorielles à composante professionnelle.

2.2. Pathogénie des TMS

Il est aujourd'hui établi que la survenue des TMS est en partie liée au travail. En particulier, de nombreuses études épidémiologiques synthétisées par le NIOSH² dans une revue de la littérature ont démontré une corrélation entre TMS et certains facteurs de risque biomécaniques liés au travail [8]. La revue de la littérature permet également d'affirmer que le stress, les facteurs psychosociaux et organisationnels liés au travail sont associés à la survenue de TMS [14; 15]. Plusieurs modèles

_

² NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health. Agence fédérale américaine pour la santé et la sécurité au travail, rattachée au ministère de la santé et des services sociaux.

ont été proposés pour tenter d'expliquer les liens complexes entre ces facteurs de risque professionnels et les TMS [16-18]. Parmi les nombreuses hypothèses formulées, le modèle proposé par Claudon et Cnockaert [19] schématise ces relations complexes en considérant que les TMS résultent d'un déséquilibre entre trois paramètres :

- les sollicitations de l'organisme qu'implique la réalisation d'une activité, en particulier les contraintes biomécaniques et l'organisation, au sens large, de cette activité;
 - les capacités fonctionnelles de l'opérateur. Ces capacités dépendent d'un ensemble de paramètres intrinsèques à l'opérateur, parmi lesquelles : l'âge, les antécédents médicaux, les expositions professionnelles antérieures, la condition physique, etc.
 - les modalités de réponse de l'opérateur à ces sollicitations ;

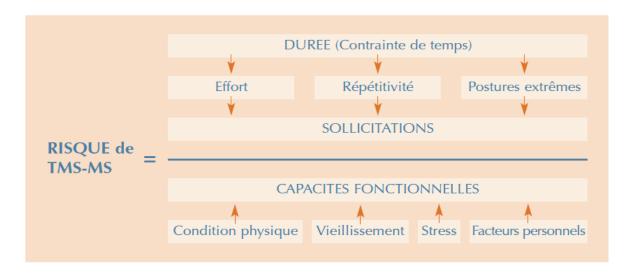


Figure 1 : Modèle biomécanique du lien entre sollicitations et capacités fonctionnelles (d'après Claudon et Cnockaert, 1994) [19].

Lorsque les sollicitations sont inférieures aux capacités fonctionnelles du sujet, la probabilité de survenue est faible mais pas impossible : le risque est minimal. Lorsque ces sollicitations sont supérieures aux capacités fonctionnelles, les structures musculo-squelettiques sont sur-sollicitées, placées dans un état de stress aboutissant à des régulations inadéquates qui font émerger le risque de TMS. Ce risque étant lié aux capacités fonctionnelles de chaque individu, il n'existe pas de définition d'un niveau de risque universel.

2.2.1. Contraintes biomécaniques

Le point de départ des TMS est l'application au niveau de l'articulation de contraintes biomécaniques soutenues ou répétées, sur des périodes allant de quelques semaines à plusieurs années, et d'intensité variable. Ces contraintes biomécaniques s'appliquent de la même façon sur des tissus sains, préalablement lésés ou déjà pathologiques. Les conséquences sont majorées lorsque les tissus sont déjà altérés puisque ces lésions tissulaires induisent une diminution des capacités fonctionnelles. Il s'agit toujours d'un phénomène chronique. Actuellement, deux mécanismes physiopathologiques expliquant la survenue de TMS secondaire à l'action de contraintes biomécaniques ont été mis en évidence.

Dans le premier mécanisme connu les effets pathogènes des contraintes biomécaniques sont liés à la sur-sollicitation des tendons [20]. Lorsque les cellules tendineuses, appelées ténocytes, et la bourse séreuse intra-articulaire sont stimulées de façon soutenue ou répétée dans le temps, elles induisent une réaction inflammatoire locale. Celle-ci s'accompagne de la sécrétion de plusieurs médiateurs de l'inflammation : la cytokine IL-1, la prostaglandine PG E-2 ainsi que des Espèces Réactives de l'Oxygène (ERO). Ces médiateurs de l'inflammation activent une protéine enzymatique appelée métalloprotéinase de la matrice, la MPP-1. Les enzymes métalloprotéinases assurent pour certaines la synthèse des fibres de collagène constituant les tendons et pour d'autres leur dégradation. La MMP-1 a pour fonction la dégradation des fibres de collagène. Cette dégradation des fibres de collagène par la MPP-1 induit la production de facteurs anti-inflammatoires qui vont bloquer la réaction inflammatoire locale au sein des ténocytes, et vont activer des processus de reconstruction des fibres de collagène préalablement détruites. Ainsi, en cas de micro lésions tendineuses consécutives à des contraintes biomécaniques, une phase inflammatoire locale se met en route, permettant la destruction des fibres lésées, suivie d'une phase de reconstruction de ces fibres.

De la réaction systématisée de l'organisme face à un stress résulte un état inflammatoire de bas grade, que nous définirons ultérieurement. Celui-ci majore la réaction inflammatoire locale des tendons et donc les processus de dégradation des fibres de collagène. En cas de répétition des micro-lésions tendineuses, si la réaction inflammatoire est relancée régulièrement tandis que le processus de réparation n'est pas achevé, la situation aboutit à une inflammation aigüe des tendons. Lorsqu'un phénomène lésionnel aigu se répète dans le temps, l'organisme peut ne pas avoir le temps de revenir à son état de base et de récupérer ses caractéristiques initiales. Il existe alors une possibilité de chronicisation des lésions.

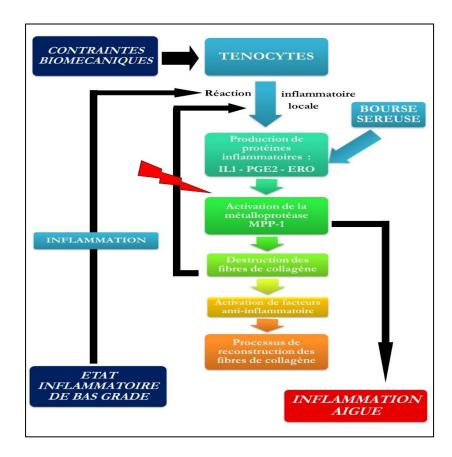


Figure 2 : Physiopathologie de l'action locale des contraintes biomécaniques sur les structures tendineuses (d'après Davezies, 2003) [20].

La seconde hypothèse physiopathologique repose sur le modèle de Bruxelles proposé par Johanson en 2003. Ce modèle est issu de la synthèse de nombreux travaux visant à comprendre la survenue de TMS pour des activités comportant à priori une faible charge physique et des gestes plutôt répétitifs, comme par exemple la saisie informatique, ou le travail sur des chaînes de production.

Ce modèle s'appuie notamment sur l'hypothèse des fibres de Cendrillon, décrit par G. Haag en 1991. Les fibres musculaires sont regroupées en unités motrices, dont l'ordre de recrutement répond au principe de la taille de Henneman (1965). Au cours d'une activité motrice de puissance croissante, les fibres musculaires sont recrutées successivement suivant leur diamètre, des plus petites (fibres de type I) au plus grandes (fibres de type IIa et IIb). Les fibres de type I ont donc un seuil de recrutement faible, et génèrent une contraction lente, endurante et de faible intensité. Ces fibres sont dénommées « fibres de Cendrillon » puisque lors d'une activité sous-maximale elles sont recrutées en premier et restent actives tout au long de l'activité jusqu'au repos complet du muscle : premières recrutées, dernières à se reposer. Selon le modèle de Bruxelles, la sur-sollicitation de ces fibres de type I lors de gestes répétitifs avec une force musculaire sous-maximale ou lors d'un

maintien postural serait responsable de perturbations des processus de régulation, avec interaction des mécanismes intramusculaires et des mécanismes neurologiques d'homéostasie. Une réponse inappropriée à cette hyper sollicitation serait la cause de la fatigue et des douleurs ressenties, donc des myalgies. Il s'agit d'un phénomène actif, qui peut se poursuivre après le travail, ce qui peut expliquer la possible chronicisation des douleurs [21].

2.2.2. Le concept de stress

Le second facteur prépondérant dans la pathogénie des TMS est le stress. Dans le monde du travail, le terme de stress désigne le mode d'expression des difficultés et de la souffrance au sein de l'entreprise, et ses conséquences en matière de santé. Le concept scientifique de stress recouvre lui trois domaines distincts : biologique, psychique et épidémiologique ou professionnel.

a) Stress biologique

La notion de stress biologique est issue des travaux de Hans Selye en 1936, qui le caractérise comme une réponse non spécifique de l'organisme à une agression quelconque. Selon cette définition, la réaction de l'organisme à une agression comporte 3 phases successives : phase d'alarme, phase de résistance puis phase d'épuisement, qui constituent le syndrome général d'adaptation. Le stress biologique se définit ainsi comme un ensemble de réponses physiologiques, psychologiques et comportementales de l'organisme mises en jeu par celui-ci dès lors qu'il perçoit une menace ou une agression, et témoignant de son adaptation à ces dernières [22].

La première phase est une réaction d'alarme immédiate médiée par deux voies physiologiques [23]. La première voie physiologique implique le système nerveux sympathique qui provoque une décharge de catécholamines (adrénaline, noradrénaline) libérées les glandes médullosurrénales. Les catécholamines induisent une accélération de la fréquence cardiaque, un approfondissement de la ventilation pulmonaire, la libération par la rate d'hématies dans la circulation sanguine, la libération par le foie de glucose dans le sang, et une vasoconstriction périphérique visant à améliorer l'apport sanguin au cerveau et aux muscles. L'ensemble de ces modifications permet à l'organisme de mobiliser les ressources nécessaires pour faire face à l'agression : notamment combattre ou fuir, réparer ses blessures via les médiateurs de l'inflammation, maintenir le débit sanguin en cas d'hémorragie. Cette réaction brutale et immédiate est très coûteuse sur le plan énergétique. Elle ne peut être maintenue dans le temps car les réserves énergétiques immédiatement disponibles s'épuisent.

La seconde voie physiologique implique l'axe surrénalien (hypothalamus, hypophyse et glandes corticosurrénales) qui mobilise le cortisol sécrété par les glandes corticosurrénales pour reconstituer et maintenir les réserves en glucose à partir des lipides et des protéines, pour modérer la réaction de stress, ralentir les processus inflammatoires, et enfin favoriser la mémorisation de l'évènement.

Le phénomène de stress biologique induit un état inflammatoire de bas grade, systématisé dans l'organisme. Les catécholamines sécrétées lors de la phase d'alarme activent les macrophages, cellules du système immunitaire, qui produisent alors des cytokines pro-inflammatoires : les interleukines IL-1, IL-6 et TNF-α [24]. Celles-ci vont provoquer dans les cellules voisines l'activation de l'enzyme COX-2, provoquant la sécrétion de prostaglandine PG E-2 qui permet le recrutement d'autres cellules du système immunitaire : les polynucléaires neutrophiles. Ces derniers participent au contrôle et à la réparation des lésions cellulaires et tissulaires. Outre l'activation de COX-2, il se produit également une activation du facteur NF-kB, qui favorise l'extension de proche en proche de la zone d'inflammation. Par ailleurs, les cytokines sécrétées par les macrophages induisent la fabrication d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) responsable d'un stress oxydant, toxique pour l'organisme. Au niveau du foie, elles permettent également la production de protéines de phase aigüe : CRP et fibrinogène.

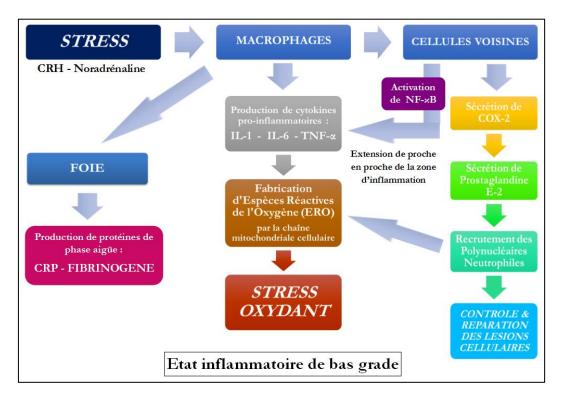


Figure 3: Représentation schématique des mécanismes physiologiques mis en jeu dans la réaction de stress biologique: état inflammatoire de bas grade (d'après Davezies, 2003) [20].

b) Stress psychique

Le stress psychique, c'est-à-dire la réponse émotionnelle à un facteur de stress, au sens de contrainte, est lié selon R. Lazarus (1980) à l'évaluation par l'individu de l'équilibre ou du déséquilibre entre les exigences auxquelles il est confronté et les ressources qu'il peut utiliser. Le stress psychique ne dépend pas des conditions objectives de la situation stressante, mais survient lorsque le sujet juge qu'une situation comporte des exigences dépassant ses propres ressources. La situation est alors perçue comme menaçante, frustrante ou conflictuelle. Selon S. Schachter (1962), cette évaluation que le sujet fait de la situation serait socialement influencée.

Le stress psychique tel que nous venons de le définir est donc une source de souffrance psychologique. Par cette perception que les exigences d'une situation sont supérieures à ses ressources pour y faire face, l'individu se place dans une position où il subit les contraintes de l'environnement sans moyens de s'en « défendre ». C'est ce positionnement qui est source de souffrance psychique.

On reconnait trois types de réponse au stress psychique, que traduit la notion anglosaxonne de « coping » que l'on peut transcrire par « faire face ». Une première réponse est l'action, c'est-à-dire une orientation active vers la tâche pour tenter de résoudre ou transformer la situation. Les autres réponses sont une orientation passive soit vers l'évitement de la situation soit vers l'émotion [23].

c) Stress professionnel

Si le stress biologique est modulé par le pouvoir d'agir de l'individu face à une agression et le stress psychologique par la gestion du stress, la notion de stress professionnel est liée à l'environnement du travail. En effet, ce n'est pas le travail en lui-même qui est source de pathologie, mais un certain nombre de contraintes induites par le travail : la nature de l'activité, l'organisation du travail et les facteurs psycho-sociaux du travail, que nous détaillerons dans un autre chapitre. L'organisation du travail reflète la nature objective des processus de travail tandis que les facteurs psychosociaux reflètent les aspects subjectifs du travail tels qu'ils sont perçus par les travailleurs [17]. Plusieurs modèles sont actuellement admis pour expliquer la notion de stress professionnel et comment l'organisation du travail et les facteurs psycho-sociaux sont liés aux TMS [16-18; 23]. Selon Carayon et Smith (1999) et Huang et al (2002), il existerait deux voies par lesquelles l'organisation du travail influence la survenue de TMS.

En premier lieu, de nombreux facteurs organisationnels sont responsables de contraintes dans le travail et sont donc liés à des réactions de stress avec les effets biologiques et psychologiques que nous avons décrit. Ensuite, l'organisation du travail détermine ou influence les facteurs ergonomiques donc biomécaniques qui sont le point de départ des TMS. Cette influence peut porter sur la nature des facteurs biomécaniques existants, l'intensité ou la durée d'exposition à ces facteurs.

Parmi les nombreux modèles de stress professionnel, Huang et al (2002) en distingue deux types. D'un côté, les modèles s'intéressant aux interactions entre les facteurs de stress issus du travail et les caractéristiques individuelles des travailleurs. On retiendra le modèle de Lazarus (1966) qui s'intéresse au rôle des facteurs cognitifs et des ressources de l'individu pour faire face à la situation de stress, et le modèle de Siegrist (1996). D'un autre côté, le modèle de Karasek repose sur le rôle des facteurs psychosociaux liés au travail.

Modèle de Karasek

Le modèle développé par le sociologue et psychologue américain Robert Karasek, dans les années 1980, est un modèle initialement à 2 dimensions. La première dimension est la demande psychologique, c'est-à-dire les exigences du travail, que l'on définit par la quantité et la complexité du travail, l'attention requise et la contrainte de temps. La seconde dimension est la latitude décisionnelle, qui détermine le degré d'autonomie du travailleur ou les marges de manœuvre, à savoir le contrôle sur le travail et le choix des modes opératoires, la participation des opérateurs à l'organisation du travail.

L'association d'une demande psychologique forte et d'une latitude décisionnelle faible est traduite par la notion anglo-saxonne de « job strain » ou contrainte professionnelle, qui induit une situation de travail tendue et caractérise une situation de stress professionnel. L'autonomie est la dimension qui influence le plus les répercussions en terme de santé, selon H. Bosma (1997) et Neidhammer (1998). En effet, lorsque le sujet dispose d'une autonomie suffisante, l'existence d'une contrainte professionnelle induit la mobilisation des ressources du sujet vers la recherche de réponses adéquates, aboutissant à la construction de compétences, au développement personnel et donc à la préservation de la santé. Lorsque, au contraire, le sujet n'a pas de possibilité de prise d'initiative, de faire appel à son intelligence, la mobilisation des ressources ne trouve pas d'issue positive dans un accomplissement personnel. Se manifestent alors des perturbations physiologiques qui aboutissent à des pathologies.

Le lien entre *job strain* et l'émergence des pathologies cardio-vasculaires a été démontré par Schnall et al (2000), le lien avec la souffrance psychique et des manifestations dépressives a été démontré par Karasek (1990) et Stanfeld S.A. (1999). Le lien avec les pathologies ostéo-articulaires tels que lombalgies et divers TMS a été établi par la suite par Bongers (1993), Hartman (1994) et Ariens (2001) entre autres.

Une troisième dimension a été ajoutée à ce modèle par J. Johnson : il s'agit du soutien social des supérieurs hiérarchiques et des collègues. Indépendamment des deux autres dimensions, l'absence de soutien social favorise les manifestations de souffrance psychique, de pathologies cardio-vasculaires et ostéo-articulaires ; au contraire lorsqu'il est présent, le soutien social agit comme un facteur protecteur.

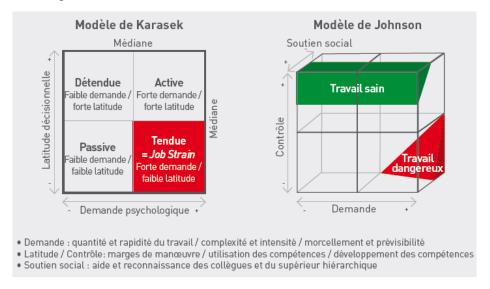


Figure 4 : Modèle du stress professionnel de Karasek et Theorell (à gauche) et modèle de Johnson (à droite) [25].

Ce modèle du stress professionnel repose sur le même fondement que le stress biologique : ses effets ne sont pas tant déterminés par le niveau de contrainte que par la possibilité pour les individus d'agir. Ce pouvoir d'agir s'exprime à travers l'autonomie et le soutien social.

Modèle de Siegrist

Le modèle du stress professionnel proposé par J. Siegrist est le modèle de la balance efforts/récompenses. Siegrist décrit deux sources d'effort : une source extrinsèque liée aux contraintes du travail et une source intrinsèque liée à l'implication de l'individu dans une situation de travail. Selon ce modèle la production d'un effort élevé avec une faible récompense ou reconnaissance, en termes de rémunération, d'estime et de statut, induit une situation de travail

déséquilibrée et défavorable où le sujet ne se sent pas reconnu, générant une détresse émotionnelle [18]. Le lien entre ce déséquilibre efforts/récompenses et les pathologies cardio-vasculaires a été démontré par Siegrist (1997), Neidhammer (1998) et R. Peter (2000), le lien avec les manifestations dépressives a été démontré par Stanfeld (1999) et Tsutsumi (2001).

d) Effets pathologiques du stress chronique

Le stress biologique évoluant de façon chronique pourrait être responsable à terme de nombreuses manifestations pathologiques somatiques et psychologiques [23 ; 26] :

- perturbations métaboliques : augmentation du taux sanguin des triglycérides et diminution du HDL-cholestérol, augmentation de la glycémie, athérosclérose;
- pathologies cardio-vasculaires, avec un lien de causalité démontré dans de nombreuses études
 [27];
- affections de l'appareil digestif : troubles fonctionnels, ulcères gastro-duodénaux;
- troubles anxio-dépressifs;
- perturbations du système immunitaire susceptibles de diminuer la résistance aux infections (immuno-suppression) et favoriser la survenue de certains cancers;
- survenue de TMS.

e) <u>Hypothèses de mécanismes physiopathologiques des effets du stress chronique</u>

Le lien entre stress et TMS est encore mal appréhendé, mais plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer les effets à long terme du stress chronique. Les résultats des études réalisées à ce jour sur cette question sont contradictoires, et ces modèles sont probablement en partie complémentaires entre eux.

Hypothèse n°1 : Modèle de Aptel et Cnockaert (2002)

Le modèle de liens biologiques proposé par Aptel et Cnockaert [24], implique plusieurs mécanismes induisant l'activation par le stress du système nerveux central et végétatif. Tout d'abord, le stress activerait le système nerveux central, et en particulier la formation réticulée localisée dans le tronc cérébral, dont il augmenterait le niveau d'activité. La formation réticulée augmenterait à son tour le tonus musculaire dont elle est l'organe régulateur. Cette augmentation du tonus musculaire constituerait ainsi une augmentation de la « charge biomécanique » des muscles et des tendons, contribuant à augmenter le risque de TMS. L'hypothèse que la tension musculaire pourrait être un mécanisme majeur des effets pathogènes du stress dans la survenue de TMS est

affirmée par plusieurs études qui associent la tension musculaire à la fois à la charge physique et la charge mentale de travail, ainsi qu'au stress psychologique et aux facteurs psychosociaux [16; 17].

Par ailleurs, comme nous l'avons expliqué, le stress active le système neuro-végétatif qui stimule la sécrétion d'hormones par les glandes surrénales. Le premier mécanisme serait la sécrétion de catécholamines avec les conséquences que nous avons décrites précédemment dans la réaction de stress biologique. Aptel et Cnockaert émettent l'hypothèse que les catécholamines induiraient une restriction de la microcirculation sanguine dans les muscles et au voisinage des tendons, dont la vascularisation normale est pauvre par ailleurs. Cette hypoperfusion tissulaire aurait deux conséquences : fatigue musculaire et myalgies d'une part, et diminution des apports en nutriments aux tendons d'autre part. Cette carence en vascularisation entraverait les processus d'auto-réparation des microlésions des fibres tendineuses, consécutives aux contraintes biomécaniques, créant ainsi un retard à la cicatrisation.

Le troisième mécanisme serait la sécrétion de cortisol par les glandes corticosurrénales, qui agirait sur les reins et induirait un déséquilibre hydro-électrolytique pouvant aboutir à un œdème local. Cet œdème pouvant lui-même provoquer un syndrome de compression nerveuse ou syndrome canalaire résultant de la compression local d'un nerf par les tissus adjacents œdématiés.

Le quatrième mécanisme en cause dans ce modèle est la production de cytokines proinflammatoires qui favorise l'inflammation locale des tendons.

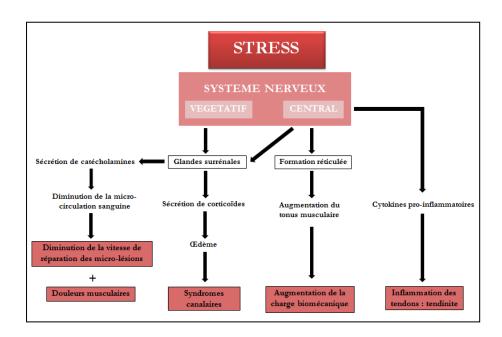


Figure 5: Modèle des liens biologiques entre stress et TMS (selon Aptel et Cnockaert, 2002) [24].

Hypothèse n°2: hypercortisolisme

Selon les travaux de P. Davezies [28], un mécanisme pathogène supposé pourrait être lié à l'effet inhibiteur du cortisol sur l'hippocampe. Dans le fonctionnement normal de l'axe surrénalien, il existe une boucle de rétrocontrôle négatif du cortisol, pour réguler la sécrétion de cortisol. Normalement, lorsque le cortisol se trouve à des taux élevés en situation de stress aigu, l'hippocampe freine l'hypothalamus qui diminue sa sécrétion de CRH³, ce qui freine la sécrétion d'ACTH⁴ par l'hypophyse, ce qui conduit à une diminution de la sécrétion de cortisol par les glandes surrénales. C'est le rétrocontrôle négatif. En situation de stress chronique, l'élévation du cortisol sanguin pourrait avoir un effet inhibiteur sur l'hippocampe, qui perdrait alors sa capacité à freiner l'hypothalamus, qui par conséquent ne parviendrait plus à freiner sa sécrétion de CRH et donc celle de cortisol par les glandes surrénales. L'axe corticotrope demeurerait donc activé en permanence, ce qui génèrerait une situation d'hypercortisolisme chronique. L'hypothèse ici est donc que le stress chronique favoriserait la dérégulation de l'axe surrénalien via une perte du rétrocontrôle négatif du cortisol, générant un hypercortisolisme chronique.

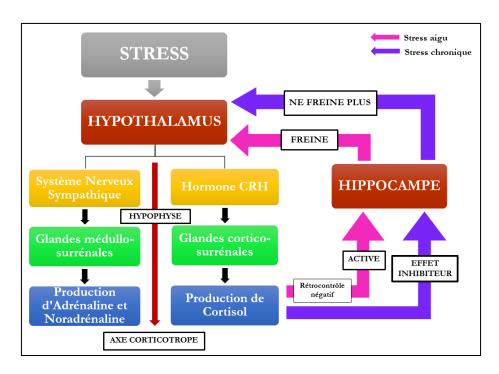


Figure 6 : Hypothèse sur le rôle du cortisol dans la réaction biologique en situation de stress aigu ou chronique, en particulier dans la boucle de rétrocontrôle négatif sur l'axe surrénalien (d'après Davezies, 2008) [28].

³ CRH: Corticotropin-Releasing Hormone

⁴ ACTH: Adreno-Cortico-Trophic Hormone ou hormone corticotrope

La sécrétion excessive et permanente de cortisol a plusieurs effets néfastes connus. Elle induit d'abord une augmentation de la dégradation des protéines : pour produire des substrats énergétiques, l'organisme ne puise plus seulement dans ses réserves mais attaque ses propres structures. D'autre part, cette production de composants énergétiques se traduit par une augmentation du taux de glucose, des triglycérides et du cholestérol sanguins, augmentant le risque d'athérosclérose. Ces phénomènes sont en partie à l'origine des pathologies cardio-vasculaires et troubles gastro-intestinaux évoqués précédemment. L'effet inhibiteur du cortisol sur l'hippocampe se manifesterait également par une dégradation de la mémoire et des processus d'apprentissage, et génèrerait des schémas cognitifs dépressogènes et anxiogènes. Enfin, le cortisol à des taux élevés perdrait son effet antalgique, abaissant ainsi le seuil de ressenti de la douleur.

Hypothèse n°3: état inflammatoire de bas grade

Un autre mécanisme pathogène serait lié à l'état inflammatoire de bas grade, décrit précédemment, qui résulte de la réaction biologique systématisée de stress. En temps normal, la sécrétion de cortisol secondaire à la sécrétion de catécholamines interrompt la cascade des phénomènes inflammatoires en bloquant la production des cytokines pro-inflammatoires. En d'autres termes, la mobilisation initiale de l'inflammation active secondairement les processus anti-inflammatoires. Mais dans le cas d'un stress chronique, la sensibilité du système immunitaire au cortisol diminue. Celui-ci perdrait ainsi son effet anti-inflammatoire et la réponse des cytokines deviendrait mal adaptée. Les phénomènes inflammatoires non contrôlés génèrent un stress oxydant, toxique. Les cytokines produisent par ailleurs plusieurs effets pathogènes. Elles majorent la sensation de douleur, provoquent des lésions inflammatoires des parois vasculaires, générant de l'athérosclérose à l'origine des pathologies cardio-vasculaires. Enfin, elles seraient responsables de l'inhibition de la néogénèse neuronale de l'hippocampe, et détourneraient le métabolisme du tryptophane servant à la synthèse de sérotonine et de mélanine vers la production d'acide quinolinique neurotoxique [20 ; 26].

Hypothèse n°4 : dérégulation de l'axe surrénalien

Sur la base d'autres études, Wirtz et al (2013) affirment que la réactivité de la réponse biologique face à un stress aigu est conditionnée par la réponse préexistante de l'organisme à un stress chronique [27]. Plusieurs études se sont penchées sur la question du surinvestissement, reconnu comme un facteur intrinsèque d'effort élevé selon le modèle de la balance efforts/récompenses de Siegrist. Le surinvestissement est défini par Siegrist comme un modèle durable et mal adapté de comportement cognitif et motivationnel pour faire face à la demande,

caractérisé par des efforts excessifs et une incapacité à se désister des obligations liées au travail [29]. Le surinvestissement est donc considéré comme un facteur de stress professionnel chronique. Plusieurs études suggèrent que le stress chronique lié au surinvestissement serait à l'origine d'une dérégulation de l'axe surrénalien [27 ; 29-32].

Selon Bellingrath (2008), le surinvestissement serait responsable d'un épuisement de la réponse de l'axe surrénalien au stress aigu générant un hypocortisolisme [30]. Dans une seconde étude, l'auteur suggère que le mécanisme en cause serait une majoration du rétro-contrôle négatif du cortisol sur l'axe surrénalien avec une diminution de la synthèse d'ACTH et de la sécrétion matinale de cortisol sans effet sur le taux basal de ce dernier [31]. D'autres mécanismes pourraient expliquer l'émoussement de la réponse cortisonique : une diminution de la sensibilité donc une résistance des tissus aux hormones de stress selon Bamberger et al (1996) et Wirtz et al (2003) ou une diminution du nombre de récepteurs hormonaux au cortisol selon les études de Lefkowitz et al (1984), Burnstein et al (1991) et Wirtz (2002).

Une étude de Wirtz et al (2010) retrouvait dans un contexte de surinvestissement une augmentation de la sécrétion de cortisol indépendamment du taux d'ACTH lors du test dexamethasone (DMX)/CRH⁵, mais ne retrouvait pas d'association avec la sécrétion d'ACTH et de cortisol après un test à la dexamethasone seule, c'est-à-dire sans injection de CRH [32]. Les auteurs concluent de cette étude que la dérégulation de l'axe surrénalien ne serait pas en lien avec une modulation du rétro-contrôle négatif du cortisol sur l'axe surrénalien. Le mécanisme suggéré par les auteurs serait un émoussement de la sécrétion de CRH en réponse au stress aigu, concordant avec les résultats d'études antérieures [29-30]. L'augmentation de la sécrétion de cortisol lors du test DMX/CRH serait un phénomène adaptatif d'augmentation de la sensibilité du cortex surrénalien à l'ACTH en réponse à l'hypo-réactivité de l'axe surrénalien.

Malgré les nombreuses études réalisées, les différents mécanismes de la dérégulation de l'axe surrénalien en lien avec le surinvestissement ne sont pas complètement élucidés. L'état actuel

⁵ Le test DMX/CRH permet de tester le fonctionnement de l'intégralité de l'axe surrénalien. Il est réalisé en deux étapes. Tout d'abord, est réalisée une prise de dexamethasone, qui mime l'action du cortisol, vers 23h la veille du test, puis une injection de CRH est réalisée en début d'après-midi le lendemain. Des prélèvements sanguins sont réalisés au réveil puis à intervalles réguliers dans la journée pour doser les taux de cortisol et d'ACTH plasmatiques.

Les prélèvements sanguins au réveil et avant l'injection de CRH permettent de vérifier le bon fonctionnement du rétrocontrôle négatif du cortisol sur l'axe surrénalien : s'il fonctionne correctement, les taux de cortisol plasmatique au réveil et dans la matinée sont abaissés.

Les prélèvements sanguins après l'injection de CRH permettent de vérifier le bon fonctionnement de l'axe surrénalien : s'il fonctionne correctement, les taux de cortisol plasmatique et d'ACTH sont augmentés après l'injection de CRH. Dans le cas contraire, les dosages répétés permettent de déterminer si le dysfonctionnement est périphérique (sécrétion de cortisol par les glandes surrénales) ou central (sécrétion d'ACTH par l'hypophyse).

des connaissances ne nous permet pas de connaître les mécanismes physiopathologiques qui interviennent pour les autres facteurs de stress professionnel.

Hypothèse n°5: somatisation

Le mécanisme de somatisation ne peut à lui seul expliquer la survenue de TMS. Il s'agit d'ailleurs d'un champ de la médecine encore mal connu. Il est néanmoins un mécanisme identifié de défense contre la souffrance psychique dont il peut partiellement moduler les effets [17]. La somatisation est donc un mécanisme de défense face à la souffrance psychique notamment liée au stress, par lequel certains individus vont développer inconsciemment une symptomatologie physique et somatique qui « légitimerait » leur souffrance psychique. Il y a donc transfert ou conversion de la souffrance du psychique vers le somatique. La somatisation se traduit généralement en troubles digestifs, cutanés, ou ostéo-articulaires. Ce mécanisme de somatisation permettrait aux individus d'atténuer leur souffrance psychique et selon Carayon et Smith [17] serait aussi un moyen de rendre individuellement et socialement acceptable cette souffrance.

f) Modulation des effets du stress chronique

Un mécanisme de modulation des effets pathologiques du stress chronique a été démontré par l'expérience de Jay Weiss dans les années 1970. Il a mis en évidence que les effets biologiques d'une situation de stress sont modulables par la possibilité qu'a ou non un individu de la modifier par son comportement. R. Dantzer a montré en 1996 que le maintien d'une possibilité d'action, donc de rester dans une position active, n'élimine pas le facteur de stress mais protège des pathologies qui en découlent. Il s'agit du concept du « pouvoir d'agir ». En somme les conditions objectives de la situation stressante ne rendent pas compte, à elles seules, de la survenue des pathologies liées au stress. Le maintien d'une position active face au stress est un facteur de préservation de la santé.

2.3. Synthèse : stress, souffrance psychique et TMS

Nous l'avons vu, les contraintes biomécaniques sont le point de départ des TMS. Elles induisent, par une réaction inflammatoire locale, des lésions des tissus mous et particulièrement des tendons. Cependant, l'organisme possède des mécanismes de défense qui lui permettent normalement de stopper l'inflammation et réparer les lésions. La survenue d'un TMS est donc liée à un déséquilibre entre processus inflammatoire local et réparation des lésions, en faveur de l'altération des tissus mous. En somme, les contraintes biomécaniques ne suffisent pas à elles seules

à générer des TMS, mais créent un terrain favorable à la fixation d'une pathologie ostéo-articulaire, en présence d'autres facteurs de susceptibilité. La question qui se pose ici est donc de comprendre le lien entre stress lié au travail, souffrance psychique et TMS.

Le stress, dans son sens le plus large, est un des principaux facteurs de susceptibilité des TMS. Nous avons déjà établi que l'existence d'un facteur de stress, donc de contrainte pour l'organisme, provoque un ensemble de réactions biologiques : activation du système nerveux sympathique, de l'axe surrénalien, état inflammatoire de bas grade. Les effets biologiques du stress sont multiples, complexes et certains de leurs mécanismes demeurent aujourd'hui incomplètement élucidés. Les connaissances actuelles laissent à penser que le cortisol joue vraisemblablement un rôle majeur dans la physiopathogénie des effets biologiques du stress, avec l'hypothèse d'une dérégulation de l'axe surrénalien dans un contexte de stress chronique, notamment dans un contexte de surinvestissement. La connaissance des mécanismes sous-jacents aux effets du stress chronique reste à ce jour incomplète.

Au-delà des mécanismes biologiques à l'origine des effets pathologiques du stress, les aspects psychologiques du stress sont à prendre en compte également. Tout d'abord, le stress psychique est subjectif et résulte de la perception et du mode de gestion d'une situation de contrainte par l'individu. Cependant, que l'origine du stress soit professionnelle ou non et quel que soit le modèle conceptuel envisagé, le stress est source de souffrance psychique. Nous avons ici démontré que la modulation des effets biologiques, et donc somatiques, du stress passe par des mécanismes psychiques et comportementaux de défense. Ces mécanismes reposent sur la capacité pour un individu d'agir, c'est-à-dire de maintenir des marges de manœuvre, face à une situation de stress. Ainsi, face à une situation de souffrance psychique, il existe un mécanisme psychique de défense qui joue un rôle de modérateur dans le développement des pathologies somatiques liées au stress, dont les TMS.

Le stress professionnel désigne l'ensemble des contraintes organisationnelles et psychosociales issues du travail. Les contraintes organisationnelles peuvent être source de stress, avec les effets que nous avons décrit, ou alors peuvent influencer la nature, l'intensité et la durée d'exposition aux facteurs biomécaniques de TMS. Les facteurs psycho-sociaux représentent l'aspect subjectif donc ressenti des contraintes de travail. Ils recouvrent de multiples aspects qui concourent à générer une détresse psychologique, et donc à placer l'individu dans une situation de travail délétère pour sa santé à la fois physique et psychologique.

La détresse psychologique serait donc le produit des contraintes (facteurs organisationnels et psychosociaux) dans l'environnement de travail et non uniquement une caractéristique individuelle. Selon S. Stock [33], elle serait une variable intermédiaire entre facteurs psycho-sociaux et TMS, avec un rôle de médiateur.

3. Facteurs de risque de TMS

De nombreuses études épidémiologiques conduites ces dernières années ont fait la preuve d'une relation entre facteurs de risque liés au travail et survenue de TMS. Dans une étude descriptive réalisée en France sur un échantillon représentatif de la population active, le niveau de preuve du lien entre TMS du membre supérieur et les divers facteurs de risque décrits dans la littérature a été analysé [34]. Ces facteurs de risque sont de deux types : les facteurs individuels, propres à l'individu et sur lesquels il n'existe pas ou peu de possibilité d'action, et les facteurs environnementaux, modifiables. Parmi ces derniers, on distingue les facteurs biomécaniques et les facteurs organisationnels et psychosociaux.

3.1. Facteurs individuels

Les facteurs individuels représentent le niveau de risque minimal pour un individu donné. Ils sont liés au patrimoine génétique des individus et déterminent un certain nombre de caractéristiques biologiques, physiologiques et anthropométriques [10]. En raison de la nature multifactorielle des TMS, le rôle des facteurs individuels est plus ou moins important en fonction de l'intensité, de la fréquence et de la durée d'exposition aux facteurs environnementaux. Selon le modèle de S. Stock, ils interviennent à divers niveaux dans la genèse des TMS, influençant les effets potentiels des facteurs biomécaniques, organisationnels et psychosociaux [33]. Les facteurs individuels opèrent à différents moments de l'histoire naturelle des TMS : ils représentent un facteur étiologique donc une cause de TMS, ils influencent la réparation de lésions tissulaires c'est-à-dire la cicatrisation des tissus et donc le pronostic fonctionnel, enfin ils influencent l'efficacité des soins ou des interventions de prévention [35]. D'un point de vue étiologique, les facteurs individuels peuvent être à l'origine de susceptibilités acquises, ou peut être innées, aux TMS, mais

également de variabilités dans les expositions aux contraintes physiques et psychologiques liées au travail ou liées à des facteurs extra-professionnels.

Les caractéristiques génétiques sont à l'origine de variabilités interindividuelles sur des paramètres comme la force musculaire et les habiletés psycho-sensori-motrices. Ceux-ci déterminent l'aptitude à effectuer des gestes répétitifs, des travaux fins des mains ou à maintenir une posture dans le temps. Les sollicitations sont variables selon la stratégie gestuelle mise en œuvre par les opérateurs [10].

3.1.1. Age

L'âge est le principal facteur de risque de TMS du membre supérieur, à partir de 30 ans, dans les deux sexes. Plus l'âge augmente, plus le risque de développer un TMS augmente, avec un risque maximal pour la tranche des 50-55 ans [34]. En effet, l'âge est directement corrélé aux capacités fonctionnelles des individus, en particulier des articulations et des muscles. La force musculaire diminue progressivement de façon physiologique à partir de l'âge de 40 ans [10]. Le développement de l'arthrose et l'usure articulaire avec l'avancée en âge sont des facteurs de limitation des mobilités articulaires et de survenue de douleurs. Pour une tranche d'âge donnée, le niveau de risque est supérieur chez les femmes que chez les hommes [34].

Enfin, on observe qu'à partir de 55 ans, le risque de TMS est toujours présent mais augmente moins, dans les deux sexes. Ce phénomène s'explique par le fait que les contraintes physiques et les exigences du travail ont plus de répercussions en matière de santé avec l'avancée en âge, incitant les individus à orienter leur carrière vers des postes moins pénibles à partir d'un certain âge. Les postes les plus pénibles et présentant le plus de contraintes physiques sont donc laissés aux travailleurs les plus jeunes, et en bonne santé. De plus, les salariés qui présentent des problèmes de santé, et en particulier les TMS, se trouvent souvent en arrêt de travail ou sont finalement reconnus inaptes à leur poste de travail et reclassés vers des postes moins sollicitant. Ils n'apparaissent donc pas dans les données épidémiologiques. Ce phénomène bien connu est qualifié d'effet « travailleur sain » [10]. Il existe donc une sélection des travailleurs sains au cours de la vie professionnelle. Avec l'avancée en âge ou la survenue de problèmes de santé, les travailleurs qui le peuvent s'orientent vers des postes moins pénibles, les opérateurs restant aux postes pénibles et contraignants étant ceux en meilleure santé.

3.1.2. Ancienneté

L'effet de l'ancienneté sur le développement des TMS est ambivalent. En effet, le lien entre âge et TMS est statistiquement démontré après ajustement sur l'ancienneté, en revanche le lien entre ancienneté et TMS n'est pas statistiquement significatif après ajustement sur l'âge [34].

D'un côté, l'ancienneté au poste de travail est associée à la survenue de TMS du membre supérieur, dans les deux sexes, sans ajustement sur l'âge [10; 34]. En effet, l'ancienneté est corrélée à l'âge. Ce qui signifie que l'ancienneté est synonyme d'accumulation d'expositions à des contraintes physiques, qui vont favoriser le développement de lésions des tissus mous [35]. Elle est également liée à une diminution des capacités fonctionnelles. Plus un individu cumule de l'ancienneté, plus il cumule d'expositions à des contraintes biomécaniques sur des articulations donc les capacités fonctionnelles sont diminuées, ce qui favorise l'apparition de microlésions des tissus mous, dont le temps de cicatrisation est allongé. L'ancienneté est donc logiquement associée à un risque majoré de TMS, mais la part attribuable de l'ancienneté et de l'âge dans la survenue des TMS n'est pas déterminée.

D'un autre côté, ancienneté est également synonyme d'acquisition de compétences, de meilleure maîtrise des procédés de réalisation des tâches, d'une plus grande efficacité et rapidité pour la réalisation des tâches techniques [35]. De ce fait, l'ancienneté à un poste de travail implique la mise en place d'une meilleure stratégie gestuelle, adaptée aux contraintes du poste et visant une meilleure efficacité, et adaptée également aux capacités fonctionnelles de l'opérateur. Le sujet adopte ainsi une gestuelle lui permettant une économie articulaire et donc une préservation de sa santé. Ceci est d'autant plus vrai lorsque l'opérateur présente déjà un TMS du rachis ou du membre supérieur, limitant ses capacités fonctionnelles à l'exécution de certains gestes ou au maintien de certaines postures. Le développement de stratégies gestuelles tenant compte de sa limitation fonctionnelle est un moyen pour l'opérateur de préserver sa santé, acquis par l'ancienneté et l'expérience au poste de travail. En ce sens, l'ancienneté au poste de travail est un facteur de préservation vis-à-vis des TMS.

Par ailleurs, les évolutions du monde du travail ces dernières décennies ont modifié le schéma professionnel classique jusqu'à présent. Il est aujourd'hui de moins en moins fréquent de rencontrer des travailleurs ayant réalisé toute leur carrière au même poste de travail ou dans la même entreprise. Ces parcours professionnels linéaires sont devenus rares avec les évolutions économiques qui ont pour conséquences la précarisation du travail et l'augmentation du chômage,

le recul de l'âge d'entrée dans la vie active, l'allongement de la durée de la vie active. Les parcours professionnels variés avec multiples changements d'entreprise, de poste de travail et reconversions professionnelles se sont généralisés. Ainsi, le temps de présence à un même poste de travail, à l'échelle d'une carrière professionnelle, s'est notablement raccourci, et avec lui la durée d'exposition aux contraintes physiques liés à ce poste [35]. Le lien entre âge, ancienneté, travail et TMS est donc complexe et difficile à mettre en évidence dans cette configuration.

3.1.3. Genre

Les TMS du membre supérieur liés au travail sont plus nombreux chez les femmes que chez les hommes, dans la population active générale [34]. Cependant, on ne peut conclure au rôle exact du genre dans la survenue de TMS car d'autres paramètres interviennent dans cette relation : ce sont des facteurs de confusion [15].

La première explication à cette différence réside dans le fait qu'hommes et femmes travaillent dans des secteurs professionnels différents, et au sein d'un même secteur professionnel, ils n'occupent pas les mêmes postes [10;35]. En 2013, les femmes travaillaient très majoritairement (près de 88%) dans le secteur tertiaire : administration, éducation, secteur sanitaire et social, devant le commerce et les activités de service, bien plus que dans le secteur industriel (8%), l'agriculture et le BTP (1,5% chacun). Les hommes sont également majoritairement dans le secteur tertiaire, mais dans une moindre mesure (65,5%) : ils sont en proportion moins présents dans les activités administratives, éducation et sanitaire et social et d'avantage présents dans le secteur des transports et de l'entreposage. Ils sont par ailleurs plus nombreux à travailler dans l'industrie (18,5%), dans le BTP (11%) et dans l'agriculture (4%) [36]. Les professions qu'exercent les hommes sont donc souvent plus sollicitantes physiquement, avec des charges physiques de travail plus importantes et un engagement corporel global, un effort physique intense dans des conditions environnementales difficiles, tandis que les professions qu'exercent les femmes les soumettent à des contraintes plus localisées, bien souvent des gestes répétitifs des membres supérieurs et des postures contraignantes [16; 34-35].

Par ailleurs, les postes de travail occupés par des femmes et les outils qu'elles utilisent sont souvent conçus pour des hommes, donc mal adaptés aux caractéristiques anthropométriques de ces dernières qui présentent une taille moyenne plus petite, une moindre force musculaire, un statut hormonal différent [35; 37]. Cette inadéquation de l'ergonomie du poste de travail et des caractéristiques anthropométriques des individus est source de contraintes biomécaniques.

Une autre différence entre hommes et femmes réside dans les activités extraprofessionnelles. L'effet des sollicitations ostéo-articulaires lors des activités extra-professionnelles (loisirs, sport, tâches ménagères, jardinage, etc.) n'est pas dissociable des contraintes biomécaniques liées au travail d'un point de vue physiopathologique. Il est donc difficile de distinguer la part attribuable des activités extra-professionnelles et du travail dans la survenue des TMS, bien qu'il ait été démontré que l'origine professionnelle prédomine parmi les facteurs causaux [10]. Néanmoins, les différences qualitatives et quantitatives inter-genre en matière d'activités extra-professionnelles laissent présumer que les sollicitations ostéo-articulaires ne sont pas similaires. En particulier, les activités domestiques telles que tâches ménagères et éducation des enfants reviennent généralement aux femmes dans les sociétés occidentales. Selon Lundberg [16] et Cole [35], ces activités constituent une charge de travail s'ajoutant à l'activité professionnelle et générant une charge physique et psychologique, ainsi qu'un stress supplémentaires. Les tâches ménagères sont des activités sollicitantes pour l'appareil locomoteur et sont préférentiellement réalisées par les femmes après une journée de travail. Au fait que ces activités créent des contraintes mécaniques supplémentaires pour l'appareil locomoteur s'ajoute le fait que cela réduit le temps de récupération pour les tissus mous et exerce sur eux un stress dont nous avons détaillé les effets. Ce paramètre est un facteur aggravant des facteurs biomécaniques et majore le risque de TMS [37].

Il existe donc un ensemble de différences entre hommes et femmes dans les métiers exercés et les tâches réalisées, dans les capacités fonctionnelles et dans les sollicitations extra-professionnelles qui se traduisent par des variabilités inter-genre dans les expositions aux contraintes biomécaniques et au stress.

3.1.4. Antécédents médicaux

Après l'âge, le principal facteur personnel associé aux TMS du membre supérieur est l'existence d'un antécédent d'au moins un TMS du membre supérieur dans les douze mois précédents, dans les 2 sexes. Dans l'étude de Roquelaure et al, le niveau de risque chez les femmes est supérieur à celui des hommes [34]. L'explication de ce sur-risque de TMS en présence d'un antécédent de TMS dans les douze mois réside dans la vulnérabilité des articulations concernées, qui ont constitués des tissus cicatriciels, plus sensibles aux contraintes biomécaniques et à l'inflammation.

Le diabète de type 2 est également reconnu comme facteur de risque de développer un TMS du membre supérieur [34 ; 35]. Il est associé en particulier au syndrome du canal carpien [38 ;

39]. En revanche, un antécédent d'arthrite inflammatoire n'est pas associé statistiquement au risque de TMS du membre supérieur [34; 39]. Certaines études évoquent une association entre hypothyroïdie et syndrome du canal carpien [38; 39], bien que la méta-analyse de Shiri (2014) montre que cette association est faible et influencée par de nombreux biais méthodologiques, ce qui laisse à penser que le sur-risque de survenue d'un syndrome du canal carpien attribué à l'hypothyroïdie n'est pas vérifié [40]. Les données sur hyperthyroïdie et TMS sont peu consistantes à l'heure actuelle. Enfin, les études sont contradictoires sur l'existence d'un lien entre TMS du rachis et tabagisme [8].

3.1.5. Indice de Masse corporelle

L'obésité, définie par un Indice de Masse Corporelle (IMC) supérieur ou égal à 30 kg/m², est identifiée comme un facteur de risque de TMS dans plusieurs études menées parmi des populations de travailleurs [34 ; 41], comme le montre la revue de la littérature de Wearing [42]. L'ostéoarthrite principalement du genou, et dans une moindre mesure de la hanche, ainsi que le syndrome du canal carpien sont associés à l'obésité [8 ; 41-43]. L'obésité pourrait également être associée à des douleurs de cheville, de pied et des lombalgies [41]. Les études à ce sujet sont contradictoires [8 ; 41 ; 44].

Une étude de cohorte menée par Claessen et al (2009) sur une population de travailleurs du BTP en Allemagne [45] a montré que la principale cause d'inaptitude en lien avec une obésité était les TMS à 46%, devant les pathologies cardio-vasculaires et les cancers. L'ostéo-arthrite représente ici un tiers des TMS soit 12% des cas d'inaptitude et les pathologies rachidiennes représentent la moitié des TMS soit 24% des cas d'inaptitude. Au-delà de 3 ans de suivi, le risque d'inaptitude liée à une ostéoarthrite augmente avec le niveau de surcharge pondérale. Dans cette étude, l'association entre obésité et lombalgies n'est pas retrouvée. Ces résultats sont cohérents avec une autre étude de cohorte sur une population finlandaise menée par Rissanen et al (1990).

Les mécanismes physiopathologiques ne sont pas parfaitement élucidés à ce jour. Il est supposé que la relation entre IMC et TMS est liée à des facteurs biomécaniques et métaboliques [41]. L'ostéo-arthrite est caractérisée par une dégénérescence focale et progressive du cartilage articulaire. Le genou et dans une moindre mesure la hanche sont des articulations portantes puisqu'elles supportent le poids du corps en position debout. Elles sont donc exposées à d'importantes forces de compression et de cisaillement qui provoqueraient des lésions du cartilage. Il a également été proposé comme hypothèse que l'obésité serait associée à une diminution de la

masse musculaire quadricipitale et donc une moindre atténuation des chocs et vibrations s'exerçant sur l'articulation du genou à la marche, responsable de nécrose locale et de micro-fractures des travées osseuses. Le lien entre obésité et pathologies rachidiennes ainsi que les mécanismes physiopathologiques potentiels ne sont pas clairement élucidés à ce jour. Sur le plan métabolique, l'obésité serait associée à une augmentation du renouvellement (production et dégradation) des composants en collagène du cartilage [41]. Enfin, en plus de favoriser la survenue de TMS, l'obésité ralentirait la guérison des symptômes de TMS, toutes localisations confondues, par rapport aux sujets normo-pondérés [45].

3.1.6. Latéralité

La force musculaire et les habiletés psycho-sensori-motrices sont deux paramètres déterminés par les caractéristiques génétiques propres à chaque individu. Ils varient donc selon les individus, et pour un même sujet, varient entre le membre supérieur gauche et le membre supérieur droit. La latéralité gauche ou droite d'un individu définit le membre supérieur dominant, qui possède généralement une force musculaire et une habileté psycho-sensori-motrice supérieures à l'autre membre. Ces deux paramètres déterminent l'aptitude à effectuer des gestes répétitifs, des travaux fins des doigts ou de préhension en force, ou à maintenir une position. La réalisation de ce type de gestes fera appel au bras et à la main dominants, pour leurs meilleures capacités fonctionnelles. Le membre supérieur dominant est donc logiquement plus souvent sollicité [10].

La stratégie gestuelle mise en œuvre par l'opérateur est également déterminée par la connaissance des modalités de réalisation de la tâche, de son expérience au poste, des contraintes environnementales et organisationnelles. Un opérateur maîtrisant peu le procédé de réalisation d'une tâche utilise d'avantage sa force, et maintient d'avantage de postures contraignantes, le temps d'acquérir les schémas moteurs permettant de réaliser la tâche de façon appropriée [35]. Pour une même tâche réalisée à un même poste de travail, les sollicitations des membres supérieurs sont donc variables selon les individus, leurs capacités fonctionnelles et surtout leur connaissance des gestes à effectuer.

Les postes de travail et les outils sont généralement conçus pour des droitiers, ce qui les rend mal adaptés à des gauchers. Pour ces travailleurs, le poste de travail et l'utilisation des outils sont au mieux inadaptés et majorent les contraintes posturales et le nombre de gestes à effectuer pour réaliser une tâche. Au pire, ceci peut engendrer des situations dangereuses parce que l'accès à

des commandes manuelles ou l'utilisation des outils n'est pas possible dans les conditions optimales de sécurité.

3.2. Facteurs environnementaux

3.2.1. Facteurs biomécaniques

De nombreuses études ont exploré le lien entre facteurs biomécaniques et TMS du rachis et des membres supérieurs et ont pu mettre en évidence le rôle d'un certain nombre d'entre eux dans la survenue des TMS [8 ; 15 ; 34 ; 46].

a) Répétitivité des gestes

Le travail répétitif constitue un facteur de risque reconnu de TMS, bien qu'il soit difficile d'en évaluer l'impact propre car il est souvent associé à d'autres contraintes biomécaniques [34 ; 46]. Sur le plan physiopathologique, l'usage soutenu à une fréquence élevée des mêmes segments corporels ou articulations impose un temps de récupération physiologique insuffisant pour les structures sollicitées ce qui favorise la lésion des tissus [15 ; 34 ; 46]. Il n'existe pas à ce jour de définition ni de seuil consensuels pour l'évaluation du travail répétitif, y compris dans le tableau n°57 des maladies professionnelles du régime général qui assure pourtant la reconnaissance de près de 80% des TMS en maladies professionnelles.

Le protocole SALTSA⁶ propose comme définition du travail répétitif : « les actions réalisées plus de 2 à 4 fois par minute ou lorsque les temps de cycles sont inférieurs à 30 secondes, pour une exposition quotidienne supérieure à 4h/jour soit 20h/semaine ». Le terme d'action prend ici le sens de tâche, à savoir un ensemble d'actions techniques⁷ associées à une séquence homogène de travail [47]⁸. Le guide pour les CRRMP [48] complète cette définition avec la notion de tâches complexes: « La répétitivité des gestes peut être considérée comme présente et significative si les actions sont répétées plus de deux fois par minute ou, en cas de tâche complexe (enchaînement

46

⁶ Programme Européen pour la recherche en santé au travail mené par le Swedish Institute for Working Life.

⁷ Une action technique se définie comme une action manuelle élémentaire mettant en jeu un ou plusieurs segments corporels ou articulations permettant d'accomplir une tâche de travail simple.

 $^{^8}$ Rapport d'Hervé Lanouzière de Septembre 2015 sur les propositions de nouvelle définition réglementaire du travail répétitif dans le cadre de sa reconnaissance comme facteur de pénibilité. Il propose la définition d'un seuil de fréquence élevé de mouvements, sur la base de la norme NF X 35119 et du document INRS « Méthode d'analyse de la charge physique de travail » (ED 6161). Pour un temps de cycle \leq 15s, le seuil est de 15 actions techniques ou plus ; pour un temps de cycle > 30s, un temps de cycle variable ou l'absence de temps de cycle, le seuil est de 30 actions techniques ou plus.

complexe de gestes variés) si la séquence gestuelle sous tendant l'action est répétée plus de la moitié du temps de la tâche ».

b) Efforts intenses et/ou maintenus

Le déploiement d'efforts plus ou moins intenses dans la réalisation de tâches de travail constitue ce que l'on appelle la charge physique de travail. Celle-ci peut être appréciée objectivement par la cardio-fréquencemétrie ou subjectivement par l'échelle de Borg. Cette échelle se présente en deux versions qui s'applique au corps entier : échelle « Relative Perceived Effort » ou RPE, et à une zone anatomique précise : échelle « Category Ratio 10 » ou CR-10. Dans le cadre d'une étude épidémiologique, la charge physique de travail est considérée comme élevée pour des scores supérieurs ou égaux à 13 sur l'échelle RPE, ce qui correspond à une fréquence cardiaque de 130 battements par minute, et au-delà de 20% de la force musculaire maximale propre à chaque individu soit un score supérieur à 4 sur l'échelle CR10. Au-delà de ces seuils, l'effort produit dépasse les capacités physiologiques de l'individu et fait émerger le risque de TMS [10 ; 34].

La notion de charge physique de travail traduit donc l'intensité des efforts physiques que requièrent certaines activités de travail. Cependant, au-delà du paramètre de l'intensité, il faut tenir compte également de la durée des efforts. Un effort de faible intensité maintenu dans le temps est tout autant un facteur de risque qu'un effort intense bref. Dans les deux cas, la charge mécanique qui s'exerce sur l'articulation est supérieure à la force musculo-squelettique et peut générer des lésions musculaires ou tendineuses [10; 15].

c) Contraintes posturales

Lorsqu'une articulation est active au-delà des angles de confort, le risque de survenue d'un TMS du membre supérieur s'accroît. La répétition ou le maintien d'une articulation en dehors des angles de confort génère une contrainte posturale qui peut entraîner une souffrance : activité musculaire statique, compression tendineuse, nerveuse ou vasculaire [49].

Au niveau du membre supérieur, les positions articulaires délétères sont : le maintien du bras en élévation au-dessus d'un angle de 60°, et à fortiori au-dessus du plan des épaules, à l'origine du syndrome de la coiffe des rotateurs [8], les mouvements de flexion ou d'extension complète du coude, les mouvements répétés de flexion/extension ou d'extension prolongée du poignet, et l'appui palmaire prolongé [34].

Au niveau du membre inferieur, les postures articulaires en cause sont les positions à genoux et accroupie. Au niveau du rachis, ce sont les postures impliquant une flexion/extension et/ou une rotation du tronc, en particulier lorsque ces postures sont répétées ou associées à une manutention manuelle de charge [15].

d) Position statique maintenue

Un segment corporel (tronc, membre) maintenu sans mouvement dans une position donnée génère un travail musculaire statique, dit isométrique, et permanent. Lorsque cette contraction isométrique se prolonge, le métabolisme musculaire anaérobie se met en route pour maintenir l'apport de substrats énergétiques aux fibres musculaires. Cette voie métabolique produit des déchets organiques toxiques pour le muscle. Le travail statique peut donc aboutir à un épuisement du muscle, des douleurs ou tendinites [49; 50]. Plusieurs études ont démontré une relation entre lombalgie et position assise prolongée [51].

3.2.2. Facteurs aggravants des contraintes biomécaniques

a) Froid

Un environnement de travail avec une température extérieure basse (inférieure à 10°C) pour un travailleur également exposé aux vibrations mécaniques au membre supérieur augmente le risque de syndrome de Raynaud [52]. Le froid est un facteur aggravant et déclencheur des effets des vibrations sur les mains, en favorisant le déclenchement de vasospasmes artériels privant les doigts de vascularisation momentanément. Par ailleurs, le froid induit une réduction de la force musculaire maximale et un accroissement de la force musculaire que doit exercer l'opérateur. Plus la force exercée est importante, plus les vibrations sont transmises au membre supérieur. La préhension en force favorise également l'écrasement des vaisseaux sanguins et des nerfs, contribuant à aux troubles vasculaires et neurologiques [10]. Le froid est également responsable d'une diminution de la température cutanée des mains, amenant les travailleurs à porter des gants pour maintenir élevée la température de leurs mains.

b) Gants inadaptés

Le port de gants inadaptés au dimensionnement de la main et aux exigences de la tâche réduit la sensibilité et la dextérité manuelles. Afin de maintenir un niveau de performance suffisant dans l'exécution d'une tâche, l'opérateur doit donc serrer d'avantage l'outil ou la pièce qu'il utilise, donc accroître sa force de préhension [10].

c) Réduction ou absence de temps de récupération

Les processus de réparation et de cicatrisation des tissus articulaires, en particulier tendineux, nécessitent un certain temps. En effet, comme nous l'avons détaillé auparavant, la réparation des microlésions implique des processus de destruction via la mise en jeu de l'inflammation, puis de reconstruction des cellules détruites. Lorsque les tissus sont sollicités en permanence, sans temps de repos pour mettre en place ce processus de réparation, les microlésions s'aggravent et s'étendent sans que l'organisme n'ait le temps d'y remédier. La réparation des lésions se prolonge, chronicisant le processus inflammatoire et générant des pathologies articulaires authentifiées. Un temps de récupération physiologique insuffisant pour les tissus articulaires peut être lié à l'absence d'alternance dans les tâches, qui favorise la répétitivité des gestes et donc des contraintes localement très ciblées sur les mêmes structures anatomiques, des temps de pause insuffisants entre les tâches, et enfin une durée de travail quotidienne prolongée.

d) Vibrations transmises au corps entier ou au membre supérieur

On appelle vibration le phénomène mécanique qui décrit le mouvement oscillatoire d'un objet, c'est-à-dire son déplacement par un mouvement de va-et-vient par rapport à sa position d'équilibre. Ces vibrations sont transmises au corps entier par les véhicules, machines-outils et engins de chantier, avec des conséquences pathologiques sur le rachis. Elles sont transmises au membre supérieur par les outils électroportatifs. L'émission des vibrations trouve plusieurs origines : le moteur des outils, véhicules, engins et chariots automoteurs ; le roulement des véhicules et engins sur le sol ; la percussion issue des outils électroportatifs (marteaux-piqueurs, perforateurs, etc.) ; le phénomène de résonance lors du contact avec le matériau ou la pièce à façonner ; la fixation de l'outil ou son balourd.

Les professions concernées se retrouvent notamment dans le BTP, dans les mines et carrières (conduite d'engins de chantier), dans la manutention et la logistique (chariots élévateurs, transpalettes), l'agriculture (tracteurs agricoles et forestiers) et le transport [53].

La transmission des vibrations à l'être humain est caractérisée en premier lieu par les caractéristiques physiques des vibrations : la fréquence en Hertz (Hz) qui représente le nombre d'oscillations par seconde, l'amplitude qui représente le déplacement maximal du corps dans une direction en mètre (m) et se traduit par l'intensité du mouvement ressenti par le sujet exposé, enfin l'impulsivité et l'orientation selon un axe antéro-postérieur (X), vertical (Z) ou gauche-droite (Y).

Axe	Corps entier	Membre supérieur
X	Axe horizontal : avant-arrière	Perpendiculaire à la paume de la main
Y	Axe latéral : gauche-droite	Parallèle à la paume de la main
Z	Axe vertical : tête-pied	Prolongement du bras

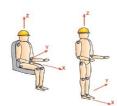






Figure 7 : Représentation des axes d'orientation dans l'espace des vibrations transmises au corps entier et au membre supérieur.

L'accélération est le rapport de l'amplitude sur la fréquence, en m/s², il représente la variation de vitesse de l'objet lors de l'oscillation. Les autres paramètres qui influencent la transmission des vibrations sont la durée d'exposition, le point d'entrée dans le corps et le mode de transmission.

Vibrations transmises au corps entier

Les vibrations sont transmises au corps entier soit par contact des pieds avec une structure vibrante liée à un moteur, machine-outil, plate-forme de travail associée à un concassage ou criblage de matériaux, machine mobile avec opérateur debout, etc. soit par contact avec l'assise sur le siège d'un engin mobile : engin de chantier, chariot industriel, véhicule routier, etc. Seules les vibrations ayant une fréquence comprise entre 0,5 et 80 Hz sont transmises au corps entier.

Les vibrations transmises au corps entier sont responsables de lombalgies, sciatiques, et micro traumatismes de la colonne vertébrale [54], mais aussi de rachialgies aux niveaux cervical et dorsal et de douleurs des épaules. Néanmoins, seule une sciatique ou une cruralgie par hernie discale lombaire, dont l'exposition aux vibrations est un facteur de risque reconnu, est indemnisable au titre d'un tableau de maladie professionnelle de la Sécurité Sociale.

Le mécanisme physiopathologique de survenue d'une hernie discale sur exposition aux vibrations demeure mal connu. L'hypothèse émise est que l'exposition aux vibrations transmises au corps entier, lorsqu'elle est associée à des mouvements répétitifs de flexion et d'extension du rachis ou à des postures contraintes, favoriserait entre autre une perte de hauteur du disque intervertébral [50; 55]. Elle favoriserait également la dégénérescence du disque intervertébral et une fatigue des muscles para-vertébraux [51]. Selon l'étude de Tiemessen et al (2008), la relation entre exposition du corps entier aux vibrations et survenue de lombalgies répond à un effet dose-

réponse chez les conducteurs [56]. Cet effet est d'avantage influencé par la durée d'exposition à ces vibrations que par l'amplitude de ces vibrations [51; 56]. Par ailleurs, les expérimentations de Bovenzi (1996) ont montré que l'exposition aux vibrations transmises au corps entier, associée à des postures contraintes du rachis lors de la conduite professionnelle sont responsables d'une surcharge mécanique sur la colonne vertébrale et d'un excès de fatigue musculaire. Cette surcharge mécanique du rachis apparaît pour des vibrations de direction verticale, à une fréquence de 4 à 5 Hz. L'excès de risque de lombalgie chez les conducteurs est le résultat d'une interaction complexe entre exposition aux vibrations et contraintes posturales pendant la conduite [51].

Vibrations transmises au membre supérieur

Les vibrations sont transmises au membre supérieur par les machines portatives et rotatives (perceuse, meuleuse, etc.) ayant une fréquence comprise entre 40 et 300 Hz, ou par les machines percutantes (marteau piqueur, burineur, brise-roche, etc.) ayant une fréquence inférieure à 40 Hz.

Les vibrations transmises au membre supérieur par ce type d'outils ont de multiples effets pathogènes [53 ; 57], que l'on regroupe sous le terme de « syndrome des vibrations » :

- troubles vasculaires : syndrome de Raynaud, syndrome du marteau hypothénar;
- troubles neurologiques : neuropathie diffuse des doigts, troubles de proprioception;
- troubles ostéo-articulaires : douleurs, limitation de mobilité articulaire, ostéonécrose de l'os semi-lunaire ou du scaphoïde, arthrose du coude.

Le syndrome du canal carpien (SCC) n'est pas une pathologie spécifique des vibrations. Il s'agit d'une pathologie multifactorielle, liée à la fois à des facteurs individuels bien connus ainsi qu'à un certain nombre de facteurs biomécaniques de l'environnement de travail [8 ; 43]. A ce jour, le syndrome du canal carpien est reconnu comme maladie professionnelle au titre du tableau n°57 des MP du régime générale, c'est-à-dire en lien avec des postures contraintes du poignet. Le SCC ne figure pas au tableau n°69 des MP du régime général pour les pathologies en lien avec des chocs et des vibrations transmises aux membres supérieurs.

Kozak et al (2015) ont réalisé un panorama des revues de la littérature et une méta-analyse des études récentes sur le sujet [58]. Ces travaux montrent avec un niveau de preuve élevé que les mouvements répétitifs et les efforts intenses de la main, ainsi que l'association de ces deux facteurs, sont des facteurs de risques d'origine professionnelle de SCC. Cette méta-analyse montre également avec un niveau de preuve modéré que les vibrations transmises aux membres supérieurs sont un

facteur de risque professionnel de SCC. Selon Giersiepen et Spallek (2011), les tâches manuelles répétitives, les efforts de préhension de la main et les vibrations transmises aux membres supérieurs sont des facteurs de risque de TMS; de plus, la combinaison de ces facteurs potentialise leurs effets [59]. L'hypothèse physiopathologique des auteurs est une combinaison de facteurs de risque : à l'effet mécanique des vibrations sur les tissus articulaires s'ajouterait le fait que le travail avec des outils vibrants entrainerait une préhension en force de la main et des doigts ainsi que des postures contraignantes des doigts et du poignet sur la poignée de l'outil. Selon Gemne (1997), ces deux phénomènes génèreraient un travail musculaire statique, une augmentation de la compression nerveuse et une ischémie du nerf médian [57]. Ce résultat est appuyé par la méta-analyse de Barcellina et al en 2012 [60]. Le lien entre vibrations transmises aux membres supérieurs et SCC existe vraisemblablement, même s'il est difficile à l'heure actuelle de distinguer et quantifier le rôle propre des vibrations et celui des autres facteurs biomécaniques associés dans la survenue de cette pathologie.

La force de préhension ainsi que la fréquence des vibrations influencent largement l'impédance de la main et du bras, la puissance dissipée, la transmission des vibrations au membre supérieur, l'activité musculaire, le seuil de perception des vibrations et le niveau d'inconfort [61]. La force de préhension augmente la quantité d'énergie transmise par les vibrations au membre supérieur. Par ailleurs, plus la fréquence des vibrations est basse, plus les vibrations se propagent loin dans le membre supérieur vers l'épaule, sans être atténuées par la main tenant l'outil. Les vibrations de basse fréquence inférieure à 50 Hz, émises par les machines percutantes, affectent préférentiellement le coude et l'épaule. En effet, les vibrations de basse fréquence augmentent l'activité musculaire mise en œuvre dans le membre supérieur. De plus, les outils émettant des vibrations de basse fréquence sont, par leur fonction, généralement plus lourds que les outils émettant des vibrations haute fréquence. Les TMS du coude apparaissent plus précocement que les TMS de l'épaule, qui sont d'avantage une conséquence à long terme. Les vibrations de haute fréquence supérieure à 100 Hz, émises par les machines rotatives, sont largement absorbées par la main et le poignet et se propagent peu au reste du membre supérieur. Elles favorisent donc les troubles neurologiques et vasculaires du poignet et de la main. Quel que soit le type d'outil (percutant ou rotatif) et la fréquence des vibrations, l'utilisation d'outils vibrants nécessite de développer une plus grande force musculaire pour réaliser une tâche, ce qui génère de la fatigue musculaire.

Evaluation de l'exposition aux vibrations

L'estimation de l'exposition journalière aux vibrations reçue par un travailleur repose sur l'évaluation de l'accélération pondérée en fréquence (en m/s²) exprimée sous forme de valeurs efficaces pour chacun des trois axes, en fonction du temps Ti d'exposition pour la tâche (i) [62].

Corps entier

L'exposition journalière aux vibrations transmises au corps entier A(8) en m/s² rapportée à une période de référence de 8 heures est définie pour chaque axe par l'équation suivante :

A (8) = k
$$\sqrt{\frac{1}{T_0} \sum a_{wi}^2 x T_i}$$

avec:

- a_{wi}: valeur efficace pondérée en fréquence de l'accélération selon chaque direction X, Y
 et Z, déterminée sur la période de temps Ti.
- k : coefficient pondérateur = 1,4 pour les axes X et Y et k=1 pour l'axe Z (plus grande sensibilité de l'homme aux accélérations horizontales, antéro-postérieure et latérale, que verticales).
- T_0 est la durée de référence de 8 heures (28 000 s).

La valeur d'exposition journalière aux vibrations transmises à l'ensemble du corps, rapportée à une période de référence de 8 heures A(8), est le maximum des grandeurs déterminées par l'équation ci-dessus pour chacun des trois axes : A (8) = MAX $[A_X(8), A_Y(8), A_Z(8)]$

Membre supérieur

La valeur totale de vibration a_{hvi} est définie comme la résultante quadratique des trois composantes pour la tâche (i) selon les trois axes : $a_{hvi} = \sqrt{a_{hvXi}^2 + a_{hvYi}^2 + a_{hvZi}^2}$

La valeur d'exposition journalière aux vibrations transmises aux mains et aux bras A(8), est obtenue à partir de la valeur totale de vibration a_{hvi} et de la durée d'exposition quotidienne Ti pour chaque tâche (i) selon l'équation : A(8) = $\sqrt{\frac{1}{T_0}\sum a^2_{hvi} \ x \ T_i}$ avec :

- a_{hvi} : valeur totale de vibration pour la tâche (i)
- Ti : durée totale par jour de l'exposition aux vibrations pour la tâche (i)
- To est la durée de référence de 8 heures (28 800 s)

Valeurs seuils d'exposition

Les vibrations font l'objet d'une réglementation qui vise à protéger les travailleurs contre les risques liés à une exposition prolongée. L'évaluation du risque lié aux vibrations prend en compte l'intensité des vibrations ainsi que la durée d'exposition, permettant d'estimer la valeur d'exposition journalière, rapportée à une période de référence de 8h, exprimée en accélération pondérée subie A(8), en m/s². Deux valeurs réglementaires sont définies : la première est la valeur seuil d'action, qui définit la valeur de A(8) à partir de laquelle l'employeur doit déclencher une action de prévention des risques liés aux vibrations. En dessous de cette valeur, l'exposition aux vibrations ne génère pas de pathologie. La seconde valeur réglementaire est la valeur limite d'exposition (VLE), qui définit le niveau d'exposition maximum au-delà duquel un travailleur ne doit pas être exposé. Au-delà de la VLE, il existe un risque statistique de développer des lombalgies ou un TMS du membre supérieur.

La valeur limite d'action est de 0,5 m/s² pour le corps entier, et de 2,5 m/s² pour le membre supérieur. La valeur limite d'exposition est de 1,15 m/s² pour le corps entier et 5 m/s² pour le membre supérieur [54].

3.2.3. Stress, facteurs psychosociaux et organisationnels

Nous avons envisagé dans un chapitre précédent les différents aspects du stress et les mécanismes physiopathologiques par lesquels il favoriserait le développement de TMS. Des mécanismes psychologiques et comportementaux entrent en jeu dans la régulation de la réaction biologique de stress et dans la modulation de ses effets. La réponse psycho-comportementale d'un individu face à une situation de stress, au sens de contrainte, peut aboutir à une absence de pathologie ou à une variété de troubles psychologiques et somatiques. Au-delà des effets propres du stress, l'émergence de pathologies liées au stress, dont les TMS, est donc fortement liée aux défenses psychologiques de l'individu face à la souffrance psychique. Cette souffrance psychique résulte du stress psychologique mais aussi d'un certain nombre de paramètres, ou déterminants, de l'organisation et de l'environnement de travail générant des contraintes de travail.

a) Facteurs psycho-sociaux

Les facteurs psycho-sociaux ont été définis dans le chapitre traitant du stress professionnel comme le reflet des aspects subjectifs du travail tels qu'ils sont perçus par les travailleurs. Nous avons détaillé deux modèles historiques, bien éprouvés, de facteurs psycho-sociaux : les modèles de Karasek et de Siegrist. Plus récemment en 2011, un collège d'expertise sur le suivi des risques

psychosociaux au travail, mandaté par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE), a établi un rapport où il définit les risques psychosociaux comme des « risques pour la santé mentale, physique et sociale, engendrés par les conditions d'emploi et par les facteurs organisationnels et relationnels susceptibles d'interagir avec le fonctionnement mental ».

En se basant sur plusieurs séries de revue de littérature, le rapport du Collège d'expertise a défini 6 axes qui constituent les différentes composantes des facteurs psycho-sociaux [33] :

L'intensité du travail et le temps de travail

Cette notion recouvre les exigences quantitatives du travail : la demande psychologique, l'effort extrinsèque, le rythme et la durée de travail, l'organisation du temps de travail (travail de nuit, horaires variables, extension de la disponibilité) et la conciliation travail-famille.

Les exigences émotionnelles

Il s'agit de la nécessité pour le travailleur de devoir façonner ou réprimer ses émotions, les cacher à ses collègues ou clients. Cette dimension est présente dans les métiers où le travailleur est en contact avec du public, avec la souffrance des autres.

Autonomie insuffisante

La notion de manque d'autonomie recouvre la dimension de latitude décisionnelle, à savoir la marge de manœuvre dont dispose le travailleur dans la réalisation de son travail, et la participation aux décisions qui le concernent. Cette notion inclut également les dimensions de la prévisibilité du travail, de la monotonie du travail, de l'utilisation et du développement des compétences du travailleur.

La mauvaise qualité des rapports sociaux au travail

Le soutien social au travail traduit la coopération ou les relations conflictuelles entre collègues de travail, les rapports et éventuelles difficultés relationnelles entre travailleurs et supérieurs hiérarchiques et entre travailleurs et clientèle. La notion de soutien social inclut la dimension de déséquilibre entre l'effort et la récompense et des paramètres comme la rémunération, les perspectives de carrière, l'adéquation de la tâche à la personne, la reconnaissance au travail, la discrimination et les pratiques managériales.

Les conflits de valeurs

Le conflit de valeur se définit comme l'exigence d'agir en opposition à ses valeurs professionnelles, sociales ou personnelles. Ce sont par exemple des conflits éthiques, une qualité entravée par le manque de moyens et le sentiment d'inutilité du travail.

L'insécurité de la situation de travail

On entend par insécurité de la situation de travail le risque de perdre son emploi ou de connaître une baisse de revenus, l'empêchement dans le déroulement de sa carrière. Cette insécurité qui se traduit par une incertitude sur l'avenir professionnel concerne le travail à temps partiel involontaire, le travail non déclaré, le travail intérimaire, la soutenabilité du travail c'est-à-dire la possibilité de continuer à faire le travail tout au long de sa carrière professionnelle dans les mêmes conditions, les changements organisationnels au travail (restructurations, recours à de la sous-traitance ou de la main d'œuvre étrangère moins coûteuse).

Contrairement au stress biologique, explorable par la clinique, le stress professionnel ne peut être exploré que par des questionnaires et des indicateurs en santé au travail. Ces derniers ne posent pas d'hypothèses formalisées quant aux situations de travail, ils permettent un recueil de données standardisées sur l'organisation du travail dans un collectif. De nombreux questionnaires existent pour l'évaluation des facteurs psycho-sociaux, souvent en partie basés sur le questionnaire de Karasek et le questionnaire de Siegrist.

Le rôle des facteurs psycho-sociaux dans la survenue des TMS est notable. Les contraintes biomécaniques et une situation vécue comme stressante, même de façon chronique, ne suffisent pas toujours à expliquer à elles seules l'émergence des TMS. Les facteurs psycho-sociaux sont presque constamment impliqués dans les emplois où la prévalence des TMS est élevée. Or il s'agit de notions subjectives qui relèvent du ressenti des individus. Leur évaluation est donc une tâche délicate. Elle est souvent laissée pour compte dans les démarches de prévention des TMS, qui se concentrent sur l'évaluation des contraintes biomécaniques, beaucoup plus aisées à identifier, à objectiver et à quantifier. Plusieurs revues de la littérature sur les facteurs de risque de TMS du rachis et des membres supérieurs ont démontré le rôle des facteurs psycho-sociaux dans la survenue de ces pathologies [8; 14-15; 17].

b) Facteurs organisationnels

Les facteurs organisationnels sont l'ensemble des caractéristiques générales de l'organisation du travail dans une entreprise donnée. Des chercheurs du National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) aux Etats-Unis ont proposé en 2002 une conception de l'organisation du travail permettant de comprendre la relation entre les facteurs organisationnels et psycho-sociaux du travail d'une part et la santé d'autre part [63]. Ce modèle propose une organisation du travail hiérarchisée à 3 différents niveaux.

Le niveau « macro » constitue le contexte externe, c'est-à-dire les enjeux économiques, législatifs, politiques, technologiques et démographiques aussi bien à l'échelon local, national qu'international, pouvant interférer avec les milieux de travail.

Ce contexte externe détermine notamment :

- Le développement économique (par exemple : globalisation de l'économie, dérégulation) ;
- Les politiques règlementaires, économiques et commerciales ;
- Les innovations technologiques (par exemples : technologies informatiques, web) ;
- Les changements démographiques de la main-d'œuvre (par exemple : vieillissement de la population).

Ce contexte externe influence lui-même le 2° niveau d'organisation dit contexte organisationnel dans l'entreprise. Il s'agit des structures de gestion, des pratiques de supervision, des méthodes de production et des politiques de ressources humaines. Ce niveau d'organisation de l'entreprise comporte :

- Les modalités de restructuration de l'entreprise (par exemple : réduction du personnel, production *lean*) ;
- Les nouvelles approches de gestion de qualité et processus (ex : « high performance work systems »);
- Le travail atypique (par exemple : travail par contrat, travailleur autonome);
- Les mesures pour favoriser la conciliation travail-famille (par exemple : travail à temps partiel, flexibilité des horaires, partage des postes, télétravail) ;
- Les méthodes de rémunération et de l'indemnisation.

Ce contexte organisationnel dans l'entreprise détermine assez directement le niveau « micro » à savoir le contexte du travail. Celui-ci comprend les caractéristiques et les conditions de l'emploi, notamment les caractéristiques des tâches : cadence, répétitivité, complexité des tâches, exigences physiques et psychologiques du travail, mais aussi l'autonomie laissée au travailleur dans l'organisation de son travail et la participation aux décisions concernant son travail, les aspects sociaux et relationnels au travail donc le soutien social et la culture d'entreprise, et enfin les perspectives d'évolution de carrière et la sécurité de l'emploi.

4. Formes cliniques

La complexité des TMS provient notamment de la grande variété de formes cliniques, et du fait qu'il n'existe pas d'examen de référence unique pour faire le diagnostic. Les formes cliniques varient de la simple fatigue posturale, réversible lorsque l'exposition aux facteurs de risque cesse, à des affections cliniques bien caractérisées, témoignant d'un processus lésionnel installé. La douleur est le symptôme majeur, présent quelle que soit la forme clinique. Elle induit dans tous les cas une diminution de la capacité fonctionnelle. L'évolution de ces pathologies est variable. Dans un grand nombre de cas, il y a guérison et possibilité pour le travailleur de reprendre son poste. Malgré un traitement, la pathologie peut parfois se chroniciser, et poser à terme la question du retour à l'emploi pour le salarié.

Un consensus européen en 2000 a proposé la classification des pathologies considérées comme TMS liés au travail, sous le nom de rapport SALTSA. Cette liste n'a pas de valeur réglementaire et n'est pas exhaustive, mais constitue une référence internationale. Pour une meilleure compréhension, nous avons choisi de présenter ici les TMS par mécanisme lésionnel et par localisation anatomique.

4.1. Différents types de lésions des membres inférieurs et supérieurs

4.1.1. Inflammation des tendons

Le tendon est la structure anatomique faisant la jonction entre un muscle et un os. Son atteinte résulte principalement de l'effet sur ses fibres des forces de traction développées par le muscle lors d'un effort musculaire. Le tendon est soumis également à des frottements et des compressions contre les tissus adjacents. L'exposition à ces contraintes répétées provoque des déformations viscoélastiques, des micro-coupures des fibres tendineuses, un épaississement des fibres de collagène et finalement une calcification du tendon. Il en résulte à terme une inflammation du tendon c'est-à-dire une tendinite et une dégénérescence des tissus. Lorsque l'inflammation du tendon touche également sa gaine synoviale, on parle alors de ténosynovite. Les tendinites et ténosynovites touchent principalement l'articulation de l'épaule, du coude, et dans une moindre mesure du poignet et du genou.

L'évolution de ces lésions est le plus souvent aigüe, mais lorsque celles-ci perdurent ou se répètent, la guérison est compromise. En effet, la réactivation répétée des phénomènes inflammatoires alors que les lésions ne sont pas réparées génère une situation d'inflammation chronique où les processus de dégradation et de réparation des lésions sont déséquilibrés en faveur de la dégradation. La lésion devient chronique et limite les capacités fonctionnelles.

Tableau 1 : Formes cliniques des pathologies inflammatoires (tendinites et ténosynovites) des membres supérieurs et inférieurs.

Articulation	Lésion			
	Tendinopathie de la coiffe des rotateurs :			
Epaule	 1° stade: bursite sous-acromio-deltoïdienne subaigüe ou syndrome de coincement 2° stade: tendinite dégénérative fibrosante 3° stade: rupture partielle ou complète de la coiffe des rotateurs 			
 Coude Epicondylite latérale : insertion sur l'épicondyle latérale des t des muscles extenseurs de la main et des doigts. Epicondyle médiale ou épitrochléite : insertion sur l'épic médiale des tendons des muscles fléchisseurs de la main et des doite. 				
Poignet Main	 Tendinite du poignet: tendons des muscles fléchisseurs et extenseurs des doigts. Tendinite de De Quervain: tendons des muscles long abducteur et court extenseur du pouce. Doigt «à ressaut» ou «en gâchette»: résulte d'un conflit du tendon au niveau de la poulie se situant en regard de l'articulation métacarpophalangienne. Ce conflit entraîne une inflammation du tendon et de sa gaine (ténosynovite) avec l'apparition d'un nodule inflammatoire réactionnel au contact du tendon. Lors des mouvements de flexion/extension, le nodule inflammatoire du tendon « accroche » voire bloque au passage dans la poulie avec une sensation de saccade, d'où le nom de doigt à ressaut [10]. 			
Genou	 Tendinite sous-quadricipitale: tendons réunissant les 4 che musculaires du quadriceps. Tendinite rotulienne: insertion du tendon rotulien sur la rotule et tubérosité tibiale antérieure. Tendinite de la patte d'oie: tendons des muscles ischio-jambiers. 			
Cheville	 Tendinite achilléenne : tendon d'Achille. Rupture du tendon d'Achille. 			

4.1.2. Bursite et hygroma

La bursite est un épanchement de liquide synovial des bourses séreuses péri-articulaires, structures facilitant le glissement d'un tendon au contact d'un os. Elles sont présentes au niveau des grosses articulations de l'épaule (bourse sous-acromiale), du coude et du genou. L'hygroma est une bursite chronique, « organisée » et enkystée. La forme clinique la plus fréquente est l'hygroma du coude lié à la répétition de gestes en positions extrêmes. L'hygroma du genou est secondaire à une pression directe de la bourse séreuse par une posture prolongée agenouillée [10 ; 21].

4.1.3. Syndrome canalaire et troubles neurologiques

Un syndrome canalaire est la traduction clinique d'un conflit entre un tronc nerveux périphérique et une zone anatomique sur son trajet, où les conditions locales peuvent être responsables de multiples microtraumatismes. Ceux-ci provoquent des phénomènes irritatifs et inflammatoires conduisant à la souffrance progressive du nerf. Sur le plan histologique, ces phénomènes inflammatoires induisent une prolifération du tissu conjonctif au sein de la gaine qui enveloppe le nerf. Cette production lente de fibrose cicatricielle génère une zone d'épaississement localisé du nerf qui entraine une dégénérescence des fibres nerveuses, souvent associée à des troubles de la microcirculation sanguine intra-neurale responsables de lésions ischémiques. Ces lésions perturbent la propagation des messages électriques sensitifs et/ou moteurs dans les fibres nerveuses. La compression nerveuse pourrait également être liée à un épiphénomène d'ædème local, survenant dans un contexte d'inflammation locale avec déséquilibre hydro-électrolytique provoqué par le cortisol. Un antécédent traumatique et certains facteurs endocriniens sont des facteurs de risque de développer un syndrome canalaire [21 ; 64].

Les syndromes canalaires, quelle que soit leur localisation, partagent des symptômes communs : la douleur, de siège typiquement tronculaire dans le territoire sensitif du nerf intéressé; la prédominance de dysesthésies et paresthésies dans ce même territoire avec une survenue initialement nocturne; enfin, la durée d'évolution de ces phénomènes douloureux qui restent longtemps isolés, avant que ne s'installe un déficit sensitif (hypoesthésie) puis moteur (déficit de force musculaire) et enfin une amyotrophie des muscles dans le territoire du nerf concerné [64].

Au niveau du membre supérieur, le syndrome canalaire de loin le plus fréquent est le syndrome du canal carpien au poignet par compression du nerf médian, on retrouve plus rarement le syndrome de la loge de Guyon, qui traduit une compression du nerf ulnaire au niveau de la région

médiale du carpe. Au niveau de l'épaule le syndrome du défilé cervico-brachial traduit la compression du plexus brachial et au niveau du coude le syndrome de la gouttière épitrochléo-olécranienne traduit la compression du nerf ulnaire dans cette gouttière. Les troubles neurologiques prennent aussi la forme, au niveau du membre supérieur, de neuropathie diffuse des doigts, caractérisée par des sensations d'engourdissement, de paresthésies, voire une diminution de la sensibilité épicritique des doigts. Cette pathologie est une des entités constituant le syndrome vibratoire main-bras qui regroupe un ensemble de pathologies : syndrome de Raynaud, neuropathie diffuse des doigts, syndrome du canal carpien, ostéonécrose de l'os semi-lunaire. Le principal facteur de risque du syndrome vibratoire main-bras est l'exposition aux vibrations transmises au membre supérieur via l'utilisation d'outils vibrants.

Aux membres inférieurs, le syndrome canalaire le plus fréquent, que nous détaillerons dans les pathologies du rachis, est la lombo-sciatique par compression de l'une des deux racines supérieures du nerf sciatique L5 ou S1 au niveau lombo-sacré. On retrouve dans une moindre mesure le syndrome de compression du nerf sciatique poplité externe au niveau du genou.

4.1.4. Troubles vasculaires

Les troubles vasculaires sont des pathologies liées à un trouble de la micro circulation sanguine au niveau de la main ou des doigts. La principale pathologie est le syndrome de Raynaud, souvent secondaire à l'exposition à des vibrations transmises au membre supérieur. Il se traduit cliniquement par une première phase d'ischémie de l'extrémité des doigts avec des doigts devenant blancs, puis une phase de revascularisation des doigts qui deviennent rouges et douloureux. Au décours, survient généralement une perte de la sensibilité épicritique des doigts et une diminution de la dextérité manuelle. La relation statistique entre le syndrome de Raynaud et l'exposition aux vibrations transmises au membre supérieur a été démontrée dans de nombreuses études [52]. Les vibrations transmises aux membres supérieurs sont la première cause de syndrome de Raynaud d'origine professionnelle [65].

Comme nous l'avons expliqué précédemment, la transmission des vibrations et leurs effets sur l'organisme dépendent entre autre de leur fréquence. Les vibrations de hautes fréquences supérieures à 50 Hertz sont atténuées par la main et le poignet tenant l'outil, et représentent un facteur de risque de douleur du poignet [61].

4.2. Au niveau du rachis

4.2.1. Lombalgies

La lombalgie est définie par la Société Française de Rhumatologie comme une douleur lombo-sacrée à hauteur des crêtes iliaques ou plus bas, de localisation médiane ou latéralisée, avec possibilité d'irradiation ne dépassant pas le genou mais avec une prédominance des douleurs lombo-sacrées. Il s'agit donc d'un symptôme douloureux régional ne préjugeant ni du type de douleur ni de l'étiologie de cette douleur.

On distingue les lombalgies en fonction de leur durée d'évolution :

- Lumbago : douleur aigüe d'une durée inférieure à 1 mois

- Lombalgies subaigües : douleur durant de 1 à 3 mois

- **Lombalgies chroniques** : douleur persistant plus de 3 mois

La majorité des lombalgies, environ 90%, sont dites « communes » c'est-à-dire sans critères de gravité. Elles sont généralement idiopathiques, et bien souvent aucune lésion n'est objectivée à l'imagerie. Environ 10% des lombalgies sont associées à des lésions objectivables à l'imagerie : spondylolisthésis, anomalie transitionnelle, discopathie inflammatoire, etc.

Les principaux facteurs de risque de lombalgie aigüe ou chronique d'origine professionnelle peuvent être regroupés en quatre catégories [66] :

- Les contraintes physiques : postures pénibles sous contrainte, station assise prolongée, manutention manuelle, exposition aux vibrations transmises au corps entier et travail physique pénible. Une exposition à plusieurs de ces contraintes combinées est un facteur de risque démontré de lombalgie.
- Paramètres individuels: corpulence, grossesse, anomalies anatomiques, antécédent de lombalgie (et intensité de la douleur, gravité de la lésion anatomique, durée de l'arrêt de travail, etc.), inactivité, tabagisme, etc.
- Aspects psychologiques: conditions de travail jugées mauvaises, insatisfaction au travail, stress, contraintes psychosociales, etc.
- Absence de prévention ou de soins

L'association des vibrations à un certain nombre de facteurs de risque tels que : station assise dans des postures contraignantes ou prolongée, torsion (rotation) répétée de la colonne

vertébrale, rotation ou inclinaison maintenue ou fréquente de la tête, manutention manuelle de charge, montée et descente répétées d'un engin, etc. est liée aux douleurs des épaules, aux cervicalgies et dorsalgies [67].

4.2.2. Lombo-sciatique par conflit disco-radiculaire

La lombo-sciatique par conflit disco-radiculaire est l'expression clinique d'un syndrome de compression ou d'irritation de l'une des deux racines supérieures du nerf sciatique L5 ou S1, par hernie discale respectivement du disque intervertébral L4-L5 ou L5-S1.

On retrouve plusieurs étiologies aux lombo-sciatiques, la plus fréquente étant la hernie discale. La lombo-sciatique par conflit disco-radiculaire sur hernie discale est le seul TMS du rachis reconnu comme pathologie professionnelle, figurant aux tableaux n°97 et 98 du régime général. Toute autre pathologie rachidienne et toute autre forme de lombalgie ayant une autre étiologie que la hernie discale lombaire est exclue des pathologies professionnelles au titre des tableaux de maladies professionnelles.

Le disque intervertébral joue un rôle primordial dans l'unité fonctionnelle de la colonne vertébrale. Il a une double fonction de ligament, à travers l'annulus fibrosus en périphérie qui assure le maintien de la tension intra-discale, et d'amortisseur des contraintes en compression à travers le nucléus pulposus central qui assure l'hydratation et donc la viscosité du disque. Ces deux fonctions permettent au disque intervertébral d'assurer le rôle de cohésion, de mobilité et de souplesse du rachis. A l'arrière du disque intervertébral, les vertèbres sont reliées entre elles par le ligament intervertébral postérieur.

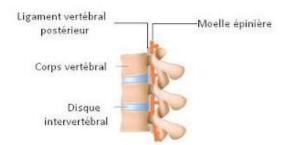
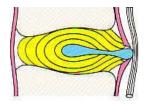


Figure 8 : Représentation schématique (vue latérale) d'une articulation intervertébrale de la colonne vertébrale.

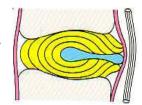
Les discopathies représentaient en 2005 environ 40% des causes de lombalgies dans la population générale [68]. Ces discopathies peuvent être liées à des anomalies structurelles anatomiques des vertèbres ou à des anomalies posturales : hyperlordose, scoliose, inégalité de longueur des membres inférieurs, etc. Les discopathies peuvent également être secondaires à un processus de vieillissement du disque intervertébral. Celui-ci est principalement lié à la perte des propriétés élastiques du nucléus pulposus par déshydratation entraînant un pincement du disque intervertébral et un bombement circonférentiel de l'annulus fibrosus, ou protrusion discale, ainsi qu'à un remodelage osseux des plateaux vertébraux. Enfin, les discopathies peuvent survenir dans un contexte de contraintes mécaniques excessives ou répétées ou à un traumatisme du rachis. L'annulus fibrosus peut alors être affecté par des lésions de type fissures d'orientation concentrique, transversale ou radiaire, qui traduisent une rupture localisée des fibres de collagène qui le constituent. Les fissures radiaires se propagent perpendiculairement aux fibres de l'annulus fibrosus du centre vers la périphérie et favorisent la constitution de hernie discale par effraction de tout ou partie du nucléus pulposus au travers d'une fissure dans les fibres de collagène.

On en distingue trois formes (figure 9):

<u>la hernie discale sous-ligamentaire</u>: contenu dans le disque, le nucléus pulposus forme une saillie sous le ligament intervertébral postérieur et provoque une contrainte et une irritation des racines nerveuse au niveau de l'émergence de leur gaine durale.



• <u>la hernie extrue</u> : lorsqu'il y a rupture des lamelles de l'annulus fibrosus, la hernie fait saillie dans le canal vertébral.



• <u>la hernie exclue ou libre</u> : stade avancé de hernie extrue avec rupture du ligament intervertébral postérieur permettant l'échappement d'une partie du nucléus pulposus dans le canal vertébral.

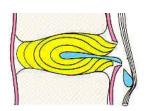


Figure 9 : Représentation schématique (coupe sagittale) des différentes formes anatomiques de hernie discale.

La localisation la plus fréquente des hernies discales lombaires est postéro-latérale, plus rarement médiane, du fait du renforcement médian par le ligament intervertébral postérieur, ou foraminale. Le contact de la hernie discale avec les racines nerveuse crée une inflammation locale

et une stimulation nociceptive : c'est la radiculalgie. Les symptômes sont ceux du syndrome canalaire décrit précédemment, auxquels s'ajoute limitation fonctionnelle et désorganisation posturale. Quel que soit le mécanisme de la discopathie, il induit une perte de la stabilité et de la mobilité du rachis, et engendre une raideur de celui-ci. La hernie discale survient en général sur un terrain de dégénérescence discale, qui décompense plus ou moins brutalement à l'occasion d'un effort physique ou de contraintes mécaniques soutenues [68].

4.3. Atteinte diffuse

4.3.1. Atteinte musculaire

Les lésions musculaires sont générées par la tension développée par les muscles. L'effet néfaste de la tension se manifeste lorsque son intensité est faible mais maintenue dans le temps, ou forte, c'est-à-dire au-delà de 20% de la force musculaire maximale (FMM) [10].

a) Fatigue musculaire

Edwards a défini en 1983 la fatigue musculaire comme « l'incapacité de maintenir à un niveau requis ou prédéterminé, la force ou la puissance développée durant des contractions soutenues ou répétées ».

La fatigue musculaire peut être définie selon différents aspects de la performance musculaire. Nous nous intéressons ici à la fatigue musculaire d'origine périphérique, c'est-à-dire à la conséquence d'un effort musculaire. Elle se manifeste par une baisse de la FMM et un ralentissement de la réponse musculaire, c'est-à-dire des cycles de contraction/décontraction des fibres musculaires. Plusieurs phénomènes physiologiques interviendraient dans la fatigue musculaire : utilisation accrue de glycogène qui peut susciter un état d'hypoglycémie, consommation accrue de lipides qui conduit à l'accumulation de produits de dégradation : les corps cétoniques, perte importante d'eau et d'électrolytes par la sueur entraînant une forte baisse du volume sanguin, acidose c'est-à-dire baisse du pH sanguin, et enfin lésions microscopiques des fibres musculaires à l'origine des courbatures [69].

La fatigue musculaire touche le muscle ou le groupe musculaire concerné par l'effort. Elle se traduit par une sensation de lourdeur, d'inconfort voire de douleurs lorsque l'intensité de l'effort a dépassé les capacités musculaires et généré des lésions des fibres musculaires [10].

b) Myalgies

Selon le modèle de Bruxelles décrit au chapitre de la pathogénie des TMS, le symptôme de douleur musculaire, appelé myalgie, serait dû au fait que les fibres musculaires de type I sont continuellement actives même à un très faible niveau de sollicitation, alors que l'activité musculaire physiologique impose un repos compensateur de ces fibres nécessaire à leur bon fonctionnement. La douleur serait l'expression d'une hypersollicitation et d'une dérégulation des mécanismes de recrutement de ces fibres musculaires [10 ; 21].

4.3.2. Arthrose

L'arthrose est un vieillissement physiologique du cartilage. Un certain nombre de facteurs favorisent l'arthrose, notamment des micro-traumatismes au niveau de l'articulation et des sollicitations fortes impliquant de grandes contraintes mécaniques sur l'articulation (force de compression et de cisaillement). Le genou est une articulation particulièrement touchée par l'arthrose. Il peut également s'y développer des lésions chroniques dégénératives du ménisque pouvant se compliquer de fissure ou de rupture.

4.4. TMS non spécifiques

Cette entité regroupe l'ensemble des symptômes et syndromes dont l'expression clinique ou paraclinique ne permet pas de porter un diagnostic spécifique de TMS. Ceci inclue les formes à minima de lésions caractérisées, ou des processus douloureux chroniques ne remplissant pas les critères de définition d'une pathologie spécifique.

5. Tableaux de maladies professionnelles

Selon l'article L461-1 du code de la Sécurité Sociale, une maladie est dite professionnelle si elle est la conséquence directe de l'exposition habituelle d'un travailleur à un risque physique, chimique ou biologique, ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle. Le régime de réparation des maladies professionnelles fût instauré par la loi du 25 octobre 1919 s'inspirant de la loi de 1898 pour la réparation des accidents de travail. Dans le régime général de la Sécurité Sociale les maladies professionnelles sont classées en 114 tableaux, qui

déterminent pour chaque pathologie les critères permettant la reconnaissance en maladie professionnelle. Ces tableaux référencent trois types de critères :

- des symptômes, syndromes ou lésions pathologiques avérés cliniquement ou confirmés par des examens complémentaires ;
- un risque professionnel c'est-à-dire la réalisation habituelle de travaux susceptibles de provoquer l'affection en cause ;
- un délai de prise en charge c'est-à-dire le délai maximal entre la constatation de l'affection et la date à laquelle l'exposition a cessé. Certains tableaux prévoient, en plus, une durée minimale d'exposition.

Dans le régime général, le lien entre pathologie et travail est une présomption d'origine de la maladie professionnelle. Toute affection qui répond aux conditions médicales, professionnelles et administratives mentionnées dans les tableaux est systématiquement présumée d'origine professionnelle, sans qu'il soit nécessaire d'en établir la preuve [70].

Il existe un système complémentaire de reconnaissance des maladies professionnelles, basé sur l'avis du Comité Régional de Reconnaissance des Maladies Professionnelles (CRRMP). Il entre en jeu pour les pathologies figurant dans un tableau mais pour lesquelles une ou plusieurs des conditions médico-légales définies dans le tableau ne sont pas remplies, après avoir établi l'existence d'un lien direct entre le travail et la pathologie (alinéa 3 de l'article L461-1 du code de sécurité sociale). Le second cas est celui des pathologies non inscrites à l'un des tableaux de maladie professionnelle, directement imputables par un lien direct et essentiel à l'activité professionnelle habituelle et entraînant le décès de la victime ou une incapacité permanente prévisible d'au moins 25% (alinéa 4 de l'article L464-1 du code de sécurité sociale). La présomption d'origine ne s'applique pas dans le système complémentaire de reconnaissance des maladies professionnelles [70].

En France, la quasi-totalité des TMS sont reconnus au titre des tableaux de maladie professionnelle du Régime Général n°57, 69 et 79 pour les membres inférieurs et supérieurs, n°97 et 98 pour le rachis.

Nous avons choisi de baser notre étude sur ces tableaux de maladie professionnelle. Ceuxci couvrent les formes cliniques de TMS les plus fréquentes au sein de la population des actifs. Ces tableaux offrent également l'avantage de fournir des critères cliniques ou paracliniques précis et limités permettant de définir les pathologies concernées et donc de cibler avec précision notre problématique. Ils détaillent par ailleurs un certain nombre de facteurs d'exposition professionnelle, et sans pour autant être exhaustifs, permettent de couvrir les principales situations de travail pouvant être responsables de TMS. Enfin, cette démarche nous permet de nous appuyer sur le système d'indemnisation des maladies professionnelles. Ce système enregistre auprès des organismes de sécurité sociale au niveau national l'ensemble des maladies professionnelles déclarées par les travailleurs et reconnues comme telles. Les données sont enregistrées à titre individuel mais nous fournissent une base de données épidémiologique sur l'incidence, la prévalence, l'évolution et la répartition des TMS sur le territoire national, par secteurs d'activité et par type de pathologie. Etant donné la diversité des formes cliniques, la difficulté diagnostique en particulier pour les médecins amenés à prendre en charge ces patients en soins et la méconnaissance de ces pathologies par le grand public, il est très probable que de nombreux TMS liés au travail échappent à ce système de déclaration. Néanmoins, cela reste aujourd'hui la base de données la plus complète sur les TMS liés au travail.

5.1. Tableau n° 57 (Annexe 1)

Tableau crée en 1972 et mis à jour en 2012, il regroupe les affections péri-articulaires des membres supérieurs : épaule, coude, poignet, main et doigts, ainsi que des membres inférieurs : genou et cheville. Il s'agit principalement d'affections inflammatoires ou de syndromes de compression nerveuse. La liste des travaux susceptibles de provoquer ces pathologies décrit des mouvements articulaires, avec parfois leurs amplitudes, dont la répétition ou le caractère habituel sont considérés comme pathogènes. Ce tableau regroupe près de 79% des MP reconnues. Il est le plus représenté quel que soit le secteur d'activité, car les professions dans lesquelles ces mouvements sont présents de façon habituelle et répétée sont nombreuses et variées.

5.2. Tableau n° 69 (Annexe 2)

Ce tableau concerne spécifiquement les pathologies provoquées par les vibrations et les chocs transmis au membre supérieur par les outils et machines-outils de type vibrants, percutants ou rotatifs, ainsi que par les chocs itératifs du talon de la main en percussion directe et répétée sur un élément fixe ou les chocs transmis spécifiquement au talon de la main par des outils percutants. Le mécanisme pathogénique le plus fréquent est la transmission au membre supérieur (poignet, coude, épaule) de vibrations émises par les outils à la (ou les) main(s) tenant l'outil et/ou à la main

tenant un objet façonné par l'outil. Ces travaux et l'utilisation de ce type d'outils sont assez spécifiques du BTP et de l'industrie.

5.3. Tableau n° 79 (Annexe 3)

Ce tableau inclue les pathologies chroniques dégénératives du ménisque, liées aux travaux comportant des efforts ou des ports de charges réalisés en position agenouillée ou accroupie. De nouveau, ces travaux sont assez spécifiques de l'activité du BTP qui implique du travail au sol.

5.4. Tableau n° 97 et 98 (Annexe 4 et 5)

Créés en 1999, les tableaux n°97 et 98 prennent tous les deux en compte les affections chroniques du rachis lombaire. Ces affections sont des douleurs de type sciatique ou radiculalgie crurale, résultant d'une hernie d'un disque intervertébral avec une atteinte radiculaire de topographie concordante. Les deux tableaux distinguent deux types d'exposition professionnelle. Le tableau n°97 considère les affections provoquées par les vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier. Les travaux concernés impliquent l'utilisation et la conduite d'engins de chantier, de manutention, de transport ou de tracteurs. Le tableau n°98 inclut les affections provoquées par la manutention manuelle répétée de charges lourdes. Ce tableau permet nettement plus de reconnaissance des pathologies chroniques lombaires que le tableau n°97 puisque les travaux concernés se retrouvent dans de multiples secteurs d'activité : transport et logistique, BTP, industrie, activités de soins (manutention de patients, brancardage), traitement des déchets, messagerie, etc.

6. Données épidémiologiques et socio-économiques

6.1. Epidémiologie des maladies professionnelles et TMS en 2013

6.1.1. Population du régime général de la sécurité sociale

En 2013, la population relevant du régime général de la Sécurité Sociale comprenait 18 644 604 salariés. Le nombre de maladies professionnelles reconnues avec premier règlement est de 51 452, avec 27 450 nouvelles incapacités permanentes (IP) prononcées. Au total 10 196 080 journées ont été perdues par incapacité temporaire (IT) [2].

Le tableau 2 montre que la majorité des maladies professionnelles reconnues en France chez les salariés du régime général, tous secteurs d'activité confondus, sont des TMS : près de 79% des maladies professionnelles sont reconnues au titre du tableau n°57 du régime général et 5,6 % au tableau n°98. Au total, l'ensemble des TMS des membres supérieurs, genoux et rachis (tableaux n°57, 69, 79, 97 et 98) représente près de 87% des maladies professionnelles dans la population générale.

Tableau 2 : Données sur les TMS par tableaux de maladies professionnelles en 2013 tous secteurs d'activité confondus [71].

Tableau n°	Nombre de MP reconnues	% du total des MP reconnues	Nombre de nouvelles IP	Nombre de journées perdues par IT
57	40 613	78,9	19 006	8 422 512
69	164	0,3	139	42 335
79	552	1,1	286	105 259
97	459	0,9	351	171 731
98	2892	5,6	2 170	1 097 488
Total TMS-MS	40 777	79,25	19145	8 464 847
Total TMS rachis	3351	6,5	2 521	1 269 219
TOTAL TMS	44680	86,85	21 952	9 839 325

Il existe une sous-déclaration substantielle des TMS. En effet, l'Institut National de Veille Sanitaire (INVS) estime en 2005 que 11 à 15% des salariés du régime général de sécurité sociale sont porteurs de TMS des membres supérieurs et que la proportion des salariés souffrant de lombalgies est comprise entre 60 et 70% [72]. On estime ainsi qu'environ deux tiers à trois quarts des TMS ne sont pas déclarés en maladie professionnelle. Cette sous-déclaration concerne d'avantage les pathologies de l'épaule et du coude, le syndrome du canal carpien étant moins concerné [73].

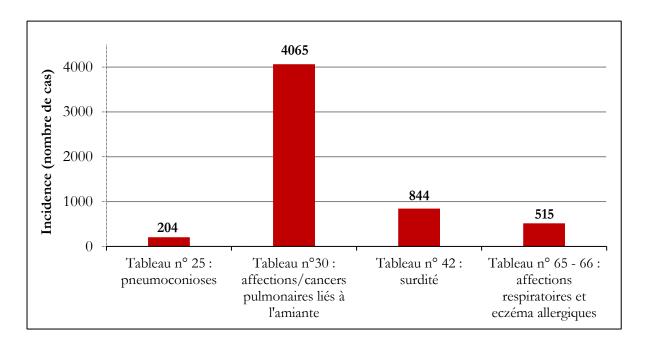


Figure 10 : Incidence des maladies professionnelles hors TMS, tous secteurs d'activité confondus en 2013 [71].

Les TMS sont les maladies professionnelles les plus répandues en France, très largement devant les diverses affections et cancers broncho-pulmonaires liés à l'amiante (8%), la surdité (1,6%), les affections respiratoires et eczéma allergiques (1%), les pneumoconioses (0,4%). On retrouve en Europe et dans tous les pays industrialisés la même tendance à la prédominance des TMS parmi les maladies professionnelles.

6.1.2. Population du BTP

En 2013, la population des salariés du BTP comprenait 1 551 809 salariés, soit 8,3% de la population totale du régime général. Le nombre de maladies professionnelles reconnues avec premier règlement est de 6 546 soit 12,7% de l'ensemble des maladies professionnelles reconnues. On dénombre 3 511 nouvelles incapacités permanentes (IP) prononcées. Au total 1 365 488 journées ont été perdues par incapacité temporaire [71].

Tableau 3 : Données sur les TMS par tableaux de maladies professionnelles en 2013 dans le BTP [71].

Tableau n°	Nombre de MP reconnues	% du total des MP reconnues	Nombre de nouvelles IP	Nombre de journées perdues par IT
57	5 069	77,4	2 458	1 040 303
69	54	0,8	36	14 729
79	278	4,2	131	49 253
97	73	1,1	58	25 505
98	568	8,7	420	196 202
Total TMS-MS	5123	78,2	2 494	1 055 032
Total TMS rachis	641	9,8	478	221 707
TOTAL TMS	6 042	92,2	3 103	1 325 992

Les TMS représentent 92% des maladies professionnelles dans le BTP en 2013, soit 5% de plus que dans la population des salariés du régime général, tous secteurs d'activité confondus. Parmi ces TMS, la localisation aux membres supérieurs représente 78,2%, soit 1% de moins que dans la population des salariés du régime général. En revanche, les TMS du genou sont plus représentés dans le BTP (+3%) par rapport à la population du régime général, de même que les TMS du rachis (+3,3%).

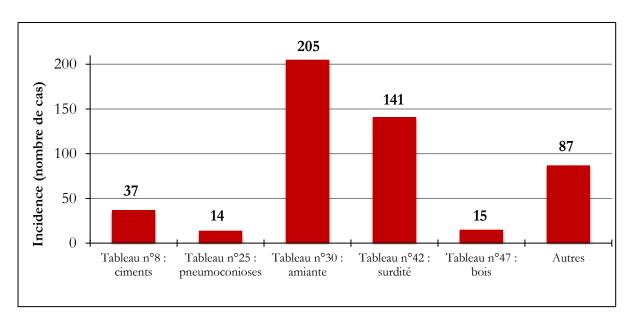


Figure 11: Incidence des maladies professionnelles hors TMS dans le BTP en 2013 [71].

Comme dans la population générale, les affections et cancers broncho-pulmonaires liés à l'amiante ainsi que la surdité représentent dans le BTP les deux principales maladies professionnelles en dehors des TMS, soit respectivement 3% et 2,2%. Les pneumoconioses représentent 0,2% des maladies professionnelles dans le BTP. On peut distinguer des pathologies professionnelles plus spécifiques du BTP, telles que les affections liées aux poussières de bois (0,3%), aux ciments (0,6%), et de façon plus anecdotique au plomb, aux goudrons et huile de houille, aux résines époxydes, eczéma allergique, etc.

6.1.3. Population des électriciens

En 2013, la population des salariés du secteur « électricité », code NAF 4321 A et B pour « Travaux d'installation électrique dans tous locaux » et « Travaux d'installation électrique sur la voie publique », représentait 150 015 salariés soit 9,6% des travailleurs du BTP. Le nombre de maladies professionnelles reconnues avec premier règlement est de 469, soit 7,2% des maladies professionnelles dans le BTP et environ 1% du total des maladies professionnelles reconnues tous secteurs confondus. On dénombre 241 nouvelles incapacités permanentes, 3 décès liés à l'amiante et 89 027 journées perdues par incapacité temporaire [74].

Tableau 4 : Données sur les TMS par tableaux de maladies professionnelles en 2013 chez les électriciens [74].

Tableau n°	Nombre de MP reconnues	% du total des MP reconnues	Nombre de nouvelles IP	Nombre de journées perdues par IT
57	369	78,7	170	69 594
69	4	0,9	1	1 470
79	19	4	18	3 088
97	1	0,2	1	1 223
98	33	7	18	11 492
Total TMS-MS	373	79,5	171	71 064
Total TMS rachis	34	7,2	19	12 715
TOTAL TMS	426	90,7	208	86 867

Les TMS représentent 90,7% du total des maladies professionnelles dans la population du secteur « électricité », soit près de 4% de plus que dans la population générale, et 1,5% de moins que dans la population du BTP. Par rapport à la population du régime général, les proportions de

TMS des membres et du rachis sont quasiment identiques, par contre on dénombre chez les électriciens d'avantage de TMS du genou (+3%). Par rapport à la population du BTP, la proportion de TMS des membres est légèrement augmentée (+1,5%), elle est similaire pour les TMS du genou et légèrement moindre pour les TMS du rachis (-2,6%).

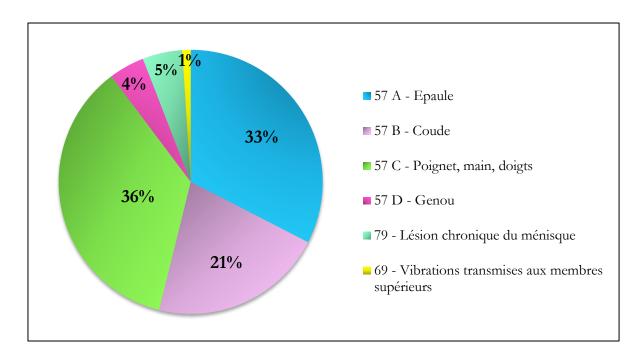


Figure 12 : Répartition des TMS des membres inférieurs et supérieurs par articulation et par tableaux de maladies professionnelles chez les électriciens en 2013 [75].

Parmi les pathologies professionnelles reconnues au tableau n°57, prédominent les pathologies du poignet, de la main et des doigts (38%), devant les pathologies de l'épaule (34,4%) et du coude (22,5%). Par rapport à l'ensemble des maladies professionnelles reconnues chez les électriciens, les TMS du poignet, de la main et des doigts représentent près de 30% des cas, les TMS de l'épaule en représentent 27% et du coude 17,7%. Les pathologies liées aux vibrations transmises aux membres supérieurs par des outils vibrants sont relativement rares (1%). Les TMS des membres supérieurs représentent donc 75,5% du total des maladies professionnelles chez les électriciens.

Aux membres inférieurs, les tendinites achilléennes sont rares : 0,5% du tableau n°57 et 0,4% du total des maladies professionnelles. L'ensemble des pathologies du genou représente 7,6% des maladies professionnelles chez les électriciens : 3,6% sont des hygromas et tendinites du genou et 4% sont des lésions chroniques du ménisque.

Tableau n°	Pathologies – Tableau n° 57	Nombre de MP reconnues	% tableau 57	% du total MP
	Epaule enraidie Droite/Gauche/non précisé	2	0,5	0,4
	Epaule douloureuse Droite/Gauche/non précisé	21	5,7	4,5
57 A	Tendinopathie aigüe non rompue non calcifiante (avec ou sans enthésopathie) Dt ou Gche	16	4,3	3,4
Epaule	Tendinopathie chronique non rompue non calcifiante objectivée par IRM (avec ou sans enthésopathie) Droite ou Gauche	23	6,2	4,9
	Rupture partielle ou transfixiante de la coiffe des rotateurs objectivée par IRM Dt ou Gche	65	17,6	13,8
	TOTAL EPAULE	127	34,4	27
	Syndrome de la gouttière épitrochléo-olécranienne (compression du nerf cubital) Dt ou Gche	11	3	2,3
57 B	Hygroma chronique Droit ou Gauche	1	0,3	0,2
Coude	Epichondylite Droite/Gauche/non précisé	59	16	12,6
	Epitrochléite Droite ou Gauche	12	3,3	2,6
	TOTAL COUDE	83	22,5	17,7
	Syndrome du canal carpien Droit/Gauche/non précisé	116	31,5	24,7
57 C Poignet,	Tendinite Droite ou Gauche	11	3	2,3
main,	Ténosynovite Droite ou Gauche	13	3,5	2,8
doigt	TOTAL POIGNET	140	38	29,8
	Hygroma aigü du genou Droit ou Gauche	9	2,4	1,9
57 D	Hygroma chronique du genou Droit ou Gauche	6	1,6	1,3
Genou	Tendinite sous-quadricipitale ou rotulienne Droite ou Gauche	2	0,6	0,4
	TOTAL GENOU	17	4,6	3,6
57 E Cheville	Tendinite achiléenne Droite ou Gauche	2	0,5	0,4

Tableau 5 : Détail des formes cliniques de TMS des membres au tableau n° 57 des maladies professionnelles chez les électriciens en 2013 [75].

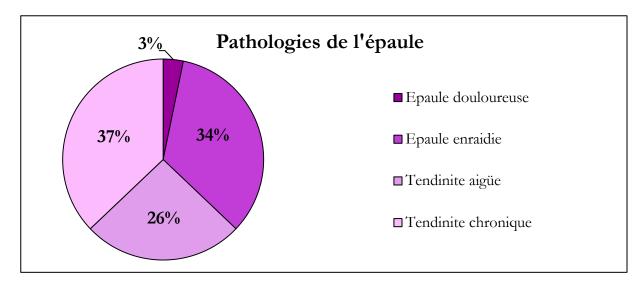


Figure 13 : Fréquence des différentes formes cliniques des pathologies de l'épaule au tableau n°57 A chez les électriciens en 2013 [75].

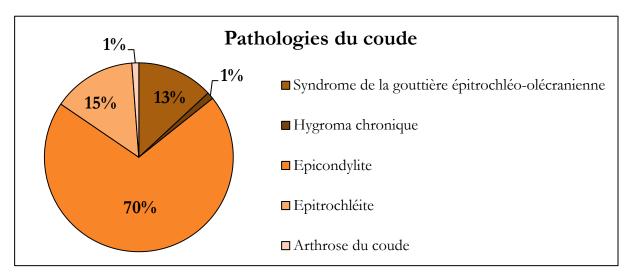


Figure 14 : Fréquence des différentes formes cliniques des pathologies du coude aux tableaux n° 57 B et n°69 chez les électriciens en 2013 [75].

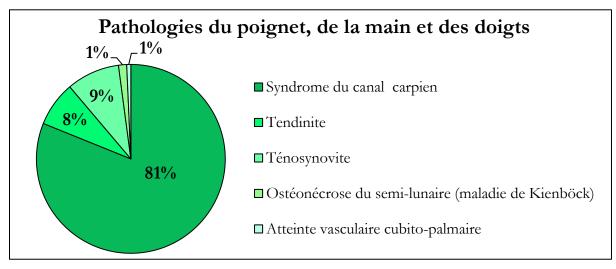


Figure 15 : Fréquence des différentes formes cliniques des pathologies du poignet, de la main et des doigts aux tableaux n° 57 C et n°69 chez les électriciens en 2013 [75].

Parmi les maladies professionnelles hors TMS, comme dans le BTP, prédominent les affections liées à l'amiante et la surdité liée au bruit ; on retrouve de façon plus anecdotique les pathologies liées aux poussières de bois, rayonnements ionisants et pneumoconioses.

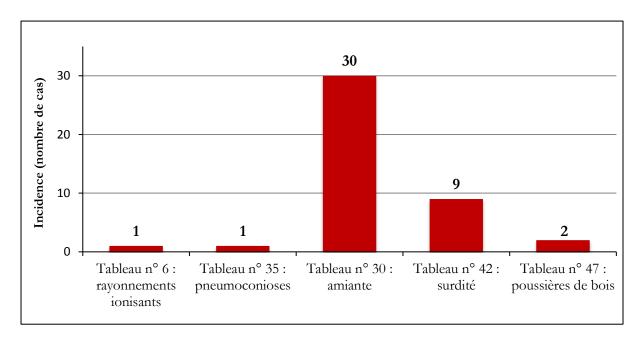


Figure 16 : Incidence des maladies professionnelles hors TMS chez les électriciens en 2013 [75].

6.2. Evolution temporelle

6.2.1. Evolution des maladies professionnelles dans le régime général

Sur la décennie écoulée, de 2003 à 2013, il existe une augmentation significative de l'incidence des maladies professionnelles dans la population du régime général. En effet, 34 642 maladies professionnelles étaient reconnues en 2003 contre 51 631 pour l'année 2014. On observe un pic d'incidence pour l'année 2011 avec 55 057 maladies professionnelles reconnues [76]. Comme le montre la figure 17 ci-après, l'incidence totale des maladies professionnelles et l'incidence des TMS évoluent de façon similaire, ce qui montre que les TMS sont bien la première cause de maladie professionnelle en France.

Le taux de croissance des TMS est estimé à 9% par an entre 2001 et 2011 avec une stabilisation en 2012, concomitante de la modification des conditions médico-administratives figurant au tableau de maladie professionnelle n°57 du régime général et une diminution de l'activité économique. Néanmoins, on observe de nouveau une augmentation du nombre de TMS reconnus en maladie professionnelle de 1,5% entre 2013 et 2014.

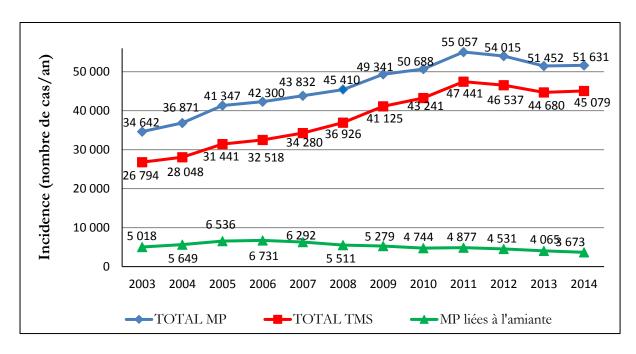


Figure 17 : Evolution de l'incidence totale des maladies professionnelles, des TMS et des maladies professionnelles liées à l'amiante entre 2003 et 2014 [76].

Entre 2011 et 2013, l'incidence des maladies professionnelles a diminué de 1,9% en 2012 et 4,7% en 2013. La diminution de l'incidence entre 2012 et 2013 représente quelques 2500 cas de maladies professionnelles, qui concernent en majorité les TMS avec 1900 cas en moins. Le reste de la diminution concerne les pathologies liées à l'amiante, avec près de 500 cas en moins. Comme le montre la figure 18 ci-dessous, l'essentiel de la diminution de l'incidence des maladies professionnelles est lié à une diminution des TMS au tableau n° 57.

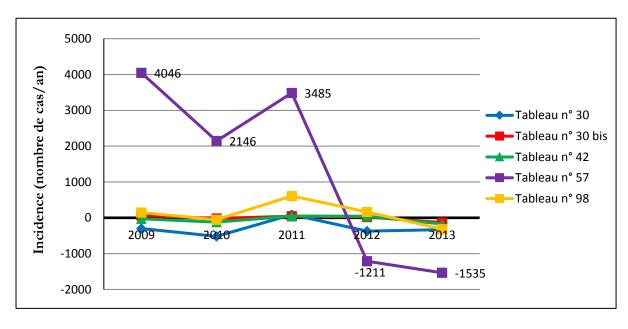


Figure 18 : Evolution de l'incidence des maladies professionnelles par tableaux dans la population générale entre 2009 et 2013 [76].

6.2.2. Evolution des TMS dans le régime général

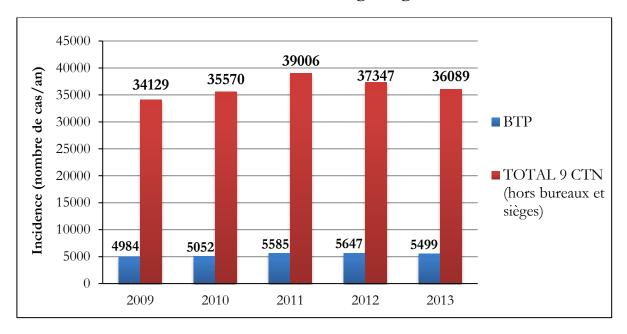


Figure 19 : Evolution entre 2009 et 2013 de l'incidence des TMS dans le BTP et total des 9 CTN hors sièges et bureaux [76].

Dans le BTP, les TMS ont été en augmentation jusqu'à l'année 2012, qui a marqué une inversion de la tendance. Dans l'ensemble de la population (9 CTN hors bureaux et sièges), les TMS sont en diminution depuis 2011, comme l'ensemble des maladies professionnelles [76].

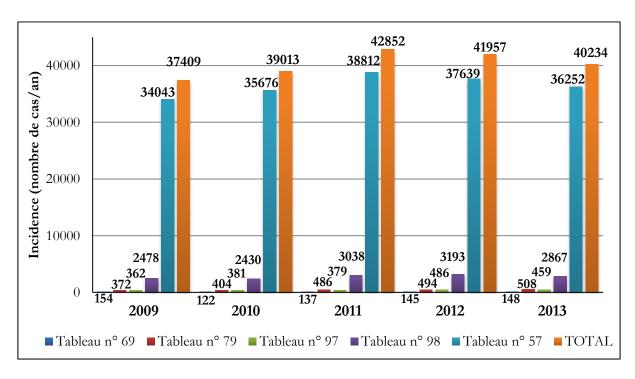


Figure 20 : Evolution de l'incidence des TMS dans le BTP : détail par tableaux de maladies professionnelles [73].

Le détail des TMS par tableau de maladie professionnelle (Figure 20 ci-dessus), montre que depuis 2011 les affections péri-articulaires au tableau n° 57 et depuis 2012 les affections du rachis liées aux vibrations mécaniques (tableau n° 97) et à la manutention de charge lourdes (tableau n° 98) suivent la même tendance en diminution. En revanche, les lésions chroniques du ménisque (tableau n° 79) sont en augmentation constante depuis 2009.

Les statistiques évoquées dans ce chapitre sont établies à partir des données de la CNAM, qui enregistre les pathologies reconnues comme maladies professionnelles au titre des tableaux de maladies professionnelles annexés au Code de la Sécurité Sociale. Cependant, ces données ne tiennent pas compte des pathologies professionnelles reconnues par le CRRMP au titre des alinéas 3 et 4 de l'article L461-1 du Code de Sécurité Sociale. En 2013, 18 809 demandes ont été enregistrées sur l'ensemble des CRRMP, et 17 016 avis prononcés. Le nombre de demandes a augmenté de 6,5% par rapport à l'année 2012. Pour le régime général, 96% des avis concernent 6 tableaux de maladies professionnelles [76] :

- Tableau n° 57 : 12 069 avis prononcés soit 75% des demandes. Les affections de l'épaule sont en augmentation, représentant 39% des demandes avec un taux de reconnaissance de 42%. Le pourcentage de reconnaissance via le CRRMP pour l'ensemble du tableau n° 57 est de 39%.
- Le tableau n° 98 représentent 12% des avis rendus, les tableaux n° 30 et 30 bis : 4% des avis et les tableaux n° 42 et 79 : chacun 2% des avis rendus.

6.3. Conséquences socio-économiques

6.3.1. Impacts sociétaux

Les TMS représentent un véritable problème de santé publique et un enjeu pour les sociétés des pays industrialisés, en raison de leur impact sociétal majeur. Les pathologies ostéo-articulaires sont en effet la première cause (50%) d'inaptitude médicale en particulier chez les salariés de plus de 55 ans [77]. En l'absence de reclassement dans l'entreprise, elle peut aboutir à un licenciement pour inaptitude médicale. Ces pathologies représentent également presque un quart des motifs de mise en invalidité par la CPAM chez les 50-59 ans [78]. Rappelons que l'invalidité signe une incapacité, partielle ou totale et potentiellement réversible, de travailler pour des raisons de santé. L'inaptitude médicale comme l'invalidité sont facteurs de désinsertion professionnelle et de perte de revenus pour le salarié. Le coût en est assumé par l'assurance maladie de la sécurité sociale qui assure le versement des indemnités en cas de licenciement ou de pension d'invalidité.

6.3.2. Impacts sur l'entreprise

Les conséquences socio-économiques des TMS pour les entreprises sont nombreuses et complexes. Une étude menée par l'Institut de Socio-Economie des Entreprises et des Organisations (ISEOR) et l'Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail (ANACT) a identifié trois types de coûts des TMS pour l'entreprise : le coût direct, le coût indirect dit de régulation et le coût stratégique [79].

Coût direct

Le coût direct d'un TMS, même lorsque celui-ci n'est pas reconnu comme maladie professionnelle, est lié : au versement des indemnités journalières lors d'un arrêt de travail ; aux cotisations des employeurs au compte AT/MP de l'assurance maladie pour l'indemnisation des victimes d'accidents de travail et de maladies professionnelles ; aux frais de recherche et d'aménagement du poste de travail, de gestion des inaptitudes médicales aux postes de travail avec nécessité de reclassement ou licenciement si le reclassement n'est pas possible, de recherche ou de formation d'un remplaçant au salarié absent, ainsi qu'au temps de ressources humaines passé pour la gestion des dossiers. Le coût direct d'un TMS est estimé entre 100 à 500 euros par an et par salarié, et le coût moyen d'un TMS reconnu comme maladie professionnelle, tous tableaux confondus, est estimé à 22 423 euros [80]. En particulier, en 2011 le coût moyen d'un TMS reconnu au tableau n°57 du régime général de la sécurité sociale est estimé à 26 879 euros et le coût d'un TMS du rachis lombaire reconnu en maladie professionnelle est estimé à 66 458 euros.

Coût indirect

Le coût indirect pour l'entreprise ou coût de régulation englobe l'ensemble des coûts liés aux dysfonctionnements induits par les TMS. Ces dysfonctionnements sont : l'absentéisme et le départ (turn-over) de salariés, la désorganisation du travail et une surcharge de travail pour les salariés restants. Ceci génère une baisse de la qualité du travail, et plus important encore une perte de productivité et une baisse des capacités de production. Sur le plan économique, ceci aboutit à une perte de compétitivité, avec parfois la perte de marchés ou de clients par dégradation de la qualité des produits ou des services, l'allongement des délais de production. Le coût indirect est environ de 2 à 7 fois le montant du coût direct, soit 200 à 3500 euros par an et par salarié [21].

Coût stratégique

Le coût stratégique renseigne sur les effets induits par les TMS sur l'entreprise. Ces effets sont la conséquence de la stratégie industrielle ou commerciale de l'entreprise en matière de compétitivité (baisse des capacités de production donc augmentation des délais de fabrication, impact du sureffectif induit par les TMS sur les prix et la compétitivité), d'une dégradation du climat social dans l'entreprise avec risque de conflits, épuisement des salariés, perte d'implication, etc. A l'impact économique et social, s'ajoute une conséquence non chiffrable mais bien réelle : la nuisance à l'image de l'entreprise vis-à-vis de ses clients, qui induit une perte d'attractivité. Le coût stratégique est environ de 10 à 30 fois le coût direct, soit entre 1000 et 15 000 euros [79].

Le coût total : direct, indirect et stratégique, des TMS est estimé entre 6 800 et 11 200 euros par salarié victime de TMS et par an [21].

6.3.3. Impacts sur le salarié

Pour le salarié, les TMS ont un impact pouvant être majeur dans de multiples aspects de la vie personnelle et professionnelle.

<u>Sur le plan de la santé</u> :

Les TMS sont une source de douleurs et de limitations fonctionnelles au poste de travail mais également en dehors, dans les activités de la vie quotidienne. Ceci peut générer un véritable handicap professionnel mais aussi social. Les TMS nécessitent fréquemment des soins, parfois associés à des arrêts maladies, dont le corollaire est une perte de salaire, avec des conséquences sociales, personnelles et familiales parfois désastreuses.

<u>Sur le plan socio-professionnel</u>:

L'histoire évolutive des TMS peut aboutir à une inaptitude au poste de travail, un reclassement voire un licenciement si le reclassement dans l'entreprise est impossible. Les conséquences, dans tous les cas, sont majeures. En effet, une inaptitude, un reclassement ou un licenciement impliquent que la pathologie est chronique avec souvent des lésions tissulaires fixées, et que cela génère un handicap trop important pour que des aménagements de poste soient suffisants au maintien au poste de travail.

Dans beaucoup de professions, notamment dans les métiers manuels et particulièrement dans le BTP, un déficit fonctionnel d'une articulation, d'un membre ou du rachis est bien souvent

responsable de multiples limitations d'activité. En effet, il est bien difficile de trouver dans le BTP un métier peu sollicitant pour le rachis ou les membres. Une limitation fonctionnelle, même isolée à une articulation et à fortiori si elle est de localisation multiple, peut totalement exclure un salarié de son poste de travail, voire même de son métier ou de son secteur d'activité. Il s'agit pour le salarié d'une perte « d'employabilité » [81; 82].

Dans un contexte où la conjoncture économique n'est pas favorable à l'emploi, il est souvent difficile de proposer au salarié inapte un reclassement dans son entreprise. Si les grandes entreprises ont les moyens de proposer des solutions de reclassement en interne, après formation ou sur des postes spécifiques, les petites entreprises qui emploient peu de salariés n'ont bien souvent aucune solution de reclassement à proposer au salarié inapte à son poste. Ceci se vérifie dans tous les secteurs d'activité et le BTP n'échappe pas à la règle. Le licenciement est donc souvent la suite inéluctable de l'inaptitude médicale et il est le point de départ de la désinsertion professionnelle pour les salariés concernés. Ceci est d'autant plus vrai dans le BTP, avec une population de travailleurs constituée majoritairement d'ouvriers peu ou pas qualifiés. De plus, le marché du travail s'étant ouvert aux travailleurs étrangers, ils sont nombreux à venir travailler en France en ne maîtrisant pas ou peu la langue française. Dans ce contexte, il est évidemment difficile d'envisager une formation en vue d'une reconversion professionnelle. Les TMS étant entre autre liés à l'âge et à l'ancienneté, ils surviennent souvent chez des travailleurs d'âge moyen, entre 40 et 50 ans, et qui en cas d'inaptitude se retrouvent au chômage, parfois sans diplôme ou sans maîtriser la langue, avec une pathologie invalidante, bien avant l'âge de départ à la retraite.

Au-delà de l'impact économique pour la société, assumé par le système de sécurité sociale, de l'impact économique pour les entreprises, et de l'impact purement médical pour le salarié, les TMS représentent un enjeu majeur de santé publique puisqu'ils produisent du chômage, de la désinsertion professionnelle, de la précarité sociale et professionnelle. A l'échelle d'un individu, c'est tout l'avenir socio-professionnel, personnel et familial qui est remis en cause. A l'échelle de la société, c'est un ensemble d'individus que le travail a rendu malades, en incapacité de travailler et pour qui l'accès à l'emploi devient limité. Le lien entre TMS et avancée en âge, le vieillissement de la population active et le recul de l'âge de départ à la retraite sont des facteurs qui convergent pour majorer à l'avenir l'impact des TMS au niveau sociétal, de l'entreprise et du salarié.

Partie 2

Matériels et méthodes

Protocole d'étude pour la prévention des TMS dans l'entreprise étudiée

1. Principes généraux d'une démarche de prévention des TMS

Les TMS sont des pathologies multifactorielles et probabilistes, et de ce fait il s'agit d'une problématique très complexe. Pour mieux aborder la question des TMS dans une démarche de prévention, il convient de mettre sur un même plan l'ensemble des facteurs intervenant dans ces pathologies. La figure 22 ci-dessous est une représentation non exhaustive des déterminants et des facteurs de risque de TMS, ainsi que des liens entre eux. Il existe une multitude de paramètres dans l'organisation et l'environnement de travail qui, avec des liens de causalité variables, participent en synergie à créer un environnement de travail délétère, en particulier lorsqu'ils se cumulent. On comprend alors que la survenue de TMS est symptomatique de ces problèmes de l'organisation au sens large du travail.

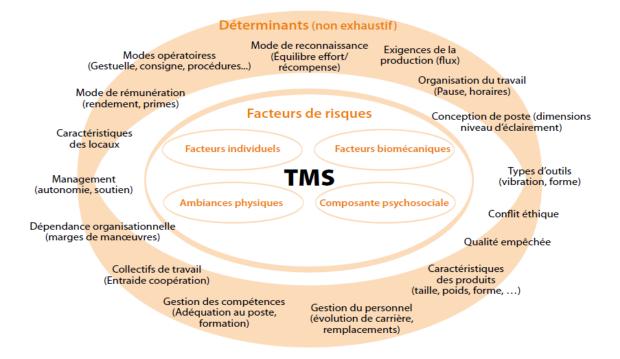


Figure 21: Déterminants et facteurs de risque des TMS, d'après la CARSAT [83].

Afin de faire émerger des pistes d'actions pour la prévention des TMS qui répondent aux besoins de l'entreprise, il est nécessaire dans un premier temps d'établir un diagnostic de la situation. Nous avons réalisé une analyse des facteurs de risque connus de TMS : la charge physique de travail, les contraintes biomécaniques et environnementales de travail, ainsi que l'influence des facteurs psycho-sociaux. Ce diagnostic comporte également une analyse ergonomique du travail pour évaluer la nature et le rôle des différents déterminants présents dans les situations de travail.

1.1. Indicateurs en santé au travail

En premier niveau d'analyse, il est possible d'utiliser différents indicateurs permettant de repérer des situations problématiques vis-à-vis de la santé au travail. Il s'agit d'indicateurs en ressources humaines : absentéisme, recours fréquent à l'intérim, turn-over, etc. et des indicateurs en santé au travail : accident de travail avec arrêt de travail, maladie professionnelle reconnue, plaintes ou pathologies de l'appareil locomoteur, restriction d'aptitude, inaptitude, etc. Cette première analyse peut être réalisée par l'entreprise elle-même et/ou par le médecin du travail à travers le suivi médical individuel des salariés. Lorsqu'une situation problématique est mise en évidence dans une entreprise, il est nécessaire d'analyser ensuite qualitativement et quantitativement le travail.

1.2. Analyse de la charge physique de travail

Lorsqu'elle est mobilisée dans un contexte professionnel, l'activité physique est régie par des facteurs extérieurs au travailleur, répondant aux contraintes de production : pression temporelle, répétitivité des gestes, niveaux d'efforts et gestuelles contraints, environnement de travail et organisation des postes de travail, etc. Ceci représente finalement l'inverse d'une activité physique de santé telle que définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). On parle alors de charge physique de travail. La caractérisation de la charge physique de travail repose sur cinq paramètres [84] :

Caractérisation des efforts physiques :

Il s'agit du port de charges lourdes ou déplacements avec charges, d'activité de l'ensemble du corps, de la réalisation de tâches minutieuses.

L'évaluation quantitative de l'astreinte physique peut être corrélée à la dépense énergétique répartie en cinq niveaux d'activité physique d'après la norme ISO/DIS 8996. Ces cinq niveaux d'activité physique sont corrélés à la dépense énergétique en MET⁹, à la puissance en watt, en volume d'oxygène consommé VO2 (l/min) et à l'échelle de Borg RPE, comme présenté à la figure 22 ci-dessous.

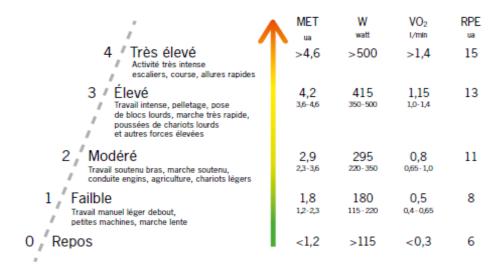


Figure 22 : Equivalences pour différentes grandeurs d'évaluation de la dépense énergétique graduée en cinq niveaux d'activité physique [84].

⁻

⁹ L'équivalent métabolique ou MET (Metabolic Equivalent of Task) est une méthode permettant de mesurer l'intensité d'une activité physique et la dépense énergétique. On définit le MET comme le rapport de l'activité sur la demande du métabolisme de base. Un MET représentant le métabolisme de repos.

Dimensionnement de la situation de travail

Il s'agit de l'évaluation du poste de travail, des accès et des espaces de circulation. Cette évaluation permet d'identifier les postures inconfortables, déplacements longs, objets encombrants à manutentionner, espaces de travail inadaptés, impossibilité de modifier sa posture, possibilités existantes de réglages des équipements de travail.

Caractéristiques temporelles

Les caractéristiques temporelles d'une activité de travail sont la répétitivité des mouvements de l'ensemble du corps, la durée d'exposition à une charge physique lourde, la durée et la fréquence des temps de récupération dans la journée de travail. La survenue des aléas est un paramètre temporel par définition imprévisible et donc difficile à évaluer.

Caractéristiques de l'environnement

Il s'agit de l'ensemble des facteurs environnementaux pouvant influencer les conditions d'exécution de l'activité : ambiance de travail dégradée (bruit, température, intempéries, éclairage), exposition aux vibrations transmises au corps entier et au membre supérieur, exposition à des produits toxiques ou aux poussières, sols encombrés et/ou dégradés et/ou en pente, utilisation d'équipements de travail ou de protection individuelle. L'utilisation d'équipement de protection individuelle peut gêner la vision, l'audition, la respiration, les mouvements et la préhension, et à l'extrême certains vêtements isolants peuvent directement augmenter la charge physique de travail.

Organisation

Certains paramètres de l'organisation du travail peuvent influencer les contraintes physiques : mode de fonctionnement dégradé, défaut de planification, horaires atypiques, disponibilité et utilisation d'aides techniques. Tous ces facteurs organisationnels sont de potentielles sources d'accident de travail et de fatigue pour les travailleurs.

1.3. Analyse des situations de travail

L'analyse de la charge physique de travail telle que nous venons de la décrire prend en compte ses aspects quantitatifs et qualitatifs. Les éléments qualitatifs (dimensionnement, caractéristiques temporelles et environnementales, organisation) s'obtiennent par une analyse des situations de travail, c'est-à-dire une évaluation globale de l'activité réelle. Cette analyse est réalisée à travers une étude ergonomique des postes de travail, qui s'attache à évaluer les contraintes et faire

le lien entre celles-ci et les facteurs qui en sont responsables. Dans le cadre d'une démarche de prévention des TMS dans un large collectif de travail, il est nécessaire d'analyser globalement ce qui dans l'organisation des activités, dans les méthodes managériales, dans le contexte économique et social de l'entreprise peut générer des contraintes dans le travail.

1.4. De l'analyse du travail à la recherche de pistes de prévention

L'analyse du travail permet de mettre en évidence les situations de travail générant des contraintes potentiellement à l'origine de pathologies, ainsi que les sources de ces contraintes. Cette analyse doit permettre de déterminer les priorités d'action et définir des objectifs sur lesquels va se concentrer la recherche de pistes de prévention.

La recherche de pistes d'action doit être basée sur les principes généraux de prévention définis à l'article L.4121-2 du code du travail :

- Éviter les risques : supprimer le danger ou l'exposition au danger.
- Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités : apprécier l'exposition au danger et l'importance du risque afin de prioriser les actions de prévention à mener.
- Combattre les risques à la source : intégrer la prévention le plus en amont possible, notamment dès la conception des lieux de travail, des équipements ou des modes opératoires.
- Adapter le travail à l'Homme : tenir compte des différences interindividuelles, dans le but de réduire les effets du travail sur la santé.
- Tenir compte de l'évolution de la technique : adapter la prévention aux évolutions techniques et organisationnelles.
- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l'est pas ou ce qui l'est moins : éviter l'utilisation de procédés ou de produits dangereux lorsqu'un même résultat peut être obtenu avec une méthode présentant des dangers moindres.
- Planifier la prévention en intégrant technique, organisation et conditions de travail, relations sociales et environnement.
- Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle : n'utiliser les équipements de protection individuelle qu'en complément des protections collectives si elles se révèlent insuffisantes.
- Donner les instructions appropriées aux travailleurs : former et informer les salariés afin qu'ils connaissent les risques et les mesures de prévention.

La proposition de pistes d'action doit tenir compte des dimensions organisationnelles, techniques et humaines, des spécificités de l'activité et de l'entreprise. L'action de prévention doit être pensée en globalité, et ne doit pas constituer une somme d'actions ponctuelles et sans lien les unes avec les autres. La prévention intervient à différents niveaux : lors de la conception et/ou la modification des postes de travail, lors de l'acquisition des équipements et du matériel, dans l'organisation de l'activité.

La démarche de prévention doit être participative et impliquer tous les acteurs de l'entreprise : direction, ressources humaines, intervenants en santé, sécurité et environnement, encadrement et représentants du personnel. Bien sûr, la démarche s'appuie également sur le service de santé au travail avec le médecin du travail comme interlocuteur privilégié. L'intégration des résultats de cette démarche dans le Document Unique d'Evaluation des Risques (DUER) et dans le plan d'action du programme de prévention de l'entreprise assure dans le temps la cohérence et la pérennité de la prévention.

2. Présentation de l'entreprise étudiée

2.1. Activité de l'entreprise

Dans la suite de ce travail, nous nommerons l'entreprise qui fait l'objet de cette étude « entreprise X ».

L'entreprise X est une filiale d'une firme multinationale, implantée internationalement dans le secteur de la fourniture d'énergie. Cette firme implantée en Europe, Russie, Amérique du Nord et du Sud, Asie et Océanie, assure la production et la commercialisation de l'énergie. Elle est l'un des principaux acteurs mondiaux de l'évolution du secteur énergétique, au 2e rang mondial de la fourniture d'énergie et au premier rang des utilities¹⁰.

¹⁰ Entreprises assurant un service public.

Au sein de ce groupe, l'entreprise X est spécialisée dans le génie électrique et les télécommunications. Elle est la marque leader de la branche dédiée aux services à destination des entreprises et des collectivités. En 2015, elle comptait 15 600 collaborateurs et 300 implantations réparties sur le territoire français, dont la région Rhône-Alpes.

L'entreprise X intervient sur des projets d'installation et d'intégration de systèmes électriques dans les secteurs de l'industrie et du tertiaire, des réseaux d'énergie, de l'éclairage public, des infrastructures de transport et de télécommunication, de la sécurité globale, de la production et de l'externalisation d'énergie.

Chaque secteur d'activité de l'entreprise X est représenté par une entité indépendante. Ces entités sont implantées sur l'ensemble du territoire national, l'activité de chacune d'entre elles étant définie en secteurs géographiques. Chaque entité représente donc une activité spécialisée dans le domaine de l'électricité à destination des entreprises et des collectivités. Nous avons choisi de mener cette étude au sein de plusieurs de ces entités afin d'être représentatifs du métier d'électricien dans cette entreprise.

2.2. Effectifs

Pour l'exercice 2015, l'effectif sur chantier de l'entreprise X dans les sept entités concernées par l'étude se compose d'un total de 1490 salariés dont 17 cadres (conducteurs de travaux), 508 ETAM¹¹ et 965 ouvriers dont 73 électriciens, 410 monteurs électriciens et 46 monteurs réseaux. Le terme d'électricien est employé dans cette étude de façon générique, car il recouvre de nombreux intitulés de postes, présentés dans le tableau 6 ci-dessous. Il faut noter néanmoins que ces données concernent l'ensemble des effectifs de chaque entité, et ne se limitent pas au secteur géographique des agences du Grand Lyon.

 $^{^{\}rm 11}$ ETAM : Employés Techniciens et Agents de Maîtrise

Tableau 6 : Répartition et détail des ouvriers électriciens dans les entités étudiées de l'entreprise en 2015 (source : entreprise X)

		P&C	RAA	RHT	ANC	RE	RSE	UTS	TOTAL
CADRES		1	0	5	7	0	1	3	17
	ETAM	79	135	21	140	59	36	38	508
	OUVRIERS	127	209	114	182	128	126	79	965
	Chauffeurs monteurs	0	0	9	0	1	11	0	21
	Chauffeurs monteurs électriciens	0	0	0	0	3	0	0	3
	Chef d'équipe monteur électricien	0	46	0	0	0	1	3	50
	Chef d'équipe	17	10	20	26	16	41	6	136
	Electriciens	0	43	0	25	1	4	0	73
Dont	Electro-techniciens/mécaniciens	0	4	0	5	0	0	0	9
	Monteurs	0	0	30	0	0	26	0	56
	Monteurs cableurs	0	3	0	0	0	0	0	3
	Monteurs électriciens	90	90	0	124	30	8	68	410
	Monteur électricien TP	0	0	0	0	0	0	1	1
	Monteur de ligne	0	0	1	0	0	0	0	1
	Monteurs réseaux	0	0	34	0	0	12	0	46
TOTAL ELECTRICIENS		107	196	94	180	51	103	78	809

2.3. Les TMS dans l'entreprise X

2.3.1. Sinistralité des maladies professionnelles et TMS

Tableau 7 : Répartition par tableaux des maladies professionnelles cumulées dans l'entreprise X, toutes entités confondues, entre 2001 et 2014 inclus (source : entreprise X).

Tableau n°	Nombre de MP reconnues	% des MP totales dans l'entreprise X
30	137	22
42	31	5
57	285	46
79	11	2
97	9	1
98	67	11
Autres	74	12
TOTAL	614	100

On observe la même tendance que celle dans la population nationale des électriciens, présentée plus haut au tableau 4, mais dans des proportions différentes. Les affections et cancers broncho-pulmonaires liés à l'amiante reconnus au tableau n°30 représentent 22% des maladies professionnelles dans l'entreprise contre 6,4% chez les électriciens au niveau national. La surdité liée au bruit reconnue au tableau n°42 représente 5% des maladies professionnelles contre 1,9% chez les électriciens au niveau national. La prévalence des TMS, qui représentent 60% des maladies professionnelles, est inférieure à celle dans la population nationale des électriciens (90,7%). La

répartition des TMS dans l'entreprise diffère également de celle dans population nationale des électriciens. Les TMS reconnus au tableau n°57 dans l'entreprise représentent 46% des maladies professionnelles, contre 78,7% au niveau national chez les électriciens. Les TMS du rachis reconnus au tableau n°98 représentent 11% des maladies professionnelles, contre 7% au niveau national. Enfin les TMS reconnus au tableau n°97 représentent 1% des maladies professionnelles contre 0,2% au niveau national.

Le détail des maladies professionnelles reconnues au tableau n°57 est présenté tableau 8 ciaprès. Il montre une nette prédominance des pathologies du poignet, de la main et des doigts (34,4%) et de l'épaule (30%) devant les pathologies du coude et du genou, dont la prévalence est similaire à la moyenne nationale des électriciens. En revanche, la prévalence des pathologies du poignet, de la main et des doigts et de l'épaule pèsent respectivement 1,5% et 3% de moins que la prévalence nationale chez les électriciens.

Tableau 8 : Détail des maladies professionnelles reconnues au tableau n°57 dans l'entreprise X, toutes entités confondues, depuis 2001 (source : entreprise X).

Catégorie	Nombre de MP reconnues	% de MP du Tableau n° 57
A - Epaule	86	30
B - Coude	62	22
C - Poignet, Main et doigts	98	34,4
D - Genou	12	4,2
E - Cheville et pied	1	0,4
Hors tableau	26	9
TOTAL	285	100

En somme, la prévalence des TMS dans l'entreprise X est globalement moindre que la sinistralité au niveau national chez les électriciens, notamment au tableau n°57 pour les pathologies du poignet, de la main et des doigts et de l'épaule. La prévalence est en revanche plus forte au tableau n° 98 pour les pathologies du rachis. La répartition des TMS des membres supérieurs, par articulation, est similaire à celle qui existe au niveau national chez les électriciens : prédominance des TMS du poignet, main et doigts devant l'épaule puis le coude.

TMS entre 2013 et 2015

La répartition des TMS dans l'entreprise X depuis 2001, toutes entités confondues et sur toute la France, est notoirement différente des données attendues pour ce secteur d'activité. Nous avons donc recherché des données récentes et centrées sur le périmètre géographique de notre étude, à savoir les 6 entités sélectionnées sur le secteur du Grand Lyon. Le tableau 9 ci-après présente les cas de maladies professionnelles reconnues dans l'entreprise entre 2013 et 2015 sur le secteur géographique de l'étude. Ces données concernent 4 des 6 entités étudiées, les données n'étant pas disponibles pour 2 entités. On dénombre 12 maladies professionnelles reconnues, et 1 dossier en cours d'instruction. Il existe également un dossier actuellement en cours pour reconnaissance en maladie professionnelle d'une Maladie de Dupuytren, hors tableau de maladie professionnelle de la sécurité sociale.

Tableau 9 : Détail des TMS reconnus en maladies professionnelles entre 2013 et 2015 dans les entités de l'entreprise X concernées par l'étude (source : entreprise X).

Salarié	Poste	Tableau MP	Pathologie	Entrée dans l'entreprise X
Salarié 1	Serrurier	57 A	Tendinopathie épaule droite	2008
Salarié 2	Chef de chantier	57 A	Tendinopathie épaule gauche	1977
Salarié 3	Chef de chantier	57 A	Rupture coiffe des rotateurs épaule droite	1974
Salarié 4	Monteur réseau	57 A	Rupture coiffe des rotateurs épaule droite + dossier en cours pour tendinopathie épaule gauche	2004
Salarié 5	Contremaître de chantier	57 B	Epicondylite droite + gauche	1977
Salarié 6	Chauffeur monteur	57 C	Canal carpien droit + gauche	2000
Salarié 7	Monteur électricien	57 C	Canal carpien droit	2005
Salarié 8	Contremaître de chantier	57 C	Compression du nerf cubital droit + gauche	1973
Salarié 9	Monteur électricien	98	Hernie discale	1990

La totalité des maladies professionnelles reconnues sur la période sont des TMS. Le détail des pathologies montre la très nette prédominance des pathologies de l'épaule et du poignet devant les pathologies du coude et du rachis. On note également que 4 salariés sur 9 ont un TMS bilatéral. Ce nombre de maladies professionnelles reconnues est à rapporter à l'effectif réel des électriciens de chaque entité concernée, détaillé dans le tableau n°5 qui présente les effectifs globaux de chaque entité au niveau national. Il n'a pas été possible d'obtenir les effectifs exacts de chaque entité limités au périmètre géographique de l'étude.

2.3.2. Enjeux des TMS

La Caisse d'Assurance Retraite et de la Santé Au Travail (CARSAT) est l'organisme chargé pour le régime général de l'assurance des risques professionnels, à savoir accidents de travail et maladies professionnelles, de la prévention de ces risques auprès des entreprises et la coordination des actions de prévention menées par les acteurs de la santé au travail. Toute reconnaissance en maladie professionnelle par la CPAM est notifiée à la CARSAT. La reconnaissance d'une pathologie en maladie professionnelle assure aux salariés du régime général une prise en charge complète des soins, le paiement des indemnités journalières en cas d'arrêt de travail et le versement d'une compensation financière après consolidation, selon le taux d'incapacité permanente.

L'ensemble de ces prestations financières versées par la branche AT/MP de la sécurité sociale est financé par les employeurs selon un système de cotisation à un compte AT/MP. Pour les entreprises de moins de 20 salariés, la tarification est collective, c'est-à-dire que la cotisation est calculée par secteur d'activité en fonction d'une nomenclature des risques. Pour les entreprises de plus de 150 salariés, la tarification est individuelle, elle dépend directement de la sinistralité AT/MP de l'entreprise. Le taux de cotisation est basé dans chaque secteur d'activité sur les coûts moyens, c'est-à-dire la moyenne des dépenses causées par des sinistres de gravité équivalente. A chaque sinistre selon sa gravité correspond un coût moyen. La cotisation est donc calculée en fonction du nombre et de la gravité des sinistres, et du coût moyen que représentent ces sinistres. L'objectif de ce mode de calcul, très coûteux pour les entreprises, est donc de les inciter à prendre en compte la sécurité et la santé au travail de leurs salariés. Les entreprises de 20 à 149 salariés ont une tarification mixte, compromis entre taux de cotisation collectif et individuel.

Nous l'avons évoqué dans la première partie de ce travail, les coûts indirects et stratégiques sont ceux qui ont le plus fort impact financier mais leur retentissement n'est pas toujours directement perceptible. Pour les grandes entreprises, réduire les coûts induits par les TMS revient avant tout à réduire la sinistralité MP, c'est-à-dire la survenue parmi ses salariés de maladies professionnelles reconnues. Au-delà de l'enjeu financier qui se trouve au premier plan, la prévention des TMS s'inscrit dans un objectif plus général de promotion de la santé au travail et du maintien des compétences dans l'entreprise. C'est dans ce contexte socio-économique qu'une démarche de prévention des TMS a été décidée conjointement par le médecin du travail et l'entreprise X.

3. Définition des objectifs de l'étude

3.1. La demande de l'entreprise

L'activité de chaque entité de l'entreprise X est spécifique par sa clientèle, le milieu et le type d'interventions, les tâches et l'environnement inhérents à leur activité. Analyser les facteurs de risque de TMS dans cette entreprise est donc complexe et mettre en place une démarche de prévention qui soit efficiente dans chaque entité l'est tout autant. D'ailleurs, de nombreuses actions de prévention des TMS ont déjà été menées par cette entreprise et les moyens mis en œuvre n'ont pas apporté les résultats escomptés.

La volonté commune de l'entreprise et du médecin du travail était donc de mettre en place une action de prévention des TMS s'inscrivant dans un objectif global de promotion de la santé au travail et de la qualité de vie au travail. Une enquête « qualité de vie au travail » a d'ailleurs été menée dans l'ensemble de l'entreprise au cours de l'année 2015, dont les résultats devraient compléter ceux apportés par cette étude. L'impératif de notre action était de pouvoir s'appliquer aux différentes entités de l'entreprise X, et de s'inscrire durablement dans le temps pour des effets pérennes.

3.2. Objectifs de l'étude

La mise en œuvre de cette étude avait pour objectif principal :

- Etablir un état des lieux de la prévalence et du retentissement des TMS dans la population étudiée.
- Identifier les facteurs professionnels associés à la prévalence des TMS dans la population cible par l'analyse de la charge physique de travail, des contraintes du travail manuel, du stress et des facteurs psycho-sociaux.
- Proposer à l'entreprise des orientations pour l'élaboration d'un plan de prévention des TMS.

3.3. Groupe de travail

Notre participation à ce projet en tant que groupe de travail avait plusieurs finalités. Notre rôle était d'élaborer le protocole d'étude, participer avec le médecin du travail et l'équipe pluridisciplinaire au recueil des données, coordonner la mise en œuvre de l'étude et assurer le lien

entre le service de BTP Santé au Travail et les divers intervenants au sein de l'entreprise, analyser les résultats obtenus, et in fine présenter à l'entreprise un rapport d'étude afin de l'aider à faire émerger des pistes d'actions en matière de prévention des TMS, issues des conclusions de l'étude. Ce rapport d'étude a été également présenté au service de BTP Santé au Travail, puisqu'il a été inscrit dans le projet de service et le CPOM¹² de mettre en œuvre des actions de prévention des TMS. En somme, le groupe de travail avait pour but de mettre en œuvre une collaboration entre un service de santé au travail et une entreprise du BTP pour y prévenir les TMS, véritable action collective de prévention en milieu de travail propre aux missions des Services de Santé au Travail.

4. Protocole d'étude

L'étude présentée ici est une étude épidémiologique descriptive menée dans un échantillon de notre population source issue d'une entreprise d'électricité du BTP. Cette étude avait pour objectifs principaux : l'évaluation de la prévalence réelle et la gravité des TMS, l'évaluation de la prévalence du stress et des facteurs psycho-sociaux, l'analyse des contraintes physiques et des contraintes du travail manuel dans la population d'étude, et l'analyse du lien entre chacun de ces facteurs et les TMS.

4.1. Population étudiée

4.1.1. Sélection des sujets

L'étude a porté sur les électriciens de l'entreprise X adhérente au service de BTP Santé au Travail dont le code NAF est 4321 A et B : Travaux d'installation électrique dans tous les locaux et sur la voie publique.

La sélection des sujets est intervenue au cours de l'année 2015. Elle était prévue initialement parmi sept entités de l'entreprise X, dont les directions déléguées sont situées dans le Grand Lyon et dont le suivi médico-professionnel des salariés est assuré par BTP Santé au Travail. Finalement, seules six entités ont été inclues dans l'étude. La septième entité prévue (secteur des transports urbains) a finalement été écartée de la sélection des sujets en raison de difficultés matérielles dans l'organisation des entretiens médicaux (travail de nuit, chantier dans le département du Nord).

¹² CPOM : Contrat Pluriannuel d'Objectifs et de Moyens, signé tous les cinq ans entre chaque service de santé au travail agrée, la CARSAT et la DIRECCTE.

-

Les différents secteurs d'activités représentés dans l'étude sont :

- Installation et maintenance des réseaux d'éclairage public ;
- Postes et centrales électriques, atelier de câblage et fabrication d'armoires électriques ;
- Installation et maintenance des réseaux de lignes haute tension ;
- Maintenance sur sites industriels et bâtiments :
- Installation et maintenance des systèmes hydrauliques en stations d'épuration et réseaux d'assainissement;
- Secteur nucléaire.

En raison de la nature même de leur activité, la sélection des sujets s'est faite sur chantiers, sur sites de maintenance ou encore en atelier dans les régions Rhône-Alpes et Champagne-Ardenne, selon l'activité au moment de la réalisation de l'étude. Sur site, furent inclus dans l'étude l'ensemble des électriciens présents, volontaires et répondant aux critères d'inclusion et de non inclusion.

L'analyse de l'évaluation subjective d'une contrainte nécessite qu'elle soit réalisée par au moins 10 salariés au même poste, ou bien par tous les salariés de ce poste quand ils sont moins de 10 [85]. Or, bien que chaque entité de l'entreprise X représente un secteur d'activité différent, l'analyse porte sur un même métier qu'est celui des électriciens. L'analyse des résultats a donc été réalisée globalement sur l'ensemble des entités. Le maximum de sujets présents sur chantier ou sur site et répondants aux critères de sélection ont été intégrés à l'étude, avec un échantillon d'environ 8 sujets par entité en moyenne.

4.1.2. Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion des sujets dans l'étude sont les suivants :

- salarié à un poste d'électricien au sein de l'entreprise X ;
- accord écrit du salarié et de l'entreprise ;
- âge entre 18 et 65 ans ;
- ancienneté supérieure à 3 mois au poste ou dans l'entreprise ;
- en CDI.

4.1.3. Critères de non inclusion

Ont été exclus de la sélection dans l'étude les sujets montrant une mauvaise compréhension ou une mauvaise expression en langue française.

4.1.4. Information et consentement

Une information préalable au démarrage de l'étude a été donnée sur ses objectifs et ses modalités au moyen d'un protocole d'étude transmis à l'entreprise (direction, CHSCT¹³, responsables QSE¹⁴). L'information a également été relayée par le médecin du travail auprès des salariés et de l'encadrement lors de quart d'heure sécurité sur chaque chantier visité. Enfin, le consentement écrit et éclairé de chacun des participants a été recueilli préalablement à sa participation au questionnaire.

4.2. Outils d'évaluation

Il n'existe pas d'outil unique pour ce type de démarche. En raison des multiples paramètres à analyser, nous avons fait le choix d'utiliser plusieurs outils, complémentaires et validés dans cette application.

4.2.1. Questionnaire TMS (Annexe 6)

Nous avons choisi d'utiliser le questionnaire TMS de l'INRS sous sa forme actualisée en 2000 [85]. Cette version s'appuie sur un questionnaire élaboré par l'Université du Wisconsin aux Etats-Unis pour étudier l'état de santé des employés de bureau ainsi que les facteurs psychosociaux présents dans l'environnement de travail [86]. Ce questionnaire américain, décrit dans un article publié par Haims et Carayon, a déjà été évalué et validé lors d'études effectuées sur une population de plus de 300 salariés dans des entreprises du secteur tertiaire [87]. Le questionnaire INRS reprend en langue française certaines parties du questionnaire de l'Université du Wisconsin en ce qui concerne les plaintes de TMS, l'état de stress et les facteurs psychosociaux. Il est utilisable dans tous les secteurs professionnels, notamment pour le travail sur écran et le travail manuel.

Ce questionnaire TMS comporte 127 questions réparties en 5 chapitres. On retrouve différents types de questions : questions fermées, questions à choix multiples, auto-évaluation

_

¹³ CHSCT: Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail

¹⁴ QSE : Qualité Sécurité Environnement

quantitative sur une échelle visuelle et questions ouvertes. Le codage des réponses a été établi de sorte que les valeurs élevées, quel que soit le type de question, correspondent à une perception péjorative ou à des effets négatifs du paramètre étudié.

- La <u>première partie</u> en 15 questions concerne les données socio-professionnelles des opérateurs. Dans cette partie, un numéro de dossier a été attribué à chaque questionnaire, afin de préserver l'anonymat de chaque sujet interrogé. Seul le médecin du travail de BTP Santé au Travail en charge de l'enquête a accès aux données nominatives des sujets inclus dans l'étude.
- La <u>seconde partie</u> recense les plaintes de TMS des membres supérieurs et du rachis, en détaillant à chaque localisation: la présence ou non de symptômes (douleurs, inconfort, courbatures), l'intensité et la fréquence des symptômes, soit 26 questions au total. Les localisations au membre supérieur sont : l'épaule, le coude, la main/poignet et pour le rachis : le cou (rachis cervical), le haut du dos hors épaule (rachis dorsal ou thoracique) et le bas du dos (rachis lombaire).
- La <u>troisième partie</u> évalue le stress et son vécu par le salarié, en 19 questions. Le questionnaire détaille notamment les symptômes cardio-vasculaires, digestifs, d'angoisse et anxio-dépressifs, et prend en compte l'existence pour le sujet de soucis au moment de la réalisation de l'étude.
- La <u>quatrième partie</u> explore les facteurs psycho-sociaux en 31 questions. Ce chapitre aborde les différentes composantes psycho-sociales de la souffrance au travail, avec des questions inspirées du questionnaire de Karasek. Sont donc évalués : la demande psychologique avec la charge de travail, la pression du travail et l'attention requise ; la latitude décisionnelle avec le contrôle sur le travail et la participation à l'organisation du travail et le soutien social de la hiérarchie et des collègues. Sont également pris en compte les inquiétudes sur l'avenir professionnel.
- La <u>cinquième partie</u> explore sur 22 questions le vécu au travail. Selon la population étudiée, ces questions sont destinées soit à l'analyse du travail informatisé soit du travail manuel qui nous concerne dans cette étude. Les questions visent à évaluer les caractéristiques et les exigences du travail demandé, repérer les outils considérés comme pénibles et vibrants et évaluer la gêne qu'ils engendrent, évaluer les conditions environnementales. La dernière question de ce chapitre est ouverte pour permettre au sujet de faire une ou plusieurs propositions pour améliorer les conditions de travail.

Enfin, il existe 10 questions ouvertes, laissées libres au choix de l'examinateur, que nous avons décidé de ne pas poser.

Au total, le questionnaire TMS se compose donc de 117 questions rédigées en langue française. Le questionnaire a été administré par le médecin ou l'interne en Santé au Travail soit 2 examinateurs potentiels, au cours d'un entretien médical individuel et confidentiel. Cet entretien, d'une durée de 30 minutes en moyenne, a été réalisé lors de visites de chantier, dans un endroit prévu à cet effet pour assurer le calme et la confidentialité nécessaires.

4.2.2. Evaluation subjective de la charge physique de travail

a) Fondements théoriques

Nous avons choisi de réaliser une évaluation subjective, c'est-à-dire une auto-évaluation, de la charge physique de travail à l'aide des deux échelles de Borg RPE et CR-10.

Ces deux échelles élaborées par G. Borg ont été validées initialement pour l'évaluation subjective de l'effort physique sur ergocycle, puis de la charge physique de travail dans une population active et sans pathologie, exposée à des conditions courantes [88]. Il s'agit d'échelles de rapport, c'est-à-dire que les nombres dans ces échelles représentent les rapports entre les grandeurs mesurées, ce qui permet la quantification des différents niveaux d'intensité. De plus, ces échelles sont construites sur un continuum de sensation, étalonné par des expressions verbales qui créent des catégories précises. Elles permettent ainsi la comparaison inter-individuelle.

6			
7	Très, très léger		
8		0	
9	Très léger	1	Très léger
10		2	Léger
11	Plutôt léger	3	Modéré
12	_	4	Assez intense
13	Assez intense	5	Intense
14		6	
15	Intense	7	Très intense
16		8	
17	Très intense	9	
18		10	Extrêmement intense
19	Très, très intense	*	Maximal
20			

Figure 23 : Echelle de catégories « RPE scale », traduction française d'après Borg (1970) à gauche et échelle de catégories CR-scale ou « CR10 », traduction française d'après Borg (1982) à droite [88].

Plusieurs études ont été réalisées en milieu professionnel avec ces échelles subjectives de perception de l'effort [88]. L'évaluation subjective de la charge physique de travail est utilisable de façon collective sous réserve d'être réalisée par au moins 10 salariés au même poste de travail ou par tous les salariés à un même poste s'ils sont moins de 10. L'évaluation était réalisée sur une journée de travail, répétée toutes les deux heures et reportée sur une fiche au format A4 anonymisée comportant les deux échelles (Annexe 7). Cette fiche était remise lors de l'entretien médical pour le renseignement du questionnaire TMS. L'évaluation par les échelles de Borg était réalisée après que des explications aient été fournies oralement lors de l'entretien médical et reproduites sur un support écrit accompagnant la fiche d'évaluation. Les résultats sont présentés en moyennes et écarts-type.

b) Corps entier : échelle RPE

L'échelle RPE (Rating of Perceived Exertion) est côtée de 6 à 20, la valeur 6 représentant une absence d'effort et la valeur 20 étant synonyme d'épuisement. Cette échelle est corrélée à la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène, dont il est démontré qu'ils sont des indicateurs de la charge physique générale. Chaque valeur de l'échelle peut ainsi être associée à une valeur de fréquence cardiaque (FC) selon l'équation FC = 10 x RPE. Par exemple, un score de 13 sur l'échelle RPE correspond à une fréquence cardiaque de 130 battements par minute. L'échelle RPE permet de déterminer le seuil d'anaérobie dans la population adulte : score de 13 pour les femmes et 14 pour les hommes [88; 89], qui représente un travail intense selon la figure 23. L'échelle RPE est validée pour l'évaluation de la charge physique globale, elle permet de définir des niveaux d'intensité de l'effort, d'évaluer leur évolution dans le temps ou selon le contexte.

c) Membre supérieur : échelle CR10

L'échelle CR10 (Category Ratio 10) est corrélée à la force maximale volontaire (FMV) exercée dans une posture. La FMV est, comme son nom l'indique, la force maximale pouvant être développée par un muscle ou un groupe musculaire. L'échelle CR10 permet de connaître l'intensité d'une force développée en pourcentage de la FMV sans mesure directe de celle-ci, d'après la formule Force = 10 x CR10. Par exemple, un score de 5 sur l'échelle CR10 représente une force développée de 50% de la FMV. Ainsi, l'échelle CR10 est validée pour l'évaluation de la charge physique localisée à un groupe musculaire ou une partie du corps [88; 89].

4.2.3. Mesures de vibrations

a) Principes généraux

Nous avons détaillé dans la première partie de ce travail les conséquences pathologiques des vibrations transmises au corps entier ou au membre supérieur, et les valeurs limites réglementaires d'exposition qui en découlent. Afin de déterminer l'exposition des sujets aux vibrations, il est nécessaire de réaliser des mesures répétées de vibrations mécaniques émises par des véhicules ou des outils. Dans le cadre de notre étude, ces mesures ont été réalisées par un infirmier de BTP Santé au Travail.

Le matériel utilisé pour ces mesures est composé d'un boitier d'enregistrement des accéléromètres géré à distance en bluetooth, de type VIB dB A(8), présenté figure 24 ci-contre. Il est associé à un accéléromètre spécifique au type de vibrations transmises.



Figure 24: Boîtier d'enregistrement VIB dB A(8).

Le calcul de l'exposition individuelle du corps entier ou du membre supérieur, en fonction des engins, outils et matériaux utilisés, a été réalisé à l'aide du logiciel dB A(8) et du logiciel dB Maestro, conforme avec les normes ISO 2631-1 pour le corps entier et ISO 5349 pour le membre supérieur.

b) Vibrations transmises au corps entier

L'enregistrement des vibrations est réalisé par un accéléromètre triaxial WBA001 de type 01dB Vib008 commercialisé par 01dB-Metravib, présenté figure 25 ci-dessous.



Figure 25 : Accéléromètre triaxial WBA001 pour le corps entier.

Lors de l'enregistrement, le salarié s'assied sur l'accéléromètre à son poste de travail ou bien s'il est debout, doit positionner les deux pieds sur l'accéléromètre le temps de l'enregistrement.

Les mesures de vibrations ont été réalisées lors de trajets sur asphalte entre l'atelier ou le dépôt et le chantier, sur des véhicules de services récents et bien entretenus :

- Renault Clio année 2008, 51 300 km.
- Renault Kangoo année 2013, 63 000 km.
- Renault Trafic année 2013, 28 000 km.

c) Vibrations transmises au membre supérieur

L'enregistrement des vibrations est réalisé par un accéléromètre triaxial de type AP 2042 commercialisé par 01dB-Metravib avec ses accessoires, figure 26 ci-dessous.



Figure 26 : Accéléromètre triaxial AP 2042 pour le membre supérieur.

L'accéléromètre est positionné sur un accessoire, maintenu par le sujet entre le 3^e et le 4^e doigt, pendant la durée de l'enregistrement, comme présenté ci-dessous.





La mesure alterne main gauche et droite chacune pendant 2 minutes au minimum, pour déterminer laquelle est la plus exposée : la main tenant le manche, la gâchette ou l'objet travaillé. La valeur retenue est celle de la main la plus critique. Les mesures ont été réalisées sur des outils d'utilisation courante et quotidienne (de type percutant et rotatif), et parfois sur différents matériaux (tableau 10). Dans la mesure du possible, les mesures ont été réalisées en conditions réelles d'utilisation sur chantier ou en atelier.

Tableau 10 : Outils, type d'activité et matériaux sélectionnés pour les mesures de vibrations.

Outil	Activité		
Marteau Piqueur Pneumatique KAESER sur	Burinage sur dalles en béton (épaisseur 4		
compresseur	cm) et enrobés (épaisseur 5 cm)		
Disqueuse Thermique HILTI DSH 700	Découpe de dalles en béton (épaisseur 4 cm)		
Disqueuse Thermique HILTI DSH 700	et enrobés (épaisseur 5cm)		
Pilonneuse WACKER (Plaque DS 72Y)	Compactage sur tout venant (épaisseur 50		
1 nonneuse where (Fraque 193 721)	cm), et enrobés à froid (épaisseur 2 cm).		
	Perçage d'un mur en ciment avec foret de		
Perforateur BOSCH GBH 2-26 RE (n°1)	8mm et perçage d'une bordure avec foret de		
	25 mm.		
Perforateur HILTI TE 30 A36 ATC/AVR (n°2)	Perforation sur dalle en béton		
Perceuse BOSCH GSR 18 VE-2-LI avec fraise	Fraisage sur tôle aluminium		
étagée	Traisage our tole aranimiani		
Disqueuse BOSCH GWS 24-230 JBV (n°1)	Découpe sur inox et aluminium		
Disqueuse DEWALT (n°2)	Découpe sur aluminium et de meulage sur		
Disqueuse DEWILLI (II 2)	inox et aluminium		

A noter que le perforateur HILTI présente un système anti-vibratile, donnée qui est inconnue concernant les autres outils.

4.2.4. Etude ergonomique : analyse de l'activité réelle de travail

L'analyse des situations de travail a été réalisée par deux ergonomes appartenant l'une au service de BTP Santé au Travail et l'autre à BTP Santé Prévention, association dédiée à la prévention à destination des entreprises adhérentes, entre autres, de BTP Santé au Travail. Nous avons choisi de réaliser deux études de poste dans deux entités de l'entreprise X, où existent les situations de travail les plus représentatives du métier d'électricien, à savoir : l'installation et la maintenance du réseau d'éclairage public et des systèmes hydrauliques en stations d'épuration et réseaux d'assainissement.

a) Sélection des sujets

La sélection des sujets observés lors des études de poste a été effectuée par le médecin du travail en concertation avec le responsable QSE de chaque entité concernée. Lors des entretiens médicaux pour le renseignement du questionnaire TMS, le médecin du travail a proposé aux sujets volontaires et se montrant forces de proposition de participer à ces études de poste. Après avoir obtenu leur accord oral, les sujets ont finalement été sélectionnés en fonction de leur disponibilité sur les chantiers choisis pour les études de poste et des contraintes liées à la programmation de ces

interventions. Dans la mesure du possible, cette sélection devait aussi permettre d'analyser différentes façons de travailler en associant en binôme un sujet ayant beaucoup d'ancienneté et un plus jeune.

b) Cahier des charges

Les critères choisis pour l'évaluation des TMS dans le cadre de cette étude sont les maladies professionnelles. La reconnaissance du caractère professionnel des TMS repose sur les critères médico-administratifs des tableaux de maladies professionnelles. Les études de poste avaient donc pour objectif de réaliser une analyse et une quantification précises des contraintes biomécaniques telles qu'elles sont décrites dans les tableaux de maladies professionnelles.

Au-delà de l'analyse quantitative des contraintes biomécaniques, l'étude ergonomique est aussi une analyse globale et qualitative des situations de travail, dans le but d'appréhender les autres facteurs de risques et déterminants des TMS.

c) Réalisation d'une chronique d'activité

Les études de postes dans chaque entité ont été réalisées dans la mesure du possible auprès d'un binôme de deux sujets observés en parallèle pendant deux journées d'activité, avec l'appui d'une vidéo et avec l'accord oral des sujets observés.

L'observation de l'activité a concerné des journées complètes de travail et a démarré dès la prise de poste. Les informations et les observables ci-après ont été relevées et analysées à partir des vidéos prises sur les chantiers :

- Répartition de l'activité;
- Actions, gestes et postures : les critères de l'INRS, du tableau n° 57 des Maladies
 Professionnelles du régime général et de la pénibilité sont pris en compte ;
- Manutentions manuelles : type de charge et poids ;
- Environnement de travail, ambiances physiques;
- Déplacements et leurs objectifs ;
- Interactions;
- Aléas et difficultés.

Ces observations sont complétées par des entretiens informels au poste afin de recueillir des données qualitatives et de comprendre l'activité réelle. Au cours des échanges avec les opérateurs, diverses thématiques sont abordées :

- L'attrait du travail;
- Les difficultés et les aléas rencontrés ;
- Les contraintes du travail;
- Les douleurs physiques ;
- Les tâches contraignantes à réaliser.

A l'issue de chaque étude de poste, une chronique d'activité a été établie afin d'obtenir une vue d'ensemble des différentes tâches au cours du temps, d'en comprendre les liens éventuels et d'avoir une vision de la répartition de l'activité. La chronique d'activité permet de mettre en exergue et de quantifier les principales phases de travail et de repérer et quantifier précisément les contraintes biomécaniques qui y sont associées. Une synthèse de ces données a été réalisée par les deux ergonomes étant intervenus, qui ont rédigé un rapport pour les études de poste effectuées.

4.3. Recueil des données et calendrier de l'étude

L'anonymat des sujets inclus dans l'étude a été assuré par la mise en place d'un numéro d'anonymat. Ce numéro d'anonymat a été attribué à chaque sujet inclus dans l'étude lors de l'entretien médical pour le renseignement du questionnaire TMS. Ce numéro d'anonymat a également été reporté sur la fiche d'auto-évaluation de la charge physique de travail, remise au salarié le jour même de l'entretien médical. Le numéro d'anonymat est du format suivant : date de visite (au format ji/mm/année) – numéro de sujet – numéro d'entité – numéro d'examinateur.

Les sujets ont été numérotés par ordre croissant suivant l'ordre dans lequel ils étaient vus en entretien. Un numéro d'examinateur a été attribué aléatoirement au début de l'étude à chacun des trois intervenants potentiels (médecin, interne et infirmier en santé au travail). Le numéro d'entité a été défini selon l'ordre dans lequel nous avons réalisé notre enquête.

La mise en œuvre de l'étude s'est découpée en quatre phases :

■ <u>Etape 1</u>: Etablissement et validation du protocole d'étude, accord sur le financement et présentation en CHSCT: Janvier à Mars 2015.

■ <u>Etape 2</u>: Le recueil des données par questionnaire a débuté le 19 Mars 2015 pour se terminer au 31 Juillet 2015. Les mesures de vibrations ont eu lieu dans la même période.

Un point sur l'avancement de l'étude ainsi qu'un rendu provisoire des résultats a été effectué le 09 Juin 2015 auprès des différents responsables QSE et d'un représentant de la direction de l'entreprise.

Les quatre études de postes ont été réalisées entre Juillet et Novembre 2015. La saisie des données a été réalisée entre Septembre et Octobre 2015.

- <u>Etape 3</u>: L'analyse statistique des résultats issus de l'étude a été réalisée en collaboration avec un statisticien de l'UMRESTTE, en Novembre 2015.
- <u>Etape 4</u>: Présentation en Décembre 2015 du rapport d'étude final à l'entreprise X, en présence de deux représentants de l'entreprise et des responsables QSE des entités concernées, du médecin du travail, de l'infirmier en Santé au Travail ainsi que d'une des deux ergonomes intervenant dans l'étude.

4.4. Analyse statistique

Deux bases de données ont été constituées, l'une à partir du questionnaire TMS et la seconde à partir des échelles d'auto-évaluation de la charge physique de travail. Le logiciel SAS version 9.3 a été utilisé pour toutes les analyses réalisées.

A partir de ces bases de données, ont été effectuées une analyse descriptive de la population ainsi qu'une étude de prévalence des TMS, du stress et des facteurs psycho-sociaux, basée sur le calcul de scores allant de 0 à 100, selon la méthode d'analyse proposée pour ce questionnaire [85]. Chaque catégorie de TMS, de symptômes de stress ou de risque psychosociaux regroupe plusieurs questions. Le calcul du score moyen pour chaque catégorie est une moyenne arithmétique des scores calculés pour chaque question. Chacune de ces questions comportent des propositions de réponse multiples pondérées chacune par un score entre 0 et 100. Par exemple, le score d'une question comportant 2 propositions de réponses sera de 0 ou 100, pour 4 propositions de réponse le score sera de 0, 33, 66 ou 100, et pour une question comportant 5 propositions de réponse le score sera de 0, 25, 50, 75 ou 100. Les scores les plus élevés donc tendant vers 100 correspondent à des effets péjoratifs, tandis que les scores tendant vers 0 correspondent à des effets positifs. Le score médian de 50 a été choisi comme seuil pour l'interprétation des résultats : par zone anatomique et par index de gravité pour les TMS, par type de symptômes de stress et par composantes pour chaque facteur psycho-social. Des comparaisons de variables qualitatives ont

été réalisées avec le test de Kruskal-Wallis et le calcul du Khi-Deux. Le seuil de significativité statistique a été fixé à 5%.

Une analyse descriptive de différents paramètres de vécu du travail a été réalisée, à partir de scores allant de 0 à 10 établis sur une échelle analogue visuelle. Le score médian de 5 a été choisi comme seuil pour l'interprétation de ces résultats.

Enfin, une étude de la charge physique de travail a été effectuée, pour le corps entier et le membre supérieur dominant. Dans un premier temps, nous avons réalisé une analyse descriptive de variables quantitatives afin d'étudier l'évolution de ce paramètre dans le temps, puis des comparaisons de variables quantitatives avec le test de Kruskal-Wallis et le calcul du Khi-Deux. Le seuil de significativité statistique a été fixé à 5%.

4.5. Protocole d'étude, Convention et Financement

Cette étude a été menée par le médecin du travail en charge du suivi médico-professionnel des salariés de l'entreprise X au sein de BTP Santé au Travail. Celui-ci a reçu l'appui fonctionnel d'un interne en médecine du travail, au sein du service pendant 6 mois, constituant le groupe de travail de cette étude. Le pôle pluridisciplinaire de BTP Santé au Travail a également pris part à l'étude. Ainsi, une partie du recueil des données a été réalisé par un infirmier en Santé au Travail du service et par deux ergonomes, appartenant respectivement au service BTP Santé au Travail et au pôle BTP Santé Prévention dédié à l'ensemble des SIST¹⁵ BTP de la région Rhône-Alpes.

En amont du démarrage du recueil des données, le protocole d'étude établi par le médecin du travail a obtenu l'accord de la direction générale de l'entreprise, avant d'être présenté aux différentes entités au cours de CHSCT. Ces interventions ont permis de présenter le projet à chaque entité concernée et d'informer les responsables et les représentants du personnel afin de relayer l'information à destination des salariés.

Afin d'encadrer la réalisation de cette étude et l'utilisation des résultats issus de l'étude, une convention a été établie entre BTP Santé au Travail, l'entreprise X et l'Université Claude Bernard Lyon 1. La convention avait pour but de prévenir tout conflit sur les droits de propriété intellectuelle et permettre à chaque partie l'utilisation des résultats à des fins de communication ou de publication.

_

¹⁵ SIST : Service Inter-Entreprise de Santé au Travail

Partie 3

Résultats

1. Population de l'étude

L'effectif total de sujets inclus dans l'étude constitue un échantillon de 52 sujets, dont la totalité était des hommes, en CDI. Le tableau 11 ci-dessous présente les caractéristiques de la population.

Tableau 11 : Principales caractéristiques anthropomorphiques et socio-professionnelles de la population étudiée.

Caractéristiques	Moyenne	Ecart-type	Effectif (%)	Effectif cumulé (% cumulé)
Age (années)	42.2	11.9		
< 35			20 (38.5)	
35 - 50			14 (26.9)	34 (65.4)
≥ 50			18 (34.6)	52 (100)
Taille (cm)	175.5	5.9		
Poids (kg)	82.8	14.7		
$IMC (kg/m^2)$				
20 – 25			21 (40.4)	
25 - 30			18 (34.6)	39 (75.0)
≥ 30			13 (25.0)	52 (100)
Ancienneté totale				
(années)	24.2	12.5		
< 15			15 (28.9)	
15 - 30			17 (32.7)	32 (61.5)
≥ 30			20 (38.5)	52 (100)
Ancienneté dans				
l'entreprise (années)	11.8	9.6		
< 6			14 (26.9)	
6 - 12			21 (40.4)	35 (67.3)
≥ 12			17 (32.7)	52 (100)

L'âge moyen de la population d'étude était de 42,2 ans ± 11,9 avec une dispersion des âges allant de 21 à 64 ans. Les sujets les plus jeunes, ayant moins de 35 ans, étaient les plus représentés à 38,5% de l'échantillon, devant les séniors (plus de 50 ans) qui en représentaient 34,6%. Parmi les séniors, 25% avaient plus de 54 ans. L'ancienneté totale c'est-à-dire depuis le premier emploi était en moyenne de 24,2 ans ± 12,5 avec de grandes disparités, les extrêmes allant de 2 à 45 ans d'ancienneté. Une majorité des sujets (38,5%) avaient plus de 30 ans de carrière. L'ancienneté moyenne dans l'entreprise était de 11,8 ans ± 9,6 avec une majorité de sujets (40,4%) qui avaient entre 6 à 12 ans d'ancienneté dans l'entreprise. L'ancienneté dans l'entreprise s'étendait de 1 à 35 ans.

Parmi la population étudiée, 44 sujets (84,6%) étaient droitiers, 4 (7,7%) étaient gauchers et 4 (7,7%) ambidextres. Sur 52 sujets, 44 (84,6%) se disaient polyvalents. La majorité des sujets (59,6%) était en surcharge pondérale : 18 sujets (34,6%) étaient en surpoids et 13 (25%) étaient obèses.

2. Les TMS dans la population étudiée

2.1. TMS du rachis

2.1.1. Prévalence des TMS et nombre de plaintes

Au cours des 12 derniers mois, des symptômes (douleurs, inconfort, courbatures) ont été présents pour 42 sujets (80,8%) au niveau du rachis lombaire, contre 19 sujets (36,5%) pour le rachis cervical et 17 sujets (32,7%) pour le rachis thoracique.

Tableau 12: Effectif par nombre de plaintes de TMS du rachis.

Nombre de plaintes	Effectif (%)	Effectif cumulé (% cumulé)
0	25 (48.1)	
1	17 (32.7)	42 (80.8)
2	9 (17.3)	51 (98.1)
3	1 (1.9)	52 (100)

Au total, 27 sujets (51,9%) ont présenté au moins une plainte (présence d'un ou plusieurs symptômes de TMS dans une localisation) du rachis. Les plaintes multiples, soit 2 à 3 plaintes, ont concerné 10 sujets soit 19,2% de l'échantillon.

2.1.2. Score moyen

Un score moyen de TMS du rachis, allant de 0 à 100, a été calculé pour chaque localisation, en fonction de la présence de symptômes, leur fréquence et leur intensité. Le score moyen de TMS du rachis cervical était de 17.3 ± 25.5 contre un score moyen de TMS du rachis thoracique de 18.3 ± 29.4 . Ces scores sont très proches. Le score moyen de TMS du rachis lombaire était le plus élevé à 47.8 ± 28.6 , avec 25% des sujets ayant un score supérieur à 68.7.

2.1.3. Scores TMS du rachis par localisation

La figure 27 ci-dessous montre la répartition des scores TMS du rachis, par localisation. Un score TMS nul signant l'absence de symptômes est retrouvé plus souvent pour le rachis cervical (63,5%) et pour le rachis thoracique (67,3%) que pour le rachis lombaire (19,2%). Les TMS du rachis lombaire sont très nettement les plus fréquents parmi les TMS du rachis.

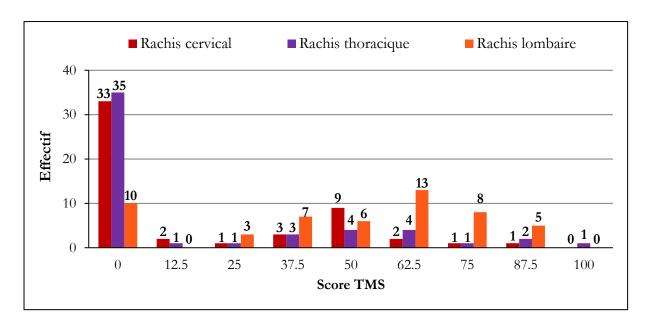


Figure 27: Scores TMS du rachis par localisation.

La figure 28 ci-après présente les scores TMS du rachis selon le score 50, par localisation. On retrouve un score inférieur à 50 pour une nette majorité des sujets au niveau du rachis cervical (92,3%) et du rachis thoracique (84,6%). Les TMS du rachis cervical et thoracique sont en majorité peu graves en fréquence et en intensité des symptômes. En revanche, pour le rachis lombaire 26

sujets (50%) avaient un score TMS inférieur à 50 et 26 sujets (50%) avaient un score supérieur à 50. Parmi ces derniers, 13 sujets (25%) ont un score à 62,5 tandis que 8 sujets (15,4%) ont un score à 75 et 5 sujets (9,6%) ont un score à 87,5. Parmi les TMS du rachis, les TMS du rachis lombaire sont les plus graves en fréquence et en intensité des symptômes.

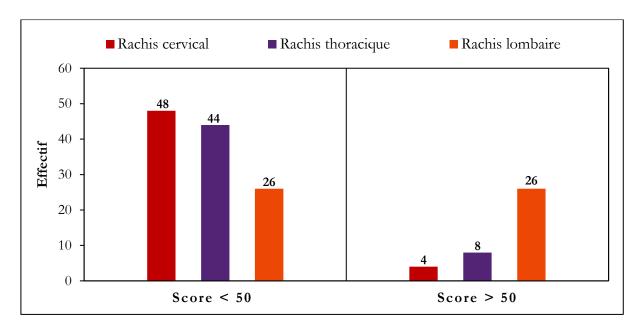


Figure 28 : Répartition selon score 50 des scores TMS du rachis par localisation.

2.2. TMS des membres supérieurs

2.2.1. Prévalence des TMS et nombre de plaintes

Au cours des 12 derniers mois, des symptômes de TMS du <u>membre supérieur droit</u> furent présents pour 14 sujets (26,9%) au niveau de l'épaule et du coude, contre 25 sujets (48,2%) pour le poignet. Au niveau du <u>membre supérieur gauche</u>, 10 sujets (19,2%) ont présenté des symptômes de TMS au niveau de l'épaule, 6 sujets (11,5%) au niveau du coude et 13 sujets (25%) au niveau du poignet. Au niveau des membres supérieurs droit et gauche, les TMS les plus fréquents concernent le poignet, devant l'épaule et le coude.

Au total, 38 sujets sur 52 (73,1%) ont présenté au moins une plainte aux membres supérieurs droit et/ou gauche. Parmi ces sujets, 26 (50%) ont présenté 1 à 2 plaintes, tandis que 12 sujets (23,2%) ont présenté des plaintes multiples, de 3 à 5 plaintes.

Tableau 13 : Effectif par nombre de plaintes de TMS aux membres supérieurs droit et/ou gauche.

Nombre de plaintes	Effectif (%)	Effectif cumulé (% cumulé)
0	14 (26.9)	
1	11 (21.1)	25 (48.1)
2	15 (28.8)	40 (76.9)
3	8 (15.4)	48 (92.3)
4	3 (5.8)	51 (98.1)
5	1 (1.9)	52 (100)

<u>Au membre supérieur droit</u>: 71.2% des sujets ont présenté au moins une plainte de TMS et 23.1% ont présenté des plaintes multiples, soit 2 ou 3 plaintes.

<u>Au membre supérieur gauche</u> : 46.2% des sujets ont présenté au moins une plainte de TMS et 7,69% ont présenté des plaintes multiples, soit 2 ou 3 plaintes.

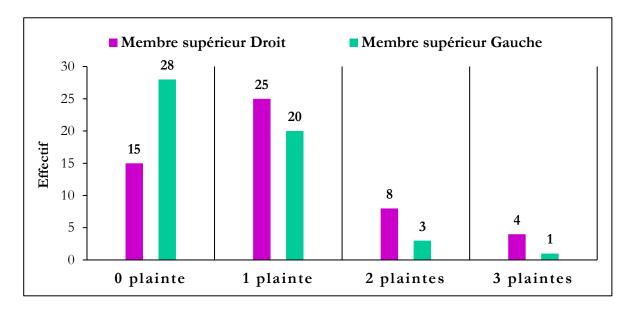


Figure 29 : Effectif par nombre de plaintes de TMS aux membres supérieurs droit et gauche.

La répartition des plaintes de TMS aux membres supérieurs montre que le membre supérieur droit est plus fréquemment atteint de TMS que le membre supérieur gauche. Les plaintes multiples sont également plus fréquentes au membre supérieur droit.

2.2.2. Score moyen

Sur le même principe que pour le rachis, un score moyen de TMS des membres supérieurs, allant de 0 à 100, a été calculé pour chaque localisation en fonction de la présence de symptômes, de leur fréquence et de leur intensité.

Membre supérieur droit

Le score moyen de TMS du membre supérieur droit était de 34,0 \pm 29,1. Le score moyen était de 15,2 \pm 28,1 pour l'épaule et de 15,4 \pm 27,7 pour le coude. Ces scores sont très proches. Le score moyen de TMS du poignet était le plus élevé à 28,1 \pm 33,7 avec 25% des sujets ayant un score supérieur à 56,2.

Membre supérieur gauche

Le score moyen de TMS du membre supérieur gauche était de $18,6 \pm 23,3$. Le score moyen était de $8,8 \pm 20,3$ pour l'épaule et de $6,2 \pm 19,9$ pour le coude. Le score moyen de TMS du poignet était plus élevé à $13,5 \pm 27,0$.

2.2.3. Scores TMS des membres supérieurs par localisation

La figure 30 ci-dessous présente la répartition des scores TMS aux membres supérieurs droit et gauche, par articulation, selon le score 50.

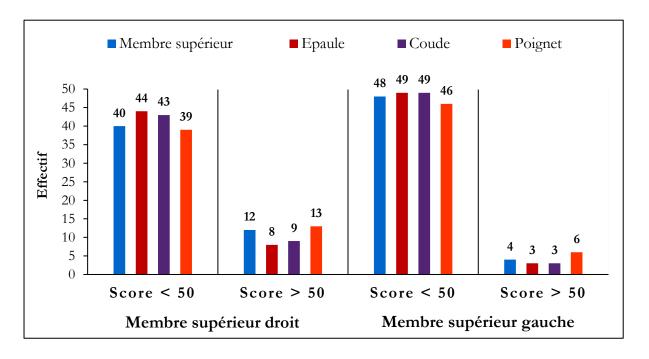


Figure 30 : Répartition selon score 50 des scores TMS des membres supérieurs droit et gauche et par localisation.

Un score TMS inférieur à 50 est retrouvé pour 76,9% des sujets au membre supérieur droit et pour 92,3% des sujets au membre supérieur gauche. Un score TMS nul signant l'absence de symptômes est retrouvé pour 28,8% au membre supérieur droit et 53,8% au membre supérieur gauche. Les TMS du membre supérieur droit sont donc plus fréquents et plus graves en fréquence et en intensité des symptômes que les TMS du membre supérieur gauche.

Membre supérieur droit :

Un score TMS nul signant l'absence de symptômes est retrouvé plus souvent pour l'épaule (74,5%) et pour le coude (73,1%) que pour le poignet (51,9%). Au membre supérieur droit, les TMS du poignet sont plus les plus fréquents. On retrouve un score inférieur à 50 pour une nette majorité des sujets au niveau de l'épaule (84,6%) et du coude (82,7%), et pour 75% des sujets au niveau du poignet. Les TMS de l'épaule et du coude droits sont en majorité peu graves en fréquence et en intensité des symptômes. Parmi les 25% de sujets qui avaient un score TMS du poignet droit supérieur à 50, 1 sujet avait un score à 62,5 tandis que 7 sujets avaient un score à 75 et 5 sujets avaient un score à 87,5.

Au membre supérieur droit, les TMS du poignet sont nettement plus graves que les TMS de l'épaule et du coude.

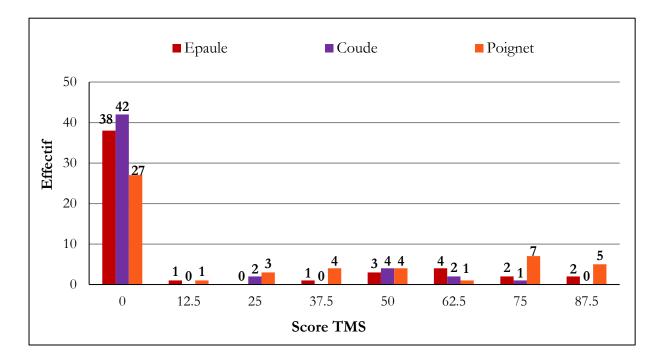


Figure 31 : Scores TMS du membre supérieur droit par localisation.

Membre supérieur gauche :

Un score TMS nul signant l'absence de symptômes est retrouvé plus souvent pour l'épaule (82,3%) et pour le coude (88,5%) que pour le poignet (76,5%). Au membre supérieur gauche, les TMS du poignet sont plus les plus fréquents. On retrouve un score inférieur à 50 pour une nette majorité des sujets au niveau de l'épaule et du coude (94,2% chacun), et pour 88,5% des sujets au niveau du poignet. Les TMS de l'épaule, du coude et du poignet gauches sont en majorité peu

graves en fréquence et en intensité des symptômes. Parmi les 11,5% de sujets qui avaient un score TMS du poignet gauche supérieur à 50, deux sujets avaient un score à 62,5 tandis que 1 sujet avait un score à 75 et 3 sujets avaient un score à 87,5.

Au membre supérieur gauche, les TMS graves sont peu fréquents mais concernent en majorité le poignet.

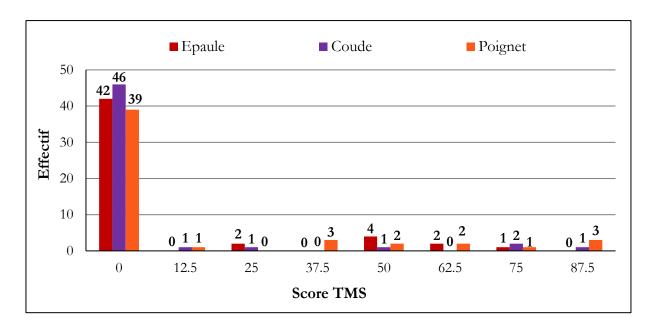


Figure 32 : Scores TMS du membre supérieur gauche par localisation.

2.3. TMS du rachis et des membres supérieurs

La figure 33 présente le pourcentage de répondants déclarant une plainte de TMS, ainsi que le score moyen de gravité des TMS, par articulation. Les deux histogrammes montrent une distribution similaire. Les TMS du rachis lombaire sont les plus fréquents et les plus graves dans l'échantillon. Contrairement à ce qui était attendu, les TMS du rachis prédominent globalement en fréquence et en gravité, par rapport aux TMS des membres supérieurs, à l'exception des TMS du poignet droit.

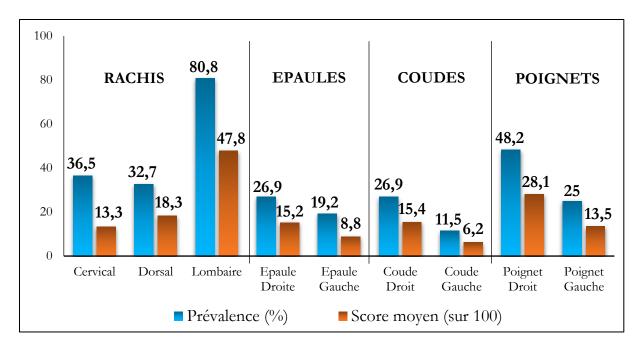


Figure 33 : Détail par localisation des effectifs déclarant une douleur (en pourcentage) et scores moyens de TMS par localisation (sur 100).

Plaintes associées du rachis et des membres supérieurs

Après avoir analysé séparément la prévalence et la gravité des TMS du rachis et des membres supérieurs, par localisation, voici les résultats des plaintes associées du rachis et des membres supérieurs. Ici, Nous analysons ici si la présence d'un TMS du rachis (quelle que soit sa gravité ou sa localisation) est associée à un TMS des membres supérieurs, et inversement. Au total, 14 sujets sur 52 (27%) n'ont aucune plainte, ni du rachis ni des membres supérieurs. Pour 38 sujets (73%), il existe au moins une plainte. Parmi ces 38 sujets, 27 (52%) ont au moins une plainte des membres supérieurs associée à au moins une plainte du rachis et 11 sujets (21%) ont au moins une plainte des membres supérieurs sans plainte associée du rachis. Aucun sujet n'a de plainte isolée du rachis : lorsqu'il existe au moins une plainte du rachis, elle est systématiquement associée à au moins une plainte des membres supérieurs. Ces résultats confortent le constat du caractère multiple des TMS et suggèrent que les TMS du rachis sont plus préoccupants puisqu'ils sont systématiquement associés à des TMS des membres supérieurs, ce qui suppose qu'ils surviennent dans des conditions de travail plus délétères.

2.4. Facteurs de risque de TMS identifiés dans l'étude

2.4.1. Age et TMS

Il existe une association statistique entre l'âge des sujets et la présence ou l'absence de TMS du rachis et de TMS associés du rachis et des membres supérieurs, selon les résultats présentés au tableau 14. Un âge supérieur à 35 ans majore significativement le risque d'avoir un TMS du rachis (p=0,008) et d'avoir un TMS associé du rachis et des membres supérieurs (p=0,008). Le risque est maximal chez les plus de 50 ans. L'étude n'a pas démontré de lien entre l'âge et la présence (p=0,054) ou le nombre (p=0,108) de TMS des membres supérieurs.

Tableau 14 : Présence d'au moins une plainte de TMS du rachis, des membres supérieurs et de TMS associés du rachis et des membres supérieurs selon l'âge.

		Age			
Variable: plaintes	Moins de 35 ans exclus	Entre 35 et 50 ans	Plus de 50 ans inclus	_	
	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	Total (%)	p*
Rachis					0,008
Non	15 (28.9)	5 (9.6)	5 (9.6)	25 (48.1)	
Oui	5 (9.6)	9 (17.3)	13 (25)	27 (51.9)	
Membres supérieurs					0.054
Non	9 (17.3)	3 (5.8)	2 (3.9)	14 (26.9)	
Oui	11 (21.2)	11 (21.2)	16 (30.8)	38 (73.1)	
Rachis + Membres supérieurs					0.008
Non	15 (28.9)	5 (9.6)	5 (9.6)	25 (48.1)	
Oui	5 (9.6)	9 (17.3)	13 (25)	27 (51.9)	
* Seuil de significativité	p < 0.05				

Selon le tableau 15, il existe une association entre l'âge et le nombre de TMS du rachis. Un âge supérieur à 35 ans majore significativement (p=0,026) le nombre de TMS du rachis. Le risque d'avoir une à deux plaintes du rachis est le plus élevé chez les plus de 50 ans.

Tableau 15 : Effectif par nombre de TMS du rachis selon l'âge.

Nombre de	Age				
plaintes rachis	Moins de 35 ans exclus Entre 35 et 50 ans		Plus de 50 ans inclus	Effectif	
planites racins	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	Total (%)	
0	15 (28.9)	5 (9.6)	5 (9.6)	25 (48.1)	
1	5 (9.6)	5 (9.6)	7 (13.5)	17 (32.7)	
2	0	3 (5.8)	6 (11.5)	9 (17.3)	
3	0	1 (1.9)	0	1 (1.9)	
Effectif total (%)	20 (38.5)	14 (26.9)	18 (34.6)	52 (100%)	

Au niveau du rachis, il existe une association entre l'âge et le score moyen de TMS du rachis lombaire. Un âge supérieur à 35 ans majore le score moyen de TMS du rachis lombaire (p=0,048) traduisant la fréquence et l'intensité des symptômes. Celui-ci est maximal pour un âge entre 35 et 50 ans.

Au niveau des membres supérieurs, il existe une association entre l'âge et le score moyen de TMS de l'épaule droite (p=0,007), du coude droit (p=0,038) et du membre supérieur droit dans son ensemble (p=0,002). Un âge supérieur à 35 ans majore donc la fréquence et la gravité de ces TMS. Pour l'épaule droite, le risque est le plus élevé entre 35 et 50 ans, pour le coude et le membre supérieur droit, le risque est maximal après 50 ans.

Tableau 16 : Moyennes et écarts-type des scores de TMS du rachis et des membres supérieurs droit et gauche par localisation et par classe d'âge.

			A	ge			
Variable : score	Moins de 3	5 ans exclus	Entre 35	Entre 35 et 50 ans		ans inclus	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	p*
Cou	13.1	22.0	25.0	28.2	16.0	27.1	0.415
Rachis thoracique	9.4	20.2	31.3	34.2	18.1	31.9	0.119
Rachis lombaire	36.3	27.8	58.0	25.3	52.8	28.9	0.048
Epaule Droite	0	0	25.0	30.6	23.6	34.5	0.007
Epaule Gauche	3.8	12.2	15.2	26.9	9.6	21.4	0.331
Coude Droit	4.4	14.8	14.3	25.9	28.5	35.0	0.038
Coude Gauche	0.6	2.8	13.4	29.6	6.9	20.7	0.301
Poignet Droit	16.9	26.4	33.9	37.5	36.1	36.4	0.166
Poignet Gauche	12.5	23.3	17.0	34.2	11.8	26.0	0.995
Membre Supérieur Droit	16.7	17.1	40.5	29.8	48.2	30.7	0.002
Membre supérieur Gauche	13.3	16.8	23.8	30.5	20.4	23.3	0.593
* Seuil de significativité	p < 0,05						

2.4.2. Ancienneté totale et TMS

Il existe une association statistique entre l'ancienneté totale des sujets et la présence ou l'absence de TMS du rachis et de TMS associés du rachis et des membres supérieurs. Une ancienneté totale supérieure à 15 ans majore significativement le risque d'avoir un TMS du rachis (p=0,016) et d'avoir un TMS associé du rachis et des membres supérieurs (p=0,016). Le risque est le plus élevé pour une ancienneté totale supérieure à 30 ans. Cette augmentation du risque de TMS liée à l'ancienneté totale n'est plus statistiquement significative après ajustement sur l'âge (p=0,492). L'étude n'a pas démontré de lien entre l'ancienneté totale et la présence (p=0,083) ou le nombre (p=0,293) de TMS des membres supérieurs.

Tableau 17 : Présence d'au moins une plainte de TMS du rachis, des membres supérieurs et TMS associés du rachis et des membres supérieurs selon l'ancienneté totale.

	And				
Variable : plaintes	Moins de 15 ans exclus	Entre 15 et 30 ans	Plus de 30 ans inclus		
	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	Total (%)	p*
Rachis					0.016
Non	11 (21.2)	9 (17.3)	5 (9.6)	25 (48.1)	
Oui	4 (7.7)	8 (15.4)	15 (28.9)	27 (51.9)	
Membres supérieurs					0.083
Non	5 (9.6)	7 (13.5)	2 (3.9)	14 (26.9)	
Oui	10 (19.2)	10 (19.2)	18 (34.6)	38 (73.1)	
Rachis + Membres					0.017
supérieurs					0.016
Non	11 (21.2)	9 (17.3)	5 (9.6)	25 (48.1)	
Oui	4 (7.7)	8 (15.4)	15 (28.9)	27 (51.9)	
* Seuil de significativité p	< 0,05			. ,	

Il existe une association entre l'ancienneté totale et le nombre de TMS du rachis. Une ancienneté totale supérieure à 15 ans majore significativement (p=0,044) le nombre de TMS du rachis. Le risque d'avoir une, deux ou trois plaintes est maximal au-delà de 30 ans d'ancienneté. En raison de la non validité du test, il n'a pas été possible de réaliser un ajustement de ces données sur l'âge.

Tableau 18 : Effectif par nombre de TMS du rachis selon l'ancienneté totale.

Nombre de	A			
plaintes rachis	Moins de 15 ans exclus Effectif (%)	Entre 15 et 30 ans Effectif (%)	Plus de 30 ans inclus Effectif (%)	Total (%)
0	11 (21.2)	9 (17.3)	5 (9.6)	25 (48.1)
1	3 (5.8)	7 (13.5)	7 (13.5)	17 (32.7)
2	1 (1.9)	1 (1.9)	7 (13.5)	9 (17.3)
3	0	0	1 (1.9)	1 (1.9)
Total (%)	15 (28.9)	17 (32.7)	20 (38.5)	` ,

L'association de l'ancienneté totale et des scores moyens de TMS d'après le score 50, ajusté par classe d'âge, montre une association significative pour le coude droit (p=0,044). Le risque d'avoir un TMS grave du coude droit est donc majoré après 35 ans et il est maximal pour les plus de 50 ans. Aucune association significative n'a été démontrée pour les autres localisations de TMS.

2.4.3. Ancienneté dans l'entreprise et TMS

Il existe une association statistique entre l'ancienneté des sujets dans l'entreprise et la présence ou l'absence de TMS du rachis, de TMS des membres supérieurs et de TMS associés du rachis et des membres supérieurs. Une ancienneté dans l'entreprise supérieure à 6 ans majore significativement le risque d'avoir un TMS du rachis (p=0,026), des membres supérieurs (p=0,048) et d'avoir un TMS associé du rachis et des membres supérieurs (p=0,026). Le risque est le plus élevé pour une ancienneté dans l'entreprise supérieure à 12 ans. Cette augmentation du risque de TMS liée à l'ancienneté dans l'entreprise n'est plus statistiquement significative après ajustement sur l'âge pour les TMS des membres supérieurs (p=0,192), du rachis et du rachis associé aux membres supérieurs (p=0,152). L'étude n'a pas démontré de lien entre l'ancienneté dans l'entreprise et le nombre de TMS des membres supérieurs (p=0,279) et le nombre de TMS du rachis (p=0,153).

Tableau 19 : Présence d'au moins une plainte de TMS du rachis, des membres supérieurs et TMS associés du rachis et des membres supérieurs selon l'ancienneté dans l'entreprise.

	Ancienne	Ancienneté dans l'entreprise				
Variable : plaintes	Moins de 6 ans exclus	Entre 6 et 12 ans	Plus de 12 ans inclus			
	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	Total (%)	p*	
Rachis					0.026	
Non	10 (19.2)	11 (21.2)	4 (7.7)	25 (48.1)		
Oui	4 (7.7)	10 (19.2)	13 (25)	27 (51.9)		
Membres supérieurs					0.048	
Non	6 (11.5)	7 (13.5)	1 (1.9)	14 (26.9)		
Oui	8 (15.4)	14 (26.9)	16 (30.8)	38 (73.1)		
Rachis + Membres					0.026	
supérieurs					0.020	
Non	10 (19.2)	11 (21.2)	4 (7.7)	25 (48.1)		
Oui	4 (7.7)	10 (19.2)	13 (25)	27 (51.9)		
* Seuil de significativité p	< 0,05					

L'association de l'ancienneté dans l'entreprise et des scores moyens de TMS d'après le score 50, ajusté par classe d'âge, montre une association significative pour le poignet gauche (p=0,032). Le risque d'avoir un TMS grave du poignet gauche est donc maximal entre 35 et 50 ans. Aucune association significative n'a été démontrée pour les autres localisations de TMS.

2.4.4. Indice de Masse Corporelle et TMS

L'étude n'a pas démontré de lien entre l'Indice de Masse Corporelle (IMC) et la présence ou l'absence de TMS du rachis (p=0,718), des membres supérieurs (p=0,299) et de TMS associés du rachis et des membres supérieurs (p=0,718). Il n'a pas non plus été démontré dans l'étude d'association entre IMC et nombre de TMS du rachis (p=0,093) ou des membres supérieurs (p=0,163).

3. Stress et facteurs psycho-sociaux

3.1. Stress

3.1.1. Prévalence et gravité des symptômes

Au cours des 12 derniers mois, une minorité de sujets (5,8%) n'ont présenté aucun symptôme de stress tandis que 94,2% des sujets ont présenté au moins un symptôme de stress. Une proportion très proche a présenté 1, 2 ou 3 symptômes, tandis que 17,3% ont présenté jusqu'à 4 plaintes. La prévalence des symptômes de stress est donc forte dans la population d'étude.

Parmi les sujets ayant présenté des symptômes de stress : 15 sujets (29%) ont présentés des symptômes cardio-vasculaires de stress, 24 sujets (46%) ont présentés des symptômes gastro-intestinaux, 31 sujets (60%) ont présentés des symptômes d'angoisse et 47 sujets (90%) étaient concernés par des symptômes anxio-dépressifs. Les symptômes de stress les plus fréquents sont donc les symptômes d'angoisse et les symptômes anxio-dépressifs.

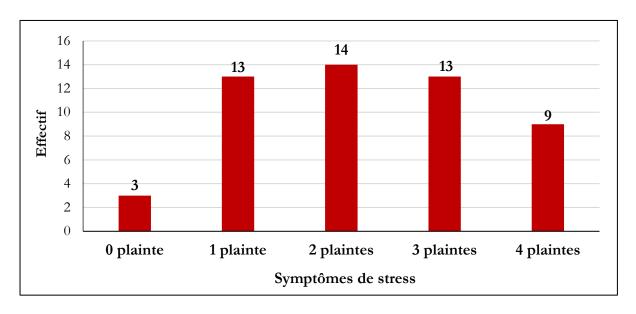


Figure 34 : Effectif par nombre de plainte de symptômes de stress.

3.1.2. Scores moyens des symptômes de stress

Le score global moyen de stress, prenant en compte tous les types de symptômes, était de $13,3\pm11,4$. La très grande majorité des sujets qui ont présenté des symptômes de stress avaient des scores inférieurs à 50, témoignant de symptômes peu nombreux et peu fréquents. Une valeur de score au moins égale à 17 représente une majorité de réponses autres que « jamais » ou « rarement » pour la fréquence des symptômes. Un score supérieur à 50 témoigne de symptômes invalidant par leur nombre et leur fréquence : 2 sujets (4%) sont concernés pour les symptômes d'angoisse et 1 sujet (2%) pour les symptômes gastro-intestinaux.

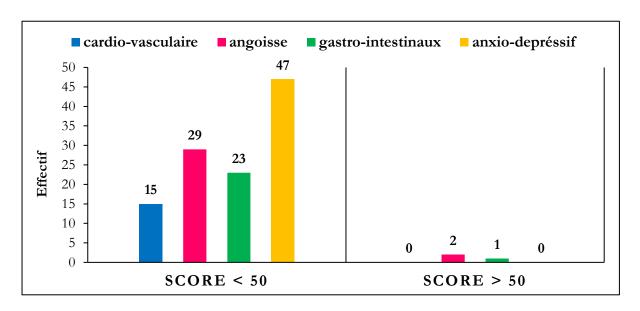


Figure 35 : Répartition selon score 50 des scores de stress par catégories de symptômes.

3.1.3. Vécu du stress et existence de soucis

Au sein de l'échantillon, 28 sujets (55%) se sentaient stressés dans l'entreprise. Parmi ceuxci, 21 sujets (40%) étaient « un peu » stressés, 5 sujets (11%) étaient « beaucoup » stressés et 2 sujets (4%) l'étaient « énormément ». Par ailleurs, 17 sujets (33%) disaient avoir des soucis. Parmi ceuxci, 6 sujets (35%) avaient des soucis d'origine professionnelle, 7 sujets (41%) avaient des soucis d'origine familiale, et 4 sujets (24%) avaient des soucis d'origine mixte professionnelle et familiale.

L'analyse croisée du ressenti du stress et de l'origine des soucis montre que :

- Les sujets non stressés n'avaient en grande majorité (83,3%) pas de soucis, ou des soucis familiaux (16,7%).
- Les sujets un peu stressés n'avaient en majorité (71%) pas de soucis, ou alors des soucis familiaux ou professionnels en proportion équivalente.
- Les sujets beaucoup stressés avaient à 40% ont des soucis professionnels et pour 60% des soucis mixtes professionnels et familiaux.
- Les sujets énormément stressés l'étaient en lien avec des soucis professionnels exclusivement.

Ainsi, chez les sujets qui étaient stressés, les soucis d'ordre professionnel prédominaient par rapport aux soucis familiaux. La prévalence des soucis professionnels était d'autant plus grande que les sujets étaient très stressés. Le ressenti de stress est donc lié à l'existence de soucis professionnels, d'avantage qu'à des soucis familiaux.

Tableau 20 : Analyse croisée du ressenti de stress et origine des soucis.

Ressenti de	Origine des soucis					
stress	Aucun souci	Professionnelle	Familiale	Mixte	Total	
	20	0	4	0	24	
Pas du tout	38.5	0	7.7	0	46.1	
Pas du tout	83.3	0	16.7	0		
	57.1	0	51.7	0		
	15	2	3	1	21	
IIm mov	28.8	3.8	5.8	1.9	40.4	
Un peu	71.4	9.5	14.3	4.8		
	42.9	33.3	42.9	25		
	0	2	0	3	5	
Daguagua	0	3.8	0	5.8	9.6	
Beaucoup	0	40	0	60		
	0	33.3	0	75		
	0	2	0	0	2	
Enganyényant	0	3.8	0	0	3.8	
Enormément	0	100	0	0		
	0	33.3	0	0		
Total	35	6	7	4	52	
Total	67.3	11.5	13.5	7.7	100	

Fréquence % en ligne % en colonne

3.2. Facteurs psycho-sociaux

Sur le même principe que pour les TMS, un score moyen allant de 0 à 100 a été calculé pour chaque composante de risque psycho-social. Ces résultats sont présentés dans les tableaux 21 et 22 ci-dessous.

Tableau 21 : Moyennes, écarts-type et répartition des scores des différentes composantes de risques psycho-sociaux.

Variable : score	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Quartile inférieur	Quartile supérieur
Charge de travail générale	52	58.0	25.7	55.0	33.2	77.3
Charge de travail actuelle	52	46.8	35.7	50.0	0	66.7
Pression du travail	52	47.8	23.3	49.8	33.0	58.3
Attention requise	52	89.6	17.4	100	83.0	100
Contrôle sur le travail	51	42.4	18.7	40.0	30.0	60.0
Participation à l'organisation du travail	52	40.1	25.3	41.7	25.0	58.3
Soutien social hiérarchie	52	29.8	21.4	25.0	16.5	41.5
Soutien social collègues	52	19.4	15.7	16.5	8.3	25.0
Avenir professionnel	52	19.8	19.5	16.5	0	33.0

Tableau 22 : Effectif par classes de score des différentes composantes de risques psycho-sociaux.

Eastern marche esciel	Effectif (effectif cumulé) par classe de score					
Facteur psycho-social	0 à 25 exclu	25 à 50 exclu	50 à 75 exclu	75 – 100		
Charge de travail générale	5	17 (22)	12 (34)	18 (52)		
Charge de travail actuelle	14	12 (26)	17 (43)	9 (52)		
Pression du travail	10	22 (32)	16 (48)	4 (52)		
Attention requise	0	3 (3)	9 (12)	40 (52)		
Contrôle sur le travail	12	23 (35)	14 (49)	2 (51)		
Participation à l'organisation du travail	18	19 (37)	12 (49)	3 (52)		
Soutien social hiérarchie	30	16 (46)	5 (51)	1 (52)		
Soutien social collègues	42	8 (50)	2 (52)	0		
Inquiétude sur l'avenir professionnel	33	19 (52)	0	0		

3.2.1. Demande psychologique

Charge de travail

Les scores de charge de travail générale et actuelle étaient largement dispersés. Pour la charge de travail générale, 22 sujets (42,3%) avaient un score inférieur à 50 avec un score minimum à 0 pour 1 sujet (1,9%); 30 sujets (57,7%) avaient un score supérieur à 50, avec un score maximum à 100 pour 5 sujets (9,6%). Le score le plus fréquent était de 33 pour 8 sujets (15,4%). Pour la charge de travail actuelle, 26 sujets (50%) avaient un score supérieur à 50, avec un score minimum de 0 pour 14 sujets (27%), un score de 33,3 pour 12 sujets (23%); le score le plus fréquent était de 66,6 pour 17 sujets (32,7%) et le score maximum était de 100 pour 9 sujets (17,3%).

Etant donné la dispersion des scores, on ne peut clairement conclure sur la charge de travail. La valeur moyenne de la charge de travail générale, supérieure à 50, montrait une tendance plutôt péjorative.

Pression du travail

Les scores de pression du travail étaient très dispersés. Dans l'échantillon d'étude, 32 sujets (61,5%) avaient un score inférieur à 50 dont 1 sujet (1,9%) avait un score nul ; 20 sujets (38,5%) avaient un score supérieur à 50 dont 3 sujets (5,8%) avaient un score maximum à 100. Les scores les plus fréquents étaient de 33 et 41,25 pour 6 sujets (11,5%) chacun.

Etant donné la dispersion des scores, on ne peut clairement conclure sur la pression du travail. La valeur moyenne de la pression du travail, inférieure à 50, montrait une tendance plutôt positive.

Attention requise

Le score moyen d'attention requise était très élevé à $89,6 \pm 17,4$. Dans l'échantillon d'étude, 49 sujets (94,2%) avaient un score supérieur à 50. Le score le plus fréquent est le score maximum de 100, qui concernait 36 sujets (69%). Seulement 3 sujets (5,8%) avaient un score inférieur à 50 avec un score minimum de 33 pour 1 sujet et aucun sujet n'avait de score nul.

Les résultats de l'étude montrent très nettement que l'attention requise était perçue comme forte. Pour 69% des sujets, elle était même perçue comme très forte.

3.2.2. Autonomie

Contrôle sur le travail

Le score moyen de contrôle sur le travail montrait une tendance plutôt positive. Pour 35 sujets (68,6%) le score était inférieur à 50 dont 1 sujet (1,9%) avait un score nul. Le score le plus fréquent était de 35 pour 8 sujets (15,4%). Le score était supérieur à 50 pour 16 sujets (30,8%) avec un score maximum à 80 pour 2 sujets (3,9%).

Les résultats de l'étude montraient un bon contrôle sur le travail perçu par les sujets.

Participation à l'organisation du travail

Les scores de participation à l'organisation du travail étaient assez dispersés. Dans l'échantillon d'étude, 37 sujets (71,1%) avaient un score inférieur à 50 dont 7 sujets (13,5%) avaient un score à 0 et 7 sujets avaient un score à 25. Le score le plus fréquent était de 50, pour 9 sujets (17,3%). Un score supérieur à 50 concernait 15 sujets (28,8%), le score maximum étant de 100 pour 1 sujet (1,9%). Etant donné la dispersion des scores, on ne peut clairement conclure sur la participation à l'organisation du travail. La valeur moyenne de la participation à l'organisation du travail, inférieure à 50, montrait plutôt une tendance positive.

Au total, l'étude a montré une bonne autonomie déclarée par les sujets, avec de bonnes marges de manœuvre dans le contrôle sur le travail.

3.2.3. Soutien social

Soutien des collègues

Le soutien social des collègues était très positif avec un score moyen de $19,4 \pm 15,7$. Dans l'échantillon d'étude, 50 sujets (96,2%) avaient un score inférieur à 50 dont 8 sujets (15,4%) avaient un score à 0; le score le plus fréquent était de 8,25 pour 12 sujets (23%). Deux sujets (3,8%) avaient un score supérieur à 50, le score maximum étant de 66,5 pour 1 sujet (1,9%).

Soutien du supérieur hiérarchique

Le soutien social du supérieur hiérarchique immédiat était positif avec un score moyen de 29.8 ± 21.4 . Dans l'échantillon d'étude, 46 sujets (88,5%) avaient un score inférieur à 50 dont 6 sujets (11,5%) avaient un score à 0 ; le score le plus fréquent était de 25 pour 8 sujets (15,4%). Six sujets (11,5%) avaient un score supérieur à 50, le score maximum étant de 100 pour 1 sujet (1,9%).

Au total, les sujets déclaraient un très bon soutien social de la part des collègues comme du supérieur hiérarchique immédiat. La perception d'un soutien social de qualité apporté par les collègues était partagée par la quasi-totalité des sujets. Le soutien social des collègues était légèrement plus favorable que le soutien social du supérieur hiérarchique.

3.2.4. Avenir professionnel

Le calcul du score moyen de l'inquiétude sur l'avenir professionnel est basé sur l'évaluation par les sujets de la possibilité qu'à l'avenir leur emploi soit automatisé ou supprimé.

Emploi automatisé:

Une grande majorité des sujets (96,2%) n'avait aucune inquiétude sur la possibilité qu'à l'avenir leur emploi soit automatisé, 1 sujet avait « un peu » d'inquiétude et 1 sujet « énormément » d'inquiétude.

Emploi supprimé:

Une majorité de sujets (60%) avait une inquiétude sur la possibilité qu'à l'avenir leur emploi soit supprimé. Parmi ces sujets : 14 (27%) avait « un peu » d'inquiétude, 7 sujets (14%) avaient « beaucoup » d'inquiétude et 10 sujets (19%) avaient « énormément » d'inquiétude.

La peur de perdre son emploi était très présente et assez forte parmi l'échantillon d'étude. Le score d'inquiétude sur l'avenir professionnel, tenant également compte de l'évaluation de la possibilité que les emplois soient automatisés, ne reflète pas cette inquiétude.

3.2.5. Intérêt porté au travail et complexité du travail

Le score moyen de l'intérêt porté au travail, sur une échelle visuelle de 0 à 10, était de 8. La médiane était également de 8, score le plus fréquent donné par 15 sujets (28,9%). Le score minimum était de 3, donné par 1 sujet (1,9%) et le score maximum était de 10 pour 12 sujets (23%).

Le score moyen de la complexité du travail sur une échelle visuelle de 0 à 10 était de 6, la médiane était de 7. Le score le plus fréquent, donné par 10 sujets (19,2%), était de 8. Le score minimum était de 1, donné par 2 sujets (3,8%) et le score maximum était de 10, donné par 5 sujets (9,6%).

Les sujets interrogés ont montré un intérêt très positif pour leur travail, qu'ils jugent complexe. Ceci montre que leurs compétences sont valorisées, qu'ils apprécient leur travail et que celui-ci a du sens.

4. Contraintes physiques

4.1. Vibrations transmises au corps entier et aux membres supérieurs

Les résultats des mesures de vibrations sont présentés en niveau global A(8) pour chaque véhicule et outil, associé à la durée cumulée de leur utilisation provoquant le dépassement des seuils réglementaires. Les durées d'utilisation pour atteindre ces seuils sont calculées à partir des mesures de vibrations en partant du principe qu'un seul outil est utilisé et dans les conditions les plus défavorables.

4.1.1. Vibrations transmises au corps entier

Les résultats des mesures de vibrations réalisées sur véhicules sont présentés au tableau 23 ci-après. Les véhicules utilisés pour le transport du matériel de l'atelier ou du dépôt au chantier présentaient des niveaux globaux A(8) inférieurs à 0,5 m/s² et ne dépassaient donc pas les seuils réglementaires d'alerte et à fortiori de limite d'exposition journalière aux vibrations transmises au corps entier. Ces véhicules ne représentent pas un facteur de risque pour la santé et engager une action de prévention n'est pas nécessaire.

Tableau 23 : Mesures du niveau global A(8) de vibrations transmises au corps entier par des véhicules et durée d'utilisation cumulée pour dépasser les seuils d'alerte et de limite d'exposition journalière.

	Niveau	Durée d'utilisation en jours/h/min/s				
Véhicule	global A(8) en m/s²	Dépassement du niveau d'alerte	Dépassement du seuil limite d'exposition journalière			
Renault Clio	0,31	20h 21min 46s	4j 11h 43min 11s			
Renault Kangoo	0,31	20h 36min 9s	4j 12h 59min 15s			
Renault Trafic	0,26	1j 6h 8min 30s	6j 15h 26min 58s			

4.1.2. Vibrations transmises au membre supérieur

a) Pénibilité vécue des outils vibrants

Sur 51 sujets, 49 (96%) disaient utiliser au moins un outil vibrant dans le travail : 22 sujets (43%) jugeaient que ces outils vibrent un peu et 27 sujets (53%) jugeaient qu'ils vibrent beaucoup. Les outils perçus comme vibrants sont présentés dans le tableau 24 ci-après. De 1 à 3 réponses étaient données par sujet sur un effectif de 52. Les principaux outils perçus comme vibrants sont en premier des outils percutants à basse fréquence (marteau-piqueur, perforateur, pilonneuse) globalement devant les outils rotatifs (visseuse, disqueuse, meuleuse, etc.).

Tableau 24 : Liste des outils perçus comme vibrants par ordre décroissant de fréquence de citation.

Outil	Effectif (%)	Outil	Effectif (%)
Marteau	24 (46,1)	Pilonneuse	3 (5,8)
Marteau-piqueur	24 (46,1)	Visseuse-Dévisseuse	3 (5,8)
Perforateur	22 (42,3)	Burineur	2 (3,8)
Perceuse	17 (32,7)	Masse	2 (3,8)
Disqueuse	10 (19,2)	Scie sauteuse	2 (3,8)
Bloqueuse	9 (17,3)	Lapidaire	1 (1,9)
Aiguille vibrante	6 (11,5)	Mini-pelle	1 (1,9)
Boulonneuse	4 (7,7)	Pioche	1 (1,9)
Meuleuse	4 (7,7)	Tronçonneuse	1 (1,9)

Les vibrations transmises par ces outils vibrants sont ressenties comme pénibles pour une majorité des sujets : 35 sur 52 (67%) se disaient gênés par les vibrations transmises par les outils dont 20 sujets (38%) se disaient « un peu gênés » et 15 sujets (29%) étaient « beaucoup gênés ». Comme nous l'avons expliqué dans la première partie de ce travail, la gêne engendrée par les vibrations est d'autant plus forte que la pression exercée sur l'outil et/ou le matériau travaillé est forte. Dans notre échantillon, cette pression était jugée comme « moyenne » pour 16 sujets (31%), « forte » pour 18 sujets (34%) et très forte pour 15 sujets (29%).

b) Mesures des vibrations

Les résultats des mesures de vibrations transmises aux membres supérieurs sont présentés dans le tableau 25 ci-après. Les mesures de vibrations mécaniques transmises au membre supérieur, rapportées à une durée d'utilisation de 8h, mettent en évidence un dépassement du seuil d'alerte

sur tous les outils testés, ainsi qu'un dépassement des valeurs limites d'exposition professionnelle quotidienne sur le marteau-piqueur, la pilonneuse, les deux perforateurs, la perceuse, et la disqueuse n°2.

L'ensemble des outils testés nécessite la mise en place d'une action de prévention primaire par l'employeur. Par définition, l'action en prévention primaire doit intervenir en amont de la survenue des problèmes de santé pour éviter leur apparition. C'est pourquoi nous nous intéressons particulièrement au seuil d'alerte. La durée d'exposition aux vibrations pour atteindre le seuil d'alerte est évidemment plus faible que pour atteindre le seuil limite d'exposition journalière. Les vibrations émises par la disqueuse thermique ainsi que la disqueuse n°1 dépassaient le seuil d'alerte après une durée d'utilisation cumulée de respectivement 2 heures 33 minutes et 2 heures 52 minutes. Ces durées d'utilisation sont relativement longues. Dans leur activité habituelle, il est donc peu probable que les électriciens utilisant ces outils soient exposés à des niveaux de vibrations dépassant le seuil d'alerte.

Pour les autres outils, à savoir : le marteau-piqueur, la pilonneuse, les deux perforateurs, la perceuse et la disqueusen°2, le niveau global A(8) allait de 6,6 à 21,2 m/s². Le seuil d'alerte et le seuil limite d'exposition journalière sont donc largement dépassés. Les durées d'utilisation cumulée pour atteindre le seuil d'alerte étaient de l'ordre de seulement quelques minutes ou dizaine de minutes pour la pilonneuse, les deux perforateurs et le marteau-piqueur ; ces durées sont nettement plus longues, respectivement de 1 heure 19 minutes et 49 minutes pour la perceuse et la disqueuse n°2.

Une action de prévention est donc à mettre en place en priorité sur ces 6 outils : le marteaupiqueur, la pilonneuse, les deux perforateurs, la perceuse et la disqueusen°2, pour diminuer l'exposition des sujets aux vibrations transmises aux membres supérieurs. La prévention est d'autant plus nécessaire que l'exposition aux vibrations qu'émettent ces outils est un facteur de risque avéré de TMS des membres supérieurs. Les durées d'utilisation cumulée pour dépasser le seuil limite d'exposition journalière sont relativement courtes et facilement atteignables dans l'activité habituelle des sujets pour le marteau-piqueur, la pilonneuse et le perforateur n°1.

Tableau 25 : Mesures du niveau global A(8) de vibrations transmises aux membres supérieurs par des outils et durée d'utilisation cumulée pour dépasser les seuils d'alerte et de limite d'exposition journalière (1/2).

	Niveau	Durée d'utilisation en jours/h/min/s			
Outil	global A(8) en m/s²	Dépassement du niveau d'alerte	Dépassement du seuil limite d'exposition journalière		
Marteau Piqueur Pneumatique	12,62	19 min	1h 15 min		
Pilonneuse	21,18	7 min	27 min		
Perforateur n°1	19,17	8 min	33 min		
Perforateur n°2	9,17	36 min	2h 23 min		

Tableau 25 : Mesures du niveau global A(8) de vibrations transmises aux membres supérieurs par des outils et durée d'utilisation cumulée pour dépasser les seuils d'alerte et de limite d'exposition journalière (2/2).

	Niveau Durée d'utilisation en jours/				
Outil	global A(8) en m/s ²	Dépassement du niveau d'alerte	Dépassement du seuil limite d'exposition journalière		
Perceuse	6,59	1h 19min	4h 36min		
Disqueuse Thermique	4,43	2h 33min	10h 11min		
Disqueuse n°1	4,18	2h 52min	11h 27min		
Disqueuse n°2	7,84	49 min	3h 15min		

4.2. Utilisation d'outils pénibles

De très nombreux outils ont été cités comme étant pénibles : 88% des sujets ont cités des outils manuels, 23% du matériel ou de l'équipement de travail et 8% des EPI. Parmi ces outils pénibles, 7 outils regroupaient plus de 50% des réponses : le marteau-piqueur, le perforateur, le marteau, le pull-lift (palan), les clés de serrage, la disqueuse et la meuleuse.

Parmi ces 7 outils, 4 sont des outils vibrants. Ces résultats concordent avec la pénibilité perçue des outils vibrants et les mesures de vibrations réalisées. L'étude a en effet montré que le niveau de vibrations émises par 6 outils utilisés dans l'entreprise dépassait le seuil limite d'exposition et que l'utilisation de ces outils était délétère pour la santé.

Tableau 26 : Détail des outils considérés comme pénibles (3 réponses possibles par sujet).

Outil	Effectif (%)	% cumulé	Outil	Effectif (%)	% cumulé
Marteau-Piqueur	18 (13)	13	Boulonneuse	2 (1.4)	85.9
Perforateur	13 (9.4)	22.4	Coupe-cable	2 (1.4)	87.3
Marteau	10 (7.2)	29.6	Harnais	2 (1.4)	88.7
Pull-lift	9 (6.5)	36.1	Tournevis	2 (1.4)	90.1
Clés	7 (5)	41.1	Burin	1 (0.7)	90.8
Disqueuse	7 (5)	46.1	Bouteille de	1 (0.7)	91.5
	, ,		gaz/oxygène	, ,	
Meuleuse	7 (5)	51.1	Casque	1 (0.7)	92.2
Perçeuse	7 (5)	56.1	Corde	1 (0.7)	92.9
Bloqueuse	6 (4.3)	60.4	Cornière	1 (0.7)	93.8
Pelle	5 (4)	64.4	Echelle	1 (0.7)	94.5
Pioche	5 (4)	68.4	Escabeau/Gazelle	1 (0.7)	95.2
Presse	4 (2.9)	71.3	Groupe électrogène	1 (0.7)	95.9
Barre à mine	3 (2.2)	73.5	Lapidaire	1 (0.7)	96.6
Manchonneuse	3 (2.2)	75.7	Lunettes de	1 (0.7)	97.1
	` ,		protection	, ,	
Pilonneuse	3 (2.2)	77.9	Mini-pelle	1 (0.7)	97.8
Pince coupante	3 (2.2)	80.1	Pince à sertir	1 (0.7)	98.5
PIR	3 (2.2)	82.3	Poste à souder	1 (0.7)	99.2
Visseuse-Dévisseuse	3 (2.2)	84.5	Poulies	1 (0.7)	99.9
			Tronçonneuse	1 (0.7)	100,0

La quasi-totalité des sujets (98%) a déclaré porter des gants pour travailler. Seul 1 sujet (2%) a déclaré avoir les mains plutôt froides pendant le travail, 25 sujets (48%) ont déclaré avoir les mains plutôt chaudes, et 26 sujets (50%) les mains ni chaudes ni froides. La température des mains pendant le travail, lorsqu'elle est froide, est un facteur aggravant la pénibilité de l'utilisation des outils manuels et vibrants.

4.3. Evaluation subjective de la charge physique de travail

4.3.1. Au niveau du corps entier

Les scores moyens RPE évalués toutes les 2 heures sur une journée de travail, H0 étant le moment de la prise de poste, sont présentés au tableau 27 ci-dessous. Il existait une faible dispersion des valeurs de RPE autour de la moyenne, avec de faibles écarts-type. La moyenne du score RPE a augmenté progressivement de 5 points sur la journée, passant de $8,4\pm2,8$ à H0 à $13,4\pm4,1$ à H+10 en fin de journée. Les quartiles inférieur et supérieur ont augmenté dans la même proportion de 5 points, passant entre H0 et H+10 de 6 à 11 pour le quartile inférieur, et de 11 à 16 pour le quartile supérieur.

Tableau 27 : Moyennes, écarts-type et répartition des scores RPE sur une journée de travail (de H0 à H+10).

Variable RPE	Effectif n	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Quartile inférieur	Quartile supérieur
H 0	35	8.4	2.8	8.0	6.0	11.0
H + 2	37	10	2.4	10.0	8.0	11.0
H + 4	36	11.5	3.1	11.0	9.0	13.5
H + 6	36	11.5	3.2	11.0	9.0	13.7
H + 8	36	12.8	3.1	13.0	10.7	15.0
H + 10	21	13.4	4.1	13.0	11.0	16.0

Tableau 28: Effectifs par classe de score RPE aux différents temps d'évaluation de la charge physique globale de travail.

Répartition des effectifs (%) pour l'évaluation de la charge physique globale de travail (RPE) par classes de score										
	ti	ravaii (RPE)	par classes	de score						
Classe de score	H0	H0 H+2 H+4 H+6 H+8 H+10								
6 - 10	26 (74.3)	23 (62.2)	13 (36.1)	17 (47.2)	7 (19.5)	3 (14.3)				
11 - 15	8 (22.9)	14 (37.8)	18 (50)	14 (38.9)	21 (58.3)	11 (52.4)				
16 - 20	1 (2.8)	0	5 (13.9)	5 (13.9)	8 (22.2)	7 (33.3)				

A la prise de poste (H0), la valeur moyenne de l'effort physique global était la plus faible, comme attendu, signant un effort de « très très léger » à « très léger ». L'effort moyen a augmenté progressivement tout au long de la journée, passant de « très léger » à « plutôt léger » puis à « assez intense » en fin de journée.

La proportion de sujets cotant leurs efforts entre 6 et 10 signifiant des efforts légers était maximale à la prise de poste (74,3%) et a diminué progressivement jusqu'à la fin de journée (14,3%). On retrouvait également à H0 une majorité de sujets (40%) cotant leur effort à la valeur minimum

de 6 signifiant « aucun effort », tandis que seuls 1 à 2 sujets avaient un tel score plus tard dans la journée. La proportion de sujets cotant leurs efforts entre 11 et 15, signifiant des efforts de « plutôt légers » à « intenses » était minimale à la prise de poste et a augmenté progressivement dans la journée en ayant plus que doublé en fin de journée, avec un effectif maximal à H+8. La même tendance était observée pour les efforts côtés entre 16 et 20 signant des efforts « intenses » à « épuisants » avec un effectif qui passait de 2,8% à la prise de poste à 33,3% à H+10.

Ces résultats montrent que l'intensité perçue des efforts du corps entier était minimale à la prise de poste et a augmenté progressivement tout au long de la journée. La dispersion des scores RPE évalués toutes les 2 heures lors d'une journée de travail est présentée figures 36 et 37 ci-après. Aucun de ces scores n'est indépendant puisque les écarts-types se chevauchent. Les efforts perçus comme les plus intenses sont survenus en fin de journée : ce furent des efforts très intenses à épuisants. Sur la globalité de la journée de travail, la charge physique de travail corps entier était évaluée pour une majorité de sujets (66%) avec un score RPE supérieur à 13, soit des efforts au minimum « assez intenses » qui traduisent une charge physique de travail élevée.

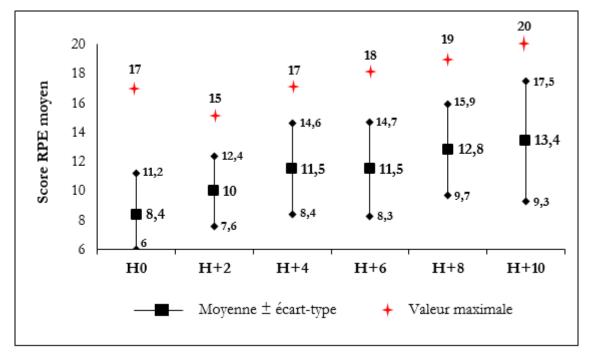


Figure 36 : Evolution sur une journée de H0 à H+10 des valeurs moyennes et écarts-type de score RPE.

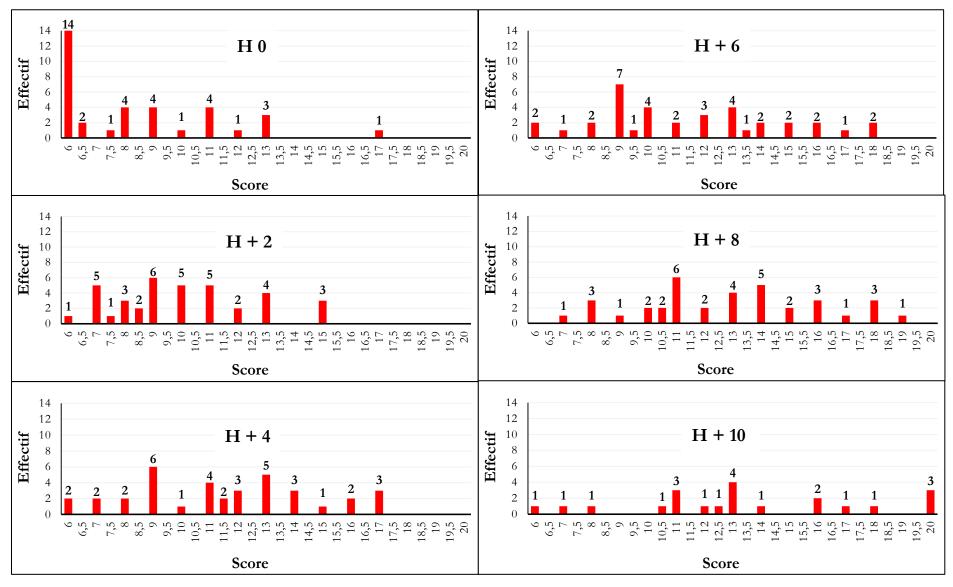


Figure 37: Répartition des scores RPE évalués sur une journée à H0, H+2, H+4, H+6, H+8 et H+10.

Lien avec TMS, stress, RPS et vécu du travail

Nous avons émis l'hypothèse que la charge physique globale de travail majore le risque de développer un TMS, et qu'il peut exister un lien avec le stress, les RPS et le vécu du travail. Nous avons réalisé un test non paramétrique de comparaison de rang.

Le tableau 29 présente les valeurs moyennes et écarts-type des scores TMS du rachis et des membres supérieurs selon le score RPE. L'étude n'a pas démontré de différence significative entre les scores de TMS du rachis et des membres supérieurs selon que le score RPE est faible, soit inférieur à 13, ou fort, soit supérieur ou égal à 13. Cette valeur du score RPE de 13 représente le seuil de charge physique globale forte.

Tableau 29 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores TMS du rachis et des membres supérieurs selon le score RPE.

	RPE inférieur à 13			RPE st	RPE supérieur ou égal à 13			
Variable : score	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Effectif	Moyenne	Ecart-type	p*	
			Rachis					
Cou	13	7.7	18.8	19	17.8	26.5	0.196	
Rachis thoracique	13	8.7	21.3	219	11.8	23.0	0.542	
Rachis lombaire	13	41.3	35.1	19	43.4	22.6	0.846	
		Men	nbres supér	ieurs				
Epaule Droite	12	5.2	18.0	19	7.9	21.7	0.554	
Epaule Gauche	13	9.6	19.2	19	3.9	17.2	0.171	
Coude Droit	13	12.5	24.5	19	15.1	28.7	0.801	
Coude Gauche	13	0	0	19	9.2	25.6	0.139	
Poignet Droit	13	16.3	28.6	19	27.0	32.9	0.330	
Poignet Gauche	13	2.9	10.4	19	15.8	28.5	0.159	
Membre Supérieur Droit	13	23.1	28.5	19	29.8	27.0	0.374	
Membre Supérieur Gauche	13	10.3	16.0	19	15.8	25.7	0.660	
* Seuil de significativité ț	< 0.05					-	-	

Selon les résultats présentés au tableau 30 ci-après, il n'existe pas de différence significative entre les scores moyens de symptômes de stress et des différentes composantes de risques psychosociaux selon que le score RPE est faible ou fort. Il existe une association statistique entre la force musculaire requise dans le travail (p = 0.032) et la fatigue musculaire dans les membres supérieurs après le travail (p = 0.026) et le score de RPE. Une charge physique globale élevée est donc en lien avec une augmentation de la force musculaire requise dans le travail et de la fatigue dans les membres supérieurs après le travail.

Tableau 30 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores de symptômes de stress, des composantes de risques psycho-sociaux et des paramètres de vécu du travail selon le score RPE.

	RPE inférieur à 13			RPE supérieur ou égal à 13					
Variable : score	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Effectif	Moyenne	Ecart-type	p*		
Stress									
Symptômes cardio-	13	5.1	10.4	19	6.1	9.9	0.661		
vasculaires Symptômes angoisse	13	7.6	8.3	19	9.3	17.4	0.543		
Symptômes gastro-	13	15.3	24.0	19	9.7	14.2	0.803		
intestinaux									
Symptômes anxiété	13	15.6	14.0	19	114.5	12.0	1.0		
		Facteurs	psycho-so	ciaux					
Charge de travail générale	13	50.1	22.0	19	63.9	22.1	0.163		
Charge de travail actuelle	13	35.9	39.6	19	45.6	29.8	0.309		
Pression du travail	13	42.7	23.1	19	52.3	21.6	0.123		
Attention requise	13	90.9	16.3	19	86.7	19.9	0.555		
Contrôle sur le travail	4.0	25.5	45.5	4.0	20.2	45.0	0.057		
	13	37.7	17.5	18	38.3	17.3	0.856		
Participation à l'organisation du travail	13	46.2	24.9	19	36.8	24.4	0.485		
Soutien social hiérarchie	13	34.4	17.2	19	33.6	25.0	0.758		
Soutien social collègues	13	25.5	19.6	19	16.9	11.8	0.162		
Avenir professionnel	13	16.6	19.2	19	21.0	19.9	0.493		
		Vécu	ı du travai	1					
Contrainte de temps	13	5.0	2.0	19	5.2	2.6	0.752		
Gestes de travail répétitifs	13	5.1	1.7	19	4.8	3.0	0.573		
Cadence de travail	13	5.9	1.7	19	6.9	1.4	0.106		
Force musculaire requise	13	6.2	1.7	19	7.7	1.8	0.032		
Mouvements précis et très fins	13	7.3	1.9	19	7.2	2.3	0.985		
Fatigue musculaire dans	13	3.9	2.4	19	6.2	3.1	0.026		
membres supérieurs après le travail									
* Seuil de significativité p < 0.0)5		- -	-		-	-		

4.3.2. Au niveau du membre supérieur

Les scores moyens CR10 évalués toutes les 2 heures sur une journée de travail, H0 étant le moment de la prise de poste, sont présentés tableau 31 ci-après. Il existait une faible dispersion des valeurs de CR10 autour de la moyenne, avec de faibles écarts-type. La moyenne du score CR10 a augmenté progressivement de 3,3 points sur la journée, passant de 1,2 \pm 1,8 à H0 à 4,5 \pm 2,6 à H+10 en fin de journée. Les quartiles inférieur et supérieur ont augmenté dans la même proportion de 3 points, passant entre H0 et H+10 de 0 à 3 pour le quartile inférieur, et de 3 à 6 pour le quartile supérieur.

Tableau 31 : Moyennes, écarts-type et répartition des scores CR10 sur une journée de travail (de H0 à H+10).

Variable CR10	Effectif n	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Quartile inférieur	Quartile supérieur
H 0	30	1.2	1.8	0	0	3.0
H + 2	35	2.0	1.6	2.0	1.0	3.0
H + 4	34	2.9	1.8	3.0	2.0	4.0
H + 6	33	3.1	2.2	3.0	1.0	4.0
H + 8	32	3.7	2.2	3.5	2.0	5.0
H + 10	17	4.5	2.6	4.0	3.0	6.0

Tableau 32 : Effectifs par classe de score CR10 aux différents temps d'évaluation de la charge physique de travail du membre supérieur.

Répartition des effectifs (%) pour l'évaluation de la charge physique de travail du									
membre supérieur (CR10) par classes de score									
Classe de score	H0	H + 2	H + 4	H + 6	H + 8	H + 10			
0 à 2.5 exclu	22 (73.3)	25 (71.4)	16 (47.1)	14 (42.4)	10 (31.3)	4 (23.5)			
2.5 à 5 exclu	7 (23.3)	9 (25.7)	17 (50)	15 (45.5)	18 (56.3)	8 (47.1)			
5 à 7.5 exclu	1 (3.4)	1 (2.9)	0	3 (9.1)	2 (6.2)	1 (5.9)			
7.5 à 10	0	0	1 (2.9)	1 (3)	2 (6.2)	4 (23.5)			

A la prise de poste (H0), la valeur moyenne de l'effort physique du membre supérieur dominant était la plus faible, comme attendu, signant un effort « très léger ». L'effort moyen a augmenté progressivement tout au long de la journée, passant de « léger » à « modéré » puis à « assez intense » en fin de journée. La proportion de sujets cotant leurs efforts entre 0 et 2,5 signifiant des efforts légers était maximale à la prise de poste (73,3%) et a diminué progressivement jusqu'à la fin de journée (23,5%). On retrouvait également à H0 une majorité de sujets (60%) cotant leur effort à la valeur minimum de 0 signifiant « aucun effort », cette proportion ayant diminué tout au long de la journée. La proportion de sujets cotant leurs efforts entre 2,5 et 5, signifiant des efforts de « modérés » à « intenses » était minimale à la prise de poste et a augmenté progressivement dans la journée. La même tendance était observée pour les efforts côtés entre 5 et 7,5 signant des efforts « intenses » à « très intenses » et pour les efforts maximum côtés de 7,5 à 10 signifiants des efforts « très intenses » à « extrêmement intenses ».

Ces résultats montrent que l'intensité perçue des efforts du membre supérieur dominant était minimale à la prise de poste et a augmenté progressivement tout au long de la journée. La dispersion des scores de CR10 évalués toutes les 2 heures lors d'une journée de travail est présentée figures 38 et 39 ci-après. Aucun de ces scores n'est indépendant puisque les écarts-types se chevauchent. Les efforts perçus comme les plus intenses sont survenus en fin de journée : ce furent des efforts très intenses à extrêmement intenses. Sur la globalité de la journée de travail, la charge

physique de travail du membre supérieur dominant était évaluée pour une majorité de sujets (48%) avec un score CR10 supérieur à 4, soit des efforts au minimum « assez intenses » qui traduisent une charge physique de travail élevée.

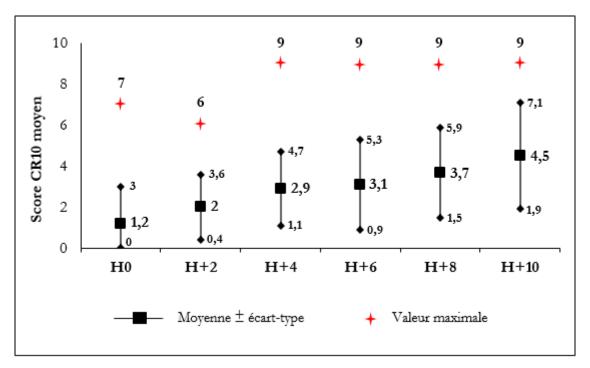


Figure 38 : Evolution sur une journée de H0 à H+10 des valeurs moyennes et écarts-type de score CR10.



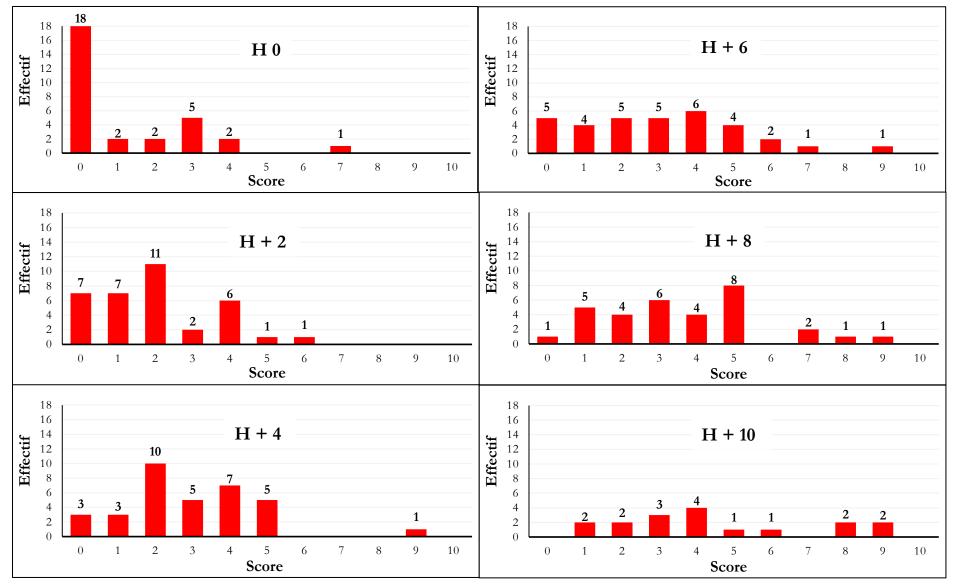


Figure 39 : Répartition des scores CR10 évalués sur une journée à H0, H+2, H+4, H+6, H+8 et H+10.

Lien avec TMS, stress, RPS et vécu du travail

Comme pour la charge physique globale, nous avons testé l'hypothèse que la charge physique de travail des membres supérieurs majore le risque de développer un TMS et qu'il peut exister un lien avec le stress, les RPS et le vécu du travail. Nous avons pour cela réalisé un test non paramétrique de comparaison de rang.

Le tableau 33 présente les valeurs moyennes et écarts-type de score TMS du rachis et des membres supérieurs selon le score CR10. Il existe une forte association statistique entre le score moyen de TMS du cou et un score de CR10 fort, c'est-à-dire supérieur ou égal à 4 (p = 0.004). Une forte charge physique des membres supérieurs implique un score TMS du rachis cervical très augmenté, ce qui traduit des TMS du rachis cervical plus fréquents et plus graves. L'étude n'a pas démontré d'autre association statistique entre score TMS du rachis ou des membres supérieurs et charge physique des membres supérieurs.

Tableau 33 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores TMS du rachis et des membres supérieurs selon le score CR10.

	CR10 inférieur à 4			CR10 supérieur ou égal à 4			
Variable : score	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Effectif	Moyenne	Ecart-type	p*
Rachis							
Cou	14	0	0	17	22.8	27.7	0.004
Rachis thoracique	14	5.4	20.0	17	11.8	20.5	0.167
Rachis lombaire	14	37.5	33.3	17	45.6	23.4	0.559
Membres supérieurs							
Epaule Droite	13	4.8	17.3	17	8.8	22.9	0.436
Epaule Gauche	14	3.6	13.4	17	7.4	21.2	0.642
Coude Droit	14	13.4	23.7	17	15.4	30.1	0.938
Coude Gauche	14	0.9	3.3	17	9.6	27.1	0.615
Poignet Droit	14	11.6	22.2	17	28.7	34.2	0.167
Poignet Gauche	14	5.3	13.6	17	15.4	29.5	0.388
Membre Supérieur Droit	14	23.8	27.5	17	29.4	28.6	0.527
Membre Supérieur Gauche	14	9.5	15.6	17	15.7	26.7	0.627
* Seuil de significativité $p < 0.05$							

Selon les résultats présentés au tableau 34, il n'existe pas d'association statistique entre les scores moyens de symptômes de stress ou les différentes composantes de facteurs psycho-sociaux et le score CR10. Il existe une association statistique entre la fatigue musculaire dans les membres

supérieurs après le travail (p = 0.005) et le score de CR10. Comme attendu, une charge physique forte du membre supérieur induit une plus grande fatigue dans les membres supérieurs après le travail.

Tableau 34 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores de symptômes de stress, des composantes de risques psycho-sociaux et des paramètres de vécu du travail selon le score CR10.

	CR10 inférieur à 4		CR10 supérieur ou égal à 4				
Variable : score	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Effectif	Moyenne	Ecart-type	p *
			Stress				
Symptômes cardio- vasculaires	14	4.7	10.1	17	5.8	10.0	0.659
Symptômes angoisse	14	4.7	7.1	17	11.0	17.9	0.453
Symptômes gastro- intestinaux	14	9.0	21.6	17	13.2	16.0	0.215
Symptômes anxiété	14	11.2	12.6	17	18.0	12.6	0.065
Facteurs psycho-sociaux							
Charge de travail générale	14	52.8	23.0	17	64.3	21.7	0.229
Charge de travail actuelle	14	45.2	38.4	17	39.2	31.7	0.695
Pression du travail	14	46.7	22.1	17	51.2	22.9	0.413
Attention requise	14	94.0	12.6	17	83.1	21.5	0.109
Contrôle sur le travail	14	36.1	16.9	16	39.1	18.0	0.53
Participation à l'organisation du travail	14	42.3	26.8	17	39.2	24.3	0.857
Soutien social hiérarchie	14	34.4	14.8	17	31.7	26.0	0.318
Soutien social collègues	14	24.3	19.9	17	17.0	11.5	0.314
Avenir professionnel	14	15.4	16.5	17	22.5	22.0	0.404
	Vécu du travail						
Contrainte de temps	14	5.1	2.0	17	5.1	2.7	0.935
Gestes de travail répétitifs	14	4.8	1.9	17	4.9	3.0	0.968
Cadence de travail	14	6.1	1.7	17	6.9	1.4	0.336
Force musculaire requise	14	6.7	1.8	17	7.5	1.9	0.334
Mouvements précis et très fins	14	7.1	2.0	17	7.2	2.3	0.794
Fatigue musculaire dans	14	3.6	2.6	17	6.6	2.8	0.005
les membres supérieurs après le travail							
* Seuil de significativité $p < 0.05$							

4.4. Environnement physique de travail

L'exposition à des contraintes physiques était courante dans l'échantillon d'étude et a concerné principalement des paramètres climatiques : 35 sujets sur 52 (67%) disaient avoir déjà éprouvé la sensation de froid, contre 37 sujets (71%) pour l'humidité et 47 sujets (90%) pour la

chaleur. A noter que si l'humidité est la contrainte vécue comme la plus pénible par les sujets, d'un point de vue physiologique la chaleur est un facteur de pénibilité car elle induit une élévation de la fréquence cardiaque qui va limiter les capacités d'adaptation de l'organisme à un effort physique et donc au travail. L'exposition au bruit et à l'empoussièrement, qui a concerné respectivement 47 sujets (90%) et 45 sujets (87%), est liée à certaines activités réalisées par les sujets eux-mêmes sur chantier (tâches de travaux publics) ou à la co-activité sur chantier.

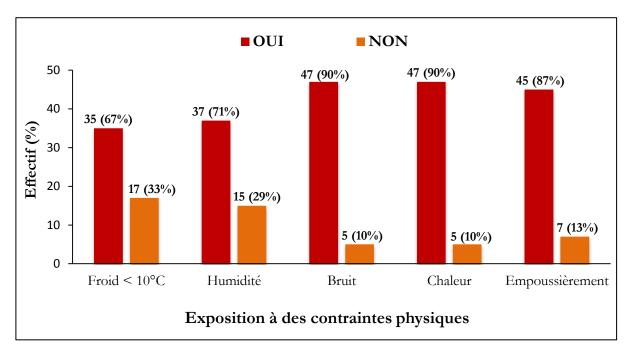


Figure 40: Exposition ressentie à des contraintes environnementales dans le travail.

4.5. Vécu du travail

Plusieurs paramètres du vécu du travail ont été évalués par une échelle visuelle quantitative allant de 0 à 10. Les résultats sont présentés au tableau 35 ci-après.

Les scores de cadence de travail étaient relativement élevés et globalement peu dispersés. Le score minimum était de 2,0 pour 1 sujet (1,9%) et le score maximum de 10 pour 2 sujets (3,8%). Le score le plus fréquent était de 7 pour 13 sujets (25%) et 22 sujets (42,3%) avaient un score entre 5 et 7,5. La cadence de travail était donc perçue en moyenne comme rapide à très rapide.

Le score moyen de la force musculaire requise était très élevé. Le score minimum était de 1,0 pour 1 sujet (1,9%) et le score maximum de 10 pour 7 sujets (13,5%). Le score le plus fréquent

était de 8 pour 10 sujets (19%) et 25 sujets (48%) avaient un score entre 7,5 et 10. La force musculaire requise était donc ressentie comme grande.

Tableau 35 : Moyennes, écarts-type et répartition des scores de vécu du travail.

Variable : score	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Quartile inférieur	Quartile supérieur
Contrainte de temps lors du travail	5.2	2.6	5.0	3.0	7.0
Cadence de travail	6.5	1.7	7.0	5.0	8.0
Répétitivité des gestes de travail	5.5	2.5	5.0	3.5	7.0
Le travail nécessite des gestes précis et très fins	6.5	2.6	7.0	5.0	9.0
Force musculaire requise	7.2	2.1	7.0	6.0	9.0
Fatigue musculaire dans les					
membres supérieurs après le travail	5.9	2.9	6.0	4.0	8.0

Les autres paramètres testés : la contrainte de temps, la répétitivité des gestes de travail et la fatigue musculaire dans les membres supérieurs après le travail étaient globalement perçus comme moyens avec des valeurs d'écart-type élevées témoignant d'une dispersion des scores.

Tableau 36 : Effectifs par classes de score pour l'évaluation des variables de vécu du travail.

Effectifs (effectifs cumulés) des variables de vécu du travail par classes de score						
Classe de score	Contrainte de temps	Mouvements précis et fins	Répétitivité des gestes	Fatigue dans les MS après le travail	Cadence de travail	Force musculaire requise
0 à 2.5 exclu	10	3	6	12	1	2
2.5 à 5 exclu	20 (30)	17 (20)	21 (27)	8 (20)	15 (16)	8 (10)
5 à 7.5 exclu	11 (41)	12 (32)	13 (40)	15 (35)	22 (38)	17 (27)
7.5 à 10	11(52)	20 (52)	12 (52)	17 (52)	14 (52)	25 (52)

Le tableau 36 ci-dessus présente la répartition des effectifs pour chacune de ces variables, par classes de score. La nécessité de réaliser des mouvements précis et très fins et la fatigue dans les membres supérieurs après le travail étaient côtés entre 7,5 et 10 pour 20 sujets (38,5%) et 17 sujets (32,7%), respectivement. Malgré une large dispersion des scores, ces deux paramètres de vécu du travail étaient donc évalués comme forts pour une majorité des sujets.

5. Etude ergonomique

Les quatre journées d'observation de l'activité réelle de travail se sont déroulées sur plusieurs chantiers. Sur les 2 premières études de postes, les binômes observés étaient constitués d'un électricien et d'un chef d'équipe, tandis que dans les deux dernières études de postes, les sujets observés étaient des électriciens.

5.1. Principales phases de travail

Les principales phases de travail relevées lors des quatre journées d'observation sont présentées au tableau 37 ci-dessous.

Tableau 37 : Principales phases de travail observées lors des différentes journées d'observation de l'étude ergonomique.

Phase de travail commune	Conduite de véhicules ou d'engins de chantier			
Phases de travail des électriciens	 Travaux sur câbles électriques: raccordement et câblage, tirage de câble sur chemin de câble ou goulotte; Travaux sur armoire électrique: boulonnage et déboulonnage, vissage et dévissage; Approvisionnement et le rangement du matériel: manutentions manuelles; Utilisation d'outils spécifiques: manutentions manuelles et mécaniques. 			
Phases de travail des chefs d'équipe	- Supervision des travaux ; - Coordination des équipes ; - Travail sur plans ou documents.			

Les activités perçues comme les plus contraignantes sont : le tirage de câbles de grosse section qui nécessite un effort physique intense, le câblage en bas des armoires électriques qui impose des postures contraignantes du rachis, des membres supérieurs et des genoux, les travaux en hauteur qui génèrent de fréquentes montées et descentes pour s'approvisionner en matériels et outils et enfin les interventions en espace confiné qui imposent des contraintes matérielles et posturales.

5.2. Chroniques d'activité et contraintes biomécaniques (Annexe 8)

Les chroniques d'activités issues de l'observation de l'activité réelle de travail ont mis en évidence les principales contraintes biomécaniques présentées au tableau 38 ci-après.

Tableau 38 : Principales contraintes posturales observées pour différentes activités lors de l'étude ergonomique.

Elévation de l'épaule supérieure à 60° voire au-dessus de l'horizontal;







Epaules

Abduction de l'épaule supérieure à 60° voire 90°.







Coudes

Extension du coude supérieure à 30° ou flexion du coude.

151





> Prono-supination du poignet





> Flexion du poignet supérieure à 10° et extension supérieure à 30°

Poignets, mains et doigts





> Préhension de la main et pince pouce-index en force ou en précision







> Position accroupie prolongée.







Genoux

Position agenouillée prolongée ou associée à du port de charge.





- Flexion du rachis cervical supérieur à 40°; extension et inclinaison latérale supérieure à 35°;
- > Flexion du rachis dorso-lombaire supérieure à 45° voire 90°;



> Torsion supérieure à 30°

Rachis





> Inclinaison latérale du rachis dorso-lombaire



Les postures agenouillée et accroupie et les postures en flexion et torsion du rachis sont souvent associées.





5.3. Autres contraintes de travail

Tableau 39 : Diverses contraintes de travail observées pour différentes activités lors de l'étude ergonomique.

Liées à l'environnement

- Température ambiante (canicule), intempéries ;
- Bruit : lié à l'utilisation d'outil vibrant, à la co-activité sur chantier;
- Poussières ;
- Milieu humide, sale et malodorant (bassin de station d'épuration);
- Terrain irrégulier (photo ci-contre)



Liées à l'activité

- Outil vibrant : boulonneuse 3 min/journée ;
- Déplacements avec port de charge > 15 kg : allersretours entre la zone de travail et le véhicule de service pour s'approvisionner en matériel et outils ;
- Efforts physiques : montées et descentes répétées de l'escabeau pour s'approvisionner en outils posés au sol;
- Charge mentale : lié principalement au travail sur armoire électrique avec des éléments de petite taille.



Liées à l'organisation

- Grands déplacements : 25 000 à 45 000 km/an ;
- Variabilité des chefs d'équipe sur les chantiers ;
- Stress : lié au manque d'habitude de conduite de la grue auxiliaire, peu maîtrisée car occasionnelle.

5.4. Pistes d'actions

Tableau 40 : Pistes d'action proposées à l'issue de l'étude ergonomique, par axes de prévention.

	- Ceinture à outils ? Bac à outils à placer sur l'escabeau/le garde-corps		
	de la nacelle ? Caisse à outils sur roulettes et surélevée ?		
Limiter les	- Etabli à hauteur d'homme pour les chantiers durant plusieurs jours ;		
contraintes du rachis	- Aménagement de rangements dans les fourgons ;		
	- Sertisseuse automatique, utilisable par 1 seule personne ;		
	- Visseuse/dévisseuse électrique sur batterie rechargeable ;		
	- Plate-forme de travail plus large qu'un escabeau : PIRL ?		
Limiter les	- Genouillères intégrées au pantalon de travail		
contraintes des			
membres inférieurs			
Limiter les	- Boulonneuse avec bras déporté ;		
contraintes des	- Tournevis aimanté ;		
membres supérieurs	- Outil adapté pour dénuder les câbles de moyenne à grosse section.		
	- Conduite de la grue auxiliaire occasionnelle : formation de		
	« recyclage », répartition plus régulière de cette activité ;		
Stress, vécu du travail	- Réflexion sur l'évolution du métier et le sens du travail aujourd'hui :		
	questionnement sur la pérennité de l'emploi avec la sous-traitance et		
	le recours à des travailleurs étrangers ;		
	- Les chantiers comportent des activités annexes (travaux publics) qui		
	prennent parfois le pas sur les activités purement d'électricité.		

6. Du diagnostic santé au travail à l'ébauche d'un plan d'action

A l'issue de cette étude, nous avons établi un diagnostic en santé au travail. Il s'agit d'un état des lieux, à un moment donné, de la santé des salariés de l'entreprise à travers un échantillon représentatif de la population cible. Cette étude s'est attachée à faire le lien entre les TMS et les conditions de travail dans le but de dégager des priorités et des pistes d'action de prévention des TMS. Il ne s'agissait pas d'établir un plan d'action au profit de l'entreprise, mais de poser un cadre à la démarche de prévention, d'orienter l'entreprise dans sa réflexion, et proposer quelques pistes d'actions d'après les conclusions de l'étude.

6.1. Pérennité et efficacité d'une démarche de prévention des TMS : principes généraux

Toute démarche de prévention doit en premier lieu se baser sur les principes généraux de prévention des risques selon l'article L4121-2 du code du travail, cités dans la seconde partie de ce travail.

Dans le cas précis des TMS, la mise en place d'une démarche de prévention est complexe. D'abord parce que les formes cliniques de TMS sont nombreuses et variées ; ensuite parce qu'il faut bien intégrer la spécificité des TMS par rapport à d'autres maladies : ce sont des pathologies multifactorielles. Ceci implique qu'il ne faut pas se concentrer uniquement sur les contraintes biomécaniques mais analyser le travail dans sa globalité, avec tous ses déterminants. Il faut également bien comprendre l'origine de ces contraintes biomécaniques qui, nous l'avons démontré dans cette étude, sont souvent issus de problèmes organisationnels.

Partant de ce constat, une démarche de prévention des TMS doit suivre un certain nombre de principes. L'action a mener doit être une action globale, et non une série de mesures ponctuelles et isolées dont les effets juxtaposés ne pourraient être efficaces et pérennes. Une condition fondamentale pour assurer la pérennité de la démarche de prévention est l'instauration d'une culture de prévention dans l'entreprise. Ceci nécessite une implication de la Direction et du service des Ressources Humaines, une sensibilisation des salariés et une formation adaptée de l'encadrement et des préventeurs.

6.2. Proposition de pistes d'action

Dans l'objectif de favoriser une véritable culture de prévention dans l'entreprise, nous avons proposé la formation de personnes ressources dans l'entreprise, compétentes sur la question des TMS. Ces personnes ressources pouvant appartenir à l'encadrement (chefs d'équipe, chefs de chantier, conducteurs de travaux) ou aux préventeurs (responsables QSE). Les personnes ressources internes à l'entreprise permettent le transfert et la diffusion de connaissances et de compétences au sein de l'entreprise à destination des collègues, des salariés pour les sensibiliser et les former et de la direction. Cette connaissance partagée permet d'assurer en continu l'analyse et la recherche de solution à des problèmes internes. L'entreprise pourrait ainsi s'approprier la démarche et les résultats de l'étude réalisée. Il s'agit donc de mettre en place une démarche d'amélioration continue dans l'entreprise sur la question des TMS et d'y ancrer une culture de prévention, avec des personnes compétentes et identifiées à cette fonction.

Plusieurs pistes ont été évoquées pour la formation de personnes ressources : une formation PRAP¹6 dispensée pour l'encadrement et les préventeurs, adaptée à leur fonction ainsi qu'une formation aux gestes et postures à destination des salariés, pour les sensibiliser. Par ailleurs, nous avons proposé à l'entreprise de développer le concept, déjà existant mais non opérationnel, des « Maîtres de l'énergie ». Il s'agit de salariés que l'entreprise considère comme des modèles à suivre en matière de savoir, savoir-être et savoir-faire. Leur connaissance et leur pratique des règles de sécurité, leurs compétences techniques et humaines et leur comportement dans et hors des chantiers en font des référents métier vis-à-vis de leurs collègues. A travers ce modèle, l'objectif de l'entreprise était de promouvoir les bonnes pratiques. Néanmoins, ce concept n'est à ce jour pas opérationnel car aucune action concrète n'a été réalisée pour le promouvoir. Nous avons donc suggéré à l'entreprise de développer ce concept qui promeut des compétences déjà existantes en interne, et correspond au principe de personnes ressources dans l'entreprise.

L'étude de l'activité réelle de travail a montré qu'une majorité des contraintes biomécaniques des membres supérieurs, membre inférieurs et du rachis était liée à des problèmes organisationnels. La préparation des chantiers, la gestion et le rangement des véhicules de service, l'organisation de l'activité et les méthodes managériales sont des facteurs de contraintes dans le travail. Plusieurs salariés ont suggéré une meilleure préparation des chantiers : anticiper le travail à

 $^{16}\;\; PRAP$: Prévention des Risques Liés à l'Activité Physique

_

effectuer et mieux organiser le travail pour limiter les efforts physiques inutiles. Les échanges avec l'entreprise lors de la remise du rapport d'étude ont soulevé le fait que les sujets n'utilisaient pas toujours, ou pas de façon correcte, le matériel ou les EPI dont ils disposaient, ce qui est également source de contraintes. L'amélioration de ces contraintes devra donc passer par une réflexion partagée dans l'entreprise sur ces facteurs organisationnels.

Les mesures de vibrations ont montré que la totalité du matériel testé dans l'entreprise dépasse le seuil règlementaire pour déclencher une action de prévention. Six de ces outils représentent même un facteur de risque avéré de TMS des membres supérieurs puisqu'ils dépassent le seuil limite d'exposition journalière. Pour trois de ces outils : le marteau-piqueur, la pilonneuse et le perforateur n°2, ce dépassement du seuil survient après des durées d'utilisation très courtes. L'utilisation des outils vibrants est vécue par les sujets comme pénible. Ces derniers sont 10% à avoir suggéré de pouvoir disposer dans la mesure du possible d'outils moins vibrants, moins lourds et électriques plutôt que manuels. L'entreprise va donc devoir investir dans du matériel moins vibrant et plus ergonomique, en priorisant le remplacement du marteau-piqueur, de la pilonneuse et du perforateur n°2. En vue de cet investissement, nous avons proposé que soient réalisées des mesures de vibrations sur du matériel à l'essai avant l'achat de nouveaux outils, véhicules ou engins de chantier.

De façon générale, nous avons suggéré l'intervention d'un ergonome lorsqu'est envisagée la conception ou la modification d'un poste de travail.

Enfin, nous avons fait remonter une proposition d'action émanant des salariés. Environ 10% d'entre eux ont en effet suggéré que soit mis en place un échauffement collectif ou individuel avant la prise de poste, et après avoir bénéficié d'une formation adaptée. Cette mesure s'impose progressivement dans les grandes entreprises du secteur du BTP, qui ont davantage de latitude que les TPE-PME¹⁷ pour formaliser et imposer des règles d'hygiène et de sécurité aux compagnons. Cette mesure paraît d'autant plus nécessaire que l'étude a montré que la charge physique de travail est perçue comme élevée et qu'elle est en lien avec les TMS du cou et avec la fatigue dans les membres supérieurs après le travail.

_

¹⁷ TPE: Très Petites Entreprises; PME: Petites et Moyennes Entreprises

7. Evaluation de l'efficacité de la démarche de prévention

Afin d'évaluer l'efficacité de l'étude, nous avons demandé aux représentants de l'entreprise de remplir un questionnaire six mois après la restitution des résultats. Ce questionnaire avait pour but de connaître la teneur du plan de prévention, les résultats obtenus et ceux escomptés, et leur retour d'expérience sur l'apport qu'a pu représenter l'étude dans leur démarche de prévention.

7.1. Actions réalisées, objectifs et résultats obtenus

- Présentation des résultats au CHSCT national et diffusion des résultats à tous les chargés de prévention, dans un but de mise en place et diffusion des bonnes pratiques et de sensibilisation dans l'entreprise.
- Etat des lieux du matériel en cours dans chaque direction déléguée de l'entreprise, consécutif aux propositions d'amélioration, avec pour objectif de mettre à disposition des salariés des outils plus ergonomiques.
- Exploitation des mesures de vibrations : prise en compte lors des prochains achats pour l'acquisition de matériels antivibratoires et identification des salariés concernés par la réglementation pénibilité pour établir l'accord pénibilité de la convention collective nationale des ouvriers des travaux publics.

7.2. Actions à venir et résultats attendus

- Intégration des risques spécifiques aux postes de travail dans les programmes de formation PRAP.
- Formation aux gestes et postures avec un nouvel organisme de formation en partenariat avec les deux CHSCT (objectif : 50% de pratique propre aux métiers de l'entreprise).
- Sensibilisation du management chantier afin d'agir sur l'organisation du travail et des équipes de chantier.
- Programme de sensibilisation sur la prévention du mal de dos avec le DVD « Aïe mon dos » en cinq quart d'heure sécurité.
- Organisation d'ateliers de manutention manuelle lors d'une journée « vigilance partagée 2016 »
 dans l'entreprise : sensibilisation d'environ 1 heure de l'ensemble des monteurs par un
 kinésithérapeute sur chantier école.

- Sensibilisation sur l'hygiène de vie et l'alimentation.
- Partage des résultats et recommandations au niveau du groupe de Travail TMS Business Unit
 Business to Business (différentes filiales de la firme) pour proposer de nouvelles actions.

7.3. Retour d'expérience par l'entreprise

L'entreprise a considéré que l'étude l'a positivement aidé à construire son plan d'action pour la prévention des TMS. Les résultats de l'étude pris en compte dans l'élaboration du plan d'action sont l'analyse du lien santé-travail, les mesures de vibrations ainsi que l'étude ergonomique. Les résultats de l'évaluation des TMS, du stress, des facteurs psycho-sociaux, du vécu du travail et de la charge physique de travail n'ont pas été pris en compte. L'entreprise a regretté des conclusions trop généralistes selon elle.

L'entreprise a estimé que cette étude a été efficace pour répondre à son objectif d'orienter l'entreprise dans la prévention des TMS, les points forts de l'étude étant la variété des activités analysées et la complémentarité des axes d'étude. L'étude présentait également l'intérêt d'être la première étude de ce type publiée en France dans le secteur de l'électricité à l'échelle d'une grande entreprise. Autre point positif : la réalisation de l'étude et le partage des résultats aurait permis de relancer dans l'entreprise une dynamique dans la prévention des TMS.

Discussion

S'inscrivant dans une démarche de prévention des TMS, cette étude a permis d'établir un diagnostic en santé au travail d'un échantillon de la population ciblée : les électriciens de l'entreprise X. L'objectif était d'évaluer la prévalence réelle des TMS et de poser des hypothèses sur les déterminants et les facteurs de risque dans cette population. L'étude a bien répondu à ces questions, nous permettant d'apporter à l'entreprise les connaissances nécessaires pour qu'elle puisse élaborer un plan d'action de prévention des TMS.

1. Méthodologie

1.1. Méthodologie générale et design de l'étude

Nous avons mené une étude épidémiologique descriptive transversale permettant le recueil et l'analyse simultanés de la prévalence et de la gravité des symptômes de TMS ainsi que des facteurs de risque supposés. Ce recueil n'est ni comparatif avec une autre population ni longitudinal c'est-à-dire qu'il n'y a pas de suivi dans le temps. Le design d'une étude transversale implique un faible niveau de preuve scientifique. Il ne permet donc que de formuler un lien de causalité entre TMS et les facteurs de risque présents dans l'environnement de travail.

La convention définissant le cadre de l'étude avait pour but de prévenir tout conflit sur les droits de propriété intellectuelle. Aucun conflit d'intérêt n'est intervenu dans l'exécution de l'étude, l'analyse des résultats et la rédaction du rapport d'étude.

1.2. Recrutement des sujets – représentativité de l'échantillon

L'objectif était de recruter idéalement 10 sujets par entité, ce qui aurait permis de réaliser, en plus de l'analyse globale, une analyse stratifiée par entité. Ceci n'a pas été possible. En raison de la conjoncture économique, 4 des 6 entités concernées par l'étude opèrent habituellement sur des petits chantiers de courte durée et excentrés de Lyon voire en dehors du département du Rhône. Ces chantiers ne nécessitent en général que deux électriciens, trois au plus. Dans ces conditions, nous avons dû multiplier les visites de chantiers à l'intérieur et en dehors du département. Ceci s'ajoutant aux absences pour congés ou arrêts de travail dont l'entreprise, l'objectif d'inclure tous

les salariés de ces entités a été rendu difficile à atteindre. Le recrutement a été plus facile dans l'entité dont l'activité est l'installation de lignes haute tension, puisque ce sont de gros chantiers qui mobilisent simultanément plusieurs équipes d'électriciens. Sur l'ensemble des chantiers visités seul 1 salarié a refusé de participer à l'enquête, pour un motif inconnu.

Par ses caractéristiques socio-professionnelles et la diversité des activités des sujets inclus, cet échantillon est représentatif de la population cible. Les résultats de l'étude sont extrapolables à l'ensemble de la population des électriciens de l'entreprise, malgré un échantillon relativement petit vu l'effectif total de l'entreprise.

1.3. Questionnaire TMS

Intérêts

L'administration du questionnaire par l'examinateur lors d'entretiens individuels présente l'avantage que peu de données soient manquantes. Le taux d'exhaustivité des variables, sur 52 questionnaires, est en effet de 99,95%.

L'intérêt majeur du questionnaire TMS de l'INRS est qu'il explore les deux aspects du diagnostic : santé et travail. Il permet à la fois d'évaluer les TMS et le vécu des conditions de travail par les opérateurs, et de faire le lien entre TMS et les facteurs professionnels en cause. Plusieurs démarches de prévention des TMS ont souligné cet intérêt du questionnaire [90-92]. Ce dernier évalue à la fois la présence de symptômes non spécifiques (douleurs, inconfort et courbatures) mais témoignant d'un trouble de l'appareil ostéo-articulaire, et également leur fréquence et leur intensité. Ces 2 derniers paramètres permettent d'évaluer le caractère invalidant (de gravité) des TMS à travers un score traduisant leur retentissement sur le plan fonctionnel. La question du retentissement sur le travail n'est pas directement abordée. Le questionnaire TMS explore de nombreux paramètres du travail : stress, facteurs psycho-sociaux, environnement physique de travail, vécu et contraintes du travail manuel. Il permet de balayer globalement l'ensemble des aspects professionnels potentiellement impliqués dans la survenue des TMS.

Le questionnaire TMS n'est pas conçu pour établir un diagnostic clinique de TMS. Il recueille le point de vue des opérateurs sur leurs symptômes de TMS et le vécu du travail. Cet aspect de subjectivité nous a semblé important. Les seuils de perception de la douleur et de tolérance à la douleur dépendent de variables intra et interindividuelles. L'environnement peut également influencer ces deux paramètres. C'est notamment le cas des risques psycho-sociaux et

du stress dans l'environnement de travail [20 ; 28]. De ce fait, la composante subjective de la douleur et plus généralement de la santé perçue est fondamentale dans la phénoménologie des TMS. De même, les facteurs psycho-sociaux sont par définition le reflet des aspects du travail tels qu'ils sont perçus par les travailleurs. La perception subjective du travail et de la santé par les travailleurs est donc centrale dans la problématique des TMS.

Le questionnaire permet également aux sujets de formuler des suggestions d'amélioration de leurs conditions de travail. La parole est donnée aux salariés dans un objectif d'appropriation par ces derniers de la question des TMS et de prise en compte de leur avis [90]. Ceci permet également de mieux comprendre les aspects de l'activité ressentis comme les plus difficiles par ceux qui l'exercent quotidiennement.

Limites

Un inconvénient du questionnaire TMS est qu'il est long à renseigner et doit l'être par l'examinateur, ce qui le rend contraignant à utiliser dans une telle démarche. Malgré cette contrainte qui pourrait limiter l'utilisation du questionnaire, citons l'étude de Denoncin et al [90] ayant récolté 426 questionnaires TMS, et l'étude de Gerling et Aublet-Cuvelier [92] ayant répété l'utilisation du questionnaire 6 mois et 1 an après l'évaluation initiale sur une population de 45 sujets. Ces études peu nombreuses montrent néanmoins la faisabilité de l'utilisation du questionnaire.

La formulation des questions par l'examinateur peut avoir influencé la réponse des sujets, induisant un biais de classement qu'il n'est pas possible de mesurer. Cependant, le nombre restreint de deux examinateurs a permis d'assurer une constante dans l'administration du questionnaire. Une autre limite du questionnaire TMS est de n'aborder que les TMS des membres supérieurs et du rachis. Les données concernant les TMS des membres inférieurs, en particulier du genou, sont donc manquantes.

Les facteurs extra-professionnels tels que le mode de vie, les activités domestiques, sportives ou de loisirs ne sont pas pris en compte dans l'enquête. Comme nous l'avons déjà exposé, leur influence sur la survenue de TMS est connue bien que non quantifiable [8; 35; 37]. Sans une analyse et un ajustement sur ces facteurs, il n'est pas possible de distinguer l'effet des facteurs professionnels et celui des facteurs extra-professionnels. Ceci qui induit un biais de confusion.

Le mode de vie des ouvriers du BTP, dont les électriciens de l'entreprise X, n'est pas toujours conventionnel. Ceci est en lien avec des chantiers parfois très éloignés du lieu de résidence, impliquant des déplacements. Ainsi, les ouvriers vivent en dehors de leur domicile toute la semaine, ne rentrant chez eux que le week-end dans le meilleur des cas, portant peu d'attention à l'équilibre nutritionnel de leurs repas et pratiquant rarement une activité physique en dehors du travail. Même s'il ne concerne pas tous les sujets de la population d'étude, ce mode de vie est fréquent. Etant donné la conjoncture économique actuelle, les chantiers de l'entreprise X sont souvent éloignés de Lyon, dans le département et parfois en dehors. Ce rythme et ce mode de vie favorisent la sédentarité et une hygiène de vie déséquilibrée. Une des conséquences possible est l'obésité, facteur de risque connu de TMS. Une revue de la littérature réalisée par Hildebrandt et al (2000) sur l'association entre activité physique de loisirs et prévalence des TMS a montré des résultats contradictoires. La majorité des études concluent à l'absence d'association entre activité physique de loisirs et prévalence des TMS. Les auteurs proposent néanmoins l'hypothèse que les travailleurs ayant le comportement le plus sédentaire présenteraient une prévalence plus élevée des symptômes lombaires et des absences plus longues pour des maladies en lien avec des symptômes lombaires [93].

Le questionnaire TMS est conçu pour y intégrer des questions supplémentaires. Nous aurions pu, comme dans les études de Denoncin et al [90] et Papelier [91], ajouter des questions pour évaluer et quantifier des facteurs extra-professionnels (tabagisme, activités domestiques, sportives et de loisirs) pouvant influencer la survenue de TMS. Nous avons cependant fait le choix de concentrer notre analyse en priorité sur les facteurs professionnels de TMS et n'avons donc pas approfondi l'exploration des facteurs extra-professionnels. L'action sur ce type de facteurs étant principalement de la sensibilisation à des questions hygiéno-diététiques, nous avons estimé qu'elle relevait plutôt d'un second niveau d'action, ultérieur à une première action sur les facteurs de risque professionnels.

Nous avons fait le choix d'un questionnaire évaluant la santé et le travail sous l'angle de leur perception par les sujets. Il existe des outils, construits pour l'étude des TMS en épidémiologie ou en santé au travail, définissant des critères diagnostiques cliniques objectifs, consensuels et harmonisés. Le **questionnaire NORDIC** a été proposé par des chercheurs scandinaves en 1987 [94]. Il se compose de 3 auto-questionnaires : l'un est général et porte sur 9 régions anatomiques du rachis et des membres inférieurs et supérieurs, les deux autres sont spécifiques au rachis lombaire ou à la région cervicale/épaules. Ils évaluent la présence et l'intensité de symptômes de

TMS et le retentissement sur le travail. Cet outil est conçu pour être utilisé dans des études épidémiologiques transversales. Il a été évalué comme valide, reproductible et fiable dans le dépistage des signes précoces de TMS.

Le programme européen SALTSA pour la recherche en santé au travail, conduit notamment par le National Institute for Working Life (Suède) a proposé en 2001 un nouvel outil diagnostic de TMS : le protocole SALTSA [95]. L'objectif était de bâtir un outil de recueil des TMS des membres supérieurs cliniquement fondé et applicable en routine en milieu de travail par les médecins du travail et les préventeurs. Cet outil a pour objectifs la prévention des TMS en facilitant un recueil plus uniforme des informations médicales dans l'Union Européenne et la surveillance en santé au travail, à la fois sur les lieux de travail et à l'échelle d'un groupe de personnes, d'une région ou d'un pays. Le protocole SALTSA a été bâti à partir des travaux d'un groupe d'experts européens compétents dans de multiples disciplines. Ce travail a abouti à un consensus européen, classant les TMS en 11 pathologies spécifiques et des pathologies non spécifiques. Celles-ci peuvent être des symptômes précoces bénins de TMS spécifiques, des symptômes compatibles avec des diagnostics multiples ou encore des syndromes douloureux chroniques ne correspondant à aucun diagnostic spécifique. Pour chacun des TMS spécifiques, le groupe de travail a proposé deux arbres diagnostiques basés l'un sur les symptômes et l'autre sur les signes physiques observés à l'examen clinique. Ces arbres décisionnels tiennent compte de la temporalité (durée d'exposition au(x) facteur(s) de risque, délai d'apparition des symptômes/signes physiques après exposition) et des facteurs de risque biomécaniques associés.

L'outil SALTSA permet un recueil clinique standardisé des TMS dans une population. Il présente l'avantage majeur d'être parfaitement reproductible puisque réalisable de façon identique par n'importe quel examinateur, et peut être répété de façon identique dans le temps. Sans être exhaustif, il balaye les principaux TMS des membres supérieurs mais n'aborde pas les TMS des membres inférieurs et du rachis dorso-lombaire. Enfin, cet outil n'évalue ni l'intensité et la fréquence des symptômes, ni le retentissement sur le travail. Il semble donc indiqué dans une enquête de prévalence ou dans le cadre du suivi individuel des travailleurs mais nous a paru moins approprié à notre étude dont l'objectif était d'établir un diagnostic en santé au travail. Enfin, cet outil nécessite un examen clinique, et ne peut donc être réalisé qu'au cours d'une visite médicale en santé au travail.

1.4. Evaluation de la charge physique de travail

1.4.1. Méthodes de référence

La méthode de référence « gold standard » validée pour l'évaluation du coût énergétique d'une activité est la <u>calorimétrie</u> [96]. La calorimétrie directe mesure la perte totale de chaleur par l'organisme, tandis que la calorimétrie indirecte évalue la production totale d'énergie par la mesure des échanges gazeux. A partir de ces mesures, il est possible de déduire la dépense énergétique. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle se réalise en chambre calorimétrique confinée et thermiquement isolée et n'est donc pas utilisable en pratique pour évaluer la dépense énergétique dans des activités réelles de travail.

Une autre méthode de référence est la <u>mesure de la VO2 max¹⁸</u>, ou consommation maximale d'oxygène lors d'un effort dynamique maximum, qui traduit l'adaptation ventilatoire à l'effort. La consommation en oxygène est proportionnelle à la puissance de l'effort. Une fois encore, cette mesure réalisée en laboratoire convient à une évaluation médicale de type épreuve d'effort, mais n'est pas réalisable en pratique en situation de travail.

La <u>cardiofréquencemétrie</u> est la méthode de référence en santé au travail, indiquée notamment dans l'étude de la charge physique des postes de travail selon l'article R4541-11 du Code du Travail. Il s'agit d'un enregistrement en continu de la fréquence cardiaque d'un opérateur permettant de calculer une fréquence cardiaque (FC) moyenne et de crête sur 24h. En effet, comme l'ont démontré Astrand et Rodahl (1994), il existe une relation linéaire (de proportionnalité) entre FC et VO2 max, ce qui signifie que la fréquence cardiaque est directement proportionnelle à la puissance musculaire développée lors d'un effort physique. L'adaptation cardiaque à l'effort, contrairement à la ventilation, peut être un facteur limitant lors d'un effort intense. L'élévation de la FC au travail dépendant de la FC de repos, il est nécessaire de calculer le coût cardiaque relatif (CCR) selon l'équation $CCR = \frac{FC\ travail-FC\ repos}{FC\ max-FC\ repos}$, qui traduit le rapport de l'élévation de la FC due au travail sur la réserve cardiaque. A partir des valeurs de FC et de CCR il est possible d'évaluer la pénibilité du travail. Le calcul du CCR nécessite notamment la mesure de la FC de repos, qui est idéalement selon Chamoux la FC médiane sur une période de 6h de sommeil [97]. L'enregistrement cardiofréquencemétrique est donc réalisé sur 24h, comptant une période minimum de 6h de sommeil et 8h de travail. Cette méthode présente de nombreux avantages : coût abordable, facile

_

¹⁸ VO2 max : volume maximal d'oxygène qu'un organisme aérobie peut consommer par unité de temps lors d'un exercice dynamique aérobie maximum, exprimé en débit d'oxygène en L/min

d'utilisation, bonne acceptabilité par les salariés, haute précision de la mesure, etc. Malgré ces intérêts, en raison du contexte de l'entreprise, de la dispersion des salariés sur des chantiers parfois excentrés et du calendrier de l'étude, il ne nous aurait pas été possible de réaliser l'enregistrement sur 24h puisque trop contraignant à mettre en place. Nous avons donc fait le choix d'utiliser les échelles de Borg RPE et CR10 pour l'évaluation de la charge physique de travail.

1.4.2. Intérêts et limites des échelles de Borg

Dans le domaine des risques professionnels, l'utilisation des échelles de Borg est réalisée le plus souvent en laboratoire, plus rarement en situation de travail. Une synthèse des études existantes a été réalisée par Meyer [88]. Les études en laboratoire montrent une forte corrélation entre l'évaluation subjective de l'effort par les échelles de Borg et l'évaluation objective par la cardiofréquencemétrie ou l'électromyographie (EMG) pour différents types d'activité et différents modes de travail musculaire. Utilisées en situation de travail, les échelles de Borg permettent d'évaluer la perception du niveau d'astreinte par l'opérateur, son évolution dans le temps et donc indirectement la fatigue et enfin la répercussion de l'astreinte sur les sujets. Cette méthode permet donc d'obtenir une expression quantifiée de l'avis des salariés sur une contrainte. Les échelles de Borg peuvent être utilisées collectivement pour l'évaluation de la charge physique ou individuellement pour l'adaptation d'un poste de travail.

L'utilisation des échelles de Borg est une méthode validée pour l'évaluation de la charge physique de travail [88; 98-99]. Les travaux de Scherr et al (2013) ont montré que la relation entre RPE et intensité de l'effort fourni, évalué par la FC, était forte et indépendante de l'âge, du genre et des antécédents médicaux en dehors des coronaropathies [89]. Une autre étude en situation de travail a montré la capacité de l'évaluation par l'échelle CR10 à distinguer les astreintes distales et proximales du membre supérieur [88]. Il est démontré que les valeurs de RPE=11 et de CR10=4 sont les seuils d'activité sans épuisement. La moitié du temps d'endurance est atteinte lorsque l'on atteint une valeur de RPE=15,1 et de CR10=6,6 [88]. Ceci est confirmé par l'étude de Jakobsen et al (2014), qui a montré que pour des tâches de manutention, un score de 4 sur l'échelle CR10 est un bon indicateur d'une forte charge musculaire [98]. De plus, l'utilisation des échelles de Borg permettrait de mettre en évidence des éléments de l'astreinte que d'autres métrologies ne montrent pas. Par exemple : les difficultés de locomotion chez des sujets séniors aux très bonnes capacités cardio-respiratoires pour leur âge ou la montée d'un escabeau répétée de façon soutenue et non repérable par la cardiofréquencemétrie [88]. Ainsi, le score obtenu sur l'échelle RPE peut être un indicateur de pénibilité plus complexe et plus complet que la fréquence cardiaque.

Les échelles de Borg présentent de nombreux avantages : elles sont simples, peu coûteuses, faciles à mettre en œuvre, reproductibles et acceptables par les salariés. Selon une étude de Haddad et al (2013), la traduction des échelles de Borg en langue française est valide, sensible, spécifique et reproductible [99]. L'évaluation de la charge physique par les échelles de Borg présente l'intérêt de permettre à la fois une évaluation de la charge physique globale et une évaluation locale, dans le cas de cette étude du membre supérieur dominant, avec l'avantage de ne pas perturber l'activité des sujets.

L'évaluation de la pénibilité spécifique de différentes tâches nécessite que l'évaluation par une échelle de Borg soit associée en parallèle à une observation de l'activité. Nous n'avons pas réalisé cette étude de l'activité, qui aurait été trop longue et trop contraignante à mettre en œuvre. Ceci est une limite de l'utilisation des échelles de Borg dans cette étude, qui a été prévue pour permettre plutôt une analyse de la charge physique globale du poste de travail.

1.5. Mesures de vibrations

Dans la population d'électriciens étudiée l'utilisation d'engins de chantier (grue auxiliaire, pelle à chenille, chargeuse-pelleteuse, compacteur tandem) dans le cadre de travaux publics reste occasionnelle. Elle concerne essentiellement deux entités dont les activités sont l'éclairage public et les systèmes hydrauliques en station d'épuration. Etant donné la faible exposition potentielle, nous n'avons pas effectué de mesures de vibrations sur ce type d'engins. Les mesures de vibrations réalisées concernent donc uniquement des véhicules de service.

Les connaissances scientifiques actuelles sur les mesures d'exposition et la modélisation des effets des vibrations sur la santé laissent persister quelques zones d'ombre. Il existe plusieurs limites aux mesures de vibrations. Deux revues de la littérature réalisées par Bovenzi et Hulshof en 1999 [100] et Burström et al. (2014) ont démontré le lien de causalité entre l'exposition aux vibrations transmises au corps entier et la survenue de lombalgies et de sciatiques. Une revue de la littérature par Johanning et al suggère que les vibrations pourraient être associées à de multiples pathologies telles que : neuropathies périphériques et dégénératives de la colonne vertébrale, troubles cervicaux, troubles digestifs, circulatoires et de l'appareil reproducteur. Or en France à ce jour, seules les sciatiques et cruralgies par hernie discale lombaire sont reconnues comme pathologies professionnelles. Il serait donc intéressant que soit exploré par des études approfondies le lien entre

les vibrations transmises au corps entier et des pathologies ostéo-articulaires autres que les hernies discales lombaires.

Les données scientifiques sont toujours insuffisantes à ce jour pour démontrer et calculer une relation dose-effet entre vibrations et survenue d'un TMS du rachis lombaire. La revue de la littérature de Bovenzi et Hulshof [100] conclut qu'il n'existe pas de preuve suffisante pour affirmer l'existence d'une relation dose-effet, ce que confirme une autre revue récente par Okada et Nakamura (2013). De ce fait, les seuils établis par la réglementation sont les niveaux d'exposition à partir desquels les effets délétères des vibrations sur les tissus ostéo-articulaires sont démontrés. En l'état actuel des connaissances, les effets infra-cliniques d'une exposition à des niveaux de vibrations inférieurs aux seuils réglementaires ne sont pas connus.

Dans les études évaluant le lien entre exposition aux vibrations transmises au corps entier et TMS du rachis, certains paramètres ne sont généralement pas pris en compte. Il s'agit des postures contraignantes, de la position assise prolongée et du port de charge, facteurs qui sont corrélés à la survenue de TMS. Une étude de Raffler et al a montré qu'en dehors des différences individuelles, l'ergonomie du poste de conduite a une influence prépondérante sur les postures adoptées par les opérateurs pour effectuer leurs tâches. Dans une autre étude menée par Amari et Donati, des mesures de vibrations ont été réalisées en prenant en compte simultanément la position et les mouvements du conducteur. L'étude a démontré qu'à niveau vibratoire équivalent, les stratégies individuelles de mouvement adoptées par les conducteurs de véhicules ou d'engins pour réaliser une même tâche sont susceptibles d'influencer la réponse de l'organisme aux vibrations [101]. Ces paramètres posturaux ne sont pas pris en compte dans la procédure actuelle d'évaluation du risque vibratoire. Les postures contraignantes constituent un facteur de confusion qu'il est difficile de contourner à ce jour.

La réponse d'un individu aux vibrations est liée au comportement dynamique du corps humain. Celui-ci peut être modélisé par des systèmes mécaniques oscillants constitués de masses et de ressorts. Grâce à ce modèle de corps humain dont les propriétés physiques ont été validées, un système corps-siège a pu être modélisé dans une étude de Zhang et al. Une calibration a permis de prédire la transmissibilité du siège de manière satisfaisante, en tenant compte des zones de contact entre le corps et le siège [101]. Cette nouvelle approche de la mesure de vibrations permet de prendre en compte les susceptibilités individuelles et les postures des opérateurs. Il serait

intéressant que de nouvelles études portant sur les mesures de vibrations soient réalisées à partir de ce modèle.

Dernière limite des mesures d'exposition aux vibrations : elles sont réalisées selon les termes de la norme ISO-2636-1. Cette norme définit une posture de référence qui n'est pas représentative des postures réelles en situations de travail. De plus, les pondérations fréquentielles sont calculées à partir de mesures en laboratoire sur des sièges standardisés, sans dossier et avec une assise plate et rigide. Ces sièges ne correspondent pas aux caractéristiques des sièges dans les véhicules ou les engins de chantier. De plus, la posture est présumée statique pendant toute l'exposition, ce qui n'est pas le cas en situations de travail [101]

1.6. Etude ergonomique

L'étude ergonomique a mis en évidence les contraintes biomécaniques effectivement présentes dans l'activité des opérateurs et les tâches qui les y exposent. L'étude a ainsi répondu à son objectif de faire le lien entre la prévalence des TMS dans l'entreprise et l'activité réelle de travail.

Deux outils méthodologiquement validés ont été initialement proposés aux ergonomes pour l'évaluation quantitative des contraintes biomécaniques : la check-list OSHA¹⁹ et l'outil OREGE²⁰ [85]. Ces outils se présentent sous forme de grilles de cotation qui permettent de repérer des situations de travail à risque, d'évaluer les facteurs biomécaniques et de donner une prédiction du risque de TMS. Au cours de la première étude de poste, ces deux outils se sont révélés mal adaptés à une activité de BTP, étant préférentiellement élaborés pour l'analyse du travail dans le secteur industriel. L'abandon de ces outils a donc été décidé dès la première journée d'observation, et la réalisation d'une chronique d'activité leur a été préférée.

La réalisation d'une chronique d'activité implique une observation minutieuse des tâches et des gestes, ce qui ne permet pas d'observer simultanément le travail dans sa globalité, d'analyser l'environnement et l'organisation du travail de façon satisfaisante. Par manque de temps, l'observation du travail a donc été centrée sur l'observation des contraintes biomécaniques. Il aurait été intéressant de pouvoir observer d'avantage le contexte environnemental et organisationnel du travail afin de pouvoir poser des hypothèses construites sur l'origine de ces contraintes biomécaniques.

²⁰ OREGE: Outil de Repérage et d'Evaluation des Gestes

170

¹⁹ OSHA: Occupational Safety and Health Administration

Pour pouvoir apporter les réponses adéquates, une étude ergonomique doit consister en l'observation de l'activité réelle et habituelle de travail. Il est donc important que l'observation du travail soit représentative de l'activité et des conditions dans lesquelles les opérateurs travaillent habituellement. L'organisation des études de poste a été difficile à mettre en place. De ce fait, l'activité observée par les ergonomes lors des études de poste n'était pas toujours représentative de l'activité habituelle et majoritaire des sujets. Par exemple, sur l'un des chantiers visités l'activité observée (dépose de mat) est en diminution dans l'entreprise et en voie de disparition progressive puisque le réseau électrique est de plus en plus enterré. Pour un autre chantier habituel de l'entreprise (installation des décorations lumineuses des fêtes de fin d'année dans un village de montagne), une partie non négligeable de l'activité de cette journée était de la conduite pour se rendre sur le chantier au départ de Lyon. Ce temps de conduite pour se rendre sur les chantiers est fréquent et représente une contrainte réelle de travail, mais il ne s'agit pas de travaux électriques. Enfin, le chantier sur le site de Confluence était un gros chantier où intervenaient simultanément plusieurs entreprises, alors que cette entité a une activité habituelle sur de petits chantiers avec un ou deux électriciens en binôme, sans co-activité. L'étude ergonomique devait également porter sur l'activité d'une troisième entité réalisant de l'installation et de la maintenance sur sites industriels mais l'organisation des études de poste n'a pas été possible dans le temps imparti pour l'étude. Le manque de représentativité de l'activité observée lors de l'étude ergonomique a pour conséquence possible que certaines contraintes de travail ont pu être minimisées voire totalement ignorées.

Enfin, nous avions prévu d'intégrer la quantification par les études de poste de l'utilisation de divers outils vibrants (type d'outil, durée et fréquence d'utilisation) aux mesures de vibrations réalisées. Grâce à un outil INRS (calculette vibrations membre supérieur), la somme des vibrations transmises aux membres supérieurs par chaque outil vibrant utilisé peut être calculée, ce qui fournit une valeur d'exposition réelle journalière aux vibrations transmises aux membres supérieurs. En lien peut être avec le manque de représentativité de l'activité observée lors de l'étude ergonomique, très peu d'outils vibrants ont été utilisés lors des journées d'observations (seulement 3 minutes de boulonneuse sur 4 journées d'observation). De ce fait, le calcul de la pluri-exposition aux vibrations n'était pas possible et a été abandonné.

2. Résultats

2.1. Population d'étude

La prévalence de la surcharge pondérale (surpoids et obésité) dans l'échantillon d'étude était de 60%, donc très supérieure à la prévalence de 47,3% dans la population des plus de 18 ans en France en 2012, selon l'étude ObEpi-Roche [102]. Cette forte prévalence s'explique probablement en partie par le mode de vie des ouvriers du BTP que nous avons déjà évoqué. L'obésité est un facteur de risque connu de TMS, notamment au niveau des poignets. Même si l'étude n'a pas démontré ce lien dans l'échantillon, nous pouvons supposer que la forte prévalence du surpoids et de l'obésité dans la population d'étude y a une influence sur la survenue de TMS.

2.2. Prévalence et répartition des TMS

2.2.1. Rachis

L'étude a démontré une forte prévalence des TMS du rachis (52%) dans l'échantillon. Les TMS du rachis reconnus en maladies professionnelles dans l'entreprise représentent 76 cas sur 614 reconnus entre 2001 et 2014 soit 12%. Parmi les 12 cas de maladies professionnelles reconnues dans l'entreprise entre 2013 et 2015 : 1 cas (8%) de maladie professionnelle est un TMS du rachis. La proportion de TMS du rachis reconnus en MP dans l'entreprise semble similaire à celle de 7,2% de la population nationale des électriciens en 2013 [74]. Les TMS reconnus en maladies professionnelles sont uniquement les sciatiques et cruralgies par hernies discales lombaires, ce qui ne tient pas compte ni des TMS du rachis cervical et dorsal, ni des TMS non spécifiques du rachis lombaire tels que les lombalgies simples.

Les résultats de l'étude ont montré que les TMS du rachis cervical et lombaire sont un problème majeur de santé au travail dans l'entreprise X. Le phénomène dépasse largement la prévalence des TMS reconnus en maladies professionnelles. L'observation de l'activité réelle de travail dans l'entreprise a montré que les TMS du rachis sont liés à des contraintes biomécaniques intenses, fréquentes, répétées et maintenues dans le temps sur le rachis cervical et surtout lombaire. Ces contraintes seraient en lien avec l'environnement des interventions et l'organisation du travail et elles concernent toutes les entités, toutes les activités et de nombreuses tâches habituelles de l'échantillon. L'exposition aux vibrations transmises au corps entier n'est vraisemblablement pas en cause dans les pathologies du rachis lombaire vu les niveaux d'exposition mesurés sur les

véhicules de service, malgré des temps de trajet importants pour se rendre sur les chantiers. La prise en compte des contraintes biomécaniques du rachis devrait donc être une priorité dans la démarche de prévention de l'entreprise.

La prévalence des TMS du rachis, en particulier du rachis lombaire, ne se limite donc pas aux seuls TMS reconnus en MP. Nous avançons deux hypothèses non exclusives pour expliquer ce phénomène. Tout d'abord il existe probablement une sous-déclaration des TMS du rachis pouvant répondre aux critères de MP; ensuite, les TMS du rachis sont pour une grande partie des TMS non spécifiques cliniquement (lumbago, lombalgies chroniques sans sciatalgies, sciatique ou cruralgie de topographie autre que L4-L5 ou L5-S1) ou sur le plan anatomopathologique (dégénérescence des disques intervertébraux). Ces TMS échappent donc à la reconnaissance en maladie professionnelle. Dans le cas des TMS du rachis cervical, il n'existe à ce jour aucun tableau de maladie professionnelle. Dans la population d'étude, l'exposition aux vibrations transmises au corps entier étant relativement limitée, il n'est pas surprenant que la prévalence de hernies discales pouvant rentrer dans le cadre d'une maladie professionnelle au tableau n°97 soit faible. Ce constat nous amène donc à poser la question d'une prise en compte plus vaste des contraintes biomécaniques et des formes cliniques de TMS dans la reconnaissance des maladies professionnelles du rachis.

2.2.2. Membres supérieurs

L'étude a démontré une forte prévalence des TMS des membres supérieurs (75%) dans l'échantillon. Dans l'entreprise, les TMS des membres reconnus en maladies professionnelles au tableau n°57 représentent 285 cas sur 614 reconnus entre 2001 et 2014 soit 46%. Cette proportion des TMS des membres dans l'entreprise est inférieure à celle de 78,7% dans la population nationale des électriciens en 2013 [74]. Cette faible prévalence relative des TMS s'explique probablement par la forte prévalence sur cette période des maladies professionnelles reconnues au tableau n°30 pour les pathologies liées à l'amiante (137 cas soit 22%) et au tableau n°42 pour la surdité liée au bruit (31 cas soit 5%). La proportion de ces maladies professionnelles dans l'entreprise est très largement supérieure à celle dans la population nationale des électriciens en 2013 : les pathologies liées à l'amiante y représentent en effet 6,9% des maladies professionnelles et la surdité liée au bruit 2,1% des maladies professionnelles [75]. Ces pathologies survenant après un long délai et pour de longues durées d'exposition, il est également possible qu'elles soient liées à des expositions antérieures à l'embauche dans l'entreprise X. Nous n'avons pas d'éléments explicatifs pour la très forte prévalence de ces maladies professionnelles entre 2001 et 2014 dans l'entreprise X. Néanmoins,

cette tendance semble s'être inversée puisqu'entre 2013 et 2015, la totalité des 12 maladies professionnelles reconnues dans l'entreprise était des TMS.

Parmi les 285 maladies professionnelles reconnues entre 2001 et 2014, les TMS du poignet prédominent (34,4%) devant les TMS de l'épaule (30%) et du coude (22%). Parmi les 12 cas de MP reconnues dans l'entreprise entre 2013 et 2015 dont 100% sont des TMS : 5 cas (42%) sont des TMS du poignet, 4 cas (33%) sont des TMS de l'épaule et 2 cas (17%) sont des TMS du coude. Dans la population source, les TMS des membres supérieurs prédominent très nettement aux poignets, devant les épaules et les coudes. Cette répartition dans l'entreprise est comparable à celle dans la population nationale des électriciens en 2013, avec cependant une prédominance plus nette des TMS du poignet. Sur les 12 MP reconnues, 3 salariés avaient un TMS bilatéral pour une articulation, et un 4° dossier de TMS bilatéral était en cours d'instruction. La proportion de TMS bilatéraux est donc située entre 25% et 33%, ce qui est non négligeable. Ce résultat est concordant avec l'étude menée à partir du questionnaire TMS au sein d'une entreprise de petit équipement domestique [92]. Le questionnaire y a mis en évidence un taux de TMS bilatéraux pouvant atteindre 35 à 40% au membre supérieur.

Dans l'échantillon d'étude, on retrouve cette répartition des TMS au membre supérieur gauche. Au membre supérieur droit, les plaintes du poignet représentent 48% des sujets, tandis que les TMS de l'épaule et du coude sont en proportion égale à 27%. Par rapport à la population source, il existe donc dans l'échantillon une surreprésentation des TMS du poignet droit et proportionnellement du coude droit par rapport à l'épaule. Notre hypothèse pour expliquer cette forte prévalence des TMS du poignet dans l'échantillon d'étude est que les électriciens y cumulent des contraintes mécaniques particulièrement fortes. L'étude ergonomique a montré que le poignet et les mains sont soumis à des contraintes fréquentes et répétées de prono-supination, extension, préhension en force de la main, pince pouce-index en force ou en précision, notamment lié au travail de raccordement et câblage sur armoire électrique et aux opérations de vissage et dévissage parfois réalisées avec des gants. L'utilisation d'outils à main pour dénuder, sertir ou couper les câbles s'ajoute à ces contraintes du poignet. Les outils dont le niveau vibratoire dépasse les seuils réglementaires sont principalement des outils émettant des vibrations basses fréquences, délétères préférentiellement pour le coude et l'épaule.

La prédominance des TMS au membre supérieur droit par rapport au membre supérieur gauche est cohérente avec la proportion de droitiers, gauchers et ambidextres.

2.2.3. Genoux

L'étude n'a pas évalué les TMS des membres inférieurs et notamment des genoux. Ces derniers représentaient en 2013 un total de 9% des maladies professionnelles dans la population nationale des électriciens en 2013, aux tableaux n°57D et n°79 [75]. Dans l'entreprise, parmi les 614 maladies professionnelles reconnues entre 2001 et 2014, les TMS du genou représentaient 12 cas au tableau n°57 D et 11 cas au tableau n°79, donc un total de 33 cas soit 3,7% des maladies professionnelles reconnues. Sur les 12 maladies professionnelles reconnues entre 2013 et 2015, aucune n'était un TMS du genou. La prévalence des TMS des genoux dans l'entreprise est donc inférieure à la prévalence au sein de la population nationale des électriciens.

Le tableau n°57D permet la reconnaissance de pathologies professionnelles de différentes natures et en lien avec différents types de travaux. Parmi celles-ci : les hygromas secondaires à des travaux comportant de manière habituelle un appui prolongé sur les genoux et le syndrome de compression du nerf sciatique poplité externe secondaire à des travaux comportant habituellement une position accroupie prolongée. Le tableau n°79 permet la reconnaissance de lésions chroniques dégénératives du ménisque, en lien avec des travaux comportant des efforts ou des ports de charges exécutés habituellement en position agenouillée ou accroupie. Nous nous attendons en toute logique à ce que ces pathologies soit d'avantage présentes dans les professions où le travail est en grande partie réalisé au sol, comme par exemple la maçonnerie ou la pose de carrelage. L'étude ergonomique réalisée dans ce travail a montré que les contraintes posturales et biomécaniques sur les genoux sont très prégnantes dans cet échantillon d'électriciens. En effet, nombreuses sont les activités où l'environnement et le contexte du travail imposent aux sujets de travailler en position accroupie ou agenouillée, parfois maintenue longuement sans changement de position. Etant donné la fréquence et l'intensité de l'exposition à ces contraintes et de leur caractère assez habituel, il aurait été intéressant que l'étude évalue également les TMS du genou. Nous posons l'hypothèse que, étant donné l'exposition observée à des contraintes biomécaniques fortes, la symptomatologie des TMS du genou et la prévalence des maladies professionnelles du genou sont sous-évaluées dans l'entreprise.

2.2.4. Multiplicité des plaintes

L'étude a mis en évidence le caractère multiple des plaintes de TMS. Pour près de 7 sujets sur 10 les plaintes de TMS se cumulent soit au niveau du rachis, soit des membres supérieurs, soit en associant membres supérieurs et rachis. Un résultat similaire a été retrouvé dans une étude menée à partir du questionnaire TMS concernant l'influence de l'utilisation des commandes

bimanuelles sur le risque de TMS [91]. Une enquête a été menée dans la région Pays de la Loire entre 2002 et 2005 pour évaluer la prévalence des symptômes musculo-squelettiques dans une population de travailleurs à l'aide du questionnaire NORDIC [103]. Cette étude montre qu'environ deux tiers des sujets présentaient des plaintes de TMS multiples, c'est-à-dire sur plusieurs localisations anatomiques. L'atteinte combinée de 3 régions anatomiques (rachis, membres supérieurs et inférieurs) était la plus fréquente chez les hommes (27%) comme chez les femmes (28%), devant une atteinte combinée du rachis et des membres supérieurs pour 19% des hommes et 24% des femmes. Selon Gerling et coll. (2002), l'expression de plaintes multiples de TMS est observée classiquement dans la problématique des TMS.

2.2.5. Sous-évaluation de la prévalence des TMS

Effet travailleur sain

Nous supposons que les résultats de cette étude sont partiellement conditionnés par un biais de sélection induisant un « effet travailleur sain », bien connu en épidémiologie. Celui-ci se définit comme « une sous-estimation de la morbidité et de la mortalité chez les travailleurs liées à des facteurs associés au travail, lorsque l'on compare cette population à la population générale » [104]. L'effet travailleur sain est induit par une sélection à plusieurs niveaux.

La sous-estimation de la morbi-mortalité parmi les travailleurs actifs par rapport à la population générale reflète le fait qu'un individu doit être en relative bonne santé pour être employable. Dans la plupart des études en milieu professionnel la population étudiée cible des travailleurs en activité, donc sélectionnés à priori pour être indemnes de maladie grave et invalidante. Il existe donc une première sélection des sujets en amont de l'embauche. En conséquence, l'excès de morbi-mortalité lié à des expositions professionnelles délétères est totalement ou partiellement masqué.

Le second niveau de sélection concerne la durabilité dans l'emploi : les travailleurs en bonne santé sont plus souvent susceptibles de rester dans la population active que ceux qui sont malades. Au contraire, les travailleurs qui présentent des problèmes de santé invalidant se retrouvent finalement en arrêt maladie, au chômage, en invalidité, ou bien quittent leur emploi pour s'orienter vers des postes où les conditions de travail sont moins pénibles. Les travailleurs sont sélectionnés à posteriori, une fois en emploi, pour être toujours indemnes de maladie invalidante. Les travailleurs présentant des problèmes de santé n'entreraient donc pas dans la population analysée dans une

étude en milieu professionnel. Par cette sélection, la population des travailleurs actifs est rendue statistiquement en meilleure santé. Ce phénomène est qualifié « d'effet travailleur sain survivant ». Dans notre étude, le nombre de sujets en arrêt de travail ne nous a pas été communiqué par l'entreprise, ce qui pourrait sous-estimer la prévalence des TMS si ce(s) arrêt(s) sont en lien avec ces troubles.

L'effet travailleur sain peut être dû également à une comparaison inappropriée entre une cohorte locale et la population générale nationale. En effet il peut y avoir des différences régionales dans la mesure de la prévalence de certaines pathologies liées à : l'application de critères diagnostiques différents et à des spécificités en matière de reconnaissance des maladies professionnelles, à l'offre et la qualité locales des soins, à des paramètres socio-économiques régionaux qui déterminent l'état de santé d'une population. Le seul indicateur disponible à ce jour et permettant de classer les données de santé par profession est la prévalence des maladies professionnelles au niveau national. Dans le cadre de l'étude, nous aurions voulu pouvoir comparer la prévalence des symptômes de TMS dans l'échantillon avec celle dans la population des électriciens de Rhône-Alpes. Nous avons consulté la base de données EVREST²¹ mais elle comportait trop peu de données concernant les électriciens pour pouvoir réaliser une comparaison. L'étude de Parot-Schinkel et al (2012) menée en Pays de la Loire fournit une évaluation précise de la prévalence des plaintes de TMS dans la population générale [103], mais ne nous permet pas la comparaison avec notre population d'étude. Dans une étude évaluant la prévalence des TMS dans des entreprises de conditionnement du secteur de la parfumerie à partir du questionnaire TMS [90], 68% des sujets ont déclaré une plainte de TMS du rachis lombaire, valeur inférieure à la prévalence dans notre étude et proche des données de la littérature [103]. Au niveau du poignet droit, 44,4% des sujets déclaraient une plainte de TMS, valeur proche de la prévalence dans notre étude et supérieure aux données de la littérature [103]. La difficulté à pouvoir comparer par profession ou par domaine d'activité la prévalence de plaintes de TMS nous amène à penser qu'un indicateur de la symptomatologie ou de la clinique des TMS par profession et par région fait défaut.

Selon certains auteurs, l'effet travailleur sain serait également induit par un biais de confusion [104]. Certains facteurs individuels de risque de TMS ne seraient pas compatibles avec les contraintes du travail et pourraient donc interdire l'accès au poste des sujets concernés. Par

²¹ EVREST (Evolutions et Relations en Santé Travail) est un dispositif de veille et de recherche en santé au travail. Il s'agit d'un observatoire basé sur un questionnaire renseigné par les salariés et le médecin du travail lors des visites médicales périodiques.

exemple, un comportement tel que le tabagisme peut être interdit pendant le temps de travail et certaines caractéristiques anthropométriques comme l'obésité peuvent compromettre l'aptitude à tenir certains postes. Par ailleurs, on peut supposer que l'emploi facilite l'accès aux soins médicaux et permet donc aux travailleurs actifs de maintenir un meilleur état de santé que s'ils étaient sans emploi.

Selon Li, l'effet travailleur sain reflète la sélection de la population des travailleurs dans les études épidémiologiques plutôt que la sélection des individus dans la population active. Le risque de ce biais est donc de sous-évaluer la prévalence de la pathologie étudiée. Néanmoins, l'avantage de la sélection sur la santé à l'embauche diminuerait progressivement avec le temps [104]. Les effets d'une exclusion sélective à l'embauche opèreraient seulement pendant la période où une pathologie freine l'employabilité, c'est-à-dire chez des sujets relativement jeunes à un stade précoce de la maladie et étant toujours en capacité de travailler. Un sujet plutôt âgé se trouvant à un stade avancé de sa maladie ne serait de toute façon plus en capacité d'obtenir un emploi. De plus, les avantages de cette sélection diminuent avec l'accumulation des expositions à des contraintes professionnelles physiques et psychologiques. Dans la population de l'étude, les sujets présentent un âge moyen, et en corollaire une ancienneté moyenne relativement élevés, ce qui est peut être source d'atténuation de l'effet travailleur sain.

Sous-déclaration des maladies professionnelles

La reconnaissance d'un TMS en maladie professionnelle est le résultat d'une démarche active et participative du salarié, elle-même dépendante de plusieurs facteurs :

- l'adéquation ou non avec les critères médico-administratifs pour la reconnaissance en maladie professionnelle ;
- l'information du salarié sur le caractère de maladie professionnelle du TMS dont il souffre, dépendant notamment de la connaissance des MP par le médecin traitant ou le médecin spécialiste qui ont pris en charge le salarié pendant les soins et donc leur capacité à proposer cette démarche au salarié ;
- les caractéristiques socio-professionnelles du salarié, influant sur sa capacité à poursuivre une procédure administrative relativement complexe.

Tous ces facteurs sont des freins potentiels à l'engagement par le travailleur de démarches pour la reconnaissance de TMS en maladies professionnelles. Ceci qui pourrait expliquer partiellement la sous-déclaration des TMS en maladies professionnelles.

En prenant les maladies professionnelles comme référence, une majeure partie des TMS est éludée et leur prévalence réelle largement sous-estimée. Ce constat confirme l'intérêt, dans une démarche comme celle-ci, d'évaluer la symptomatologie des TMS et pas seulement les TMS cliniquement diagnostiqués ou reconnus en maladies professionnelles, qui sont d'avantage des indicateurs en santé au travail.

2.3. Facteurs de risque environnementaux de TMS

L'analyse de chaque facteur de risque potentiel séparément a permis de démontrer leur présence et leur implication dans les situations de travail. L'étude n'a pas pu démontrer de liens statistiques qui auraient permis de poser des hypothèses étiologiques. Cette absence de liens démontrés entre les facteurs de risque supposés et la survenue de TMS dans l'étude peut s'expliquer par un manque de puissance statistique en lien avec un effectif relativement faible. Ceci représente un point faible de l'étude.

2.3.1. Risques psycho-sociaux

Pression psychologique

La charge de travail est perçue dans l'échantillon avec une tendance plutôt péjorative. Néanmoins, le score non tranché traduit probablement une tendance des sujets à moyenner leur ressenti. Sur les chantiers de BTP la charge de travail n'est généralement pas régulière dans le temps et dépend de contraintes telles que : la co-activité, la sous-traitance de certaines activités à des prestataires, les contraintes techniques, le délai de livraison du chantier contractualisé avec le client, etc. Afin de compenser les retards accumulés pendant les travaux, la finalisation des chantiers implique souvent une grande charge de travail. Pour les mêmes raisons, la pression temporelle est variable et se trouve souvent augmentée en fin de chantier afin de respecter les délais de livraison. La contrainte de temps peut parfois être très forte car inéluctable. Cette grande variabilité de la charge de travail et de la pression temporelle était spontanément verbalisée par les sujets lors du renseignement du questionnaire.

La forte attention requise montre chez les sujets interrogés une haute conscience du danger inhérent à leur métier d'électricien et des règles de sécurité à respecter. Cependant, devoir maintenir en permanence une attention maximum est psychologiquement épuisant et usant.

Soutien social

Le soutien social des collègues et du supérieur hiérarchique revendiqué par les sujets témoigne d'une solidarité réelle au sein des équipes, y compris de la part du chef d'équipe. Cette entraide est caractéristique du secteur du BTP qui perpétue une tradition de corporatisme, assurant aux ouvriers une protection vis-à-vis des conditions de travail difficiles. Cette solidarité provient également d'une forte identification des ouvriers du BTP à leur métier, qui constitue une véritable identité commune. Le soutien social des collègues est légèrement plus favorable que le soutien social du supérieur hiérarchique, ce qui était attendu étant donné l'existence d'un rapport de subordination avec le supérieur hiérarchique.

Inquiétude sur l'avenir

La peur de perdre son emploi est très présente parmi les sujets de l'étude. Elle traduit une inquiétude face à conjoncture économique mais également une inquiétude face à l'emploi de main-d'œuvre étrangère dans certaines entités de l'entreprise X. Cette dernière est perçue par les sujets de l'étude comme moins exigeante vis-à-vis des conditions de travail et donc potentiellement menaçante pour les emplois existants.

Selon une analyse des données issues du dispositif EVREST, l'insécurité de la situation de travail comporte 3 axes :

- la sécurité de l'emploi, du salaire et de la carrière (contrats de travail à durée déterminée, intérim non choisi, temps partiel subi, travail non déclaré);
- la soutenabilité du travail (possibilité de poursuivre son travail jusqu'à la fin de sa carrière) ;
- les changements dans le travail (restructurations, changements d'organisation entrainant une perte du contenu du poste).

Selon les auteurs, la perception du risque de perdre son emploi a le même impact négatif sur la santé psychologique et physique que la perte d'emploi elle-même. Les conséquences sur la santé sont principalement des troubles neuropsychologiques tels que troubles du sommeil, fatigue et anxiété ou irritabilité [105].

2.3.2. Vibrations

Les mesures de vibrations sur les véhicules et les outils utilisés par la population d'étude fournissent des résultats probants quant à l'exposition des sujets aux vibrations mécaniques. La conduite des véhicules de service n'a pas de conséquence notable sur la santé. Le parc automobile de l'entreprise est relativement récent et bien entretenu. Les véhicules sont remplacés après 5 ans d'utilisation ou 100 000 km. Il s'agit de véhicules utilitaires adaptés au transport de matériel sur les

chantiers. Le niveau d'exposition aux vibrations émises par ces véhicules est à priori moindre que celui des engins de chantier. Néanmoins les distances parcourues et les durées quotidiennes ou hebdomadaires de trajet sont importantes et croissantes depuis plusieurs années. Les durées d'exposition sont à prendre en compte dans l'évaluation du risque lié aux vibrations mécaniques.

Parmi les huit outils électromécaniques testés, tous nécessitent de réaliser une action de prévention et trois d'entre eux dépassent même, après une très courte durée d'utilisation, la valeur limite d'exposition journalière. Le remplacement de l'ensemble de ces outils nous paraît donc être une action à mener en priorité. Il manque à ces mesures de vibrations transmises au membre supérieur le calcul des pluri expositions liées à l'utilisation de multiples outils. Le logiciel de mesure des vibrations utilise un algorithme permettant d'extrapoler sur 8h la mesure de vibrations réalisée sur quelques minutes pour l'utilisation d'un seul outil et en considérant les conditions les plus défavorables. Nous avions prévu de calculer l'exposition réelle aux vibrations transmises aux membres supérieurs en conditions réelles de travail avec plusieurs outils utilisés lors d'une journée. Pour cela, il faut additionner les différentes valeurs de A(8) pour chaque outil utilisé, rapporté à sa durée réelle d'utilisation. Un outil comme la « calculette INRS » permet de faire aisément ce calcul, en s'appuyant sur l'étude ergonomique des situations de travail pour quantifier les durées d'utilisation quotidienne de chaque outil. Cependant, les chantiers observés n'ont pas requis l'utilisation de ces outils en situation réelle de travail, en dehors de la boulonneuse utilisée très brièvement (3 minutes). Bien que les mesures de vibrations pour ces outils montrent de façon probante qu'ils sont dangereux pour la santé, il aurait été intéressant de savoir si ces résultats auraient été accentués ou diminués par le calcul de l'exposition à de multiples outils.

L'évaluation de la pénibilité des outils vibrants par les sujets a montré un résultat surprenant concernant l'utilisation du marteau qui est cité de nombreuses fois comme un outil vibrant. Par définition, le marteau n'est pas un outil vibrant mais produit des percussions mécaniques au niveau de la main et du poignet, qui peuvent être ressenties comme des vibrations basses fréquences. L'autre explication à la fréquence élevée de cette réponse est que dans le jargon du BTP le terme de « marteau » est parfois employé pour désigner « marteau-piqueur ». Il ne nous est pas possible de savoir dans quel sens le terme de marteau a été utilisé à chaque fois, il est probable que les deux significations existent. On peut en tout cas en déduire à la fois que le marteau est un outil particulièrement pénible et que le marteau-piqueur est bien l'outil le plus fréquemment cité parmi les outils vibrants.

2.3.3. Charge physique de travail

Un effectif de 37 sujets nous a retourné son évaluation de la charge physique de travail, sur les 52 sujets inclus dans l'étude. Les 15 évaluations manquantes proviennent d'une même entité où les sujets, en grand déplacement pendant plusieurs mois, semblent s'être démobilisés après avoir répondu au questionnaire TMS. La faiblesse de l'effectif a un impact sur l'interprétation des résultats. En effet, l'étude n'a pu mettre en évidence de lien qu'entre la charge physique du membre supérieur et les TMS du rachis cervical et entre la charge physique globale et du membre supérieur et la sensation de fatigue musculaire après le travail. Dans ce contexte, l'absence d'autre lien démontré entre la charge physique globale ou du membre supérieur et les TMS, les RPS et le vécu du travail peut être liée à une absence réelle d'association statistique ou bien à un manque de puissance de l'étude, conditionné par la faiblesse de l'effectif. Par ailleurs, un effectif plus important nous aurait permis de faire également une analyse stratifiée par entité.

Les résultats obtenus pour la charge physique globale ainsi que pour le membre supérieur soulèvent la question de la pertinence de l'échelle de Borg, méthode validée, pour l'évaluation de la charge physique de travail. En effet, les résultats à la prise de poste (H0) sont les plus faibles mais ne sont pas nuls. Nous avions choisi le moment de la prise de poste pour réaliser la première évaluation de la charge physique dans la journée, précisément dans le but de comparer cette évaluation avec les résultats obtenus dans le reste de la journée. Cette valeur de charge physique de travail à H0 devait être une référence, les valeurs attendues de RPE et de CR10 devant être nulles. Le fait que les valeurs de RPE et de CR10 ne soient pas nulles à H0 pose la question de la compréhension de l'évaluation de la charge physique par les sujets, malgré les explications fournies à chaque individu comme prévu par G. Borg. Nous supposons que pour un certain nombre de sujets, il y a confusion entre charge physique de travail et fatigue. Cette hypothèse pourrait expliquer que les valeurs de RPE et CR10 sont minimales mais non nulles au moment de la prise de poste, traduisant en réalité un état de fatigue secondaire au travail de la veille.

L'étude a également montré une évolution croissante des valeurs de RPE et CR10 tout au long de la journée, sans qu'aucune ne soit indépendante puisque les écarts-types se chevauchent. Dans sa thèse évaluant les intérêts et les limites des échelles de Borg, E. Phan Chan The a façon montré de la même que le CR10 moyen mesuré en situations de travail augmentait au cours de la journée avec des valeurs maximum en fin d'après-midi. Selon l'auteur, les échelles de Borg utilisées dans une évaluation professionnelle de la charge physique évaluent également la fatigue,

ce qui pourrait expliquer le phénomène d'augmentation progressive du RPE et du CR10 moyen au cours de la journée [106].

L'étude a démontré un lien statistique entre le ressenti de la force musculaire requise dans le travail et une charge physique élevée pour le corps entier. De même, un lien est démontré entre la fatigue musculaire dans les membres supérieurs après le travail et une charge physique élevée du membre supérieur et du corps entier. Ces résultats montrent la sensibilité des échelles de Borg RPE et CR10 à évaluer l'effort physique requis et donc la charge physique de travail, mais aussi la notion de fatigue musculaire induite par le travail.

2.4. Efficacité de l'étude

Six mois après la restitution des résultats, trois actions ont été mises en place et huit autres ont été décidées dans le plan de prévention de l'entreprise. Ces actions sont directement inspirées par les résultats de l'étude, que l'entreprise s'est donc bien appropriés. L'entreprise semble avoir pris conscience de la nécessité de prendre en compte l'organisation du travail en sensibilisant l'encadrement à cette question, ainsi que de l'intérêt de l'ergonomie dans l'analyse des situations de travail. En témoigne le choix de mener des sensibilisations auprès des salariés et de l'encadrement en intégrant les risques spécifiques mis en évidence par l'étude. Les difficultés qui demeurent encore sont d'intégrer la prévention le plus en amont possible et d'ancrer dans l'entreprise une vraie dynamique d'amélioration continue.

Certains résultats de l'étude, tels que l'évaluation du stress, des risques psycho-sociaux et de la charge physique de travail n'ont pas été pris en compte dans l'élaboration du plan d'action. Ceci soulève la question de la méthode de construction du plan d'action. En effet, la prise en compte de ces paramètres de vécu du travail implique obligatoirement de considérer l'avis des salariés. Or ces éléments, qui peuvent traduire un mal-être au travail, sont souvent négligés et l'enjeu humain souvent peu entendu dans des entreprises aux enjeux économiques forts, et ce malgré une réelle volonté d'amélioration.

Selon l'entreprise, l'étude a été efficace pour l'orienter dans la construction de son plan de prévention et a permis de relancer une dynamique de prévention des TMS dans l'ensemble du groupe. La maison mère de l'entreprise X a d'ailleurs prévu dans son plan d'action de partager les résultats et les recommandations de cette étude à un groupe de travail regroupant d'autres filiales

du groupe afin d'en optimiser l'impact. La méthodologie proposée dans cette étude permet d'explorer des axes complémentaires et d'établir un état des lieux exhaustif de la question des TMS, première étape d'une démarche de prévention. L'appropriation des résultats par l'entreprise est un gage d'efficacité du plan de prévention.

Par cette étude, notre volonté était d'orienter une entreprise dans sa démarche de prévention des TMS, mais également de proposer un exemple de trame méthodologique à ce type de démarche afin d'en favoriser à l'avenir le déploiement dans d'autres entreprises. En effet, une véritable demande émerge en ce sens de la part de grandes entreprises du BTP. Nous pouvons espérer que l'exemple de cette étude aidera d'autres services de santé au travail et d'autres entreprises à s'engager dans une démarche de prévention des TMS.

Conclusion

Les Troubles Musculo-Squelettiques représentent en 2016 un enjeu collectif majeur de prévention. Les politiques institutionnelles de santé apportent un cadre scientifique, méthodologique et règlementaire à la prévention mais sa mise en œuvre dans les entreprises demeure complexe.

Nous avons mené une étude épidémiologique transversale qui a permis d'analyser la problématique des TMS dans une population d'électriciens en termes de prévalence, de retentissement et de liens avec les situations de travail. Les principaux TMS sont localisés au rachis lombaire et au poignet droit. Leur prévalence dans l'échantillon est très supérieure à celle des TMS reconnus en maladies professionnelles, à l'échelon de l'entreprise comme de la filière « électricité » l'échelon national. Les sujets de l'étude sont soumis à des contraintes physiques fortes : postures contraignantes du tronc, des genoux et des membres supérieurs, vibrations transmises par des outils aux membres supérieurs dépassant les seuils d'exposition, charge physique de travail forte, environnement physique de travail pénible. La pression psychologique forte et la peur de perdre son emploi représentent des facteurs psychosociaux péjoratifs et sont générateurs de stress malgré des facteurs positifs et protecteurs comme l'autonomie dans le travail, le soutien social et des compétences professionnelles valorisées. Dans l'entreprise étudiée l'amélioration des contraintes biomécaniques devrait passer par une réflexion collective sur l'organisation du travail en prenant en compte l'avis des salariés, et par une amélioration de l'outillage et des équipements.

De façon générale, la prévention des TMS en entreprise doit s'appuyer sur un diagnostic en santé au travail faisant le lien entre les facteurs de risque locaux et cette problématique de santé pouvant être sous-estimée voire ignorée par un indicateur comme les maladies professionnelles. Ce diagnostic n'apporte pas de solutions mais doit amener l'entreprise à questionner de façon pertinente le travail pour orienter la prévention. L'engagement d'un plan de prévention doit suivre le principe d'une action collective et globale, ancrée dans une politique de prévention au sein de l'entreprise et impliquant tous les acteurs du milieu de travail. L'identification et la formation de personnes ressources est un moyen efficace pour sensibiliser, diffuser les connaissances et instaurer une démarche d'amélioration continue dans l'entreprise.

L'efficacité de la prévention des TMS est déterminée par son ancrage nécessaire dans une culture de prévention dans l'entreprise qui permet d'y inscrire l'action dans la durée. Sont également des déterminants de l'efficacité de la prévention : la prise en compte de l'ensemble des facteurs de risque sans éluder les risques psychosociaux, et une réflexion collective sur l'organisation du travail menée en concertation avec tous les acteurs de l'entreprise en impliquant les salariés et l'encadrement.

Vu, Le Doyen de la Faculté de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud Charles Mérieux

Carole BURILLON

Le Président de la Thèse

(Nom et signature) R. Alaun Bergeret

Vu et Permis d'imprimer Lyon, le Jiw Met 2516

Vu, le Président de l'Université Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales

Professeur Jérôme ETIENNE

Bibliographie

- [1] Les maladies professionnelles en Europe Statistiques 1990-2006 et actualité juridique. EUROGIP. 2009 ; Réf. Eurogip-34/F. (http://www.eurogip.fr/fr/produits-information/publications-d-eurogip/89-les-maladies-professionnelles-en-europe-statistiques-1990-2006-et-actualite-juridique)
- [2] Assurance Maladie Risques professionnels (http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/statistiques-et-analyse/sinistralite-atmp/dossier/ syntheses-et-analyses-statistiques-de-la-sinistralite-par-ctn.html)
- [3] Douillet P., Schweitzer J-M. Les conditions d'une prévention durable des TMS. ANACT, 2005 (http://www.anact.fr/file/3001/download?token=ZcQHBEOX).
- [4] CNAMTS-DRP. Rapport de gestion 2014 de l'Assurance Maladie Risques Professionnels. 2014-121 v1.5 (www.wk-rh.fr/.../rapport-gestion-2014-risques-professionnels-juill2015.pdf)
- [5] Leuridan S., Mereau M. 2000 ans de Médecine du Travail. Les éditions de l'encre vive; 2006, 79 pages.
- [6] Franco G., Fusetti L. Bernardino Ramazzini's early observations of the link between musculoskeletal disorders and ergonomic factors. Applied Ergonomics. 2004; 35(1): 67-70.
- [7] Pope MH. Bernardino Ramazzini: the father of occupational medicine. Spine. 2004; 29(20): 2335-38.
- [8] Putz-Anderson V., Bernard B., Cole L., Fairfield-Estill C., Fine L., Grant K., et al. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors - A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. NIOSH, 1997.
- [9] Coutarel F. La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception : quelles marges de manœuvre pour le déploiement de l'activité. Social Anthropology and ethnology. Université Victor Segalen Bordeaux II, 2004.
- [10] Aptel M., Cail F., Aublet-Cuvelier A. Les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur (TMS-MS) Guide pour les préventeurs. INRS, 2011. ED 957.
- [11] Introduction aux troubles musculo-squelettiques d'origine professionnelle Factsheet n°71. Agence Européenne pour la sécurité et la santé au travail (https://osha.europa.eu/fr/publications/factsheets/71 /view)
- [12] Stellman J. M. Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. 3e Edition. Bureau International du Travail, Genève. 2000.
- [13] Kärkkäinen S., Pitkäniemi J., Silventoinen K., Svedberg P. et al. Disability Pension due to Musculoskeletal Diagnoses: Importance of Work-Related Factors in a Prospective Cohort Study of Finnish Twins.Scand J Work Environ Health. 2013; 39(4): 343-50.
- [14] Bongers P. et al. 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). J Occup Rehabil. 2006; 16(3): 279-302.

- [15] National Research Council and Institute of Medicine (US) Panel on Musculoskeletal Disorders and the Workplace. Musculoskeletal Disorders and the Workplace: Low Back and Upper Extremities. Washington (DC): National Academies Press. 2001.
- [16] Lundberg U. Psychophysiology of Work: Stress, Gender, Endocrine Response, and Work-Related Upper Extremity Disorders. American Journal of Industrial Medicine. 2002; 41(5): 383-92.
- [17] Carayon P., Smith M. J., Haims M. Work Organization, Job Stress, and Work-Related Musculoskeletal Disorders. Human Factors. 1999; 41(4): 644-63.
- [18] Huang G., Feuerstein M., Sauter S. Occupational Stress and Work-Related Upper Extremity Disorders: Concepts and Models. American Journal of Industrial Medicine. 2002; 41(5): 298-314.
- [19] Aptel M., Hubault F. La prévention durable des TMS : des expériences et des points de vue. Etudes et documents, les conditions d'une prévention durable des TMS. Santé Publique. 2005 ; 17 : 455-69.
- [20] Davezies P. Souffrance au travail, répression psychique et troubles musculo-squelettiques. PISTES Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé. 2013, 15-2.
- [21] Delalande-Danet V., Desarmenien A., Incorvaïa A.-M., Letheux C., Leviel C., Viossat M. Guide Troubles Musculo-Squelettiques. CISME, 2015.
- [22] Selye H. Le Stress de la vie Le problème de l'adaptation. Gallimard. Les Essais 192, 1975.
- [23] Davezies P. Le stress au travail : entre savoirs scientifiques et débat social. Performances, 2001.
- [24] Aptel M., Cnockaert J.-C. Liens entre les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur et le stress. BTS Newsletter. 2002; 9-20 : 57-63
- [25] http://www.fondation-april.org/influence-du-stress-sur-la-sante/influence-du-stress-sur-la-sante/stress-au-travail-modele-karasek-johnson.jpg
- [26] Algava E., Chouaniere D., Cohidon C., Dubre J.-Y., Kittel F., Leclerc A. et al. Mécanismes associant stress et pathologies. Stress au travail et santé : situation chez les indépendants. Les éditions INSERM, Paris. 2011 : 193-216. 497 pages.
- [27] Wirtz P., Ehlert U., Kottwitz M., La Marca R., Semmer N. Occupational role stress is associated with higher cortisol reactivity to acute Stress. Journal of Occupational Health Psychology. 2013; 18(2): 121-31.
- [28] Davezies P. Le stress, un phénomène biochimique. Santé & Travail n° 064 Octobre 2008.
- [29] Wirtz P., Siegrist J., Rimmele U., Ehlert U. Higher overcommitment to work is associated with lower norepinephrine secretion before and after acute psychosocial stress in men. Psychoneuroendocrinology. 2008; 33(1): 92-99.
- [30] Bellingrath S., Kudielka B. Effort-reward-imbalance and overcommitment are associated with hypothalamus–pituitary–adrenal (HPA) axis responses to acute psychosocial stress in healthy working schoolteachers. Psychoneuroendocrinology. 2008; 33(10): 1335-43.

- [31] Bellingrath S., Weigl T., Kudielka B. Cortisol dysregulation in school teachers in relation to burnout, vital exhaustion, and effort–reward-imbalance. Biological Psychology. 2008; 78(1): 104-13.
- [32] Wirtz P., Siegrist J., Schuhmacher A., Hoefels S., Maier W., Zobel W. Higher overcommitment to work is associated with higher plasma cortisol but not ACTH responses in the combined dexamethasone/CRH test in apparently healthy men and women. Psychoneuroendocrinology. 2010; 35(4): 536-43.
- [33] Stock S., Nicolakakis N., Messing K., Turcot A., Raiq H. Quelle est la relation entre les troubles musculo-squelettiques (TMS) liés au travail et les facteurs psychosociaux? Pistes Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé. 2013:15-2.
- [34] Roquelaure Y., Ha C., Rouillon C., Fouquet N., Leclerc A., Descatha A. et al. Risk factors for upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. Arthritis & Rheumatism. 2009; 61(10): 1425-34.
- [35] Cole D., Rivilis I. Individual factors and musculoskeletal disorders: a framework for their consideration. Journal of Electromyography and Kinesiology, State of the art research perspectives on muscoskeletal disorder causation and control. 2004; 14(1): 121-27.
- [36] http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATCCF03172
- [37] Aptel M., Aublet-Cuvelier A., Cnockaert J.-C. Work-related musculoskeletal disorders of the upper limb. Joint Bone Spine. 2002; 69(6): 546-55.
- [38] Karpitskaya Y. Novak C., Mackinnon S. Prevalence of smoking, obesity, diabetes mellitus, and thyroid disease in patients with carpal tunnel syndrome. Annals of Plastic Surgery. 2002; 48(3): 269–73.
- [39] Solomon D., Katz J., Bohn R., Mogun H., J. Avorn. Nonoccupational risk factors for carpal tunnel syndrome. Journal of General Internal Medicine. 1999; 14(5): 310-14.
- [40] Shiri R. Hypothyroidism and carpal tunnel syndrome : A Meta-Analysis. Muscle & Nerve. 2014; 50(6) : 879-83.
- [41] Anandacoomarasamy A., Caterson I., Sambrook P., Fransen M., March L. The impact of obesity on the musculoskeletal system. International Journal of Obesity. 2008; 32: 211-222.
- [42] Wearing S., Hennig E., Byrne N., Steele J., Hills A. Musculoskeletal Disorders Associated with Obesity: A Biomechanical Perspective. Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity. 2006; 7(3): 239-50.
- [43] Newington L. Clare E., Walker-Bone K. Carpal tunnel syndrome and work. Best Practice & Research Clinical Rheumatology, Occupation and Musculoskeletal Disorders. 2015; 29(3): 440-53.
- [44] Viester L., Verhagen E., Oude Hengel K., Van Der Beek A., Bongers M. The relation between body mass index and musculoskeletal symptoms in the working population. BMC Musculoskeletal Disorders. 2013; 14: 238.
- [45] Claessen H., Arndt V., Drath C., Brenner H. Overweight, obesity and risk of work disability: a cohort study of construction workers in Germany. Occupational and Environmental Medicine. 2009; 66: 402-409.

- [46] Punett L., Wegman D. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. J Electromyogr Kinesiol., Elsevier. 2004; 14(1): 13-23.
- [47] Lanouzière H. La définition du travail répétitif comme facteur de pénibilité. 2015. (www.ladocumentationfrançaise.fr/var/storage/rapports-publics/154000690.pdf)
- [48] Bergeret A. Guide pour les comités régionaux de reconnaissance des maladies professionnelles institués par la loi 93-121 du 27 janvier 1993. INRS, 2014.
- [49] OSHwiki Pathophysiological mechanisms of musculoskeletal disorders (http://oshwiki.eu/wiki/Pathophysiological_mechanisms_of_musculoskeletal_disorders.)
- [50] Wilder D., Pope M. Epidemiological and aetiological aspects of low back pain in vibration environments an update. Clinical Biomecanics, Elsevier. 1993; 11(2): 61-73.
- [51] Bovenzi M. Low back pain disorders and exposure to whole-body vibration in the workplace. Elsevier. 1996; 20(1): 38-53.
- [52] Burström L., Järvholm B., Nilsson T., Wahlström J. White fingers, cold environment, and vibration exposure among Swedish construction workers. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 2010; 36(6): 509-13.
- [53] INRS. Hygiène et Sécurité au Travail. Bruit et vibrations au travail. 2011. 223/61.
- [54] Décret n° 2005-746 du 4 juillet 2005 articles R4441-1 et R4441-2.
- [55] Gregory D.E., Callaghan JP. Does vibration influence the initiation of intervertebral disc herniation? Spine. 2011; 36(4): 225-31.
- [56] Tiemessen IJ., Hulshof CT., Frings-Dresen MH. Low back pain in drivers exposed to whole body vibration: analysis of a dose-response pattern. Occupational and Environmental Medicine. 2008; 65(10): 667-75.
- [57] Gemne G. Diagnostics of hand-arm system disorders in workers who use vibrating tools. Occupational and Environmental Medicine. 1997; 54(2): 90-95.
- [58] Kozak A. Schedlbauer G., Wirth T., Euler U., Westermann C. et Nienhaus A. Association between work-related biomechanical risk factors and the occurrence of carpal tunnel syndrome: an overview of systematic reviews and a meta-analysis of current research. BMC Musculoskeletal Disorders. 2015; 16: 231.
- [59] Giersiepen K. et Spallek M. Carpal tunnel syndrome as an occupational disease. Deutsches Ärzteblatt International. 2011; 108(14): 238-42.
- [60] Barcenilla A., March L., Sheng Chen J. et Sambrook P. Carpal tunnel syndrome and its relationship to occupation: a meta-analysis. Rheumatology. 2012; 51(2): 250-61.
- [61] Kihlberg S., Hagberg M. Hand-arm symptoms related to impact and nonimpact hand-held power tools. Springer, International Archives of Occupational and Environmental Health. 1997; 69(4): 282-88.
- [62] Arrêté du 6 juillet 2005 pris pour l'application des articles R. 231-118, R. 231-120 et R. 231-121 du code du travail.

- [63] Sauter S., Brightwell W., Colligan M., Hurrell Jr J., Katz T., Le Grande D. et al. The changing organization of work and the safety and health of working people- Knowledge gaps and research directions. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH. 2002. Rapport n°2002-116.
- [64] http://campus.neurochirurgie.fr/spip.php?article409
- [65] Bovenzi M. Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. Springer. 1998; 78(8): 509-19.
- [66] http://www.inrs.fr/risques/lombalgies/facteurs-risques.html
- [67] www.inrs.fr/risques/vibration-corps-entier.html
- [68] medtrav54.free.fr/Dijon_mars05/Dijon/lomboradiculalgies.doc
- [69] Boyas S., Guével A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle Underlying factors and adaptation mechanisms. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2011; 54(2): 88-108.
- [70] Brière J., Fouquet N., Ha C., Imbernon E., Plaine J., Rivière S., et al. Des indicateurs en santé travail Les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur en France. Saint-Maurice. Institut de veille sanitaire. 2015, 51 pages.
- [71] CNAMTS-DRP. Risque MP 2013: Statistiques de sinistralité tous CTN et par CTN. 2014-247(http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/statistiques-et-analyse/sinistralite-atmp/dossier/nos-statistiques-sur-les-maladies-professionnelles-par-ctn.html)
- [72] INVS. Bulletin épidémiologique hebdomadaire, Numéro thématique La surveillance épidémiologique des troubles musculo-squelettiques. 2005 ; 44-45 : 217-228.
- [73] Rivière S., Penven E., Cadéac-Birman H., Roquelaure Y., Valenty M. Approche de la sousdéclaration des TMS dans dix régions françaises en 2009. Saint-Maurice. INVS; 2013. 4 pages.
- [74] CNAMTS-DRP. Risque MP 2013 : Statistiques de sinistralité du CTN B par code NAF Industries du bâtiment et des travaux publics. Etude 2014-247-CTN B. (http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/statistiques-et-analyse/sinistralite-atmp/dossier/nos-statistiques-sur-les-maladies-professionnelles-par-ctn.html)
- [75] CNAMTS-DRP. Risque Maladie professionnelle : Sinistralité de l'année 2013 par CTN, code NAF, tableau de MP et syndrome. Etude 2014-142. http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/statistiques-et-analyse/sinistralite-atmp/dossier/nos-statistiques-sur-les-maladies-professionnelles-par-ctn.html
- [76] CNAMTS-DRP. Rapport de gestion 2014 de l'Assurance Maladie Risques Professionnels. 2014-121 v1.5 (www.wk-rh.fr/.../rapport-gestion-2014-risques-professionnels-juill2015.pdf)
- [77] ISTNF. Rapport régional des indicateurs sur les inaptitudes en Nord Pas-de-Calais- Année 2013 (istnf.fr/_docs/Fichier/2015/4-150120015024.pdf)
- [78] Cuerq A., Païta M., Ricordeau P. Points de repère Les causes médicales de l'invalidité en 2006. Paris. CNAMTS; 2008. 8 pages.

- [79] Douillet P., Fauconnier D., Pepin M., Schweitzer JM. Des coûts aux risques stratégiques : essai d'approche économique de la problématique des troubles musculo-squelettiques. XVIIème congrès de l'AGRH, Le travail au cœur de la GRH; 2006. 16 pages
- [80] CNAMTS. Risques professionnels : Sinistralité 2012 par CTN, code risque et maladie professionnelle. Paris; 2013. 54 pages
- [81] Amira S., Meron M. L'activité professionnelle des personnes handicapées. INSEE. (http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=0&ref_id=fporsoc04d.)
- [82] Serazin C., Ha C., Bodin J., Imbernon E., Roquelaure Y. Devenir professionnel des salariés des Pays de la Loire souffrant de troubles musculo-squelettiques. BEH. 2013; 10:95-98.
- [83] https://tmspros.fr/TMSPROS/images/la-demarche/RITMS3.pdf
- [84] Méthode d'analyse de la charge physique de travail. INRS. 2014. ED 6161.
- [85] Méthode de prévention des troubles musculo-squelettiques du membre supérieur et outils simples. INRS. Dossier Médico-Technique n°83, 2000.
- [86] Carayon P., Schmitz W. Office worker survey. University of Wisconsin, Department of Industrial Engineering.1996. 20 pages.
- [87] Carayon P., Schmitz W., Newman L. Evaluation of an assessment tool for measuring psychosocial work factors and health in office/computer work. VINK. Human factors in organizational design and management. Amsterdam, Elsevier, 1998, 6 p.
- [88] Meyer J.P. Evaluation subjective de la charge de travail. Utilisation des échelles de Borg. INRS. 2014. TM 33
- [89] Scherr J., Wolfarth B., Christle J., Pressler A., Wagenpfeil S., Halle M. Associations between Borg's Rating of Perceived Exertion and Physiological Measures of Exercise Intensity. European Journal of Applied Physiology. 2013; 113(1): 147-55.
- [90] Questionnaire TMS de l'INRS : utilisation dans les entreprises de conditionnement du secteur de la parfumerie. INRS. 2010. DMT n°123.
- [91] Papelier A., Gaudez C. Influence de l'utilisation des commandes bimanuelles sur le risque de Troubles Musculo-Squelettiques. Les notes scientifiques et techniques de l'INRS. 2005. n° 247, 86 pages.
- [92] Gerling A., Aublet-cuvelier A. Diagnostic ergonomique de risque de TMS. Cas d'une entreprise de petit équipement domestique. Les notes scientifiques et techniques de l'INRS. 2002. n° 223, 103 pages.
- [93] Hildebrandt V., Bongers P., Dul J., Van Dijk F., Kemper H. The relationship between leisure time, physical activities and musculoskeletal symptoms and disability in worker populations. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2000; 73(8): 507–18.
- [94] Kuorinka I., Jonsson B., Kilbom A., Vinterberg H., Biering-S6rensen F., Andersson G. and Jorgensen K. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics. 1987; 18(3): 233-237.

- [95] Sluiter J., Rest K., Frings-Dresen M. Criteria Document for Evaluating the Work-Relatedness of Upper-Extremity Musculoskeletal Disorders. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 2001; 27 Suppl 1: 1-102.
- [96] Ainslie P., Reilly T., Westerterp K. Estimating Human Energy Expenditure: a review of techniques with particular reference to doubly labelled water. Sports Medicine. 2003; 33(9): 683-98.
- [97] Chamoux A., Borel A., Catilina P. Pour la standardisation d'une fréquence cardiaque de repos : la fréquence cardiaque de repos nocturne. Implications dans l'évaluation de la charge de travail. Arch Mal Prof Med. 1985; 46(4) : 241–50.
- [98] Jakobsen M., Sundstrup E., Persson R., Andersen C. et al. Is Borg's perceived exertion scale a useful indicator of muscular and cardiovascular load in blue-collar workers with lifting tasks? A cross-sectional workplace study. Eur J Appl Physiol. 2014; 114(2): 425-34
- [99] Haddad M, et al. Validity and psychometric evaluation of the French version of RPE scale in young fit males when monitoring training loads. Sci sports. 2013.
- [100] Bovenzi M., Hulshof CT. An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986-1997). Int Arch Occup Environ Health. 1999; 72(6): 351-65.
- [101] Amari M. Effets sur la santé des vibrations transmises à l'ensemble du corps. INRS Hygiène et sécurité du travail n°233 Décembre 2013. 4 pages (http://www.hst.fr/dms/hst/data/articles/HST/TI-CC-3/cc3.pdf)
- [102] Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité : ObEpi-Roche 2012. INSERM/Kantar Health/Roche. (www.roche.fr/content/dam/roche_france/fr_FR/doc/obepi_2012.pdf)
- [103] Parot-Schinkel E., Descatha A., Ha C., Petit A., Leclerc A., Roquelaure Y. Prevalence of Multisite Musculoskeletal Symptoms: A French Cross-Sectional Working Population-Based Study. BMC Musculoskeletal Disorders. 2012; 13: 122.
- [104] Li C., Sung F. A Review of the Healthy Worker Effect in Occupational Epidemiology. Occupational Medicine (Oxford, England). 1999; 49(4): 225-29.
- [105] Leroyer A., Rollin L. « Travailler avec la peur de perdre son emploi ? » Qu'en disent les données recueillies dans Evrest ? (http://evrest.alamarge.org/_docs/fckeditor/file/Outils%20Evrest/Journ%C3%A9e%20 18%20mars%202016/AM_Journ%C3%A9e%20Evrest_18mars2016_Leroyer-Rollin.pdf)
- [106] Phan Chan The E. Intérêts et limites de l'évaluation de la charge de travail à l'aide des échelles de Borg. Université Henri Poincaré, Nancy 1. 2002.

Annexes

Annexe 1 : Tableau de maladie professionnelle $n^{\circ}57$ du régime général (1/2)

Affections périarticulaires provoquées p	ar certains	gestes et postures de travail
Date de création : décret du 2 novembre 1972		Dernière mise à jour : décret du 1 ^{er} août 2012
Désignation des maladies	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies	
- A - Épaule		
Tendinopathie aiguë non rompue non calcifiante avec ou sans enthésopathie de la coiffe des rotateurs.	30 jours	Travaux comportant des mouvements ou le maintien de l'épaule sans soutien en abduction (**) avec un angle supérieur ou égal à 60° pendant au moins 3h30 par jour en cumulé.
Tendinopathie chronique non rompue non calcifiante avec ou sans enthésopathie de la coiffe des rotateurs objectivée par IRM (*).	6 mois sous réserve d'une durée d'exposition de 6 mois)	Travaux comportant des mouvements ou le maintien de l'épaule sans soutien en abduction (**): - avec un angle supérieur ou égal à 60° pendant au moins deux heures par jour en cumulé ou - avec un angle supérieur ou égal à 90° pendant au moins une heure par jour en cumulé.
Rupture partielle ou transfixiante dze la coiffe des rotateurs objectivée par IRM (*)	1 an (sous réserve d'une durée d'exposition d'un an)	Travaux comportant des mouvements ou le maintien de l'épaule sans soutien en abduction (**): - avec un angle supérieur ou égal à 60° pendant au moins deux heures par jour en cumulé ou - avec un angle supérieur ou égal à 90° pendant au moins une heure par jour en cumulé.
- B - Coude		
Tendinopathie d'insertion des muscles épicondyliens associée ou non à un syndrome du tunnel radial.	14 jours	Travaux comportant habituellement des mouvements répétés de préhension ou d'extension de la main sur l'avant-bras ou des mouvements de pronosupination.
Tendinopathie d'insertion des muscles épitrochléens.	14 jours	Travaux comportant habituellement des mouvements répétés d'adduction ou de flexion et pronation de la main et du poignet ou des mouvements de pronosupination.
Hygromas :épanchement des bourses séreuses ou atteintes inflammatoires des tissus sous-cutanés des zones d'appui du coude.		Travaux comportant habituellement un appui prolongé sur la face postérieure du coude
- forme aiguë;	7 jours	p. 515.13
- forme chronique.	90 jours	
Syndrome canalaire du nerf ulnaire dans la gouttière épitrochléo-olécrânienne confirmé par électroneuromyographie (EMG).	90 jours (sous réserve d'une durée d'exposition de 90 jours)	Travaux comportant habituellement des mouvements répétitifs et/ou des postures maintenues en flexion forcée. Travaux comportant habituellement un appui prolongé sur la face postérieure du coude.

Annexe 1 : Tableau de maladie professionnelle n°57 du régime général (2/2)

- C - Poignet - Main et doigt		
Tendinite.	7 jours	Travaux comportant de façon habituelle des mouvements répétés ou prolongés des tendons fléchisseurs ou extenseurs de la main
Ténosynovite.	7 jours	et des doigts.
Syndrome du canal carpien.	30 jours	Travaux comportant de façon habituelle, soit des mouvements répétés ou prolongés d'extension du poignet ou de préhension de la
Syndrome de la loge de Guyon.	30 jours	main, soit un appui carpien, soit une pression prolongée ou répétée sur le talon de la main.
- D - Genou		
Syndrome de compression du nerf sciatique poplité externe.	7 jours	Travaux comportant de manière habituelle une position accroupie prolongée
Hygromas :		
- hygroma aigu des bourses séreuses ou atteinte inflammatoire des tissus sous-cutanés des zones d'appui du genou ;	7 jours	Travaux comportant de manière habituelle un appui prolongé sur le genou.
- hygroma chronique des bourses séreuses.	90 jours	Travaux comportant de manière habituelle un appui prolongé sur le genou.
Tendinite sous-quadricipitale ou rotulienne.	7 jours	Travaux comportant de manière habituelle des mouvements répétés d'extension ou de flexion prolongées du genou.
Tendinite de la patte d'oie.	7 jours	Travaux comportant de manière habituelle des mouvements répétés d'extension ou de flexion prolongées du genou.
- E - Cheville et pied		
Tendinite achiléenne.	7 jours	Travaux comportant de manière habituelle des efforts pratiqués en station prolongée sur la pointe des pieds.

^(*) Ou un arthroscanner en cas de contre-indication à l'IRM

^(**) Les mouvements en abduction correspondent aux mouvements entraînant un décollement des bras par rapport au corps.

Annexe 2 : Tableau de maladie professionnelle n°69 du régime général

Affections provoquées par les vibrations et chocs transmis par certaines machinesoutils, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur des éléments fixes

fixes		
Date de création : décret du 15 juillet 1980		Dernière mise à jour : Décret du 6 novembre 1995
Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
- A -		
Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques :		Travaux exposant habituellement aux vibrations transmises par : a) Les machines-outils tenues à la main,
- arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytoses ;	5 ans	notamment : - les machines percutantes, telles que les marteaux piqueurs, les burineurs, les
- ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ;	1 an	bouchardeuses et les fouloirs ; - les machines rotopercutantes, telles que les marteaux perforateurs, les perceuses à percussion et les clés à choc ;
- ostéonécrose du scaphoïde carpien (maladie de Kölher).	1 an	- les machines rotatives, telles que les polisseuses, les meuleuses, les scies à chaîne, les tronçonneuses et les
Troubles angioneurotiques de la main, prédominant à l'index et au médius, pouvant s'accompagner de crampes de la main et de troubles prolongés de la sensibilité et confirmés par des épreuves fonctionnelles objectivant le phénomène de Raynaud.	1 an	débroussailleuses ; - les machines alternatives, telles que les ponceuses et les scies sauteuses ; b) Les outils tenus à la main associés à certaines machines précitées, notamment dans des travaux de burinage ; c) Les objets tenus à la main en cours de façonnage, notamment dans les travaux de meulage et de polissage et les travaux sur machine à rétreindre.
- B -		
Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques :		Travaux exposant habituellement aux chocs provoqués par l'utilisation manuelle d'outils
- arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytose ;	5 ans	percutants : - travaux de martelage, tels que travaux de forge, tôlerie, chaudronnerie et travail du cuir
- ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ;	1 an	; - travaux de terrassement et de démolition ;
- ostéonécrose du scaphoïde carpien (maladie de Kölher).	1 an	- utilisation de pistolets de scellements ; - utilisation de clouteuses et de riveteuses.
- C -		
Atteinte vasculaire cubito-palmaire en règle unilatérale (syndrome du marteau hypothénar) entraînant un phénomène de Raynaud ou des manifestations ischémiques des doigts confirmée par l'artériographie objectivant un anévrisme ou une thrombose de l'artère cubitale ou de l'arcade palmaire superficielle.	1 an (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux exposant habituellement à l'utilisation du talon de la main en percussion directe itérative sur un plan fixe ou aux chocs transmis à l'éminence hypothénar par un outil percuté ou percutant.

$Annexe \ 3: Tableau \ de \ maladie \ professionnelle \ n^o 97 \ du \ régime \ général$

Lésions chroniques du ménisque		
Date de création : décret du 19 juin 1985	Dernière mise à jour : Décret du 3 septembre 1991	
Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Lésions chroniques du ménisque à caractère dégénératif, confirmées par examens complémentaires ou au cours de l'intervention curative, ainsi que leurs complications : fissuration ou rupture du ménisque.	2 ans	Travaux comportant des efforts ou des ports de charges exécutés habituellement en position agenouillée ou accroupie.

Annexe 4 : Tableau de maladie professionnelle n°97 du régime général

Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par des vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier			
Date de création : 16 février 1999 (décret du 15 février 1999)		Dernière mise à jour : -	
Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies	
Sciatique par hernie discale L4-L5 ou L5-S1 avec atteinte radiculaire de topographie concordante. Radiculalgie crurale par hernie discale L2-L3 ou L3-L4 ou L4-L5, avec atteinte radiculaire de topographie concordante.	6 mois (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans).	Travaux exposant habituellement aux vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier : - par l'utilisation ou la conduite des engins et véhicules tout terrain : chargeuse, pelleteuse, chargeuse-pelleteuse, niveleuse, rouleau vibrant, camion tombereau, décapeuse, chariot élévateur, chargeuse sur pneus ou chenilleuse, bouteur, tracteur agricole ou forestier ; - par l'utilisation ou la conduite des engins et matériels industriels : chariot automoteur à conducteur porté, portique, pont roulant, grue de chantier, crible, concasseur, broyeur ; - par la conduite de tracteur routier et de camion monobloc.	

Annexe 5 : Tableau de maladie professionnelle n°98 du régime général

Affections chroniques du rachis lombair charges lourdes	e provoqué	es par la manutention manuelle de
Date de création : 16 février 1999 (décret du 15 février 1999)		Dernière mise à jour : -
Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Sciatique par hernie discale L4-L5 ou L5-S1 avec atteinte radiculaire de topographie concordante. Radiculalgie crurale par hernie discale L2-L3 ou L3-L4 ou L4-L5, avec atteinte radiculaire de topographie concordante.	6 mois (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans).	Travaux de manutention manuelle habituelle de charges lourdes effectués: - dans le fret routier, maritime, ferroviaire, aérien; - dans le bâtiment, le gros œuvre, les travaux publics; - dans les mines et carrières; - dans le ramassage d'ordures ménagères et de déchets industriels; - dans le déménagement, les garde-meubles ; - dans les abattoirs et les entreprises d'équarrissage; - dans le chargement et le déchargement en cours de fabrication, dans la livraison, y compris pour le compte d'autrui, le stockage et la répartition des produits industriels et alimentaires, agricoles et forestiers; - dans le cadre des soins médicaux et paramédicaux incluant la manutention de personnes; - dans le cadre du brancardage et du transport des malades; - dans les travaux funéraires.

Annexe 6: Questionnaire TMS

			I - GEN	ERA	LITES	
1-	Date de l'entretien :					
2 -	Nº de dossier :					
3 -	Année de naissance :					
4-	Age :					
5 -	Sexe: Masculin = I	o	Féminin = 2	О		
6 -	Taille (cm):					
7 -	Poids (Kg):					
8 -	Droitier = 1		Gaucher = 3		Ambidextre = 2	О
9 -	Verres correcteurs Non = I Doubles foyers = 4		Lentilles = 2 Autre = 5	0	Verres progressifs = 3	σ
10 -	Quelle est la nature de vot	re co	ntrat de travail ?			
	CDI = I autre = 4	0	CDD = 2		intérimaire = 3	0
De	puis combien d'années	et m	ois travaillez-vous ?			
11-	Depuis votre I ^{er} emploi :					
12 -	Dans cette entreprise :					
13 -	Etes-vous non polyvalent(e Non = 1)? □	Oui = 2	o	Non concerné = 9	О
14 -	Comment travaillez-vous?					
	Temps partiel = 1 3 (ou plus) \times 8 = 4		Journée = 2 Nuit = 5	0 9	2 x 8 = 3 Semaine comprimée = 6	0
15 -	Si vous travaillez en équipe	, quel	est le poste le plus cor	ntraign	ant?	
	Matin = I Nuit = 3		Après-midi = 2 Non concerné = 9	0		

	2 - T	MS			
16 - Avez-vous eu durant les 12 derniers mois d problèmes (courbatures, douleur, inconfort) niveau du cou ?		23 - Quelle a été la presque jamais = 1 parfois = 3	o	ence de ce problèm rarement = 2 fréquemment = 4	0
non = 1 oui = 2	0	presque toujours = 5		non concerné = 9	
17 - Quelle a été la fréquence de ce problème presque jamais = ☐ rarement = 2	?	24 - En moyenne, que blème ?	elle es	st l'intensité de ce p)ro-
(tous les 6 mois) parfois = 3 (tous les 2 ou 3 mois) fréquemment = 4 (tous les 8 jours) presque toujours = 5 (tous les 2 ou 3 mois) fréquemment = 4 (tous les 8 jours) non concerné = 9	0	faible = 1 forte = 3 non concerné = 9		modérée = 2 insupportable = 4	
18 - En moyenne, quelle est l'intensité de problème ?	ce	25 - Avez-vous eu dur problèmes (courbate niveau de l'épaule dr	ures,	douleur, inconfort)	
faible = 1	0	non = I	0	oui = 2	0
That contains 7 LF		26 - Quelle a été la fr	réque	nce de ce problème	?
19 - Avez-vous eu durant les 12 derniers mois d problèmes (courbatures, douleur, inconfort) niveau du haut du dos?		presque jarnais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5		fréquemment = 4	
non = 1	0	27 - En moyenne, que blême ?	elle es	st l'intensité de ce p	oro-
20 - Quelle a été la fréquence de ce problème presque jamais = 1 □ rarement = 2 parfois = 3 □ fréquemment = 4 presque toujours = 5 □ non concerné = 9	?	faible = 1 forte = 3 non concerné = 9		rnodérée = 2 insupportable = 4	
21 - En moyenne, quelle est l'intensité de ce pr blème ?	ro-	28 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau de l'épaule ga	ures,	douleur, inconfort)	
faible = 1 ☐ modérée = 2 forte = 3 ☐ insupportable = 4 non concerné = 9 ☐	0	non = 1	0	oui = 2	0
		29 - Quelle a été la fr	réque	nce de ce problème	?
22 - Avez-vous eu durant les 12 demiers mois d problèmes (lumbago, lombalgie) au niveau bas du dos ?		presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5		rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9	0
non = I 🗖 oui = 2	0				

		2 -	тмѕ	(SUITE)			
30 - En moyenne, qu blème ?				37 - Avez-vous eu du problèmes (courbat niveau du poignet –	tures,	douleur, inconfort)	
faible = 1 forte = 3 non concerné = 9		modérée = 2 insupportable = 4		non = I	0	oui = 2	0
31				38 - Quelle a été la f	fréqu	ence de ce problèm	e ?
31 - Avez-vous eu du					_		_
problèmes (courbat		douleur, inconfort)	au	presque jamais = 1			
niveau du coude droi	it?			parfois = 3			
non = I		oui = 2		presque toujours = 5	0	non concerné = 9	0
				39 - En moyenne, qu	ielle e	est l'intensité de ce	pro-
32 - Quelle a été la fi	réque	nce de ce problèm	e ?	blème ?			
presque jamais = 1	П	rarement = 2		faible = I		modérée = 2	О
		fréquemment = 4		forte = 3		insupportable = 4	
presque toujours = 5				non concerné = 9		поперентивно	_
presque ioujours – 3		Ibir corcerne – 7		nor concerne – 2			
33 - En moyenne, qu blème ?	elle e	st l'intensité de ce	pro-	40 - Avez-vous eu du problèmes (courbat niveau du poignet –	tures,	douleur, inconfort)	
faible = I	σ.	modérée = 2		mread an polyner		Success.	
				1			
				non = I	п	oui = 2	п
forte = 3 non concerné = 9		insupportable = 4		non = I	0	oui = 2	О
forte = 3 non concerné = 9	0	insupportable = 4					
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu du i	ant k	insupportable = 4 es 12 derniers mois	des	non = I			
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu du problèmes (courbat	rant k	insupportable = 4 es 12 derniers mois	des	41 - Quelle a été la f	fréqu	ence de ce problèm	e ?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu du i	rant k	insupportable = 4 es 12 derniers mois	des	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1	fréqu	ence de ce problèm rarement = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau	rant k ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort)	des au	41 - Quelle a été la 1 presque jamais = 1 parfois = 3	fréqu	ence de ce problèm rarement = 2 fréquemment = 4	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu du problèmes (courbat	rant k ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort)	des au	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1	fréqu	ence de ce problèm rarement = 2 fréquemment = 4	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau	rant k ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2	des au	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu	fréqu	ence de ce problèm rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dui problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi	rant k ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème	des au	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5	fréqu	ence de ce problèm rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fr presque jamais = 1	rant le ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problèm rarement = 2	des au	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ?	fréqu	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3	rant le ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problèm rarement = 2 fréquemment = 4	des au	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ?	fréqu	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fr presque jamais = 1	rant le ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problèm rarement = 2 fréquemment = 4	des au	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ?	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce modérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fr presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5	rant le ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9	edes	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3	rant le ures, che ?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9	edes	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbat niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fr presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qu blème ?	rant li ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 st l'intensité de ce p	des au	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qui blème ?	rant le ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qui blème ?	rant le ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 st l'intensité de ce p	e?	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qui blème ?	rant le ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qui blème ?	rant le ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qui blème ?	rant le ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qui blème ?	rant le ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?
forte = 3 non concerné = 9 34 - Avez-vous eu dur problèmes (courbati niveau du coude gau non = 1 35 - Quelle a été la fi presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 36 - En moyenne, qui blème ?	rant le ures, che?	insupportable = 4 es 12 derniers mois douleur, inconfort) oui = 2 ence de ce problème rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?	41 - Quelle a été la f presque jamais = 1 parfois = 3 presque toujours = 5 42 - En moyenne, qu blème ? faible = 1 forte = 3	fréque	rarement = 2 fréquemment = 4 non concerné = 9 est l'intensité de ce prodérée = 2	e?

3 - STRESS 43 - Depuis que vous travaillez ici, vous sentez-50 - Brûlures d'estomac : vous stressé(e)? pas du tout = 1 un peu = 2 beaucoup = 3 d énormément = 4 d 51 - Ballonnements, gaz : Durant les 12 derniers mois, avez-vous ressenti : 44 - Palpitations: jamais ou rarement = I ☐ quelquefois = 2 ☐ assez souvent = 3 ☐ très souvent ou constamment = 4 ☐ 52 - Digestion difficile: 45 - Douleurs au niveau du cœur (gêne précordiale) : jamais ou rarement = 1 ☐ quelquefois = 2 ☐ 53 - Constipations ou diarrhées : 46 - Sueurs, en l'absence d'effort physique : 54 - Sensation d'avoir l'estomac noué : jamais ou rarement = I 47 - Nervosité ou tremblements : jamais ou rarement = I 55 - Sensation de tension, de crispation : jamais ou rarement = 1 48 - Etourdissements ou vertiges : très souvent ou constamment = 4 jamais ou rarement = I ☐ quelquefois = 2 ☐ 56 - Anxiété : 49 - Bouche sèche: jamais ou rarement = 1 □ quelquefois = 2 □

3 - ST	RESS (suite)
57 - Irritabilité :	60 - Insomnies :
jamais ou rarement = 1	assez souvent = 3
58 - Etats dépressifs :	61 - Périodes de fatigue intense ou d'épuisement :
jamais ou rarement = 1	assez souvent = 3
59 - Difficultés d'endormissement : jamais ou rarement = 1	lamaux – 5

4 - FACTEURS PSYCHOSOCIAUX D'ORIGINE PROFESSIONNELLE				
63 - Votre travail vous oblige-t-il à travailler très vite ?	67 - Etes-vous débordé(e) dans votre travail?			
rarement =	jamais = 1 ☐ de temps en temps = 2 ☐ souvent = 3 ☐ toujours = 4 ☐			
64 - Votre travail vous oblige-t-il à être très	Dans quelle mesure êtes vous confronté(e) aux conditions suivantes dans votre propre travail :			
productif? rarement =	68 - travail sous délai (en général) ?			
assez souvent = 3 três souvent = 4	pas du tout =			
65 - Généralement, est ce que vous avez beau- coup de choses à faire ?	69 - Est-ce le cas en ce moment ?			
coup de choses à laire i	V/ - Est-ce le cas en ce moment			
rarement = I	non = I 🗂 oui = 2 🗖			
	70 - retard dans le travail (en général) ?			
66 - En ce moment, est ce que vous avez beau- coup de choses à faire ?	pas du tout = 1			
non = 1 🗂 oui = 2 🗖				

4 - FACTEURS PSYCHOSOCIAUX D'ORIGINE PROFESSIONNELLE				
71 - Est-ce le cas en ce moment ?	79 - Pouvez-vous prendre de l'avance dans votre			
non = I 🗇 oui = 2 🗇	travail?			
72 - objectifs de rendement ?	souvent = 1			
pas du tout = 1 ☐ un peu = 2 ☐ assez = 3 ☐ beaucoup = 4 ☐	80 - Etes-vous partie prenante dans les décisions			
	qui concernent votre travail ?			
73 - Votre travail nécessite-t-il votre pleine attention?	énormément = 1 ☐ beaucoup = 2 ☐			
jamais = 1 ☐ de temps en temps = 2 ☐ souvent = 3 ☐ toujours = 4 ☐	in and in the state of the			
	Ol Besticione como à l'emperientien de contra			
	81 - Participez-vous à l'organisation de votre			
74 - Quel est le risque d'erreur dans votre travai	l travail?			
si vous arrêtez de vous concentrer pendant un				
moment ?	énormément = I □ beaucoup = 2 □			
	moyennement = 3			
aucun = 1				
	82 - Décidez-vous quelle partie du travail vous			
75 - Pouvez-vous choisir l'ordre dans lequel vous				
-	and enectuer i			
accomplissez vos tâches ?				
	énormément =			
très fortement = I 🗇 beaucoup = 2 🗇				
modérément = 3 un peu = 4 □	presque pas = 5			
très peu = 5				
76 - Pouvez-vous décider quelle quantité de tra- vail vous allez effectuer ?	Est ce que les personnes suivantes délaissent momentanément leur travail pour vous aider dans le votre ?			
très fortement = I □ beaucoup = 2 □				
modérément = 3 🗇 un peu = 4 🗇				
très peu = 5	83 - Votre supérieur hiérarchique immédiat			
77 - Pouvez-vous travailler à la vitesse que vous	beaucoup = 1 □ assez = 2 □			
souhaitez ?	un peu = 3 🗂 pas du tout = 4 🗇			
très fortement = I	84 - Vos collègues			
modérément = 3 🗇 un peu = 4 🗇				
très peu = 5	beaucoup = 1 assez = 2 assez = 2			
	un peu = 3 ☐ pas du tout = 4 ☐			
78 - Quelle influence avez-vous sur la qualité du				
travail qui vous est confié ?				
tak amada = 1	,			
très grande = I				
modérée = 3 ☐ un peu = 4 ☐	,			
très peu = 5				

_	SYCHOSOCIAUX DFESSIONNELLE
Est-il facile de discuter avec les personnes suivantes ?	90 - Vos collègues beaucoup =
85 - Votre supérieur hiérarchique immédiat	un peu = 3
beaucoup = 1	Selon vous, quelles sont les possibilités que dans les prochaines années :
beaucoup = I □ assez = 2 □	91 - Votre emploi soit supprimé ?
un peu = 3 ☐ pas du tout = 4 ☐	pas du tout = 1
Pouvez-vous compter sur les personnes sui- vantes en cas de difficulté dans le travail ?	92 - Votre emploi soit automatisé ?
87 - Votre supérieur hiérarchique immédiat	pas du tout = 1 \square un peu = 2 \square beaucoup = 4 \square
beaucoup =	
un peu = 3	93 - Quel intérêt portez-vous à votre travail ?
88 - Vos collègues	← →
	aucun énorme
beaucoup = 1	94 - Comment jugez-vous la complexité de votre travail ?
Est-ce que les personnes suivantes sont dispo- nibles pour écouter vos problèmes personnels ?	faible forte
89 - Votre supérieur hiérarchique immédiat	
beaucoup = 1 assez = 2 non concerné = 9 pas du tout = 4	

	U TRAVAIL IL MANUEL
95 - S'agit-il d'un travail à la chaîne ?	107 - Empoussièrement : oui = 2
non = I □ oui = 2 □	001-2 5 1011-1 5
Selon vous	Quels sont les 3 outils les plus pénibles que vous utilisez ?
96 - La contrainte de temps lors du travail est	108 -
	109 -
inexistante insupportable	110 -
97 - Les gestes de travail sont-ils répétitifs ?	
	III - Selon vous, au cours de votre travail, la température de vos mains est-elle?
pas du tout très	temperature de vos mans est-ene :
	ni chaude ni froide = 1 plutôt chaude = 2 plutôt froide = 3 plutôt chaude = 2
98 - La cadence est-elle	plutor troube – 3 E
	I 12 - Selon vous, l'un ou plusieurs des outils que
lente très rapide	vous utilisez vibrent-ils ?
99 - La force musculaire requise est-elle	pas du tout = 1 ☐ un peu = 2 ☐ beaucoup = 3 ☐ non concerné = 9 ☐
faible très grande	113 - Quels sont les outils vibrants ?
100 - Le travail nécessite-t-il des mouvements	
précis et très fins ?	
←	I I4 - Cette vibration vous gêne-t-elle
pas du tout très	
101 - Après votre travail, la fatigue musculaire	pas du tout = 1 ☐ un peu = 2 ☐ beaucoup = 3 ☐ non concerné = 9 ☐
dans les membres supérieurs est :	II5 - Portez-vous des gants?
inexistante très forte	oui = 2 🗂 non = 1 🗂
102 - Utilisez-vous plus souvent une main que	I 16 - La pression que vous exercez sur l'objet tra-
l'autre ?	vaillé est-elle :
non = I	très faible= ☐ faible = 2 ☐
Avez-vous déjà éprouvé la sensation de :	moyenne = 3 forte = 4 forte
	très forte = 5
103 - Froid (< 10 °C) : oui = 2	I 17 - Quelle proposition faites-vous pour réduire
104 - Humidité : oui = 2 ☐ non = 1 ☐	le risque de TMS et améliorer la vie au travail ?
105 - Bruit :	
oui = 2	
oui = 2	

Annexe 7 : Echelles de Borg

Fiche anonymisée de renseignement des échelles de Borg RPE (à gauche) et CR10 (à droite) toutes les 2h lors d'une journée de travail

Comment percevez-vous l'effort effectué?

Entourez le chiffre correspondant à l'effort ressenti (à débuter à la prise de poste et à répéter toutes les 2h) MEMBRE SUPERIEUR LE PLUS SOLLICITE : MAINS, AVANT-BRAS ET BRAS CORPS ENTIER EXTREMENT Nº 1 H0 10 3 MODERE 4 6 EXTREMENT UN PEU DUR 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 DUR EXTREMEMENT DUR N° 2 10 H+2 10 FAIBLE EXTREMENT HEN Nº 3 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 FAIBLE DUR EXTREMEMENT DUR H+4 0 10 UN PEU DUR EXTREMENT TRES FAIBLE Nº 4 10 11 12 13 14 15 16 17 FAIBLE DUR H+6 10 0 9 EXTREMENT UN PEU DUR TRES FAIBLE TRES DUR 10 11 12 13 14 15 16 17 FABLE DUR 0 9 10 EXTREMENT DUR TRES FAIRLE BLE UN PEU DUR 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 DUR EXTREMEMENT DUR UN PEU DUR TRES DUR N° 6

Fiche explicative accompagnant la fiche de renseignement des échelles de Borg

0

Méthode pour évaluer l'effort au niveau du Corps Entier : colonne de gauche

H+10

Le but est pour vous de mesurer votre perception de l'effort pendant une activité physique, ici il s'agit de votre travail, <u>au niveau du corps entier.</u> Votre perception doit traduire la difficulté et l'intensité de l'effort en tenant aussi compte de la fatigue musculaire ou générale ressentie (combien il est lourd et fatiguant). Ne prenez pas en compte une simple douleur à la jambe ou un bref essoufflement, mais essavez de vous concentrer sur le ressenti global de votre

Pendant l'effort, reportez-vous dans la <u>colonne de gauche</u> à l'échelle de perception de Borg qui va de <u>6 à 20</u> où 6 signifie : «Aucun effort » et 20 signifie «épuisant» (ou « effort maximal »).

Essayez d'apprécier votre effort le plus honnêtement possible. Votre propre perception de l'effort physique est très importante. Regardez cette l'échelle et lisez les expressions verbales associées puis donnez le nombre correspondant. Commencer toujours par lire les expressions verbales puis ensuite choisir un

- Le chiffre 9 correspond à une activité « très facile ». C'est pour quelqu'un en bonne santé, marcher lentement, à son propre rythme pendant quelques minutes.
- Le chiffre 13 correspond à une activité « Moyennement difficile », mais tout en se sentant bien pour continuer.
- Le chiffre 17 correspond à une activité « Très difficile » ou intense. Une personne en bonne santé peut poursuivre son effort en se stimulant. C'est dur et très fatigant.
- Le chiffre 19 correspond à une activité extrêmement difficile ou épuisante. Pour la plupart des gens, c'est l'activité la plus dure qu'ils n'aient

Méthode pour évaluer l'effort au niveau du Membre Supérieur le plus sollicité :

6

Fiche n°.....-...

9

colonne de droite

Le but est pour vous de mesurer votre perception de l'effort pendant une activité physique, ici il s'agit de votre travail, uniquement au niveau de votre membre supérieur le plus sollicité (celui que vous utilisez habituellement): épaule, bras, avant-bras, et main. Votre perception doit traduire la difficulté et l'intensité de l'effort (combien il est lourd et fatiguant) en tenant aussi compte de la fatigue musculaire ou générale ressentie.

Pendant l'effort, reportez-vous dans la colonne de droite à l'échelle de perception de Borg qui va de <mark>0 à 10</mark>, où 0 signifie : «Aucun effort» et 10 signifie « extrêmement dur » (ou « effort maximal »).

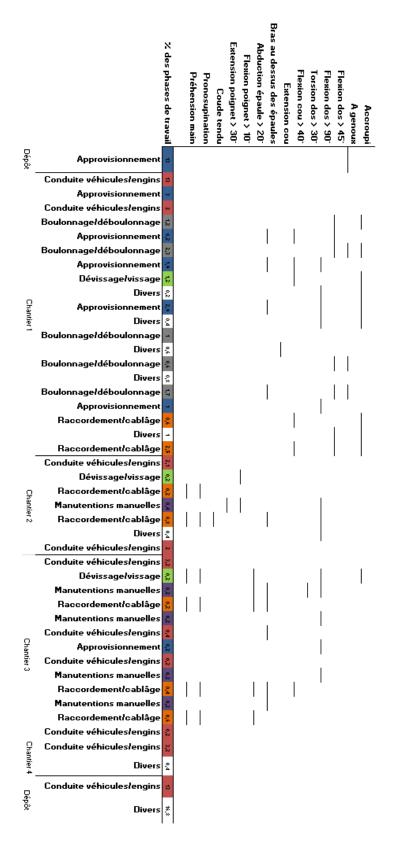
Essavez d'apprécier votre effort le plus honnêtement possible. Votre propre perception de l'effort physique est très importante. Regardez cette l'échelle et lisez les expressions verbales associées puis donnez le nombre correspondant. Commencer toujours par lire les expressions verbales puis ensuite choisir un nombre.

Vous pouvez bien sûr donner des valeurs intermédiaires telles que 1,5 ou 3.5, ou des décimales telles que 0.3 ou 0.8 ou 2.3. Au cas où vous percevriez une intensité d'effort supérieure à 10, vous pourrez proposer un nombre plus grand.

Il est très important que votre réponse corresponde bien à votre propre perception et non pas à celle que vous pensez devoir donner, et que vous soyez le plus fidèle possible à votre perception d'intensité de l'effort sans faire de sur et/ou de sous-estimation.

Annexe 8 : Chroniques d'activités

Etude de poste n°1 – Sujet n°1



		% des phases de travail	Préhension main	Pronosupination	Extension coude > 30°	Flexion coude > 10°	Bras au dessus des épaules	Extension cou	Flexion cou > 40°	Flexion dos > 90°	A genoux	Accroupi
Dépôt	Approvisionnement	ಹ										
ĝ	Conduite véhicules/engins	ದ										
	Conduite véhicules/engins	3.1										
	Conduite véhicules/engins	2,1										
	Conduite véhicules/engins	1.7										
	Raccordement/cablâge	3,4										
	Divers	0,2										
	Raccordement/cablåge	5										
Ω	Manutentions manuelles	0,2										
Chantier 1	Manutentions manuelles	0,2										
ier 1	Manutentions manuelles	0,2										
	Divers	0,2										
	Approvisionnement	15										
	Conduite véhicules/engins	0,4							ı		ı	
	Conduite véhicules/engins	8,0										
	Conduite véhicules/engins	0,4										
	Divers	_										
_	Conduite véhicules/engins	2										
오	Conduite véhicules/engins	2 0			ı	ı	ı					
Chantier 2	Raccordement/cablage	0,2										
er 2	Approvisionnement	17 0			ı	ı	ı					
-	Vissage/dévissage	0,2										
Chai	Conduite véhicules/engins	32										
Chantier 3	Surveillance	3,6										
Dépôt	Conduite véhicules/engins	ದ										

Etude de poste n°2 – Sujet n°1

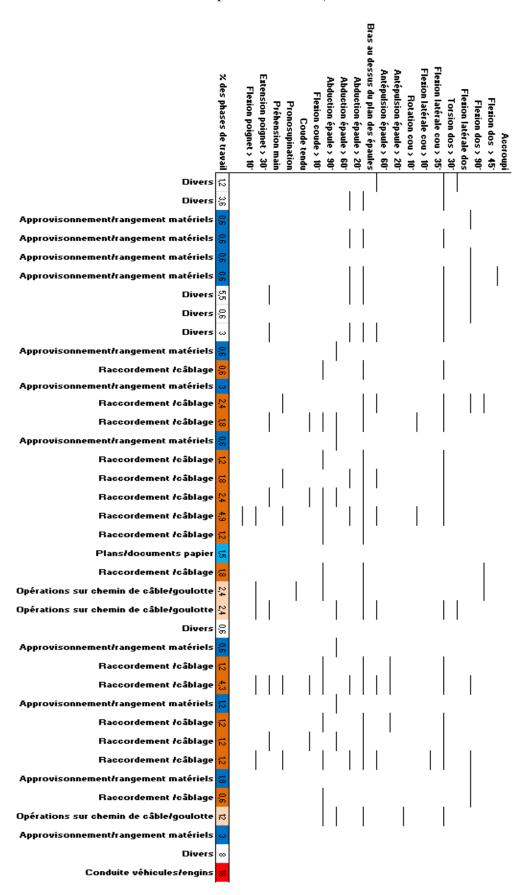
	% des phases de travail		Préhension main	Pronosupination	Extension poignet > 30°	Flexion poignet > 10°	Coude tendu	Flexion coude > 10°	Abduction épaule > 90°	Abduction épaule > 60°	Abduction épaule > 20°	Bras au dessus des épaules	Antépulsion épaule > 60°	Antépulsion épaule > 20°	Extension cou	Flexion cou > 40°	Torsion dos > 30°	Flexion latérale dos	Extension dos	Flexion dos > 90°	Flexion dos > 45°	Accroupi
Conduite véhicules/engins	17,8																					
Point avec équipe	8,9																					
Conduite véhicules/engins	4,5																					
Divers	0,3																					
Approv is ionne me nt	0,9								ı													ı
Dévissage/vissage	9,0																					
Divers	0,9				ı																	
Dévissage/vissage	0,3													ı								
Dévissage/vissage	0,3																				ı	
Divers	9,0	ı		ı	ı			ı			ı									ı		
Dévissage/vissage	0,3																					
Approvisionne me nt	1,8	ı		ı	ı			ı			ı			ı						ı		ı
Raccorde ment/cablâge),9 (ı							١,	ı	
Dévissage/vissage	0,3 1						ı					ı								ı		I
Dévissage/vissage	1,8 0																					
Dévissage/vissage	0,3 0				ı					ı		ı								ı		ı
Raccorde ment/cablage	0,9 0													ı				ı				
Raccordement/cablage														l						ı		
Raccordement/cablage	1,2 0,3							I	I									l				
Raccorde me nt/ca blâge Raccorde me nt/ca blâge	,3 0								l											ı		
Raccorde ment/cablage	,9 2,4							I	I		ı											
Raccorde ment/cablage											l	l	ı									
Approvisionnement		ı		l				l	l				I									
Raccordement/cablage		١		ı							l			l						l		
Raccordement/cablage	-										I									l		
Raccorde ment/cablâge										l												
Dévissage/vissage																				I		
Dévissage/vissage		ı								I		l		I					l			
Dévissage/vissage												ı	ı		ı				1			I
Approvisionne me nt				1										ı								
Point avec équipe	_																			I		
Conduite véhicules/engins																						

Etude de poste n°2 – Sujet n°2

	% des phases de travail		Préhension main	Pronosupination	Extension poignet > 30°	Flexion coude > 10°	Abduction épaule > 90°	Abduction épaule > 60°	Abduction épaule > 20°	Bras au dessus des épaules	Antépulsion épaule > 60°	Antépulsion épaule > 20°	Extension cou	Flexion latérale dos	Extension dos	Flexion dos > 90°	Flexion dos > 45°	Accroupi
Divers	27																	
Conduite véhicules/engins	2,8			ı								ı					ı	ı
Dévissage/vissage	0,9								ı									
Raccordement/cablage	0,9											ı						
Raccordement/cablage	0,4								ı									
Raccordement/cablage	1,4							ı										
Raccordement/cablage	1,4 0																	
Dévissage/vissage	0,4 0	I				l		ı								ı		ı
Raccordement/cablage	0,4 2																	l
Conduite véhicules/engins	2,8																	
Approvisionnement	1,4 0,4																	
Raccordement/cablâge Raccordement/cablâge	,4 1,4									ı							l	ı
Raccordement/cablage	4 0,4									I								I
Dévissage/vissage	4 0,3	١				l					l	l						I
Raccordement/cablage	9 1,9									l					l			
Divers	0,4	ı								ı		I			I			ı
Raccordement/cablâge	6,0 ‡								1		ı							
Raccordement/cablâge	0,4			1		1	1	'		'								
Dévissage/vissage	0,4																	
Point avec équipe	8,0			'								'						
Raccordement/cablâge	8,5																	
Raccordement/cablåge	2,4																	
Conduite véhicules/engins	2,8				-							-		-				
Raccordement/cablâge	2,8																	
Conduite véhicules/engins	5,6																	
Non observé	੪																	

Etude de poste n°3 – Sujet n°1

	% des phases de travail	Flexion poignet > 10	Frenension main		Proposinipation	Abduction épaule > 90:	Abduction épaule > 20°	Bras au dessus du plan des épaules	Antépulsion épaule > 60°	Antépulsion épaule > 20:	Flexion latérale cou > 10°	Flexion cou > 40:	riexion laterale dos	The state of the s	Flexion dos > 90:	Flexion dos > 45:	A genous	Accross
Coordination équipe/matériels	9,7																	_
Conduite véhicules/engins	9,7																	
Coordination équipe/matériels	7,8																	
Approvisionnement/rangement matériels	_																	
Approvisionnement/rangement matériels	0,3																	
Coordination équipe/matériels	<mark>3,0</mark>																	
Approvisionnement/rangement matériels	6																	
Approvisionnement/rangement matériels	9,0																	
Coordination équipe/matériels	2,9																	
Approvisionnement/rangement matériels	0,3																	
Coordination équipe/matériels	<u>6</u> 1																	
Raccordement/câblage	8,4																	
Approvisionnement/rangement matériels	0,3			•														
Coordination équipe/matériels	3,2																	
Raccordement/câblage	3,6																	
Coordination équipe/matériels	o																	
Plans/Documents papier	±																	
Coordination équipe/matériels	2,6																	
Raccordement/câblage	9,0																	
Approvisionnement/rangement matériels	0,3																	
Raccordement/câblage	2,3																	
Coordination équipe/matériels	0,3		-							-					-		-	
Raccordement/câblage	9,0																	
Plans/Documents papier	თ												-					
Coordination équipe/matériels	3,2																	



		Flexion poignet > 10	Extension poignet > 30"	Préhension main	Pronosupination	Extension coude > 30	Flexion coude > 10	Abduction épaule > 60'	Abduction épaule > 20	Bras au dessus du plan des épaules	Autépulsion épaule > 20°	Antépulsion épaule > 60°	Flexion laterale cou > 35	Flexion cou > 40	Torsion dos > 30	Flexion latérale dos	Ext	Flexion dos > 90°	Flexion dos > 45"		
		g	gaet	5	, Š	o de	o e d	-	<u>.</u>	ę,			0	9	300	ě	Extension dos	30 p	8 3	<u> </u>	
		ě	ě	2	100	š	ě	ě :	20.	į,	20.	Š à	: 5	Ě	30	90	dos	ě	105 > 45°	Accrospi	
Conduite véhicules / engins	7.8																				
Opérations sur chemin de câble/goulotte	_																				
Approvisonnement/rangement de matériels	-																				
Divers					ı		ı							l		ı		١	ı	ı	
	S			l	l		I				ı					I				ı	
, i	요 05			ı	I		١				ı					ı	١				
	ರಾ ಪ		l	I	I		ı			1	1						١				
Divers			ı							'						1			1		
Approvisonnement/rangement de matériels	03																				
Vissage/dévissage	ಐ																				
Approvisonnement/rangement de matériels	8																				
Manutentions manuelles	ವ																				
Approvisonnement/rangement de matériels	8																				
Manutentions manuelles Divers	<u> </u>																١				
Approvisonnement/rangement de matériels	·																	- 1			
Divers	2																				
Approvisonnement/rangement de matériels	9																				
Manutention mécanique	မ္ဘ																	'			
Divers	8																				
Manutentions manuelles	8																				
Approvisonnement/rangement de matériels	ವ																				
Boulonnage/déboulonnage	9																				
Approvisonnement/rangement de matériels	ස _																ı				
Boulonnage/déboulonnage Approvisonnement/rangement de matériels	ਲ -																ı	ı			
Boulonnage/déboulonnage	<u>ده</u> 0																ı	ı			
Divers	_																١				
Boulonnage/déboulonnage	_																				
Manutention mécanique	05																				
Divers .	21																				
Opérations sur chemin de câble/goulotte	25																				
Yissage/dévissage																					
	္မ																				
Approvisonnement/rangement de matériels																		١			
Yissage/dévissage Approvisonnement/rangement de matériels	- -																ı				
Opérations sur chemin de câble/goulotte																					
Raccordement/cablage	ယ		l	l	l		١			1			I			I	١	١			
	7 05		ı	ı	ı		1			ı			1			1					
Raccordement/cablåge	2.9																				
Approvisonnement/rangement de matériels	8						'			•							. '	'			
Raccordement/cablåge	21																				
Divers																					
Opérations sur chemin de cable/goulotte	56																				
Approvisonnement/rangement de matériels Conduite véhicules / engins	8																				
CONTRACT TENICALES I ENGINE																					

Table des figures

Figure 1 : Modèle biomécanique du lien entre sollicitations et capacités fonctionnelles (d'après Claudon	
Cnockaert, 1994)	
Figure 2 : Physiopathologie de l'action locale des contraintes biomécaniques sur les structures tendineus	ses
(d'après Davezies, 2003)	
Figure 3 : Représentation schématique des mécanismes physiologiques mis en jeu dans la réaction de st	ress
biologique : état inflammatoire de bas grade (d'après Davezies, 2003)	
Figure 4 : Modèle du stress professionnel de Karasek et Theorell (à gauche) et modèle de Johnson (à dro	
Figure 5 : Modèle des liens biologiques entre stress et TMS (selon Aptel et Cnockaert, 2002)	33
Figure 6 : Hypothèse sur le rôle du cortisol dans la réaction biologique en situation de stress aigu ou chro	onique,
en particulier dans la boucle de rétrocontrôle négatif sur l'axe surrénalien (d'après Davezies, 2008)	34
Figure 7 : Représentation des axes d'orientation dans l'espace des vibrations transmises au corps entier	
membre supérieur	
Figure 8 : Représentation schématique (vue latérale) d'une articulation intervertébrale de la colonne ver	
Figure 9 : Représentation schématique (coupe sagittale) des différentes formes anatomiques de hernie d	
Figure 10 : Incidence des maladies professionnelles hors TMS, tous secteurs d'activité confondus en 201	
Figure 11 : Incidence des maladies professionnelles hors TMS dans le BTP en 2013	
Figure 12 : Répartition des TMS des membres inférieurs et supérieurs par articulation et par tableaux de	
maladies professionnelles chez les électriciens en 2013	
Figure 13 : Fréquence des différentes formes cliniques des pathologies de l'épaule au tableau n°57 A che	ez les
électriciens en 2013	
Figure 14 : Fréquence des différentes formes cliniques des pathologies du coude aux tableaux n° 57 B et	
chez les électriciens en 2013.	
Figure 15 : Fréquence des différentes formes cliniques des pathologies du poignet, de la main et des doi	_
tableaux n° 57 C et n°69 chez les électriciens en 2013	
Figure 16 : Incidence des maladies professionnelles hors TMS chez les électriciens en 2013	77
Figure 17 : Evolution de l'incidence totale des maladies professionnelles, des TMS et des maladies	
professionnelles liées à l'amiante entre 2003 et 2014	
Figure 18 : Evolution de l'incidence des maladies professionnelles par tableaux dans la population génér	ale :
entre 2009 et 2013	78
Figure 19 : Evolution entre 2009 et 2013 de l'incidence des TMS dans le BTP et total des 9 CTN hors siège	
bureaux	
Figure 20 : Evolution de l'incidence des TMS dans le BTP : détail par tableaux de maladies professionnell	
Figure 21 : Déterminants et facteurs de risque des TMS, d'après la CARSAT	
Figure 22 : Equivalences pour différentes grandeurs d'évaluation de la dépense énergétique graduée en	-
niveaux d'activité physique	
Figure 23 : Echelle de catégories « RPE scale », traduction française d'après Borg (1970) à gauche et éch	
catégories CR-scale ou « CR10 », traduction française d'après Borg (1982) à droite	
Figure 24 : Boîtier d'enregistrement VIB dB A(8).	
Figure 25 : Accéléromètre triaxial WBA001 pour le corps entier.	
Figure 26 : Accéléromètre triaxial AP 2042 pour le membre supérieur	
Figure 27 : Scores TMS du rachis par localisation.	
Figure 28 : Répartition selon score 50 des scores TMS du rachis par localisation	
Figure 29 · Effectif par nombre de plaintes de TMS aux membres supérieurs droit et aauche	115

Figure 30 : Répartition selon score 50 des scores TMS des membres supérieurs droit et gauche et par	
localisation	116
Figure 31 : Scores TMS du membre supérieur droit par localisation	117
Figure 32 : Scores TMS du membre supérieur gauche par localisation	118
Figure 33 : Détail par localisation des effectifs déclarant une douleur (en pourcentage) et scores moyens de	e TMS
par localisation (sur 100)	119
Figure 34 : Effectif par nombre de plainte de symptômes de stress	125
Figure 35 : Répartition selon score 50 des scores de stress par catégories de symptômes	125
Figure 36 : Evolution sur une journée de H0 à H+10 des valeurs moyennes et écarts-type de score RPE	139
Figure 37 : Répartition des scores RPE évalués sur une journée à H0, H+2, H+4, H+6, H+8 et H+10	140
Figure 38 : Evolution sur une journée de H0 à H+10 des valeurs moyennes et écarts-type de score CR10	144
Figure 39 : Répartition des scores CR10 évalués sur une journée à H0, H+2, H+4, H+6, H+8 et H+10	145
Figure 40 : Exposition ressentie à des contraintes environnementales dans le travail.	148

Liste des tableaux

Tableau 1 : Formes cliniques des pathologies inflammatoires (tendinites et ténosynovites) des membres	
supérieurs et inférieurs	
Tableau 2 : Données sur les TMS par tableaux de maladies professionnelles en 2013 tous secteurs d'activit	té
confondus	70
Tableau 3 : Données sur les TMS par tableaux de maladies professionnelles en 2013 dans le BTP	72
Tableau 4 : Données sur les TMS par tableaux de maladies professionnelles en 2013 chez les électriciens	73
Tableau 5 : Détail des formes cliniques de TMS des membres au tableau n° 57 des maladies professionnell	les
chez les électriciens en 2013	75
Tableau 6 : Répartition et détail des ouvriers électriciens dans les entités étudiées de l'entreprise en 2015	
(source : entreprise X)	
Tableau 7 : Répartition par tableaux des maladies professionnelles cumulées dans l'entreprise X, toutes et	
confondues, entre 2001 et 2014 inclus (source : entreprise X)	92
Tableau 8 : Détail des maladies professionnelles reconnues au tableau n°57 dans l'entreprise X, toutes ent	
confondues, depuis 2001 (source : entreprise X)	93
Tableau 9 : Détail des TMS reconnus en maladies professionnelles entre 2013 et 2015 dans les entités de	
l'entreprise X concernées par l'étude (source : entreprise X)	94
Tableau 10 : Outils, type d'activité et matériaux sélectionnés pour les mesures de vibrations	105
Tableau 11 : Principales caractéristiques anthropomorphiques et socio-professionnelles de la population	
étudiée	
Tableau 12 : Effectif par nombre de plaintes de TMS du rachis	
Tableau 13 : Effectif par nombre de plaintes de TMS aux membres supérieurs droit et/ou gauche	
Tableau 14 : Présence d'au moins une plainte de TMS du rachis, des membres supérieurs et de TMS associ	
rachis et des membres supérieurs selon l'âge	
Tableau 15 : Effectif par nombre de TMS du rachis selon l'âge	
Tableau 16 : Moyennes et écarts-type des scores de TMS du rachis et des membres supérieurs droit et gau	
par localisation et par classe d'âge	
Tableau 17 : Présence d'au moins une plainte de TMS du rachis, des membres supérieurs et TMS associés	du
rachis et des membres supérieurs selon l'ancienneté totale	
Tableau 18 : Effectif par nombre de TMS du rachis selon l'ancienneté totale	
Tableau 19 : Présence d'au moins une plainte de TMS du rachis, des membres supérieurs et TMS associés	
rachis et des membres supérieurs selon l'ancienneté dans l'entreprise	
Tableau 20 : Analyse croisée du ressenti de stress et origine des soucis	
Tableau 21 : Moyennes, écarts-type et répartition des scores des différentes composantes de risques psyc	ho-
sociaux	
Tableau 22 : Effectif par classes de score des différentes composantes de risques psycho-sociaux	
Tableau 23 : Mesures du niveau global A(8) de vibrations transmises au corps entier par des véhicules et d	lurée
d'utilisation cumulée pour dépasser les seuils d'alerte et de limite d'exposition journalière	
Tableau 24 : Liste des outils perçus comme vibrants par ordre décroissant de fréquence de citation	
Tableau 25 : Mesures du niveau global A(8) de vibrations transmises aux membres supérieurs par des out	
durée d'utilisation cumulée pour dépasser les seuils d'alerte et de limite d'exposition journalière (1/2)	
Tableau 25 : Mesures du niveau global A(8) de vibrations transmises aux membres supérieurs par des out	
durée d'utilisation cumulée pour dépasser les seuils d'alerte et de limite d'exposition journalière (2/2)	
Tableau 26 : Détail des outils considérés comme pénibles (3 réponses possibles par sujet)	
Tableau 27 : Movennes, écarts-type et répartition des scores RPF sur une journée de travail (de H0 à H+10	11 138

Tableau 28: Effectifs par classe de score RPE aux différents temps d'évaluation de la charge physique glo	obale de
travail	138
Tableau 29 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores TMS du rachis et des membres supérieurs selor	n le
score RPE	141
Tableau 30 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores de symptômes de stress, des composantes de r	risques
psycho-sociaux et des paramètres de vécu du travail selon le score RPE	142
Tableau 31 : Moyennes, écarts-type et répartition des scores CR10 sur une journée de travail (de H0 à H	+10).143
Tableau 32 : Effectifs par classe de score CR10 aux différents temps d'évaluation de la charge physique d	de
travail du membre supérieur	143
Tableau 33 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores TMS du rachis et des membres supérieurs selor	า le
score CR10	146
Tableau 34 : Valeurs moyennes et écarts-type des scores de symptômes de stress, des composantes de r	risques
psycho-sociaux et des paramètres de vécu du travail selon le score CR10	147
Tableau 35 : Moyennes, écarts-type et répartition des scores de vécu du travail	149
Tableau 36 : Effectifs par classes de score pour l'évaluation des variables de vécu du travail	
Tableau 37 : Principales phases de travail observées lors des différentes journées d'observation de l'étuc	de
ergonomique	150
Tableau 38 : Principales contraintes posturales observées pour différentes activités lors de l'étude ergon	
	151
Tableau 39 : Diverses contraintes de travail observées pour différentes activités lors de l'étude ergonom	ique.154
Tableau 40 : Pistes d'action proposées à l'issue de l'étude ergonomique, par axes de prévention	155

CHALABI DIB Karine:

METHODOLOGIE DE LA DEMARCHE DE PREVENTION DES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES

Cas d'une intervention dans une entreprise de travaux d'installation électrique

221 f. 40 tabl. 40 fig. Thèse de Médecine: LYON 2016 n° 254

RESUME:

Mener une démarche de prévention des Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) en entreprise nécessite un cadre méthodologique pour appréhender la complexité de ces pathologies dans un contexte professionnel. L'objectif de cette étude était d'étudier la prévalence des TMS et d'analyser les liens avec les contraintes de travail dans l'entreprise, avec pour objectif final d'orienter l'entreprise dans l'élaboration d'un plan de prévention des TMS à destination des électriciens.

Nous avons mené une étude épidémiologique transversale entre Mars et Novembre 2015, reposant sur l'utilisation du questionnaire TMS (INRS), l'évaluation subjective de la charge physique de travail par les échelles de Borg RPE et CR10, des mesures de vibrations pour divers véhicules et outils ainsi que sur une étude ergonomique de l'activité réelle de travail.

Parmi les 52 sujets inclus dans l'étude, les principaux TMS étaient localisés au rachis lombaire (80,8%) et au poignet droit (48,2%). Leur prévalence était très supérieure à celle des TMS reconnus en maladies professionnelles dans l'entreprise et chez les électriciens à l'échelon national. Les sujets de l'étude étaient soumis à des contraintes physiques (charge physique de travail), biomécaniques (postures contraignantes, vibrations), psychosociales (pression psychologique et peur de perdre son emploi) et environnementales fortes. Ces facteurs psychosociaux sont péjoratifs et générateurs de stress malgré des facteurs protecteurs comme l'autonomie dans le travail, le soutien social et des compétences professionnelles valorisées.

La complémentarité des axes d'étude avec l'utilisation d'outils validés et éprouvés en milieu professionnel a permis d'établir un état des lieux approfondi de la question des TMS dans l'entreprise, première étape de la démarche de prévention. L'appropriation des résultats par l'entreprise était un préalable à l'élaboration d'un plan de prévention. L'efficacité de la démarche nécessite la compréhension des mécanismes sous-jacents à la survenue des TMS dans l'environnement de travail et la prise en compte de tous les facteurs de risque, sans éluder les risques psycho-sociaux et organisationnels qui représentent l'enjeu humain des TMS. L'ancrage d'une culture de prévention et d'une dynamique d'amélioration continue dans l'entreprise pourrait être favorisé par la formation de personnes ressources compétentes sur le sujet des TMS.

MOTS CLES: Troubles Musculo-Squelettiques (TMS), prévention, méthodologie, questionnaire TMS, échelles de Borg

JURY: Président : Monsieur le Professeur Alain Bergeret

Membres : Monsieur le Professeur Gilles Rode Madame le Professeur Barbara Charbotel

Madame le Docteur Séverine Duvauchelle

DATE DE SOUTENANCE : 03 Octobre 2016

Adresse de l'auteur : karine.dib@free.fr