



**HAL**  
open science

# Matrices Emplois-Expositions : Exemples de création, validation et application

Laure Ngabirano

► **To cite this version:**

Laure Ngabirano. Matrices Emplois-Expositions : Exemples de création, validation et application. Santé publique et épidémiologie. Université Paris-Saclay, 2020. Français. NNT : 2020UPASS072 . tel-02930860

**HAL Id: tel-02930860**

**<https://theses.hal.science/tel-02930860>**

Submitted on 4 Sep 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Matrices emplois-expositions : Exemples de création, validation et application

## Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay

École doctorale n° 570, Santé Publique (EDSP)  
Spécialité de doctorat : santé publique - épidémiologie  
Unité de recherche : Université de Rennes 1, Inserm, EHESP, IRSET, 35000, Rennes,  
France - Université Paris-Saclay, 91190, Saint-Aubin, France  
Réfèrent : Faculté de médecine

Thèse présentée et soutenue en visioconférence totale,  
le 05 Juin 2020, par

**Laure Ngabirano**

### Composition du Jury

<b>Jean BOUYER</b> DR Inserm, Université Paris Saclay – CESP-Inserm U1018	Président
<b>Yolande ESQUIROL</b> MCU-PH, Université de Toulouse	Rapporteur & Examinatrice
<b>Grace N. SEMBAJWE</b> PA, Donald and Barbara Zucker School of Medicine of Hofstra University	Rapporteur & Examinatrice
<b>Marcel GOLDBERG</b> Pr Emérite, Université Paris Descartes – Inserm UMS 011	Examineur
<b>Alexis DESCATHA</b> PU-PH, Université d'Angers – Irset-Inserm UMR 1085	Directeur de thèse
<b>Yves ROQUELAURE</b> PU-PH, Université d'Angers – Irset-Inserm UMR 1085	Co-Directeur de thèse
<b>Annette LECLERC</b> DR Emérite Inserm, Université de Versailles Saint-Quentin-en- Yvelines (UVSQ) – Inserm UMS 011	Invitée



## **REMERCIEMENTS**

Au terme de ce travail, j'aimerais exprimer ma profonde gratitude à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse.

Tout d'abord, je remercie Alexis Descatha, mon directeur de thèse qui m'a encadrée avec enthousiasme et patience, et qui m'a apporté une formation riche. Je le remercie pour tout ce qu'il m'a transmis et pour le temps consacré pour le bon déroulement de cette thèse.

Je remercie Yves Roquelaure pour avoir co-dirigé cette thèse et pour m'avoir accueillie dans son équipe Ester de l'unité Irset Inserm 1085.

Je remercie Annette Leclerc pour avoir co-encadré cette thèse, en m'apprenant la rigueur scientifique et les principes fondamentaux de l'épidémiologie à préserver malgré les nouvelles technologies. Merci pour les idées et les remarques si enrichissantes et constructives, et pour le temps consacré à la relecture de cette thèse.

Je remercie Jean Bouyer d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse, mais également de m'avoir aidée pour aller jusqu'au bout de ce projet en tant qu'ex-directeur de l'EDSP.

Je remercie les rapporteurs, Yolande Esquirol et Grace Sembajwe, et l'examineur Marcel Goldberg d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de s'être rendus disponibles.

Je remercie la directrice de l'EDSP 570, Florence Ménégaux, les co-directrices Raphaëlle Varraso et Marianne Canonico, ainsi que Fabienne Renoirt pour leur engagement et leur implication à l'ED afin de s'assurer que les thèses se passent dans de bonnes conditions.

Je remercie Marie Demathieu, la DRH de l'Inserm Grand-Ouest et Béatrice Subileau.

Je remercie Joël Ankri et Rachel Nadif pour leur accueil au sein de l'unité VIMA-Inserm U1168. Je ne manquerais pas de remercier tous les collègues de cette unité pour leur accueil et la gentillesse qu'ils m'ont témoigné : Miora, Wassila, Stéphanie, Ghislaine, Béatrice, Nicole, Oriane, Samira, Bénédicte, Laurent, Marine, Benjamin, Guillaume et Pierre. Merci à Diane et Marc pour les échanges si riches et pour les pauses séances anglais.

Mes remerciements vont également à Catherine Buisson et Pascal Empereur-Bissonnet pour le temps passé au sein du département ex-DST de santé publique France. Je remercie Laurence Chérié-Challine de m'avoir accueillie dans son unité ex-Upath de ce département, et pour son

écoute et ses conseils si précieux. Je remercie tous les collègues que j'ai eu l'occasion de côtoyer dans cette agence pour leur gentillesse, plus particulièrement Justine ma collègue de bureau.

Je remercie Isabelle Niedhammer et Jean-François Chastang pour leur aide pour la réalisation du premier objectif de cette thèse selon leurs expertises respectives.

Je remercie tous les collègues de l'équipe Ester de l'unité Inserm 1085 ; en particulier les doctorants : Aboubakari, Hai, Leila, Aviane, Deborah et Norbert pour la bonne ambiance et le soutien mutuel dans nos travaux. Merci à Valérie et Julie pour leur aide.

Je remercie les différents co-auteurs de mes articles pour leur soutien, et pour leurs remarques et suggestions si constructives.

Mes remerciements vont à toutes les personnes qui ont participé à la mise en place et à la réalisation des enquêtes Sumer et de la cohorte Constances sur lesquelles repose ce travail, sans oublier les participants.

Merci Serge et Odette, les moments passés ensemble étaient plein de ressources. Merci à tous les proches et amis pour leurs encouragements.

Je remercie mes frères et sœurs pour leur solidarité, ainsi que mes parents pour leur affection, leur soutien et leurs encouragements tout le long de mon parcours.

Je ne saurais comment remercier mon très cher époux ; mais en résumé, merci pour ton affection et de m'avoir entourée et supportée même pendant les moments les plus confus connus durant ces trois années. Merci de m'avoir accompagnée et cherchée à des heures et à des moments improbables au travail. Merci d'avoir bien assuré dans le foyer et pour tes relectures de mon travail. Je remercie nos enfants qui m'ont fait une très grande joie de venir agrandir la famille pendant cette thèse.

Enfin, je remercie mon Seigneur Jésus-Christ, Lui qui m'a donné la santé, le courage et la force d'y croire et de tenir bon du début jusqu'à la fin de ce projet.

# Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	2
<b>PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES</b> .....	7
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	9
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	10
<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	11
<b>LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS</b> .....	12
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	13
<b>1.1. Etat de connaissance sur les facteurs psychosociaux au travail</b> .....	15
1.1.1. Généralités et conséquences .....	15
1.1.2. Evaluation des facteurs psychosociaux au travail : principaux concepts .....	17
<b>1.2. Etat de connaissance sur les contraintes de risque biomécaniques au travail</b> .....	23
1.2.1. Généralités.....	23
1.2.2. Conséquences des contraintes biomécaniques au travail.....	25
1.2.3. Evaluation des contraintes biomécaniques au travail : principales méthodes .....	28
<b>1.3. Matrice emplois-expositions</b> .....	29
1.3.1. Contexte.....	29
1.3.2. Structure et définition d'une matrice emplois-expositions (MEE).....	30
1.3.3. Avantages et inconvénients des MEE .....	31
1.3.4. MEE sur les facteurs psychosociaux au travail : état de connaissance.....	32
1.3.5. MEE sur les contraintes biomécaniques au travail : état de connaissance .....	34
<b>2. OBJECTIFS</b> .....	36
<b>3. CONSTRUCTION ET VALIDATION D'UNE MEE SUR LES FACTEURS PSYCHOSOCIAUX AU TRAVAIL « STRESSJEM » : ENQUETE SUMER</b> .....	38
<b>3.1. Matériels et méthodes</b> .....	39
3.1.1. Enquête SUMER .....	39
3.1.2. Facteurs étudiés .....	43
3.1.3. Analyses statistiques.....	50
<b>3.2. Résultats</b> .....	59
3.2.1. Description des caractéristiques de l'échantillon de l'étude.....	59
3.2.2. Développement de la STRESSJEM .....	65
3.2.3. Validation de la STRESSJEM.....	68
<b>3.3. Discussion</b> .....	80
3.3.1. Principaux résultats .....	80

3.3.2.	Comparaison avec la littérature .....	81
3.3.3.	Forces .....	83
3.3.4.	Limites.....	84
<b>4.</b>	<b>VALIDATION DE SCORES D'EXPOSITIONS BIOMECANIQUES BASES SUR LA « JEM CONSTANCES » COMPARE A L'EVALUATION AUTO-RAPPORTEE : RESULTATS ISSUS DE LA COHORTE CONSTANCES .....</b>	<b>86</b>
<b>4.1.</b>	<b>Matériels et méthodes.....</b>	<b>87</b>
4.1.1.	Cohorte Constances .....	87
4.1.2.	Variables d'intérêt .....	89
4.1.3.	Analyses statistiques.....	93
<b>4.2.</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>94</b>
4.2.1.	Description de l'échantillon analysé pour chaque facteur de risque biomécanique. ....	95
4.2.2.	Etude de validité de la MEE : concordance avec les expositions auto-rapportées, pour les trois expositions prises en compte .....	98
4.2.3.	Etude d'associations entre douleurs et expositions professionnelles : comparaison des deux méthodes d'évaluation .....	104
<b>4.3.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>110</b>
4.3.1.	Principaux résultats .....	110
4.3.2.	Limites et forces .....	111
4.3.3.	Comparaison avec la littérature .....	112
<b>5.</b>	<b>APPLICATION DE JEM CONSTANCES POUR ETUDIER LE ROLE ETIOLOGIQUE DES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES VIE-ENTIERE SUR LES LIMITATIONS FONCTIONNELLES OBJECTIVES .....</b>	<b>114</b>
<b>5.1.</b>	<b>Contexte.....</b>	<b>114</b>
<b>5.2.</b>	<b>Matériels et méthodes.....</b>	<b>116</b>
5.2.1.	Population étudiée .....	116
5.2.2.	Variables d'intérêt .....	117
5.2.3.	Analyses statistiques.....	119
<b>5.3.</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>120</b>
5.3.1.	Exposition cumulée au port des charges lourdes (10-25 kg).....	121
5.3.2.	Exposition cumulée au travail à genou.....	126
<b>5.4.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>131</b>
5.4.1.	Principaux résultats et explication.....	131
5.4.2.	Forces .....	132
5.4.3.	Limites.....	133
5.4.4.	Comparaison avec la littérature .....	134
<b>6.</b>	<b>DISCUSSION GENERALE .....</b>	<b>136</b>

6.1. Bref rappel des objectifs.....	136
6.2. Synthèse des principaux résultats.....	137
6.3. Limites.....	139
6.4. Perspectives et implications en santé publique.....	141
6.5. Conclusion.....	144
<b>REFERENCES</b> .....	<b>145</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>154</b>



## **PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES**

### **Articles liés à la thèse**

Ngabirano L, Fadel M, Leclerc A, Evanoff BA, Dale AM, Roquelaure Y, Descatha A. Comparison between a job-exposure matrix (JEM) score and self-reported exposures for carrying heavy loads over the working lifetime in the CONSTANCES cohort. Ann Work Expo Health. 2020 Jan.

Ngabirano L, Fadel M, Leclerc A, Evanoff BA, Dale AM, d'Errico A, Roquelaure Y, Descatha A. Association between physical limitations and working life exposure to carrying heavy loads assessed using a Job-Exposure Matrix: CONSTANCES Cohort. Arch Environ Occup Health. 2020 Aug.

### **Article en préparation**

Construction and validation of a job-exposure matrix « STRESSJEM » for psychosocial work factors using the French national SUMER survey.

### **Communications**

Ngabirano L, Chastang JF, Niedhammer I. Construction et validation d'une matrice emplois-expositions pour les facteurs psychosociaux au travail à partir de l'enquête nationale SUMER. 18<sup>ème</sup> Colloque de l'Association pour le Développement des Etudes et Recherches Epidémiologiques en Santé Travail (ADEREST), Angers, 12-13 Mars 2018 (abstract pour une communication affichée)

Ngabirano L, Roquelaure Y, Descatha A. Validity of a job-exposure matrix (JEM) score for carrying heavy loads compared to self-reported assessment in the CONSTANCES cohort. Séminaire du Printemps de la Recherche à l'Irest, Rennes, 28 Mars 2019 (communication affichée)

Ngabirano L, Fadel M, Leclerc A, Roquelaure Y, Descatha A. Validity of a job-exposure matrix (JEM) score for carrying heavy loads compared to self-reported assessment in the CONSTANCES cohort. 10<sup>th</sup> International Scientific Conference of the Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders (Premus), Bologne, Italie, 02-05 Septembre 2019 (communication orale, symposium)

## **Autres travaux**

Descatha A, Evanoff BA, Andersen JH, Fadel M, Ngabirano L, Leclerc A, Dale AM, Roquelaure Y. JEMINI (Job Exposure Matrix InterNational) Initiative: a Utopian Possibility for Helping Occupational Exposure Assessment All Around the World? *J Occup Environ Med.* 2019 Jul ; 61: e320-e321.

Descatha A, Evanoff BA, Andersen JH, Baca M, Buckner-Petty S, Fadel M, Ngabirano L, Roquelaure Y, Dale AM. Comparison Between a Self-Reported Job Exposure Matrix (JEM CONSTANCES) to an Expertise-Based Job Exposure Matrix (MADE) for Biomechanical Exposures. *J Occup Environ Med.* 2019 Sep ; 61: e399-e400.

Fadel M, Leclerc A, Evanoff B, Dale AM, Ngabirano L, Roquelaure Y, Descatha A. Association between occupational exposure and Dupuytren's contracture using a job-exposure matrix and self-reported exposure in the CONSTANCES cohort. *Occup Environ Med.* 2019 Nov ; 76: 845-848.

Leclerc A, Fadel M, Ngabirano L, Evanoff BA, Dale AM, Goldberg M, Descatha A. Les Matrices Emplois-Expositions pour évaluer les expositions biomécaniques : bilan et perspectives. 4<sup>ème</sup> congrès francophone Troubles musculo-squelettiques, Hammamet, Tunisie, 25-27 Mars 2020.

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Schéma du modèle de Karasek bidimensionnel.....	18
<b>Tableau 2</b> : Dénombrement des maladies professionnelles pour les années 2013 à 2017 par grandes familles (en italique, taux d'évolution annuelle).....	26
<b>Tableau 3</b> : Exemple des moyennes d'exposition évaluées via une MEE a posteriori en utilisant les fréquences (expositions a et b) ou l'intensité (exposition c) d'exposition actuelle auto-déclarée .....	30
<b>Tableau 4</b> : Coefficients de corrélation, pourcentage de bien classés, indices de Kappa, sensibilité et spécificité, et AUC entre les expositions individuelles et les expositions de la MEE pour les hommes et les femmes .....	71
<b>Tableau 5</b> : Associations entre les expositions binaires individuelles du modèle de Karasek ou les expositions binaires de la MEE et la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie.....	74
<b>Tableau 6</b> : Associations entre les scores individuels du modèle de Siegrist ou les scores de la MEE et la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie .....	76
<b>Tableau 7</b> : Associations entre les expositions binaires individuelles des autres facteurs psychosociaux au travail ou les expositions binaires de la MEE et la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie ....	79
<b>Tableau 8</b> : Description des caractéristiques de l'échantillon utilisé pour chaque facteur biomécanique au travail étudié .....	97
<b>Tableau 9</b> : Seuil optimal, sensibilité et spécificité pour le travail répétitif.....	99
<b>Tableau 10</b> : Seuil optimal, sensibilité et spécificité pour le travail physiquement intense .....	101
<b>Tableau 11</b> : Seuil optimal, sensibilité et spécificité pour le port des charges lourdes 10-25 kg.....	103
<b>Tableau 12</b> : Odds ratios (Intervalles de confiance à 95%) pour les douleurs et le travail répétitif selon la méthode d'évaluation .....	105
<b>Tableau 13</b> : Odds ratios (Intervalles de confiance à 95%) pour les douleurs et le travail physique intense selon la méthode d'évaluation.....	107
<b>Tableau 14</b> : Odds ratios (Intervalles de confiance à 95%) pour les douleurs et le port des charges lourdes selon la méthode d'évaluation .....	109
<b>Tableau 15</b> : Association entre exposition cumulée au port des charges lourdes (10-25 kg) et limitations à monter des escaliers pour les hommes et pour les femmes .....	122
<b>Tableau 16</b> : Modèles logistiques, port des charges lourdes (10-25 kg) et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur l'âge pour les hommes et pour les femmes .....	123
<b>Tableau 17</b> : Modèles logistiques, port des charges lourdes (10-25 kg) et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur le niveau de diplôme pour les hommes et pour les femmes.....	125
<b>Tableau 18</b> : Association entre exposition cumulée au travail à genou et limitations à monter des escaliers pour les hommes et pour les femmes.....	127
<b>Tableau 19</b> : Modèles logistiques, travail à genou et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur l'âge pour les hommes et pour les femmes .....	128
<b>Tableau 20</b> : Modèles logistiques, travail à genou et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur le niveau de diplôme pour les hommes et pour les femmes .....	130

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Balance du modèle de Siegrist.....	19
<b>Figure 2</b> : Fréquence des TMS selon la localisation .....	25
<b>Figure 3</b> : Arbre de décision de la demande psychologique chez les hommes .....	67
<b>Figure 4</b> : Courbes ROC pour le travail répétitif.....	99
<b>Figure 5</b> : Courbes ROC pour le travail intense (Borg).....	101
<b>Figure 6</b> : Courbes ROC pour le port des charges lourdes (10-25kg) .....	103
<b>Figure 7</b> : Fréquence d'exposition aux charges de 10-25 kg selon le niveau de diplôme par sexe.....	124
<b>Figure 8</b> : Fréquence d'exposition au travail à genou selon le niveau de diplôme par sexe .....	129

## **LISTE DES ANNEXES**

<b>Annexe 1</b> : Questionnaires du modèle de Karasek : Version utilisée dans l'enquête SUMER 2003 .	154
<b>Annexe 2</b> : Questionnaire du modèle de Siegrist (Récompenses et ses trois sous dimensions) : Version utilisée dans l'enquête SUMER 2010.....	156
<b>Annexe 3</b> : Modèle reliant TMS et facteurs psychosociaux .....	157
<b>Annexe 4</b> : Caractéristiques des échantillons étudiés pour les hommes et pour les femmes, enquêtes SUMER .....	158
<b>Annexe 5</b> : Descriptif des scores moyens individuels en fonction des variables d'emploi selon le sexe, enquêtes SUMER .....	160
<b>Annexe 6</b> : Prévalence du job strain, de l'iso-strain et des autres facteurs psychosociaux au travail selon la PCS, la NAF et la taille de l'entreprise pour les hommes et pour les femmes.....	165
<b>Annexe 7</b> : Taux d'erreur et analyse de sensibilité des taux.....	171
<b>Annexe 8</b> : Questionnaires de Constances utilisés pour les expositions rétrospectives ou actuelles auto-rapportées .....	175
<b>Annexe 9</b> : Variables d'exposition biomécaniques utilisées pour la création de JEM Constances ....	175
<b>Annexe 10</b> : Questionnaires de Constances Utilisés pour les expositions basées sur la MEE .....	176
<b>Annexe 11</b> : Questions utilisées pour les douleurs .....	178
<b>Annexe 12</b> : Distribution des scores cumulés par variable d'exposition.....	180
<b>Annexe 13</b> : Questions utilisées pour la limitation de monter les escaliers .....	182

## LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire (alimentation, environnement, travail)
AUC	Area Under the Curve
CART	Classification and Regression Trees
CCTIRS	Comité Consultatif pour le Traitement des Informations Relatives à la Santé
CES	Centres d'examens de santé
CNIL	Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés
CNIS	Conseil National de l'Information Statistique
CONSTANCES	CONSULTANTS des Centres d'Examens de Santé
COSALI	COHORTE SALARIÉS Ligériens
COSMOP	Cohorte de Surveillance de la Mortalité selon l'activité Professionnelle
DADS	Déclaration Annuelle des Données Sociales
DARES	Direction de l'animation, de la recherche, des études et des statistiques
DGT	Direction générale du travail
DST	Département de santé travail
EDF-GDF	Electricité de France-Gaz de France
EU-OSHA	European Agency for Safety and Health at Work
HILDA	Household Income Labour Dynamics In Australia
IC	Intervalle de confiance
IMC	Indice de masse corporelle
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
JEM	Job-exposure matrix
MEE	Matrice emplois-expositions
MSA	Mutualité sociale agricole
NAF	Nomenclature des activités françaises
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OR	Odds ratio
PCS	Professions et catégories socioprofessionnelles
ROC	Receiver Operating Characteristic
Se	Sensibilité
SNCF	Société Nationale des Chemins de Fer
Sp	Spécificité
SUMER	Surveillance médicale des risques professionnels
TE	Taille de l'entreprise
TMS	Troubles musculo-squelettiques

# 1. INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, de nouveaux modes organisationnels et de production, et de nouvelles technologies ont été adoptés dans les pays industrialisés, et ont conduit à des changements importants dans les conditions de travail. Ces changements se sont inscrits dans des modifications plus profondes du marché du travail, caractérisées par un développement marqué du secteur des services, mais aussi et surtout par une mondialisation et une augmentation de la concurrence, poussant les entreprises à vouloir accroître leur productivité tout en réduisant l'effectif du personnel. L'informatisation et l'automatisation des outils de travail imposent aux salariés une cadence accélérée et une perte d'autonomie. Ils ont vu leur travail s'intensifier les obligeant à fournir à la fois des efforts physiques (effort important, posture difficile) et mentaux (attention permanente, sollicitations nombreuses, décisions compliquées), d'être capables de répondre aux contraintes de temps, aux exigences qualité et aux objectifs plus nombreux de production de l'entreprise. Ces mutations des conditions de travail peuvent induire une nette intensification du travail (1–3). Et cette intensification du travail a été associée à un accroissement des facteurs de risques biomécaniques malgré les progrès techniques qui consistent à alléger la charge des tâches dures physiquement (4) ; mais aussi à une émergence de nouveaux facteurs, les facteurs psychosociaux au travail (1) qui ont des conséquences sur la santé au travail.

Selon l'agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA), il était estimé à 2,4 millions par an, le nombre de décès dans le monde lié aux maladies d'origine professionnelle en 2017. Ce nombre correspondait à 200 000 individus en Europe (5) .

Il apparaît donc crucial de faire un état de connaissance des risques sanitaires, de leurs déterminants et leur évolution au cours du temps afin d'agir en mettant en place des politiques de promotion de la santé. La survenue d'un certain nombre de pathologies dans le cadre d'une activité professionnelle est par définition, potentiellement imputable aux facteurs de risques physiques, chimiques, biologiques, biomécaniques, organisationnelles, psychosociaux ou une combinaison de ces facteurs auxquels les travailleurs sont exposés (6).

Une des difficultés dans le champ de la santé au travail se trouve au niveau de mesure des expositions professionnelles, comme on le reverra.

Dans le cadre de ce travail de thèse, nous nous intéresserons justement à des méthodes d'évaluation des expositions professionnelles appliquées depuis peu à des expositions 'psychosociales' et 'biomécaniques'. Les méthodes (que nous détaillerons plus tard) couramment utilisées pour chacun des deux types de facteurs de risque d'intérêt présentent des avantages et inconvénients. Nous souhaiterions explorer d'autres outils dont le développement est en pleine extension dans les études épidémiologiques, et qui pourraient servir d'alternative pertinente sur ce type d'expositions professionnelles (7) ; mais qui nécessitent encore d'être validés pour être utilisés de façon fiable et précise : « les matrices emplois-expositions ». Avant d'aborder ces méthodes, et un exemple de création, validation et application, un rappel sera présenté sur les expositions 'psychosociales' (dits facteurs psychosociaux) et 'biomécaniques' en environnement professionnel, mentionnant les principaux facteurs avec leurs conséquences et leurs méthodes d'évaluation, ces informations étant pertinentes pour la suite de la thèse.



## **1.1. Etat de connaissance sur les facteurs psychosociaux au travail**

### 1.1.1. Généralités et conséquences

Les facteurs psychosociaux au travail sont devenus une préoccupation majeure des acteurs du monde du travail et ont aussi fait l'objet d'une thématique à part entière de recherche dans la littérature en épidémiologie des risques professionnels. Selon l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), les risques psychosociaux au travail se déclinent sous différentes formes combinées ou non, comme suit :

- Le stress, un des termes génériques pour qualifier les facteurs psychosociaux au travail plus fréquemment employé,
- Les violences internes à l'entreprise commises par les salariés (harcèlement moral ou sexuel, conflits entre les salariés ou entre les équipes),
- Les violences externes à l'entreprise commises sur les salariés dans le cadre du travail (insultes, menaces, agressions verbales, physiques ou sexuelles).

En France, la question des facteurs psychosociaux au travail a suscité des attentions particulières dans le gouvernement. Le ministère du travail a notamment saisi une expertise collective en 2007 pour détecter, mesurer et suivre les risques psychosociaux au travail dans l'optique de mettre en place un plan de prévention (3), puis s'est tenu un collège d'expertise en avril 2011 pour mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail (2).

Les conséquences du stress peuvent se décliner à différents niveaux :

- Pour le salarié :

Le stress peut avoir un effet délétère à la fois pour la santé en général et la qualité de vie du salarié ainsi que pour la qualité du travail. La littérature a souligné une association entre les facteurs psychosociaux au travail et leurs risques sur certaines pathologies comme les maladies cardio-vasculaires (8–12). Le stress peut provoquer une attitude d'isolement du salarié, un sentiment de perte de confiance en soi et une démotivation dans son travail.

- Pour l'entreprise :

Le stress affecte les rapports sociaux et le travail en lui-même. Il se manifeste par une augmentation d'absentéisme, de la rotation de personnel, d'accidents de travail et une baisse de productivité.

- Pour les Etats :

En Europe, le coût du stress lié au travail était estimé à environ 20 milliards d'euros en 2002 selon l'agence européenne pour la sécurité et la santé au travail. En France, d'après l'INRS, ce coût était estimé entre 2 et 3 milliards d'euros en 2007. Ces montants étaient notamment liés aux soins, à l'absentéisme au travail, aux cessations d'activité ou aux décès prématurés. Et peu avant, en 2003, le coût total des maladies cardiovasculaires et des troubles mentaux attribuables à l'exposition au stress au travail était estimé de 1,8 à 3 milliards d'euros (13).

Les facteurs professionnels potentiellement à l'origine du stress au travail sont souvent liés à l'organisation du travail, à la nature du travail ou aux relations sociales au travail (2). Ils ont été résumés en 6 grandes familles, mais cette classification repose uniquement sur des indicateurs disponibles dans les enquêtes françaises, et n'est donc probablement pas exhaustive : 1) intensification du travail et temps de travail, 2) exigences émotionnelles, 3) perte d'autonomie, 4) dégradation des rapports sociaux, 5) conflits de valeurs et 6) insécurité de la situation de travail.

### 1.1.2. Evaluation des facteurs psychosociaux au travail : principaux concepts

De par leur nature et leur diversité, il est complexe d'évaluer les facteurs psychosociaux au travail. Afin d'étudier certaines dimensions jugées fondamentales de l'environnement psychosocial de travail et d'aboutir à des outils d'évaluations validés en termes de propriétés psychométriques, des modèles conceptuels ont été élaborés au cours des dernières décennies. Ces modèles ont permis d'élaborer des questionnaires, souvent validés internationalement permettant de mesurer certains facteurs psychosociaux à l'aide d'un questionnaire auto-évalué par la personne enquêtée ou d'un questionnaire administré par un enquêteur. Certains de ces modèles d'évaluation des facteurs psychosociaux au travail ont déjà fait leur preuve en termes de validité prédictive sur la santé, dans la littérature en épidémiologie sur les risques professionnels.

#### 1.1.2.1. *Facteurs psychosociaux au travail classiques*

Les modèles les plus répandus sont le modèle de Karasek et le modèle de Siegrist.

##### **a) Modèle de Karasek et Theorell**

Le modèle conceptuel élaboré en 1979 par Robert Karasek a pendant longtemps été le modèle de référence très utilisé dans la littérature épidémiologique (14,15). Ce modèle est internationalement connu sous l'appellation du « modèle de Karasek » ou modèle du job strain. Le modèle était initialement composé de deux dimensions de l'environnement psychosocial au travail : 1) la demande psychologique qui comporte des aspects à la fois quantitatifs et qualitatifs, de la charge psychologique de travail associée à l'exécution des tâches (complexité des tâches et contraintes de temps liées au travail), 2) la latitude décisionnelle qui comporte deux sous-dimensions : l'utilisation des compétences (possibilité d'utiliser ses qualifications et de développer des compétences nouvelles) et l'autonomie décisionnelle (la marge de manœuvre dans la manière de faire son travail et de prendre part aux décisions qui s'y rattachent). Selon Karasek, la combinaison d'une forte demande psychologique et d'une faible latitude décisionnelle conduit à une situation de tension au travail, « job strain » qui est une situation à

risque pour la santé. Une troisième dimension a été ajoutée à ce modèle par Theorell (9,16), la dimension du soutien social. Le soutien social porte sur des aspects liés au soutien (aide et reconnaissance) de la part des collègues et du supérieur hiérarchique. Un manque de soutien social (isolement social) au travail constitue une situation à risque pour la santé. Le questionnaire du modèle de Karasek validé et recommandé, existe en version française et permet d'évaluer ces trois dimensions (17,18). En présence des dimensions de la demande psychologique et de la latitude décisionnelle, la dimension du soutien social peut agir en tant que modérateur en accentuant ou réduisant la tension au travail. Le cumul du job strain et de l'isolement social est appelé « iso-strain », et se présente comme une situation à risque encore plus marqué pour la santé.

Le tableau 1 synthétise ce modèle de façon suivante :

- Le salarié est tendu lorsqu'il est exposé à une forte demande psychologique et une faible latitude décisionnelle
- Le salarié est actif lorsqu'il dispose d'une forte demande psychologique et une forte latitude décisionnelle
- Le salarié est passif lorsqu'il est exposé à une faible demande psychologique et une faible latitude décisionnelle
- Le salarié est détendu lorsqu'il dispose d'une faible demande psychologique et une forte latitude décisionnelle

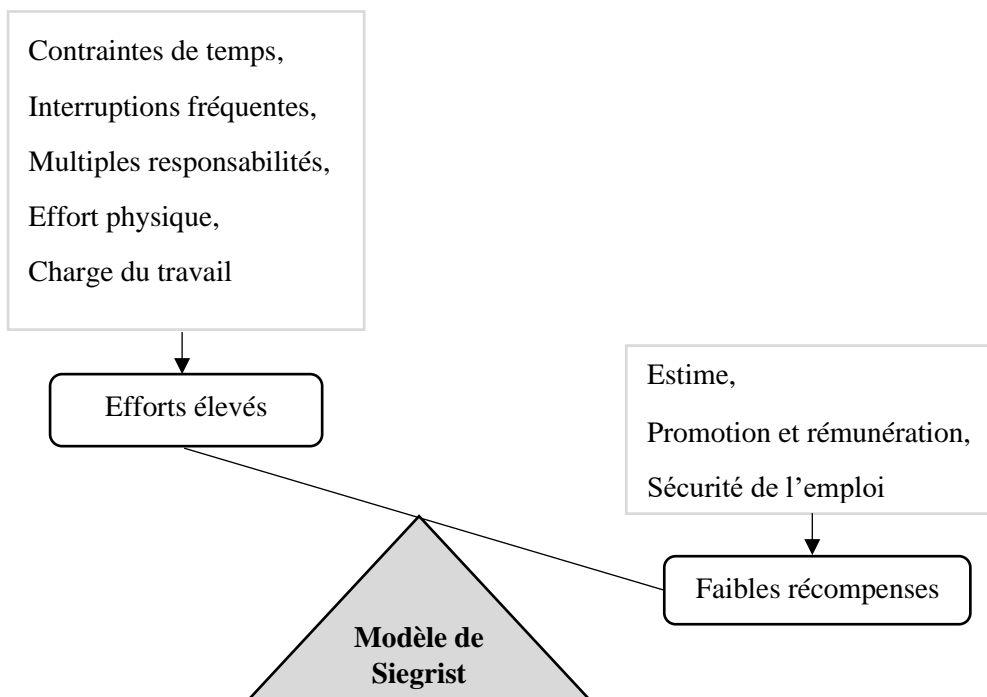
**Tableau 1** : Schéma du modèle de Karasek bidimensionnel

<b>Demande psychologique</b>	Forte	<b>Salarié tendu=job strain</b>	Salarié actif
	Faible	Salarié passif	Salarié détendu
		Faible	Forte
		<b>Latitude décisionnelle</b>	

### b) **Modèle de Siegrist**

Le modèle conceptuel du 'déséquilibre efforts/récompenses' a été proposé par le sociologue Suisse Johannes Siegrist en 1996 (19) et a aussi suscité un vif intérêt de la recherche

épidémiologique. Le modèle étend l'évaluation des facteurs psychosociaux au travail à des aspects relatifs aux changements socio-économiques de travail. Il repose sur le déséquilibre entre les efforts fournis et les récompenses obtenues en retour. Les efforts fournis sont évalués en termes de contraintes de temps, d'interruptions fréquentes, de multiples responsabilités, d'effort physique et de l'accroissement de la charge du travail. Les récompenses sont quant à elles mesurées à l'aide de trois sous-dimensions : l'estime de la part des collègues et du supérieur hiérarchique, les perspectives de promotion et de salaire, et la sécurité de l'emploi. Selon Siegrist, le déséquilibre entre des efforts élevés et de faibles récompenses (Figure 1) constitue une situation à risque pour la santé. A ce déséquilibre s'ajoute la dimension du 'surinvestissement' qui se traduit par des comportements liés à un engagement excessif dans le travail caractérisant la personnalité du salarié, et qui présente un risque pour la santé. La combinaison du déséquilibre et du surinvestissement constituerait une situation à risque accru. Dans ce modèle, l'accent est mis sur la réciprocité sociale : le salarié se trouve dans un état de légitimité à recevoir les récompenses considérées en échange des efforts fournis dans son travail. Le questionnaire du modèle de Siegrist existe en version française validé et recommandé (20,21).



**Figure 1** : Balance du modèle de Siegrist

### *1.1.2.2. Autres facteurs psychosociaux au travail*

Bien d'autres facteurs psychosociaux au travail (dont des facteurs qui pourraient aussi être classés sous le terme de facteurs liés à l'organisation du travail) ont émergé dans la littérature internationale et ont montré leur rôle étiologique sur la santé des salariés. Certains sont liés aux contraintes de temps et d'horaires. D'autres sont relatifs aux conséquences d'erreur au travail, au statut de l'emploi, aux violences et agressions en milieu de travail. Cette présentation n'est pas exhaustive sur l'ensemble des facteurs psychosociaux au travail, mais vise à présenter ceux qui seront étudiés dans ce travail de thèse.

#### **a) Contraintes de temps et d'horaires**

Le code de travail délimite la durée de travail maximale journalière ou hebdomadaire, ne pouvant pas être dépassée sauf dérogations spéciales. La terminologie des contraintes de temps et d'horaires concerne les aménagements du temps et d'horaires de travail en dehors du cadre de la semaine standard qui est défini comme : 5 jours de travail hebdomadaire hors week end, entre 7h et 20h, régularité des jours et heures de travail, et sans travail les jours fériés (22). Les contraintes de temps et d'horaires peuvent être caractérisées sous différentes formes : 1) des heures de travail excessives au quotidien ou hebdomadairement, 2) des horaires de travail atypiques.

-Les heures de travail excessives ou temps de travail prolongé :

La durée maximale de travail préconisée par le code de travail est de 10 heures par jour et de 48 heures au cours d'une même semaine ou 44 heures par semaine en moyenne sur une période de 12 semaines consécutives. Le temps de travail prolongé se définit donc par des heures de travail excessives. Dans les pays industrialisés, travailler plus 11 heures par jours ou plus 60 heures par semaine s'est avéré jouer un rôle délétère sur la santé, pouvant notamment être un facteur de risque de certaines maladies cardiovasculaires comme l'infarctus du myocarde (23,24), les accidents vasculaires cérébraux ou encore les cardiopathies coronariennes (23–25). Dans sa revue de littérature, Van der Hulst détaille bien d'autres effets néfastes de cette exposition sur la santé (26).

-Les horaires de travail atypiques se déclinent sous différentes formes :

1. le travail de nuit tel qu'il est défini par l'article L3122-2 du code de travail en vigueur au 10 août 2016 est un travail effectué entre 21h et 7h,
2. le travail posté ou travail en équipes est une forme d'organisation du travail où les équipes se relaient au même poste afin d'assurer le fonctionnement continu de la structure et couvrir les 24 heures journalières (3\*8 ou 2\*12). En conséquence, les employés se voient travailler à des heures et des jours variables, y compris les week-ends et les jours fériés,
3. pour certains salariés, les horaires de travail atypiques peuvent renvoyer à des journées de travail plus ou moins longues et à l'imprévisibilité des horaires de travail.

Certains de ces facteurs tels que le travail de nuit et le travail posté sont connus depuis longtemps pour leurs effets de nature chronobiologique. Selon le rapport d'expertise collective de l'agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) de 2016, les horaires de travail atypiques, en particulier le travail de nuit, peuvent affecter le sommeil, la santé mentale, etc. (27) ; mais aussi être sources des maladies cardiovasculaires dues à une éventuelle perturbation des rythmes biologiques (28).

#### **b) Conséquences liées à une erreur au travail**

Le concept de conséquences liées à une erreur au travail a fait l'objet de très peu d'études. Une erreur survenue au travail peut avoir des conséquences graves sur la qualité du produit ou d'un service, des coûts financiers, pour la sécurité ou même conduire à des sanctions. Une étude sur la population des salariés en France a mis en évidence son rôle délétère sur la santé perçue par les salariés (29).

#### **c) Violences et agressions**

Les violences et agressions au travail constituent un autre aspect des relations sociales au travail. Les violences psychologiques au travail ou harcèlement moral peuvent s'observer en interne (harcèlement moral ou sexuel, conflits entre les salariés). Elles peuvent se définir comme l'enchaînement, sur une assez longue période, de propos et d'agissements hostiles, exprimés ou manifestés par une ou plusieurs personnes envers une tierce personne. Ces violences au travail peuvent avoir des conséquences sur la santé et peuvent dégrader les

relations sociales de l'entreprise. Les violences peuvent être le fait de personnes externe à l'entreprise, on parle alors de violence externe. Cette dernière est surtout en lien avec le contact avec le public (clients, patients, élèves, etc.). Des agressions verbales, physiques et sexuelles peuvent être commises.

Après ce rappel rapide sur les facteurs psychosociaux au travail, les facteurs biomécaniques professionnels seront également évoqués rapidement, mais en détaillant plus les conséquences qui seront abordées dans les parties validation et application de matrices.



## **1.2. Etat de connaissance sur les contraintes de risque biomécaniques au travail**

### **1.2.1. Généralités**

Une activité physique correspond à tout mouvement (déplacer, transporter, manipuler, bouger, etc.) produit par les muscles, permettant une augmentation de la dépense énergétique, et par conséquent essentiel pour l'équilibre énergétique. Une activité physique adaptée est considérée comme facteur protecteur pour la santé alors que la sédentarité aurait un effet dégradant pour la santé (30,31).

Paradoxalement, il a été souligné qu'une exposition à une activité physique réalisée dans le cadre du travail de façon intense joue un rôle négatif sur la santé des salariés. Une activité physique au travail se caractérise principalement par des contraintes biomécaniques, tels que les efforts et les gestes excessifs, les postures inconfortables, la répétition des gestes, etc. La loi française s'est intéressée à ces facteurs dans le débat sur la pénibilité et les a inscrits dans l'article L4161-1 du code de travail mis en vigueur au 1 octobre 2017 :

#### **a) Efforts et gestes excessifs**

Ils se définissent comme des efforts et gestes réalisés comme lors de la manutention manuelle de charges ; autrement dit, toute opération de transport ou de soutien d'une charge dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement, qui exige un effort physique d'un ou de plusieurs travailleurs.

#### **b) Postures inconfortables**

Les postures péniblement inconfortables sont quant à elles définies comme des positions forcées des articulations et maintenues dans le temps. C'est le cas du travail avec les bras au-dessus des épaules, etc., les mouvements à forte contrainte articulaire comme la torsion du poignet, du tronc, la position à genou/accroupie, etc.

### **c) Vibrations mécaniques**

Elles sont définies comme des vibrations qui sont transmises aux mains et aux bras, ou celles transmises à l'ensemble du corps.

### **d) Gestes répétitifs**

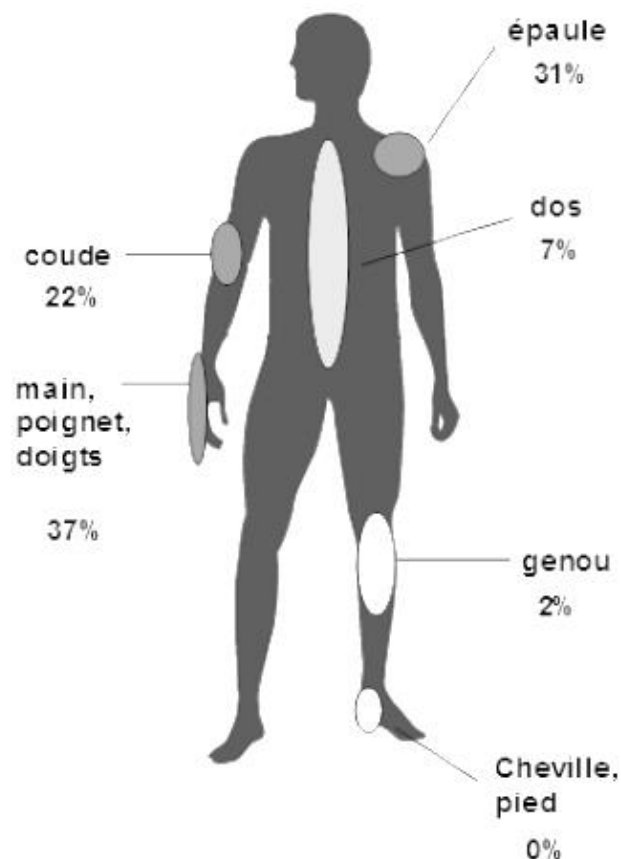
Cette dimension est surtout liée au rythme de travail, et est caractérisée par la réalisation de travaux impliquant l'exécution de mouvements répétés, sollicitant tout ou partie du membre supérieur, à une fréquence élevée et sous cadence contrainte. Un travail avec des gestes répétitifs est important lorsque le temps de cycle est inférieur ou égal à 30 secondes pour effectuer 15 actions techniques ou plus ; lorsqu'elle est supérieure à 30 secondes pour exercer 30 actions techniques ou plus.

### 1.2.2. Conséquences des contraintes biomécaniques au travail

Les conséquences des facteurs de risques biomécaniques au travail sont multiples :

Ils sont notablement considérés comme l'une des principales causes des accidents et des maladies professionnelles, tout particulièrement des troubles musculo-squelettiques.

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) regroupent un ensemble des pathologies qui affectent les muscles, les tendons, les nerfs et les articulations des membres et de la colonne vertébrale. Ils se traduisent par des douleurs et des gênes dans le mouvement qui peuvent progresser vers des limitations fonctionnelles. Les douleurs du poignet (notamment le syndrome du canal carpien), de l'épaule (rupture partielle et tendinopathie de la coiffe des rotateurs), du coude (surtout l'épicondylite latérale), les lombalgies et les douleurs du genou (lésions chroniques du ménisque et hygroma) incarnent les symptômes les plus fréquemment cités (Figure 2) (32).



**Figure 2** : Fréquence des TMS selon la localisation

Source : Rapport annuel 2017. L'Assurance Maladie - Risques professionnels.

Les TMS apparaissent dans un contexte de travail suite à une hyper sollicitation des membres, et peuvent être reconnus au titre des maladies professionnelles à partir de cinq tableaux (57, 69, 79, 97 et 98) du régime de la sécurité sociale. Ils constituent l'une des principales pathologies professionnelles notamment en termes de fréquences, d'incapacité et de coût (33–36). Dans les pays européens, ces pathologies demeurent au sommet des maladies professionnelles, et la caisse nationale d'assurance maladie a estimé qu'elles représentaient de loin la première cause de maladies professionnelles reconnues en France en 2017 (soit 87% correspondant à 42 349 salariés) ayant nécessité un arrêt de travail ou une indemnisation financière malgré une variation à la baisse (Tableau 2) (37).

**Tableau 2 :** Dénombrement des maladies professionnelles pour les années 2013 à 2017 par grandes familles (en italique, taux d'évolution annuelle)

	2013	2014	2015	2016	2017
<b>TMS</b> (cf. p.104 et p. 127)	44 680 - 4,0 %	45 079 0,9 %	44 349 - 1,6 %	42 535 - 4,1 %	42 349 - 0,4 %
<b>Amiante</b> (cf. p. 105 et p. 134)	4 065 - 10,3 %	3 673 - 9,6 %	3 696 0,6 %	3 345 - 9,5 %	3 149 - 5,9 %
<b>Autres tableaux de MP très représentés (surdités, allergies, asthmes, eczémas...)</b>	1 653 - 14,7 %	1 664 0,7 %	1 598 - 4,0 %	1 448 - 9,4 %	1 280 - 11,6 %
<b>Cancers hors amiante</b> (cf. p. 134)	292 - 9,6 %	322 10,3 %	335 4,0 %	369 10,1 %	414 12,2 %
<b>Autres tableaux de MP</b>	415 - 11,9 %	444 7,0 %	396 - 10,8 %	347 - 12,4 %	342 - 1,4 %
<b>Hors tableau dont cancers</b>	347 62,1 %	449 29,4 %	586 30,5 %	718 22,5 %	988 37,6 %
<b>Total MP</b>	51 452 - 4,7 %	51 631 0,3 %	50 960 - 1,3 %	48 762 - 4,3 %	48 522 - 0,5 %

Source : Rapport annuel 2017. L'Assurance Maladie - Risques professionnels.

Pour les entreprises, suite à l'apparition d'un TMS, les coûts supplémentaires sont surtout imputés à l'absentéisme, à une perte de mains d'œuvre compétentes, à une charge de travail supplémentaire pour le personnel restant et à une perte de productivité. Toujours selon la caisse nationale d'assurance maladie, le coût direct des cotisations des entreprises dû aux accidents de travail et aux maladies professionnelles étaient d'ordre de près de deux milliards d'euros en 2017.

Ces pathologies sont d'origine plurifactorielle, mais avec une forte composante professionnelle, et sont le résultant d'une combinaison de plusieurs d'entre eux. En dehors des facteurs de risques individuels (âge, état de santé général, etc.), le rôle du travail reste avéré dans l'apparition, le maintien et/ou l'aggravation des symptômes. Et parmi les facteurs de risques professionnels, aux contraintes biomécaniques s'ajoutent les contraintes psychosociales et organisationnelles (forte demande psychologique, faible latitude décisionnelle, faible soutien social, contraintes de temps, etc.) qui influenceraient indirectement dans la survenue des TMS d'origine professionnel, mais à travers une augmentation des contraintes biomécaniques (Annexe 3) (38).

Bien que les autres facteurs de risques ne soient pas du tout négligeables, ce travail se focalise uniquement sur les facteurs de risques biomécaniques qui jouent un rôle majeur dans l'étiologie des TMS.

### 1.2.3. Evaluation des contraintes biomécaniques au travail : principales méthodes

En vue de lutter contre les TMS en termes d'apparition, de récurrence ou de leur évolution vers la chronicité, il convient d'agir sur les facteurs de risques selon une démarche de prévention spécifique incluant l'identification des situations potentiellement à risques. Nous avons donc besoin de données fiables sur les expositions passées et présentes ; ce qui nécessite des outils d'évaluation efficaces et adaptés dans des études en population. De ce fait, l'évaluation de ces contraintes reste un défi, notamment lorsqu'il est nécessaire d'évaluer l'exposition passée (39).

Les outils et méthodes plus couramment utilisés dans l'évaluation des expositions professionnelles biomécaniques sont principalement :

-Le questionnaire : constitue la méthode la plus commune du fait de son moindre coût notamment dans les études à grande échelle en population, et qu'elle permet d'aborder plusieurs expositions professionnelles simultanément. Le questionnaire peut être auto-administré ou administré en face à face ou par téléphone par un enquêteur spécialement formé, ou encore par un expert ayant une expérience dans le domaine (à partir d'une description des tâches, l'expert peut caractériser l'exposition potentielle d'un salarié). Le questionnaire individuel peut être complémentaire à l'expertise.

Néanmoins, les questionnaires sur les expositions professionnelles présentent des risques de biais de classement liés au temps et à la présence concomitante de douleurs (40,41).

-Les mesures directes ou observationnelles : constituent des méthodes de référence du fait qu'elles sont plus objectives et plus précises. Elles sont réalisées par des experts directement sur le site de travail ou par des enregistrements vidéos. Ces méthodes ne sont néanmoins pas réalisables dans des études en population large, du fait de leur coût en termes d'argent et de temps, et lorsque l'on s'intéresse aux données rétrospectives (42).

## **1.3. Matrice emplois-expositions**

### 1.3.1. Contexte

Comme indiqué dans les parties précédentes, aussi bien pour les facteurs de risques biomécaniques que pour les facteurs de risques psychosociaux en milieu de travail, l'évaluation est largement basée sur les auto-questionnaires ou les questionnaires administrés par un enquêteur dans les études épidémiologiques à grande échelle (41,43). Comme l'information sur l'exposition obtenue par ces méthodes d'évaluation dépend du répondant, elle peut être non renseignée, ou considérée comme subjective, présentant ainsi d'importantes limites. Ceci peut faire craindre un biais potentiel de déclaration dans les réponses. Quand l'exposition est évaluée en même temps que la maladie par la déclaration de l'individu répondant, ceci est aussi susceptible de conduire à une surestimation des associations observées avec les variables de santé. Pour remédier à ce problème, des outils d'évaluation des expositions professionnelles par intitulé d'emploi (profession, secteur d'activité ou taille de l'entreprise), les « matrices emplois-expositions (MEE) » ont été proposées et sont couramment utilisées en épidémiologie des risques professionnels.

Ces matrices ont fait leur apparition dans les années 1980 afin de répondre au problème d'évaluation des expositions professionnelles dans le cadre d'études à grande échelle, pour lesquelles la méthode de référence basée sur l'évaluation de l'exposition via un auto-questionnaire ou un questionnaire administré par un enquêteur paraissait inadéquate (44,45). Elles étaient principalement conçues pour les expositions aux facteurs chimiques et physiques cancérigènes, dans le but de donner des estimations de l'exposition dans des études pour lesquelles l'information sur l'exposition était manquante dans les données individuelles. Leur usage et leur performance ont été étudiés dans les études épidémiologiques en population et en industrie (46,47). Concernant les expositions professionnelles biomécaniques et psychosociales, les MEE ne sont pas non plus un phénomène nouveau. Elles sont aussi en train de susciter un intérêt croissant dans leur développement et leur validation pour ces expositions spécifiquement.

### 1.3.2. Structure et définition d'une matrice emplois-expositions (MEE)

Une MEE est un tableau comportant des informations pour chaque « case » croisant une ligne et une colonne : les lignes correspondent à des intitulés d'emploi tels que la profession, le secteur d'activité et/ou la taille d'entreprise, etc. et les colonnes correspondent à l'exposition ou aux expositions. A chaque intersection, une ou plusieurs estimations d'une exposition moyenne sont fournies en termes de probabilité, de fréquence, d'intensité ou de durée de cette exposition au sein de chaque intitulé d'emploi.

Les MEE sont principalement construites de deux façons (48) :

-une construction a priori basée sur l'expertise de spécialistes qui pour chaque exposition et à partir de connaissances sur les emplois, accordent à chacun d'eux divers indices caractérisant l'exposition professionnelle : probabilité, fréquence, intensité ou durée

-une construction a posteriori basée sur des données d'exposition disponibles à partir de données individuelles, en fournissant des estimations moyennes d'exposition pour chaque intitulé d'emploi.

Les paramètres des intitulés d'emploi sont exprimés sous forme de codes spécifiques pour chaque variable d'intitulé d'emploi, issus par exemple de classifications.

Les paramètres d'exposition peuvent être de nature qualitative codés en exposés (1) et non exposés (0) ou quantitative pour indiquer le score d'exposition moyenne de chaque facteur étudié selon l'indicateur utilisé. Un exemple d'une MEE a posteriori est présenté dans le tableau 3. Lorsque des données de l'histoire professionnelle d'un sujet sont disponibles, une matrice peut également être croisée avec celles-ci pour fournir une exposition cumulée dans le temps et augmenter sa validité (49).

**Tableau 3** : Exemple des moyennes d'exposition évaluées via une MEE a posteriori en utilisant les fréquences (expositions a et b) ou l'intensité (exposition c) d'exposition actuelle auto-déclarée

Profession	N.Exposition a	$\mu$ .Exposition a	N.Exposition b	$\mu$ .Exposition b	N.Exposition c	$\mu$ .Exposition c
Profession 1	12	2,4	13	2,15	12	13,8
Profession 2	14	2,3	16	1,9	13	13,5
Profession 3	61	3,0	87	2,5	52	14,8
Profession 4	72	2,8	83	2,4	65	14,6

N : effectif,  $\mu$  : moyenne d'exposition



### 1.3.3. Avantages et inconvénients des MEE

L'intérêt majeur des MEE est qu'elles permettent d'évaluer les expositions à partir d'une information très limitée. Ainsi, lorsque les intitulés d'emploi sont disponibles au niveau individuel dans les données, mais qu'aucune information n'a été collectée sur l'exposition, les MEE peuvent attribuer une exposition aux sujets. L'exposition estimée par intitulé d'emploi peut donc être appliquée dans des études épidémiologiques à grande échelle, et peut permettre par exemple, aux médecins de travail et de prévention à repérer des expositions potentielles attachées à un intitulé d'emploi donné et à décider sur l'attribution d'une pension due à une situation à risque (49,50). Un autre avantage est qu'elles permettent de réduire considérablement l'impact potentiel des biais de déclaration en attribuant les estimations d'exposition sur la base des intitulés d'emploi, rendant ainsi l'information sur l'exposition plus objective.

L'utilisation des MEE a posteriori a aussi pour avantage d'économiser les ressources en comparaison à d'autres méthodes d'évaluation.

Le principal inconvénient commun aux MEE est leur incapacité à tenir compte de la variabilité de l'exposition au sein des intitulés d'emploi. Cette méthode capture uniquement la variance inter-groupes non pas la variance intra-groupe : tous les individus ayant le même intitulé d'emploi se voient attribuer des expositions moyennes identiques. Des erreurs de classement de l'exposition peuvent donc survenir dans les résultats des estimations observées dans les associations avec les variables de santé. L'application des MEE dans les études épidémiologiques peut aussi être limitée lorsqu'elles sont appliquées dans des populations différentes de celles pour lesquelles elles ont été développées. Leur application nécessite la stricte utilisation des mêmes intitulés d'emploi que ceux utilisés pour leur développement.

Voyons les aspects spécifiques des MEE pour les facteurs psychosociaux puis les TMS.

#### 1.3.4. MEE sur les facteurs psychosociaux au travail : état de connaissance

Afin d'améliorer l'évaluation de l'exposition aux facteurs psychosociaux au travail, des MEE ont été construites dans la littérature internationale, et continuent de voir le jour. Leurs premières apparitions ont eu lieu aux Etats Unis (51), puis dans les pays scandinaves (49,52,53), et dans bien d'autres pays (54–58). Des MEE sur les facteurs psychosociaux au travail ont aussi été développées en France (59–62) ; et quelques-unes ont été évaluées en termes de validité (61,62). Néanmoins, même si certaines études ont analysé les effets prédictifs des MEE, très peu ont évalué leur validité.

Cependant, beaucoup de divergences sont apparues dans ces études notamment en termes d'expositions étudiées, des variables d'intitulé d'emploi explorées, et des méthodes de construction et de validation de MEE utilisées. Les études qui ont porté sur la validité des MEE suggèrent souvent des résultats discordants d'un facteur d'exposition à l'autre, sauf pour la latitude décisionnelle du modèle de Karasek où la performance de la MEE étaient relativement bonne dans plusieurs études (51–53,61–63). Les résultats étaient en revanche mitigés pour la demande psychologique et le soutien social. La majorité des études ont abouti à une performance de la MEE faible pour la demande psychologique (51–53,61,62) ainsi que pour le soutien social (52,53,61,62), tandis que la performance était relativement bonne dans une étude australienne pour la demande psychologique (63). Pour les facteurs du modèle de Siegrist, à notre connaissance, aucune étude n'a, à ce jour développé de matrice sur ces facteurs en utilisant le questionnaire recommandé.

Le développement des MEE spécifiques aux expositions psychosociales au travail était fréquemment basé sur des méthodes standards telles que le calcul de valeurs moyennes d'exposition par intitulé d'emploi à partir de données individuelles, à l'exception de l'étude développée par Cohidon et col. en France (59), qui n'a toutefois pas testé la validité de la matrice.

Par ailleurs, les données utilisées pour construire la matrice proviennent d'enquêtes nationales qui ont été mises en place pour d'autres finalités. Un intitulé d'emploi peut avoir un nombre conséquent de sous-groupes surtout si une classification est utilisée et si les niveaux les plus détaillés sont exploités, ce qui peut conduire à avoir des effectifs très faibles dans certains groupes. Lorsque les valeurs moyennes sont calculées par intitulé d'emploi, une perte de

puissance potentielle peut subvenir et la validité des estimations peut être remise en cause. Pour réduire ces problèmes, certains auteurs ont décidé d'affecter les groupes de profession ayant très peu d'observations dans les groupes voisins les plus proches (51,52), d'autres ont choisi de supprimer les groupes de profession avec peu d'observations (63). Ces alternatives semblent avoir des limites : regrouper les groupes d'emploi les plus proches peut conduire à accroître les erreurs de classement. Supprimer les groupes avec peu d'observations conduit à perdre de l'information et à perdre des groupes pour l'intitulé d'emploi étudié. Une alternative proposée dans ce travail de thèse est d'évaluer les expositions aux facteurs psychosociaux au travail par des MEE, en utilisant une méthode de segmentation par arbre de décision, la méthode CART (Classification And Regression Trees) (64) permettant de prendre en compte les groupes avec des petits effectifs.

### 1.3.5. MEE sur les contraintes biomécaniques au travail : état de connaissance

De même que pour les facteurs psychosociaux au travail, les MEE sur les facteurs de risque biomécaniques ont aussi suscité un grand intérêt dans la littérature scientifique ces dernières années. L'article paru en premier aux Etats Unis sur les facteurs psychosociaux abordait déjà la dimension de l'effort physique et a conclu sur l'efficacité de la MEE sans toutefois évaluer sa validité (51). A partir des données françaises, des MEE spécifiques aux contraintes biomécaniques ont aussi été créées (65,66). Les expositions estimées avaient été recueillies soit à l'aide du jugement des experts, soit à partir des réponses auto-rapportées ou des entretiens en face à face. Une bonne partie des études a montré une bonne spécificité et une bonne sensibilité des MEE, et certaines MEE ont déjà fait l'objet d'une validation sur des données et situations indépendantes ; mais les conclusions restent discordantes (50,55,67).

D'autres part, les MEE ont été appliquées dans des bases de données démunies d'information sur l'exposition à des fins étiologiques permettant d'étudier les relations dose-réponses (68,69) et dans la prise de décision quant à la compensation de la pénibilité au travail chez les salariés français, en complément de l'expertise (50).

Cependant, les contenus des MEE sont souvent présentés dans leur façon la plus simple : directement évaluées en binaire (non/oui) ou systématiquement dichotomisées même lorsqu'elles étaient initialement en ordinal ou sous forme de prévalence (pourcentage) en attribuant par exemple 'non', s'il n'y a pas d'exposition ou en regroupant les niveaux bas, et 'oui', s'il y a au moins une exposition quelle que soit la fréquence ou en regroupant les niveaux élevés (55,67,68,70). Or, compte tenue de la variabilité de l'exposition au sein d'un même emploi, il est plutôt recommandé de garder les indicateurs plus détaillés (en quantitatif) pour réduire tout risque de perdre de l'information.

Parmi les matrices existantes au niveau national citées ci-dessus, une a été développée à partir d'un sous-échantillon de la cohorte CONSTANCES permettant d'embrasser un large éventail d'expositions physiques au travail (27 variables sur les expositions physiques au travail). Elle avait été validée tout en préservant les scores en quantitatif, l'utilisation d'indicateurs quantitatifs dans la validation des MEE étant plus informative. Néanmoins, la validation était

uniquement basée sur des expositions actuelles (au moment de l'inclusion), ne permettant pas d'étudier la relation dose-réponse sur le long terme dans les études étiologiques.

Dans l'optique de poursuivre la validation de ce 'nouvel' outil, ce travail se penche sur la validation de cette MEE sur trois dimensions en particulier : le travail avec des gestes répétitifs, le travail physiquement intense et le port de charges lourdes ; à partir d'un échantillon semi-indépendant comparé à une exposition auto-rapportée individuellement. Cette validation sera étudiée en prenant en compte l'histoire professionnelle complète des participants. La MEE sera aussi appliquée pour quantifier les relations dose-effet avec des problèmes de santé potentiellement associés aux expositions biomécaniques, plus précisément les limitations fonctionnelles.

## 2. OBJECTIFS

Prenant en compte le constat des difficultés méthodologiques pour l'évaluation des expositions dans le milieu professionnel dans les études épidémiologiques, notamment pour les contraintes psychosociales et biomécaniques, la suite de ce travail de thèse sera subdivisée en trois grandes parties :

La première partie concerne la construction et la validation d'une MEE sur un large panel de facteurs psychosociaux au travail. Dans la littérature, la plupart des matrices développées étaient centrées sur les expositions aux facteurs psychosociaux au travail selon le modèle de Karasek. Rares sont les études qui ont porté sur d'autres facteurs. L'ensemble des dimensions relatives au modèle de Karasek, la dimension « récompenses » du questionnaire de Siegrist, ainsi que d'autres facteurs psychosociaux au travail disponibles dans les bases des enquêtes SUMER fera l'objet de cette étude. Deux vagues successives de cette enquête seront utilisées : vague de 2003 pour les facteurs psychosociaux au travail du modèle de Karasek et pour d'autres facteurs, et vague de 2010 pour les facteurs relatifs aux récompenses du modèle de Siegrist.

La deuxième partie sera centrée sur les expositions professionnelles physiques dites 'biomécaniques'. Dans cette partie, nous chercherons à valider une MEE développée à partir d'un échantillon de la cohorte CONSTANCES. Souvent les études valident les MEE en interne. Le but ici, sera de valider cette MEE dans un échantillon de la cohorte CONSTANCES semi-indépendant de celui qui a servi pour la construction. La validation prendra en compte l'information sur l'histoire professionnelle des individus pour calculer un score d'exposition cumulée. Les expositions professionnelles issues de la MEE seront comparées aux expositions rétrospectives auto-rapportées au niveau individuel. Du fait de la disponibilité de l'information à la fois dans la MEE et au niveau individuel, nous porterons particulièrement attention à trois contraintes biomécaniques : la répétitivité des gestes au travail, le travail physiquement intense et le port des charges lourdes.

La troisième partie complète la deuxième, dans la mesure où il s'agit de la même matrice et de la même population. La matrice fournissant le score d'exposition cumulée le long de la vie professionnelle sera utilisée pour étudier la relation dose-réponse entre l'exposition professionnelle au port des charges lourdes et au travail à genou, et les limitations fonctionnelles objectives dans la cohorte CONSTANCES.

Pour chacune des trois parties annoncées ci-dessus, la méthodologie utilisée, les résultats qui en ressortent et la discussion seront présentés.

Pour finir, une dernière partie sera dédiée à la discussion générale, synthétisant les principaux résultats, les limites, les perspectives ainsi que les implications de cette étude en santé publique.

### **3. CONSTRUCTION ET VALIDATION D'UNE MEE SUR LES FACTEURS PSYCHOSOCIAUX AU TRAVAIL « STRESSJEM » : ENQUETE SUMER**

L'objectif du chapitre 3 de ce travail de thèse était de construire et de valider une MEE « STRESSJEM ». Les données utilisées ainsi que le travail effectué avant le développement de la MEE seront détaillés. La construction a été faite à l'aide de la méthode de segmentation par arbre de décision, Classification And Regression Trees (CART) qui sera développée dans ce manuscrit. La validation a été étudiée à l'aide de plusieurs indicateurs qui seront aussi décrits.



## **3.1. Matériels et méthodes**

### **3.1.1. Enquête SUMER**

#### *3.1.1.1. Généralités (Protocole de l'enquête et objectifs)*

Cette partie de thèse repose sur les données de l'enquête Surveillance médicale des risques professionnels « SUMER ». Coordinée conjointement par la Direction de l'animation, de la recherche, des études et des statistiques (DARES) du ministère du travail et par la Direction générale du travail (DGT), SUMER est une enquête nationale périodique transversale menée dans la population française des salariés.

L'enquête vise à dresser une cartographie des risques professionnels pour la santé auxquels sont exposés les salariés, afin d'élaborer des stratégies de prévention utiles pour améliorer leur santé (71). Elle permet de décrire ces expositions en fonction de leur nature et des groupes de salariés concernés, en particulier en fonction des caractéristiques professionnelles du salarié telles que la profession, le secteur d'activité, la taille de l'entreprise employeur, etc. ; et de suivre leur évolution au fil du temps.

L'enquête SUMER est répétée dans le temps :

- Une première enquête a eu lieu entre 1986 et 1987 et a porté sur un échantillon de 50 000 salariés répartis dans douze régions en France.
- 4 enquêtes ont succédé : en 1994, en 2002-2003, en 2009-2010 et en 2016-2017. A chaque nouvelle enquête réalisée, le champ de l'étude s'est élargi en termes de secteurs d'activité.

L'enquête a été approuvée par la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) et Conseil National de l'Information Statistique (CNIS).

#### *3.1.1.2. Population d'étude et collecte des données*

La population concernée dans le cadre de ce projet de thèse est celle des salariés participants à l'enquête SUMER 2003 en priorité, et à l'enquête SUMER 2010 uniquement pour l'exploitation de certains facteurs d'exposition non inclus dans l'enquête SUMER 2003.

### **Enquête SUMER 2003**

L'enquête réalisée en 2003 couvrait l'ensemble des salariés surveillés par la médecine du travail du régime général et de la mutualité sociale agricole (MSA), et ceux de la fonction publique hospitalière, d'EDF-GDF, de La Poste, de la SNCF et d'Air France.

La collecte des données a été réalisée par près de 1 800 médecins du travail volontaires répartis dans toutes les régions de la France, en 2 étapes :

1. D'une part, un questionnaire en face à face administré par le médecin du travail lors des visites médicales annuelles obligatoires, dans le cadre du dispositif législatif en vigueur pour les salariés en France. Chaque médecin tirait au sort un échantillon de salariés parmi ceux qu'il suivait avec un pas de 14 en moyenne. Au total, 56 314 salariés hommes et femmes ont été tirés, et 49 984 (89%) d'entre eux ont répondu favorablement. Le champ de l'enquête couvrait près de 17,5 millions de salariés en France, soit 80% des salariés en 2003 (72). Finalement, 32 questionnaires en moyenne ont été réalisés pour chaque médecin enquêteur. Aucun critère de sélection n'était imposé a priori.

Les principales informations collectées dans ce questionnaire reposaient sur :

- les caractéristiques du salarié (âge, sexe, statut de l'emploi, profession, etc.) et de son établissement employeur (secteur d'activité, effectif de salariés, etc.)
  - les contraintes organisationnelles et relationnelles (horaires et temps de travail, erreurs au travail, etc.)
2. D'autre part, un auto-questionnaire à remplir dans la salle d'attente a été proposé à un salarié sur deux, tiré au sort, et les informations fournies reposaient principalement sur :

- les facteurs psychosociaux au travail grâce aux items du questionnaire de Karasek
- les violences en milieu de travail
- l'évaluation de son état de santé

### **Enquête SUMER 2010**

En 2010, le champ de l'enquête s'est élargi aux salariés de la RATP, aux gens de mer, aux agents des collectivités territoriales et une grande partie des agents de la fonction publique de l'Etat sauf les enseignants de l'Education nationale et des ministères sociaux et celui de la justice. Aux salariés de la France métropolitaine se sont aussi ajoutés ceux de la Réunion pour cette enquête.

Environ 2 400 médecins volontaires ont participé à l'enquête correspondant à plus de 20% des médecins du travail ou de prévention en exercice. Contrairement à l'enquête SUMER 2003, l'enquête SUMER 2010 s'est tenue au moment où la réforme de la médecine de travail avait été modifiée en 2004, espaçant la périodicité des visites à un intervalle de deux ans au lieu d'un an.

La collecte des données a été faite en 2 étapes comme en 2003 :

1. Premièrement, lors des visites médicales, chaque médecin tirait au sort un échantillon de salariés parmi ceux qu'il suivait, selon une méthode de sondage aléatoire systématique. Au total, 53 940 salariés ont été sollicités, et 47 883 (89%) d'entre eux ont participé à l'enquête. Le champ de l'enquête couvrait près de 22 millions de salariés en France, soit 92% des salariés en 2010. En moyenne, 22 questionnaires ont été réalisés pour chaque médecin enquêteur (73). Aucun critère de sélection n'a été imposé.

Le questionnaire rempli en face à face administré par le médecin comprenait principalement :

- les caractéristiques du salarié (âge, sexe, statut de l'emploi, profession, etc.) et de son établissement employeur (secteur d'activité, effectif de salariés, etc.)

- les contraintes organisationnelles et relationnelles (horaires et temps de travail, erreurs au travail, etc.)
2. Deuxièmement, un auto-questionnaire à remplir dans la salle d'attente a été proposé à l'ensemble des salariés participants (contrairement à l'enquête de 2003 qui ne prévoyait de solliciter qu'un salarié sur 2 de l'enquête). Celui-ci comportait des informations sur :
- les facteurs psychosociaux au travail grâce à deux instruments : le questionnaire de Karasek et le questionnaire de Siegrist
  - les violences en milieu de travail
  - l'état de santé général

Nous noterons que les deux enquêtes SUMER de 2003 et 2010 ne prenaient pas en compte les travailleurs indépendants (exploitants agricoles, artisans, commerçants, professions libérales, etc.).

### **Homogénéisation du champ de l'enquête SUMER 2003 et 2010**

Pour SUMER 2010, les secteurs ajoutés par rapport à l'enquête de 2003 (relevant essentiellement de la fonction publique) n'ont pas été inclus et le champ a donc été restreint au champ de l'enquête de 2003 pour notre étude. Pour ce faire, 40 982 participants relevaient du même champ d'enquête qu'en 2003.

### 3.1.2. Facteurs étudiés

#### 3.1.2.1. Variables démographiques

Le sexe et l'âge ont été étudiés. L'âge a été calculé par la différence entre l'année de l'enquête et l'année de naissance, puis analysé en catégories de 10 ans (<30 ans, 30-39 ans, 40-49 ans et  $\geq 50$  ans).

#### 3.1.2.2. Facteurs liés à la santé perçue

Les auto-questionnaires salariés permettaient d'obtenir des informations sur la santé perçue par les salariés et sur les arrêts de travail pour maladie :

- Pour l'indicateur de la santé perçue, les salariés devaient estimer leur état de santé suivant une échelle de 1 à 10 (de très mauvais à très bon). La variable a été dichotomisée en 'mauvais état (note entre 1 et 5)' et 'bon état (note entre 6 et 10)'.
- Pour l'indicateur des arrêts de travail pour maladie, deux items ont été posés : les sujets indiquaient d'une part, le nombre d'arrêts maladie qu'ils avaient eu au cours des 12 derniers mois sans tenir compte de ceux dus aux accidents de travail ou aux congés maternité ; et d'autre part, le nombre de jours que ces arrêts avaient représenté. A partir de ces informations, l'absentéisme a été défini par au moins 1 arrêt maladie ou au moins 1 jour d'arrêt.

#### 3.1.2.3. Expositions : Facteurs psychosociaux au travail

Les expositions professionnelles étudiées dans ce projet de thèse sont celles du modèle de Karasek, du modèle de Siegrist et bien d'autres qui ne sont pas basées sur des instruments validés au niveau international, mais utilisés en France dans plusieurs enquêtes. Certaines de ces variables caractérisent l'organisation du travail.

#### **Le questionnaire de Karasek**

Les dimensions du modèle de Karasek ont été étudiées à partir de l'auto-questionnaire SUMER 2003. L'évaluation avait été effectuée à l'aide du questionnaire de Karasek (14) en version

française validée (17,18). C'est un questionnaire à 26 items (Annexe 1) permettant d'évaluer trois principales dimensions de l'environnement psychosocial au travail :

- la demande psychologique à 9 items définie par la charge psychologique associée à l'exécution des tâches ;
- la latitude décisionnelle à 9 items comprenant à la fois l'autonomie décisionnelle (3 items) et l'utilisation des compétences (6 items) ;
- le soutien social des collègues et de la hiérarchie à 8 items.

Des modalités de réponse de type Likert codé de 1 à 4 sont utilisées dans ce questionnaire permettant à chaque répondant de renseigner son degré d'accord ou de désaccord. Un score est construit pour chacune des 3 dimensions selon les recommandations de Karasek. Pour les dimensions de la demande psychologique et du soutien social, les items sont sommés. Pour la latitude décisionnelle, des pondérations sont attribuées afin de donner le même poids à ses deux sous-dimensions : l'autonomie décisionnelle (3 items) et l'utilisation des compétences (6 items). Les scores sont donc construits comme suit, certains items étant inversés :

- Demande psychologique (9 items) : score de 9 à 36

$\text{Score}_{\text{demande}} = \text{item 10} + \text{item 11} + \text{item 12} + (5 - \text{item 13}) + \text{item 14} + \text{item 15} + \text{item 16} + \text{item 17} + \text{item 18}$

- Latitude décisionnelle (somme pondérée de 9 items) : score de 24 à 96

$\text{Score}_{\text{latitude}} = 2 \times (\text{item 1} + (5 - \text{item 2}) + \text{item 3} + \text{item 5} + \text{item 7} + \text{item 9}) + 4 \times (\text{item 4} + (5 - \text{item 6}) + \text{item 8})$

- Soutien social (8 items) : score de 8 à 32

$\text{Score}_{\text{soutien}} = \text{item 19} + \text{item 20} + \text{item 21} + \text{item 22} + \text{item 23} + \text{item 24} + \text{item 25} + \text{item 26}$

Pour les dimensions de Karasek, un score élevé indique une exposition à un niveau fort de la demande. Tandis qu'un score bas indique une exposition à des niveaux faibles de la latitude et du soutien.

Les scores individuels obtenus ont ensuite été dichotomisés à partir des médianes de l'échantillon total suivant les recommandations de Karasek pour définir l'exposition binaire

‘exposé’/‘non-exposé’. Selon Karasek, la combinaison d’une forte demande psychologique et d’une faible latitude décisionnelle définies par les médianes des scores est appelée ‘job strain’, une situation à risque pour la santé. L’association du job strain et d’un faible soutien social est quant à elle appelée ‘iso-strain’. Les variables job strain et iso-strain ont ainsi été construites sur la base de ces définitions.

### **Le questionnaire de Siegrist**

Les items de l’échelle des récompenses du modèle de Siegrist ‘déséquilibre efforts-récompenses’ (20) ont été ajoutés dans l’auto-questionnaire SUMER 2010, et avaient été évalués en version française validée (21).

L’échelle des récompenses comporte 11 items (Annexe 2) répartis en 3 sous-dimensions : estime (5 items), perspectives de promotion/salaire (4 items) et sécurité d’emploi (2 items). Le score de la récompense est construit comme suit :

- Récompenses (11 items) : score de 11 à 55

$Score_{récompenses} = \text{item 27} + \text{item 28} + \text{item 29} + \text{item 30} + \text{item 31} + \text{item 32} + \text{item 33} + \text{item 34} + \text{item 35} + \text{item 36} + \text{item 37}$

- Estime (5 items) : score de 5 à 25

$Score_{estime} = \text{item 27} + \text{item 28} + \text{item 29} + \text{item 30} + \text{item 35}$

- Perspectives de promotion/salaire (4 items) : score de 4 à 20

$Score_{perspectives} = \text{item 32} + \text{item 34} + \text{item 36} + \text{item 37}$

- Sécurité de l’emploi (2 items) : score de 2 à 10

$Score_{sécurité} = \text{item 31} + \text{item 33}$

Pour les récompenses et ses sous-dimensions, un score élevé indique une exposition à des niveaux faibles de récompenses, d’estime, de perspectives de promotion et de la sécurité de l’emploi.

De même que pour les scores issus du questionnaire de Karasek, les scores des récompenses et de ses sous-dimensions ont été dichotomisés à partir de la médiane de l'échantillon total pour distinguer les salariés 'exposés'/'non exposés'.

### **Les autres facteurs psychosociaux au travail**

D'autres facteurs psychosociaux au travail, ou caractérisant l'organisation du travail, recueillis lors de l'enquête SUMER 2003 ont complété les deux questionnaires ci-dessus pour nos analyses :

Le questionnaire médico-administré incluait les informations sur :

1. Les contraintes de temps et d'horaires de travail, dont certaines ont été explorées :

a. Le temps de travail prolongé. La question était : « *Quel nombre d'heures de travail avez-vous effectué la dernière semaine travaillée ?* », avec des réponses en nombre d'heures. L'exposition a été définie comme un travail de plus de 48 heures par semaine (>48h/semaine) suivant la directive européenne sur l'aménagement du temps de travail ;

b. Le travail posté. La question était : « *Travaillez-vous en équipes (travail posté) ?* », avec des réponses en oui/non ;

c. Le travail de nuit. La question était : « *Travaillez-vous la nuit, même occasionnellement ?* », avec des modalités de réponses en oui/non. « *Si oui, combien de fois par an ?* », avec des réponses en nombres de nuit. Une variable binaire a été construite, et les exposés ont été définis comme ceux dont la réponse était 'oui', et le nombre de nuits travaillés par an était supérieur ou égal à 52 nuits ( $\geq 52$ ) ;

d. Les jours de travail asociaux. La variable a été créée à partir d'une combinaison de deux questions :

-« *Travaillez-vous le dimanche, ou les jours fériés, même occasionnellement (entre 0h et 24h) ?* », avec des réponses en oui/non. « *Si oui, combien de jours par an ?* ».

-« *Travaillez-vous le samedi, même occasionnellement (entre 0h et 24h) ?* », avec des réponses en oui/non. « *Si oui, combien de jours par an ?* ».



L'exposition a été définie comme un travail le dimanche ou jours fériés ou le samedi de 52 jours ou plus par an ;

e. L'imprévisibilité des horaires. La question était : « *Connaissez-vous l'horaire de travail que vous aurez à effectuer : 1 demain, 2 la semaine prochaine, 3 dans le mois à venir et 4 d'ici trois mois ?* », avec des réponses en oui/non pour chacun des 4 items. Pour chaque individu, les réponses des 4 items ont été sommées, et l'exposition binaire a été définie par la médiane de l'échantillon total.

2. Les conséquences d'erreur, avec pour question : « *Une erreur dans votre travail peut-elle, ou pourrait-elle entraîner : 1 des conséquences graves pour la qualité du produit ou du service, 2 des coûts financiers importants pour l'entreprise, 3 des conséquences dangereuses pour votre sécurité ou celle d'autres personnes, 4 des sanctions à votre égard (diminution importante de la rémunération, changement de poste, risque pour l'emploi) ?* », et des réponses en oui/non pour chacun des 4 items. Les réponses des items ont ensuite été sommées, et l'exposition binaire correspondait à la médiane de l'échantillon total.
3. Le statut de l'emploi sous-forme de 6 items de type de contrats : « *1 apprenti ou contrat de formation emploi en alternance, 2 stagiaire ou contrat de mesure pour l'emploi, 3 intérimaire, 4 contrat à durée déterminée ou autre emploi à durée limitée, 5 emploi sans limite de durée, 6 fonctionnaire* ». L'exposition à un emploi précaire a été définie comme l'un des 4 premiers items.

Dans l'auto-questionnaire salarié, un certain nombre de questions était consacré aux violences :

1. Violences psychologiques, avec pour question : « *Une personne ou plusieurs personnes se comporte(nt) systématiquement avec vous de la façon suivante : 1 Vous ignore, fait comme si vous n'étiez pas là, 2 Tient sur vous des propos désobligeants, 3 Vous empêche de vous exprimer, 4 Vous ridiculise en public, 5 Critique injustement votre travail, 6 Vous charge de tâches inutiles ou dégradantes, 7 Sabote votre travail, vous empêche de travailler correctement, 8 Laisse entendre que vous êtes mentalement dérangé(e), 9 Vous dit des choses obscènes ou dégradantes, 10 Vous fait des propositions à caractère*

*sexuel de façon insistante* », et 3 modalités de réponses pour chacun des 10 items : ‘oui actuellement’, ‘oui dans le passé’ ou ‘non’. L’exposition a été définie par la présence d’au moins une situation de violence ‘actuelle’.

2. Agressions de la part du public, avec pour question : « *Au cours des 12 derniers mois, avez-vous été victime, de la part du public dans le cadre de votre travail : 1 d’une agression verbale, 2 d’une agression physique ou sexuelle* ». Les réponses pour chacun des 2 items étaient en oui/non. L’exposition a été définie par la présence d’au moins une réponse en ‘oui’.

#### 3.1.2.4. *Indicateurs de l’emploi*

Le questionnaire médico-administré donnait accès à un certain nombre d’indicateurs liés à l’emploi du salarié et de son entreprise employeur que nous avons exploré :

- La profession codée à l’aide de la classification des professions et catégories socioprofessionnelles (PCS) de l’INSEE (74). Dans la base de données de l’enquête SUMER 2003, la profession a été recueillie et codée suivant deux versions différentes : PCS 1982 et 2003. Pour les analyses, nous avons utilisé la PCS version 1982. La profession était enregistrée jusqu’à deux niveaux hiérarchiques : PCS à 1 digit (8 groupes de poste), PCS à 2 digits (42 groupes). Pour exploiter les données de l’enquête SUMER 2010, la PCS version 1982 n’étant pas disponible, nous avons utilisé la PCS version 2003 écourtée aux deux niveaux hiérarchiques, qui reste compatible avec la PCS 1982 (dans les deux versions, les deux premiers niveaux étant inchangés).
- Le secteur d’activité codée selon la nomenclature d’activités françaises (NAF) (75). Dans l’enquête SUMER 2003, le secteur a été codé selon deux versions différentes : NAF 1993 et 2003. Pour les analyses, nous avons utilisé la NAF version 1993. La NAF a été enregistrée suivant 5 niveaux hiérarchiques : NAF17=NAF à 1 lettre (17 groupes), NAF31=NAF à 2 lettres (31 groupes), NAF60=NAF à 2 chiffres (60 groupes), NAF220=NAF à 3 chiffres (220 groupes) et NAF700=NAF à 3 chiffres et 1 lettre (700 groupes). Pour exploiter les données de l’enquête SUMER 2010, la NAF version 1993

n'étant pas disponible (seules les versions 2003 et 2008 étaient disponibles), nous nous sommes contentés de la NAF 2003 et nous avons réalisé une correspondance entre les deux versions (NAF 2003 vs NAF 1993).

- La taille de l'entreprise (TE) créée à partir de deux questions : nombre approximatif de salariés dans l'entreprise et nombre approximatif de salariés dans l'établissement s'il y avait plusieurs établissements. Si l'information manquait pour le nombre de salariés dans l'entreprise et que l'information était disponible pour le nombre de salariés dans l'établissement, alors cette dernière information a été retenue pour le nombre de salariés dans l'entreprise. Ensuite, cette variable a été catégorisée en 5 groupes codés sur la base des recommandations d'Eurostat (76) en fonction du nombre de salariés : (0-9 : microentreprises, 10-49 : petites entreprises, 50-499 : moyennes entreprises, 500-4 999 : entreprises de taille intermédiaire et  $\geq 5\ 000$  : grandes entreprises).

### 3.1.3. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS Enterprise Guide version 7.1 et du logiciel R version 3.1.3. L'ensemble des analyses a été réalisé selon le sexe.

#### *3.1.3.1. Gestion des valeurs manquantes des scores des facteurs psychosociaux au travail*

Pour garder le maximum d'information des données des salariés et éviter une éventuelle perte de puissance statistique due aux données manquantes, nous avons effectué des imputations par la moyenne pour les scores des questionnaires de Karasek et Siegrist. Pour chaque score, lorsque le sujet avait répondu à au moins deux tiers des items, nous avons calculé une moyenne pondérée à partir des items remplis, sinon (si le sujet avait répondu à moins des deux tiers des items) nous avons laissé le score manquant. Dans l'échantillon de l'enquête de 2003, le score était manquant pour 569 sujets (2,32%) pour la latitude décisionnelle, pour 925 sujets (3,78%) pour la demande psychologique et pour 1 128 sujets (4,61%) pour le soutien social. Au total, il était manquant pour 2 064 sujets (8,43%). Dans l'échantillon de l'enquête de 2010, il était manquant pour 3 135 sujets (7,65%) pour l'estime, pour 2 788 sujets (6,80%) pour les perspectives de promotion, pour 2 308 sujets pour la sécurité de l'emploi mais il n'était pas possible d'imputer car la question reposait sur deux items seulement, et pour 4 844 sujets (11,82%) pour les récompenses.

#### *3.1.3.2. Redressement par pondération*

Le redressement des données des enquêtes SUMER a été fait par la DARES, en vue de corriger l'échantillon enquêté de ses éventuelles déformations par rapport à la population cible de l'enquête.

Dans l'enquête SUMER 2003, le calcul de la pondération a été fait par un calage sur marges (macro CALMAR). Il a été réalisé à partir des variables de calage suivantes : le sexe, l'âge, la catégorie socio-professionnelle, la taille d'établissement, et le secteur d'activité.

Dans l'enquête SUMER 2010, suite à la réforme de la médecine de travail, la périodicité des visites ayant été modifiée, le calcul de la pondération a été réalisé en quatre grandes étapes :

- La première étape visait à prendre compte les caractéristiques des médecins-enquêteurs volontaires comparées à celles de la population des médecins afin de corriger d'éventuelles déformations dues au volontariat des médecins.
- La deuxième étape visait à contrôler un biais induit par la corrélation entre fréquence des visites et fréquence des expositions, et ainsi corriger d'éventuelles surestimations des fréquences d'expositions. Les salariés les plus exposés en milieu de travail ont en effet les visites médicales les plus fréquentes.
- La troisième étape était de corriger un biais dû à la non-réponse totale.
- Et la dernière étape était d'effectuer un calage sur marges pour obtenir des pondérations finales des salariés enquêtés. Cette étape a été réalisée à partir des variables de calage suivantes : le sexe, l'âge, la nationalité, le temps de travail, la catégorie socio-professionnelle, la taille d'établissement, et le secteur d'activité.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées sur les données pondérées tenant compte du redressement.

### *3.1.3.3. Description des caractéristiques de l'échantillon*

Pour les variables catégorielles, les différentes caractéristiques des salariés selon le sexe ont été décrites par les effectifs et les fréquences pour les variables catégorielles, et comparées par des tests du Chi-Deux de Rao-Scott qui tiennent compte des poids. Pour les variables continues, les caractéristiques des salariés ont été décrites par la moyenne, l'écart type et les intervalles de

confiance à 95%, et comparées à l'aide de la méthode des séries de Taylor pour estimer la variance. Les scores des facteurs psychosociaux au travail par sexe ont aussi été estimés selon les classifications des variables d'intitulé d'emploi : la PCS à 1 digit, le 1<sup>er</sup> niveau de la NAF (NAF17) et la TE. La comparaison des scores selon les variables d'intitulé d'emploi par sexe a aussi été faite à l'aide de la méthode des séries de Taylor pour estimer la variance.

Les prévalences d'exposition aux facteurs psychosociaux au travail (variables binaires) par sexe ont été estimées avec leurs intervalles de confiance à 95% selon les variables d'intitulé d'emploi : la PCS à 1 digit, le 1<sup>er</sup> niveau de la NAF (NAF17) et la TE. La comparaison des prévalences selon les variables d'emploi a été faite par des tests du Chi-Deux de Rao-Scott tenant compte des poids.

#### *3.1.3.4. Construction et validation de la MEE « STRESSJEM »*

Dans cette partie concernant la méthodologie utilisée pour construire et valider la STRESSJEM, nous allons développer plus l'aspect 'construction', et deux autres sous parties concernant l'aspect 'validation' seront évoquées ensuite.

##### **a) Construction de la STRESSJEM**

La construction de la « STRESSJEM » a été faite à partir des données pondérées, pour l'ensemble des salariés inclus dans les enquêtes SUMER 2003 et SUMER 2010.

Les variables d'intitulé d'emploi utilisées étaient : la PCS (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> niveau), la NAF (tous les niveaux du 1<sup>er</sup> au 5<sup>ème</sup>) et la TE (5 modalités).

Les variables d'expositions utilisées étaient :

- Les scores individuels des facteurs psychosociaux au travail du modèle de Karasek : la latitude décisionnelle, la demande psychologique et le soutien social
- Les scores individuels des facteurs psychosociaux au travail du modèle de Siegrist : les récompenses et ses sous-dimensions (estime, perspectives de promotion et sécurité de l'emploi)

- Les expositions binaires individuelles du modèle de Karasek : le job strain et l'iso-strain
- Et bien d'autres facteurs psychosociaux au travail codés en variables binaires au niveau individuel : les contraintes de temps et d'horaires (temps de travail prolongé, travail posté, travail de nuit, jours de travail asociaux et imprévisibilité des horaires), les conséquences d'erreur, l'emploi précaire, les violences psychologiques et les agressions de la part du public.

### **Méthode CART**

La construction de la MEE s'est appuyée sur la méthode de segmentation CART (Classification and Regression Trees) (64). C'est une méthode qui permet la partition en groupes d'individus, les plus homogènes possibles vis-à-vis de la variable à prédire (variable d'exposition quantitative ou qualitative). La méthode est basée sur le principe de segmentation par arbre de décision fournissant des divisions binaires successives, en sous-ensembles de données appelés nœuds (les nœuds terminaux sont aussi appelés feuilles). Chaque nœud correspond à un découpage binaire utilisant une variable prédictive (variable d'intitulé d'emploi) séparant au mieux les groupes vis-à-vis de l'exposition. L'arbre obtenu permet alors de repérer les variables les plus discriminantes de l'échantillon, en s'appuyant sur leur apparition parfois répétitive le long des nœuds. Ces variables sont choisies de telle manière à maximiser l'homogénéité des nœuds, en utilisant un critère mesurant l'homogénéité. D'où la notion de mesure de la pureté de chaque nœud sur laquelle est basée la méthode. Toutes les variables d'exposition ont été traitées comme des variables quantitatives. Lorsque les variables d'exposition sont en scores continus, un score moyen est fourni au sein de chaque nœud correspondant au groupe homogène. Lorsque les variables sont en binaires, une fréquence d'exposition moyenne est fournie. A cet effet, la mesure de pureté est basée sur la somme des écarts à la moyenne des sujets à l'intérieur de chaque groupe. Ainsi, lorsqu'on est placé sur un nœud donné de l'arbre, le but est de construire deux feuilles les plus homogènes possibles par rapport au nœud précédent. On maximise alors la pureté ou l'homogénéité lorsque la feuille ne contient que des sujets exposés ou que des sujets non exposés. C'est-à-dire que les divisions se font de telle sorte à obtenir des fréquences d'exposition les plus différentes possibles entre les groupes (77,78). De plus, une procédure d'élagage par validation croisée est utilisée pour sélectionner un arbre optimal. La validation croisée utilisée est basée sur la technique du k-fold cross-validation. La technique consiste à diviser aléatoirement l'échantillon de base en k sous-échantillons de taille

égale. Puis  $k-1$  sous-échantillons servent d'apprentissage, et le  $k$ ème échantillon qui reste, sert de validation. L'opération est ensuite répétée tour à tour jusqu'à  $k$  fois. Nous avons opté pour 10 sous-échantillons, proposés aussi par défaut sous le logiciel R. Cette procédure d'élagage permet d'éviter une éventuelle erreur de sur-apprentissage se traduisant par un nombre important de nœuds terminaux dans l'arbre de décision. Plus l'arbre est complexe (grand en nombre de feuilles), plus l'on court le risque de voir cet arbre incapable d'extrapoler correctement de nouvelles données. A chaque validation croisée, un taux d'erreur de prédiction est calculé. Pour estimer la qualité d'un arbre, un taux d'erreur global de prédiction est alors calculé par la moyenne des différents taux. Ce taux variant de 0 à 1, une valeur proche de 0 correspond à un arbre de bonne qualité dont la pureté dans les nœuds terminaux est satisfaisante, et une valeur proche de 1 se traduit par un arbre de pureté peu satisfaisante en termes d'informations fournies par les expositions.

Nous avons estimé l'arbre avec la fonction `rpart()` du logiciel R, en utilisant la méthode `anova` permettant d'étudier l'influence des variables qualitatives à plus de 2 modalités (PCS, NAF et TE) sur les expositions en continues.

### **Caractère hiérarchique des codes des classifications de la PCS et de la NAF : Eclatement de ces variables**

Si les niveaux détaillés de la PCS et de la NAF seules étaient conservés, le logiciel R ne pouvait pas gérer leur caractère hiérarchique dans la segmentation (par exemple pour la PCS, les sous-niveaux des ouvriers seraient au même niveau que les sous-niveaux des cadres). L'introduction des différentes variables d'intitulé d'emploi dans CART telles qu'elles sont présentées dans la classification, est délicate vu la non-indépendance de ces variables. Pour prendre en compte le caractère hiérarchique des classifications de la PCS et de la NAF, et leurs niveaux emboîtés dans la définition des groupes homogènes d'exposition, nous avons utilisé une méthode spécifique déjà employée précédemment (59,77). Cette méthode consiste à créer de nouvelles variables ayant le nombre de modalités de l'éclatement reflétant l'éclatement au niveau supérieur de chaque modalité de la variable de classification. Pour les 1<sup>ers</sup> niveaux des classifications de la PCS et de la NAF, le problème ne se pose pas. Par exemple, si la division est effectuée au premier niveau de la PCS, on a une variable comportant 4 modalités (codées : 3 pour les cadres, 4 pour les professions intermédiaires, 5 pour les employés et 6 pour les ouvriers). La division peut opposer différentes catégories ; les modalités 3, 4 des modalités 5,



6 par exemple. Pour une division qui va s'effectuer au deuxième niveau de la PCS, nous avons construit une variable prenant les modalités du deuxième niveau de la PCS, correspondant à la modalité au premier niveau et 0 pour les autres modalités du premier niveau de la PCS. Par exemple, pour la 1<sup>ère</sup> modalité du premier niveau de la PCS notée 3 pour les cadres, nous avons initialement 5 modalités du deuxième niveau de la PCS notées (33, 34, 35, 37, 38). La nouvelle variable prendra soit les 5 modalités (33, 34, 35, 37, 38), soit 0 pour le reste des modalités du premier niveau de la PCS (42 à 48, 52 à 56, 62 à 69). La division pourra opposer les modalités ; par exemple : 0 et 34 contre 33, 35, 37 et 38. La même procédure est faite pour les différents niveaux de la NAF. On obtient alors 5 nouvelles variables pour les classifications de la PCS et 329 nouvelles variables pour la nomenclature de la NAF. Ce sont ces nouvelles variables qui ont été utilisées dans la méthode CART. Ces variables sont indépendantes, et elles intègrent la structure hiérarchique des variables de base. CART peut utiliser ou non ces variables d'éclatement ainsi construites, selon l'homogénéité des sujets dans les modalités de ces variables éclatées.

### **Variables introduites pour le développement de la STRESSJEM**

La MEE a été construite pour chaque exposition psychosociale d'intérêt selon le sexe. Des études antérieures ont montré que les hommes et les femmes peuvent être exposés à différents niveaux des caractéristiques d'organisation de travail, même en étant dans une même catégorie d'emploi (79). Le développement a été faite suivant différentes étapes :

1. Les variables de l'emploi (PCS, NAF et TE) ont été évaluées isolément, et le niveau le plus agrégé uniquement a été exploré pour les nomenclatures de la PCS et de la NAF (PCS à 1 digit ou NAF à 1 lettre).
2. Nous avons évalué l'apport des différents niveaux des classifications, en introduisant au fur et à mesure le niveau supérieur ('PCS à 1 digit+PCS à 2 digits', puis 'NAF17+NAF31', 'NAF17+NAF31+NAF60', 'NAF17+NAF31+NAF60+NAF220', et 'NAF17+NAF31+NAF60+NAF220+NAF700'). Globalement, plus nous ajoutions des niveaux, plus les taux d'erreur globaux étaient moindres.
3. Nous avons ensuite combiné les différentes variables d'intitulé d'emploi en introduisant simultanément tous les niveaux de la PCS et tous les niveaux de la NAF (1), puis tous les niveaux de la PCS et la TE (2), puis tous les niveaux de la NAF et la TE (3), et enfin

tous les niveaux de la PCS, de la NAF et la TE (4) pour évaluer l'apport de chaque variable et choisir la combinaison la plus susceptible de fournir un arbre optimal.

4. Lorsque des combinaisons des variables d'emploi s'équivalaient en termes de taux d'erreur, nous avons sélectionné la combinaison avec le moins de variables possibles, en considérant que les variables restantes produisaient un gain faible voire inexistant.

### **Analyse de sensibilité des taux d'erreur**

Pour chaque variable d'exposition, plusieurs arbres ont été construits en fonction des différentes combinaisons des variables d'emploi citées précédemment. La sélection de l'arbre optimal s'est basée sur la combinaison avec un taux d'erreur minimal. Quand les valeurs des taux d'erreur étaient très proches selon plusieurs combinaisons d'emploi, nous pouvions imaginer une influence du hasard dans la répartition des sous-échantillons par la validation croisée. Pour mesurer l'effet du hasard, trois analyses de sensibilité permettant de voir les variations des taux ont été réalisées pour les combinaisons d'emploi dont les taux d'erreur différaient du taux d'erreur minimal de  $1.10^{-3}$  à  $4.10^{-3}$ . Lorsque les mesures du hasard étaient proches des valeurs de base, nous avons retenu la sélection de base.

### **b) Validation de la STRESSJEM**

La validation de la MEE « STRESSJEM » a été analysée sous deux aspects :

- Etude de l'accord entre les méthodes d'évaluation (auto-déclaration et STRESSJEM) effectuée à l'aide de plusieurs indicateurs
- Etude des associations entre variables de santé et expositions évaluées par les deux méthodes d'évaluation pour les comparer

### **Etude de l'accord entre expositions psychosociales individuelles et celles basées sur STRESSJEM**

L'accord entre les scores individuels et les scores de la MEE a été évalué grâce aux coefficients de corrélation de Pearson, pour les variables d'exposition quantitatives : latitude décisionnelle,

demande psychologique, soutien social, récompenses et ses sous-dimensions (estime, perspectives de promotion et sécurité de l'emploi).

L'accord entre les variables binaires individuelles et les variables binaires issues de la MEE a été évalué à l'aide de différentes méthodes à savoir : le pourcentage de bien classés, les coefficients Kappa ( $>0,80$  : excellent,  $0,80-0,61$  : bon,  $0,60-0,41$  : modéré,  $0,40-0,21$  : faible,  $0,20-0,00$  : mauvais,  $<0,00$  : très mauvais) (80), la sensibilité (mesure la capacité de la MEE à identifier correctement les sujets exposés) et la spécificité (mesure la capacité de la MEE à identifier correctement les sujets non exposés), les variables individuelles étant considérées comme gold standard, et l'estimation de l'AUC (quantifie l'aptitude de la MEE à discriminer les sujets exposés des sujets non exposés).

### **Etude des associations entre variables de santé et expositions : la STRESSJEM comparée aux réponses auto-rapportées selon le sexe**

La capacité à détecter des associations entre les facteurs psychosociaux au travail et des variables de santé a été examinée pour la santé perçue et l'absentéisme pour maladie recueillis dans l'auto-questionnaire (81). L'étude des associations a permis de comparer les résultats pour les variables individuelles d'exposition et pour les variables d'exposition prédites par la MEE. Différents modèles de régression logistique pondérée ont été effectués :

#### *1) Pour les facteurs du modèle de Karasek*

- Modèles 1. Chaque exposition a été étudiée séparément (latitude décisionnelle, demande psychologique, soutien social, job strain et iso-strain)
- Modèles 2. Les trois expositions (latitude décisionnelle, demande psychologique et soutien social) ont été analysées simultanément
- Modèle 3. Deux expositions (job strain et soutien social) ont été analysées ensemble.

#### *2) Pour les facteurs du modèle de Siegrist*

- Modèles 1. Chaque exposition a été étudiée séparément (récompenses, estime, perspectives de promotion et sécurité de l'emploi)
- Modèles 4. Les trois sous-dimensions (estime, perspectives de promotion et sécurité de l'emploi) ont été analysées simultanément

Concernant les facteurs du modèle de Siegrist, il nous a été impossible de réaliser des modèles de régression avec des variables binaires pour tous les facteurs du fait de la difficulté à dichotomiser les expositions binaires prédites par la MEE pour l'estime et la sécurité de l'emploi. Il n'y avait pas de variabilité d'exposition au sein des catégories de ces variables d'intitulé d'emploi ; tous les salariés étaient considérés 'exposés' pour les deux sous-dimensions. Nous avons pour ce faire, effectué des modèles en prenant les variables d'expositions en scores continus.

### *3) Pour les autres facteurs psychosociaux au travail*

- Modèle 1. Chaque exposition a été étudiée isolément (temps de travail prolongé, travail posté, travail de nuit, jours de travail asociaux, imprévisibilité des horaires, conséquences d'erreur, emploi précaire et agressions de la part du public). Les modèles n'ont pas été réalisés pour les violences psychologiques, car aucun arbre optimal n'avait pu être construit avec la méthode CART pour ce facteur.

En parallèle, nous avons ajusté sur l'âge à chacun de ces modèles. Globalement les modèles initiaux et ceux ajustés sur l'âge ont fourni des estimations très proches. La présentation des résultats sera donc focalisée sur les modèles ajustés sur l'âge uniquement.

## **3.2. Résultats**

### **3.2.1. Description des caractéristiques de l'échantillon de l'étude**

Cette partie 3.2.1. porte sur différentes analyses menées sur ces données.

Au total, 49 984 salariés ont été inclus dans l'enquête SUMER 2003. Un auto-questionnaire a été proposé à 25 392 salariés d'entre eux, et 24 498 ont accepté et l'ont rempli (soit un taux de réponse de 96,5%). L'échantillon comportait 14 250 hommes et 10 248 femmes qui ont été inclus dans la construction de la matrice pour les facteurs du modèle de Karasek et un certain nombre d'autres facteurs.

Dans l'enquête SUMER 2010, 47 983 salariés ont été inclus et 46 962 d'entre eux ont rempli l'auto-questionnaire (soit un taux de participation de 97,9%). Parmi eux, 40 982 relevaient du même champ d'enquête que celui de l'enquête SUMER 2003, en excluant les salariés des secteurs relevant essentiellement de la fonction publique de l'Etat et ceux de la Réunion. L'échantillon utilisé pour la construction de la matrice pour les facteurs du modèle de Siegrist était composé de 23 278 hommes et 17 704 femmes.

L'annexe 4 présente la description des facteurs étudiés à partir des deux échantillons des enquêtes SUMER 2003 et SUMER 2010 selon le sexe.

Des différences selon le sexe ont été observées dans les distributions des trois variables d'intitulé d'emploi (PCS, NAF et taille d'entreprise) et ces différences étaient très semblables pour les deux enquêtes SUMER 2003 et 2010. Pour les catégories socio professionnelles, les hommes étaient plus fréquemment des cadres ou des ouvriers tandis que les femmes travaillaient le plus souvent au sein des professions intermédiaires ou en tant qu'employées. Pour les secteurs d'activité, les hommes étaient plus fréquemment dans les secteurs de l'agriculture, chasse, sylviculture, pêche et aquaculture, de l'industrie manufacturière, de la production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau, de la construction, et des transports et communications, tandis que les femmes travaillaient plus souvent dans les autres secteurs des services (à l'exclusion des transports et communications) et surtout dans le secteur de la santé et action social. Pour la taille d'entreprise, les hommes travaillaient plus fréquemment dans des

grandes entreprises que les femmes, et les femmes travaillaient plus souvent dans des microentreprises que les hommes.

Concernant les facteurs psychosociaux au travail, des différences significatives selon le sexe ont été observées, à l'exception des variables du soutien social et des récompenses. Les hommes étaient plus souvent exposés aux contraintes de temps et d'horaires comme le temps de travail prolongé, le travail posté, le travail de nuit et l'imprévisibilité des horaires, aux conséquences d'erreur liées au travail, et à des niveaux faibles d'estime et de sécurité d'emploi. Alors que les femmes étaient plus souvent exposées aux autres facteurs (faible latitude décisionnelle, forte demande psychologique, job strain, iso-strain, jours de travail asociaux, violences psychologiques, agressions de la part du public et faibles perspectives de promotion).

Au regard des deux indicateurs de santé, les femmes déclaraient plus fréquemment un mauvais état de santé et au moins une absence pour maladie que les hommes.

En annexe 5 sont décrits les scores individuels moyens pour les facteurs des modèles de Karasek et de Siegrist selon les variables d'intitulé d'emploi et par sexe.

En rappel au sens des résultats, pour les scores du modèle de Karasek, plus le score de la demande psychologique est élevé, plus la demande psychologique est forte, contrairement aux scores de la latitude décisionnelle et du soutien social pour lesquels, plus les scores augmentent, plus la latitude et le soutien augmentent. Pour les scores du modèle de Siegrist, plus le score est élevé, plus on est exposé à des niveaux faibles de récompenses, d'estime, de perspectives de promotion et de sécurité d'emploi.

Des différences significatives dans les scores moyens ont été observées au sein des catégories des variables d'intitulé d'emploi.

En effet, concernant la latitude décisionnelle, ce sont les catégories des cadres et des professions intermédiaires qui avaient plus de latitude dans leur emploi. Une bonne latitude décisionnelle était tout de même observée dans certains secteurs comme l'éducation, les activités financières, les services collectifs, sociaux et personnels, et la construction. Pour la taille d'entreprise, la latitude était en moyenne plus élevée au sein des microentreprises et des petites entreprises.

Par rapport à la demande psychologique, elle diminuait parmi les catégories des ouvriers et des employés comparé à celles des professions intermédiaires ou des cadres. Les secteurs d'activité pour lesquels la demande psychologique étaient plus faibles étaient les services collectifs, sociaux et personnels pour les hommes et les femmes, ainsi que l'éducation pour les hommes. La demande psychologique diminuait aussi avec la taille d'entreprise.

Concernant le soutien social, ce sont les hommes cadres qui recevaient le plus de soutien ainsi que les femmes des professions intermédiaires. Ce soutien existait plus dans les secteurs de la construction, du commerce, réparations d'automobile et d'articles domestiques, et de l'hôtellerie et restauration chez les hommes, ainsi que dans les secteurs de la construction, du commerce, réparations d'automobile et d'articles domestiques, et des services collectifs, sociaux et personnels chez les femmes. De plus, ce sont les microentreprises qui procuraient le plus de soutien comparé aux entreprises de taille supérieure.

Pour les récompenses, les cadres hommes en bénéficiaient le plus. De plus, ce sont les salariés (hommes ou femmes) des secteurs de la construction, et de l'hôtellerie et restauration qui en percevaient le plus. Ces récompenses augmentaient surtout dans les entreprises de petits effectifs de salariés (microentreprises ou petites entreprises).

Pour l'estime, la catégorie des cadres hommes bénéficiait le plus d'estime. Les secteurs de la construction, l'hôtellerie et restauration, l'immobilier, location, et services aux entreprises, la santé et action sociale, et les services collectifs, sociaux et personnels étaient supposés donner le plus d'estime aussi bien pour les hommes que pour les femmes. L'estime augmentait aussi avec un faible effectif de salariés (microentreprises et petites entreprises).

Pour les perspectives de promotion, la catégorie des cadres hommes ou femmes était plus favorisée. Le secteur qui bénéficiait le plus de perspectives de promotion était surtout celui de la construction, et les salariés des microentreprises et ceux des petites entreprises étaient plus favorisés.

Pour la sécurité de l'emploi, les employées femmes étaient plus en sécurité. Les secteurs de la construction, et de l'hôtellerie et restauration étaient ceux qui présentaient le plus de sécurité d'emploi pour les hommes et pour les femmes, et lorsque ces derniers travaillaient dans des microentreprises ou dans les entreprises de petite taille.

L'annexe 6 décrit la répartition des prévalences des facteurs d'exposition en binaire en fonction des variables d'intitulé d'emploi et selon le sexe.

Les employés et les ouvriers (hommes ou femmes) étaient plus fréquemment exposés au job strain que les cadres ou les salariés des professions intermédiaires. Les prévalences étaient particulièrement élevées chez les hommes qui travaillaient dans les secteurs de l'hôtellerie et restauration, des transports et communications, et de l'administration publique ; et chez les femmes qui travaillaient dans les secteurs de l'industrie manufacturière, de la production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau, de l'hôtellerie et restauration, des transports et communications, et de l'administration publique. Et plus la taille de l'entreprise était importante, plus la prévalence du job strain était élevée.

Comme pour le job strain, ce sont les employés et les ouvriers qui étaient plus fréquemment exposés à l'iso-strain. Les secteurs qui étaient plus souvent exposés à l'iso-strain étaient les transports et communications, et l'administration publique chez les hommes ; l'industrie manufacturière, la production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau, l'hôtellerie et restauration, et l'administration publique chez les femmes. De même, plus la taille de l'entreprise était importante, plus la prévalence de l'iso-strain était élevée.

Pour le temps de travail prolongé, la catégorie des cadres hommes ou femmes était plus fréquemment exposée. Les secteurs fréquemment exposés étaient principalement l'hôtellerie et restauration, et les activités financières chez les hommes ; et la production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau, et de l'hôtellerie et restauration chez les femmes. Les salariés hommes des microentreprises et des entreprises de petite taille étaient plus souvent exposés au temps de travail prolongé que ceux des entreprises de taille supérieure.

Pour le travail posté, il était plus fréquent chez les ouvriers hommes et femmes. Les secteurs plus souvent concernés, étaient surtout l'industrie manufacturière, et la santé et action sociale. Cette exposition était plus fréquente dans les entreprises de moyenne à grande taille.

Concernant l'exposition au travail de nuit, la prévalence d'exposition était plus élevée dans les catégories des hommes employés et ouvriers ; et dans celle des femmes ouvrières. Les secteurs de l'industrie manufacturière, de l'hôtellerie et restauration, et des transports et communications étaient plus souvent exposés chez les hommes ; de même que les secteurs de l'hôtellerie et



restauration, des transports et communications, et de la santé et action sociale chez les femmes. La prévalence d'exposition au travail de nuit augmentait avec la taille de l'entreprise.

Pour les jours de travail asociaux, les salariés de la catégorie des employés étaient plus fréquemment exposés. Ce sont les salariés du secteur de l'hôtellerie et la restauration qui étaient remarquablement plus souvent exposés aux jours de travail asociaux. Et ces salariés travaillaient le plus souvent dans des microentreprises.

Par rapport à l'exposition à l'imprévisibilité des horaires, la proportion des salariés exposés était plus importante dans la catégorie des cadres hommes et femmes. Cette exposition était plus fréquente dans les secteurs de l'hôtellerie et restauration, et de l'immobilier, location et services aux entreprises chez les hommes ; et dans les secteurs de l'hôtellerie et restauration, et de la santé et action sociale chez les femmes. Elle était aussi plus fréquente au sein des entreprises de petite et de moyenne taille chez les hommes ; et au sein des entreprises de taille moyenne à grande chez les femmes.

Pour les conséquences d'erreur, la catégorie des professions intermédiaires pour les hommes et pour les femmes ; et celle des ouvriers pour les hommes présentaient les prévalences d'exposition les plus élevées. Ces prévalences étaient plus importantes surtout dans les secteurs de la production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau, de la construction, et des transports et communications chez les hommes ; et dans les secteurs des transports et communications, des activités financières, et de la santé et action sociale chez les femmes. Les salariés des entreprises de taille moyenne à grande étaient plus souvent exposés.

Pour l'exposition à l'emploi précaire, les employés et ouvriers (hommes ou femmes) étaient les plus fréquemment exposés. Les prévalences d'exposition étaient plus élevées dans les secteurs de l'hôtellerie et restauration, et de l'immobilier, location et services aux entreprises chez les hommes ; et dans les secteurs de l'immobilier, location et services aux entreprises, de l'éducation, et des services collectifs, sociaux et personnels chez les femmes. Les emplois précaires prévalents étaient plus importantes dans des microentreprises.

Pour les violences psychologiques, les employés hommes présentaient la fréquence d'exposition la plus élevée. Cette fréquence était plus importante dans les secteurs de l'éducation, de la santé et action sociale, et des services collectifs, sociaux et personnels chez les hommes ; et dans les secteurs de l'industrie manufacturière, des transports et

communications, et de la santé et action sociale chez les femmes. La proportion des salariés exposés était plus élevée dans les entreprises de taille moyenne.

Pour l'exposition aux agressions de la part du public, la catégorie des employés hommes ou femmes ; et celle des professions intermédiaires chez les femmes avaient des prévalences d'exposition plus élevées. Ces prévalences étaient plus importantes dans les secteurs des activités financières, et de la santé et action sociale pour les hommes et les femmes. Elles étaient aussi plus importantes dans les entreprises de petite taille et de grande taille chez les hommes ; et dans les entreprises de taille intermédiaire ou de grande taille chez les femmes.

## 3.2.2. Développement de la STRESSJEM

### 3.2.2.1. *Taux d'erreur et choix des arbres optimaux*

L'annexe 7 présente les taux d'erreur estimant la qualité de chaque arbre construit à partir de différentes combinaisons des variables d'intitulé d'emploi utilisées pour construire l'arbre optimal. Pour chaque exposition et par sexe, la combinaison des variables d'intitulé d'emploi comportant le taux d'erreur le plus faible a été retenue.

Pour les facteurs du modèle de Karasek, l'arbre optimal a été construit sur la base de la combinaison de la PCS et de la taille d'entreprise pour la majorité des expositions à la fois pour les hommes et les femmes, excepté le job strain pour les hommes pour lequel la combinaison de la PCS, de la NAF et de la taille d'entreprise a été retenue ; et la latitude décisionnelle et l'iso-contraintes pour les femmes pour lesquels la combinaison de la PCS et de la NAF a été retenue. Il est à noter que les taux d'erreur les plus faibles ont été observés pour la latitude décisionnelle.

Concernant les facteurs du modèle de Siegrist, les combinaisons retenues varient selon l'exposition considérée et le sexe. Pour les hommes, l'arbre optimal est basé sur la combinaison de la PCS, la NAF et la taille d'entreprise pour les récompenses et les perspectives de promotion, celle de la NAF et la taille d'entreprise pour l'estime, et la NAF seule pour la sécurité de l'emploi. Pour les femmes, la PCS et la taille d'entreprises combinées ont été retenues pour construire l'arbre pour les récompenses et les perspectives de promotion, la taille d'entreprise seule pour l'estime, et la PCS et la NAF combinées pour la sécurité de l'emploi.

Quant aux facteurs liés aux contraintes de temps et d'horaires, pour les hommes, l'arbre optimal a été construit à partir de la combinaison de la PCS et la NAF pour le temps de travail prolongé. La combinaison de la PCS, la NAF et la taille d'entreprise a été retenue pour le travail posté, le travail de nuit et l'imprévisibilité des horaires, et la NAF seule pour les jours de travail asociaux. Pour les femmes, la combinaison de la PCS et la taille d'entreprise a été retenue pour le temps de travail prolongé, et celle de la PCS et la NAF pour le travail posté. La NAF prise isolément a été retenue pour construire l'arbre optimal pour le travail de nuit et les jours de travail asociaux, et la combinaison de la PCS, la NAF et la taille d'entreprise a été retenue pour l'imprévisibilité. Nous avons observé des taux d'erreur plus faibles pour les arbres construits pour le travail posté et les jours de travail asociaux pour les hommes et les femmes ; pour le temps de travail prolongé et le travail de nuit pour les hommes.

Pour les autres facteurs psychosociaux au travail, pour les hommes, la combinaison de la PCS, la NAF et la taille d'entreprise a été retenue pour les conséquences d'erreur, et la combinaison de la PCS et la NAF pour les agressions de la part du public. Pour les femmes, c'est la combinaison de la PCS et la NAF qui a été gardée pour les conséquences d'erreur, et la combinaison de la PCS et la taille d'entreprise pour les agressions de la part du public. Néanmoins, nous noterons qu'aucun arbre optimal n'a pu être construit pour l'exposition aux violences psychologiques.

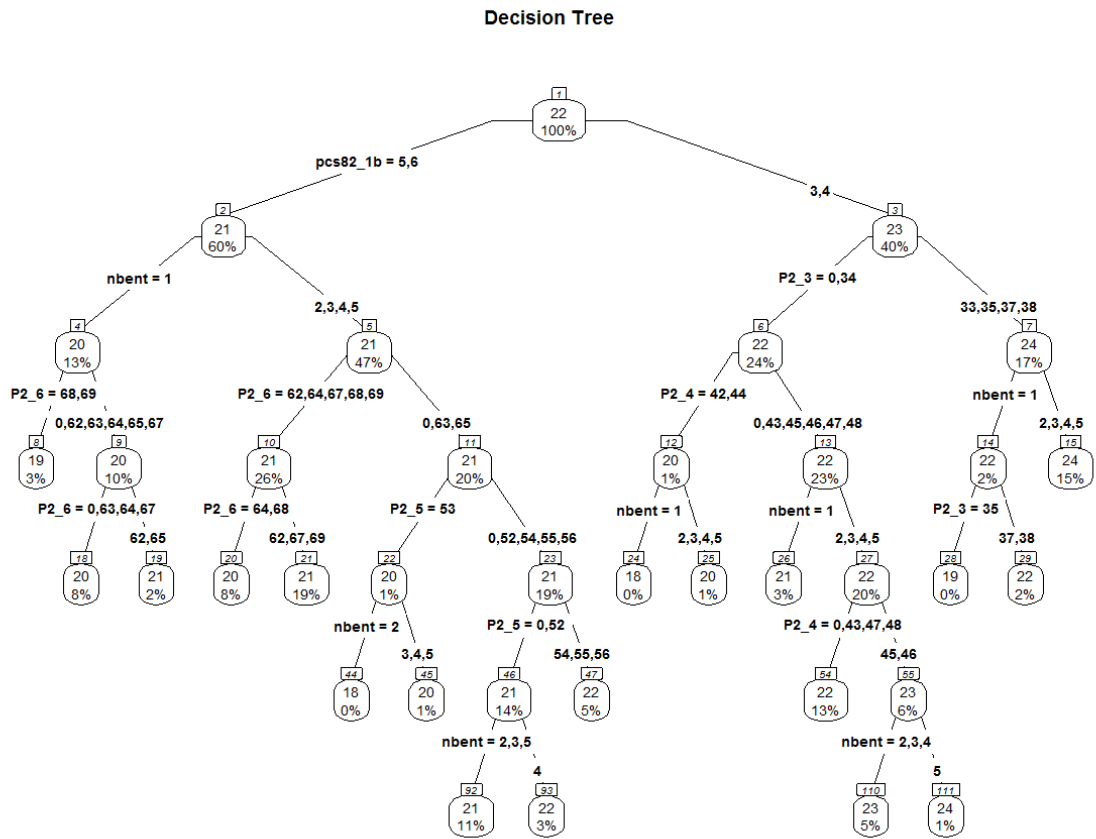
Pour toutes les expositions étudiées, une analyse de sensibilité permettant de mesurer l'influence du hasard dans la répartition de l'échantillon par la validation croisée a montré que d'une manière générale, les changements sont minimales et ne modifient pas les conclusions sur le choix de la combinaison des variables d'intitulé d'emploi à garder pour construire l'arbre optimal.

#### 3.2.2.2. Arbres de décision

Nous présentons un exemple d'arbre de décision obtenu à partir de la méthode CART.

La figure 3 illustre l'arbre de décision concernant l'exposition à la demande psychologique chez les hommes construit à partir de la PCS et la taille de l'entreprise. Au sein de chaque nœud, l'arbre fournit la valeur moyenne du score de la demande psychologique et le pourcentage des salariés.

Nous remarquons que la première division des salariés repose sur une division basée sur le niveau 1 de la PCS. Nous avons une individualisation des sujets dans deux groupes les plus homogènes en termes d'exposition : le premier groupe (nœud 2) comprend les employés ( $pcs82\_1b=5$ ) et les ouvriers ( $pcs82\_1b=6$ ), le deuxième (nœud 3) comprend les cadres ( $pcs82\_1b=3$ ) et les professions intermédiaires ( $pcs82\_1b=4$ ). Si on se place au niveau des deuxièmes divisions, nous constatons que le nœud intermédiaire 2 a été divisé selon les modalités de la taille de l'entreprise : les salariés travaillant dans des microentreprises (<10 salariés) (nœud 4) ont été différenciés de ceux des autres entreprises ( $\geq 10$  salariés) (nœud 5). Le nœud intermédiaire 3 a été divisé selon les codes du niveau 2 de la PCS, etc.



**Figure 3 :** Arbre de décision de la demande psychologique chez les hommes

### 3.2.3. Validation de la STRESSJEM

#### 3.2.3.1. *Evaluation de l'accord entre STRESSJEM et l'auto-déclaration*

Le tableau 4 présente les résultats des différents indicateurs d'évaluation de la concordance de la MEE avec les expositions recueillies individuellement permettant de classer les sujets du point de vue de l'exposition.

#### **Facteurs du modèle de Karasek**

Pour les facteurs du modèle de Karasek, les coefficients de corrélation étaient modérés (proche de 0,50) pour la latitude décisionnelle, faibles ( $<0,30$ ) pour la demande psychologique, et très faibles ( $<0,20$ ) pour le soutien social pour les hommes et les femmes. Le pourcentage de bien classés entre les expositions binaires individuelles et les expositions binaires issues de la MEE a montré que plus de la moitié des salariés étaient bien classés pour toutes les expositions relatives au modèle de Karasek, à l'exception de l'iso-strain pour les femmes. Le calcul des indices de Kappa a montré un accord entre les expositions binaires individuelles et les expositions binaires de la MEE qui était faible ( $>0,20$ ) pour la latitude décisionnelle pour les hommes et les femmes, et pour la demande psychologique pour les hommes ; et qui était mauvais ( $<0,20$ ) pour la demande psychologique pour les femmes, et pour le soutien social, le job strain et l'iso-strain pour les hommes et les femmes. Ces résultats ont été confirmés par les valeurs de la sensibilité et de la spécificité qui étaient relativement bonnes pour la latitude décisionnelle selon le sexe, et pour la demande psychologique chez les hommes. De plus, les estimations de l'AUC ont montré un intérêt de la MEE à discriminer les sujets exposés des sujets non exposés pour toutes les expositions qui était relativement faible, mais relativement plus important pour la latitude décisionnelle pour les hommes et les femmes, et pour la demande psychologique pour les hommes.

#### **Facteurs du modèle de Siegrist**

Concernant les facteurs du modèle de Siegrist, les coefficients de corrélation étaient faibles ( $<0,30$ ) pour les récompenses et les perspectives de promotion pour les hommes, et pour la

sécurité de l'emploi pour les hommes et les femmes. Ils étaient très faibles ( $<0,20$ ) pour l'estime pour les hommes et les femmes, et pour les récompenses et les perspectives de promotion pour les femmes. Le pourcentage de bien classés était limité notamment pour l'estime et la sécurité de l'emploi (pourcentage  $< 50\%$ ). Résultats confirmés par le calcul des indices de Kappa qui était mauvais ( $<0,20$ ) pour toutes les expositions du modèle de Siegrist. De même, les valeurs entre la sensibilité et la spécificité étant extrêmes, la capacité de la MEE à distinguer les exposées des non exposées n'a pas été vérifiée notamment pour l'estime et la sécurité de l'emploi. Ce qui a aussi été confirmé par les estimations de l'AUC qui n'ont montré aucun intérêt discriminant de la MEE pour ces variables, et un intérêt discriminant très limité pour les récompenses et les perspectives de promotion.

### **Facteurs liés aux contraintes de temps et d'horaires**

Pour les facteurs liés aux contraintes de temps et d'horaires, le pourcentage de bien classés était globalement satisfaisant (pourcentage variant de 57 à 92% pour les hommes et de 69 à 94% pour les femmes). Nous noterons que l'imprévisibilité présentait des pourcentages de bien classés les plus faibles pour les hommes et les femmes. Le calcul des indices de Kappa a indiqué un accord modéré ( $>0,40$ ) pour le travail posté pour les deux sexes, un accord faible ( $>0,20$ ) pour le temps de travail prolongé pour les hommes, le travail de nuit et les jours de travail asociaux pour les deux sexes, et pour l'imprévisibilité des horaires chez les femmes. L'accord était mauvais ( $<0,20$ ) pour l'imprévisibilité des horaires pour les hommes, et le temps de travail prolongé pour les femmes. Les valeurs de la sensibilité et de la spécificité étaient bonnes pour le travail posté pour les deux sexes, le travail de nuit pour les hommes, et les jours de travail asociaux et l'imprévisibilité des horaires pour les femmes. Ces résultats ont été confirmés par les estimations des AUC qui ont indiqué un intérêt discriminant acceptable ( $> 0,70$ ) pour le travail posté pour les hommes et les femmes, le travail de nuit pour les hommes, et les jours de travail asociaux pour les femmes. L'intérêt discriminant était relativement faible pour les autres expositions.

### **Autres facteurs psychosociaux au travail**

Le pourcentage de bien classés était satisfaisant (avec des valeurs supérieures à 60%) à la fois pour l'exposition aux conséquences d'erreur ou aux agressions de la part du public pour les hommes et les femmes, et l'était encore plus pour l'exposition à un emploi précaire. Le calcul des indices de Kappa a suggéré un accord modéré ( $>0,40$ ) pour l'emploi précaire pour les hommes, un accord faible ( $>0,20$ ) pour les conséquences d'erreur pour les deux sexes, et un accord mauvais ( $<0,20$ ) pour les agressions de la part du public pour les deux sexes. Les valeurs de la sensibilité et de la spécificité étaient relativement bonnes pour les conséquences d'erreur et les agressions de la part du public pour les hommes. D'après les estimations de l'AUC, la MEE avait un intérêt discriminant modéré pour l'emploi précaire pour les hommes, et faible (AUC autour de 0,60) pour les deux expositions (conséquences d'erreur et agressions de la part du public) pour les deux sexes et pour l'emploi précaire pour les femmes.



**Tableau 4 :** Coefficients de corrélation, pourcentage de bien classés, indices de Kappa, sensibilité et spécificité, et AUC entre les expositions individuelles et les expositions de la MEE pour les hommes et les femmes

	Coefficient de corrélation	% de bien classés	Coefficient Kappa	Se/Sp	AUC
<b>Facteurs du modèle de Karasek</b>					
<b>Hommes</b>					
Latitude décisionnelle : PCS + TE	0,47	68%	0,35	67,27/68,13	0,668
Demande psychologique : PCS + TE	0,29	61%	0,21	58,29/63,17	0,604
Soutien social : PCS + TE	0,12	56%	0,09	42,22/66,59	0,535
Job strain : PCS + NAF + TE		72%	0,17	35,77/81,60	0,587
Iso-strain : PCS + TE		75%	0,11	32,67/81,22	0,569
<b>Femmes</b>					
Latitude décisionnelle : PCS + NAF	0,46	67%	0,31	81,45/48,75	0,651
Demande psychologique : PCS + TE	0,28	59%	0,17	74,54/42,55	0,585
Soutien social : PCS + TE	0,14	54%	0,09	54,81/54,17	0,545
Job strain : PCS + TE		65%	0,17	43,90/73,98	0,589
Iso-strain : PCS + NAF		48%	0,08	72,19/42,95	0,576
<b>Facteurs du modèle de Siegrist</b>					
<b>Hommes</b>					
Récompenses : PCS + NAF + TE	0,24	50%	0,08	95,89 /12,94	0,544
Estime : NAF +TE	0,14	46%	0,00	100,00/0,00	0,500
Perspectives de promotion : PCS + NAF +TE	0,26	55%	0,14	74,70/40,02	0,574
Sécurité de l'emploi : NAF	0,24	44%	0,00	100,00/0,00	0,500
<b>Femmes</b>					
Récompenses : PCS + TE	0,16	52%	0,08	84,16 /24,73	0,544
Estime : TE	0,11	44%	0,00	100,00/0,00	0,500
Perspectives de promotion : PCS + TE	0,16	51%	0,07	83,26/24,17	0,537
Sécurité de l'emploi : PCS + NAF	0,27	40%	0,00	100,00/0,00	0,500
<b>Contraintes de temps et d'horaires</b>					
<b>Hommes</b>					
Travail prolongé : PCS + NAF		87%	0,30	37,14/92,77	0,649
Travail posté : PCS + NAF + TE		88%	0,53	53,86/94,59	0,742
Travail de nuit : PCS + NAF + TE		85%	0,40	61,57/88,33	0,749
Jours de travail asociaux : NAF		92%	0,37	40,76/95,64	0,682
Imprévisibilité : PCS + NAF + TE		57%	0,18	76,18/44,52	0,604
<b>Femmes</b>					
Travail prolongé : PCS + TE		90%	0,15	35,79/91,79	0,638
Travail posté : PCS + NAF		88%	0,49	60,64/91,93	0,763
Travail de nuit : NAF		94%	0,27	26,02/97,67	0,618
Jours de travail asociaux : NAF		89%	0,38	49,88/92,47	0,712
Imprévisibilité : PCS + NAF + TE		69%	0,31	58,80/73,10	0,660
<b>Autres facteurs</b>					
<b>Hommes</b>					
Conséquences d'erreur : PCS + NAF + TE		62%	0,23	61,51/62,01	0,618
Emploi précaire : PCS+NAF+TE		95%	0,59	45,33/99,68	0,725
Agressions du public : PCS + NAF		69%	0,19	59,05/70,16	0,646
<b>Femmes</b>					
Conséquences d'erreur : PCS + NAF		71%	0,29	45,88/81,88	0,639
Emploi précaire : PCS+NAF		92%	0,34	23,24/99,65	0,614
Agressions du public : PCS + TE		72%	0,17	33,47/82,78	0,581

% : pourcentages, se : sensibilité, sp : spécificité, AUC : Area Under the Curve

### 3.2.3.2. *Lien entre expositions et variables de santé : comparaison des deux méthodes d'évaluation*

Les tableaux suivants présentent d'autres résultats concernant la validité de la MEE, sur la relation entre les variables d'exposition et les variables de santé permettant de comparer la STRESSJEM et l'exposition au niveau individuel.

#### **Facteurs psychosociaux du modèle de Karasek**

Le tableau 5 fournit les résultats des associations entre les expositions binaires individuelles et les expositions binaires de la MEE du modèle de Karasek, et les variables de santé (santé perçue et absentéisme), ajustées sur l'âge.

Concernant la santé perçue, pour les hommes et pour les femmes, des associations significatives ont été observées entre les cinq expositions binaires individuelles (faible latitude décisionnelle, forte demande psychologique, faible soutien social, job strain, iso-strain) et une mauvaise santé perçue (modèle 1). Ces associations persistaient lorsque les expositions étaient prises en compte en même temps (modèle 2 : faible latitude décisionnelle, forte demande psychologique et faible soutien social ; et modèle 3 : job strain et soutien social). Des associations significatives ont été observées pour la latitude décisionnelle, le soutien social, le job strain et l'iso-strain issus de la MEE et étudiés isolément (modèle 1), cependant ces associations avaient un plus faible effet que celles avec les expositions binaires individuelles. De plus, avec la MEE, nous avons observé un effet inversé d'une forte demande psychologique pour les hommes. Lorsque les expositions issues de la MEE étaient prises en compte simultanément, les associations ont été observées pour le soutien social pour les femmes (modèle 2 : faible latitude décisionnelle, forte demande psychologique et faible soutien social), et pour le job strain et le soutien social pour les deux sexes (modèle 3 : job strain et soutien social).

Pour l'absentéisme pour maladie, les résultats ont montré des associations significatives entre chacune des cinq expositions binaires individuelles (modèle 1 : faible latitude décisionnelle, forte demande psychologique, faible soutien social, job strain et iso-strain) et l'absentéisme pour maladie. Des associations significatives ont aussi été observées lorsque trois d'entre elles

étaient prises en compte en même temps (modèle 2 : faible latitude décisionnelle, forte demande psychologique et faible soutien social), et deux d'entre elles étaient prises ensemble (modèle 3 : job strain et soutien social). Des associations significatives entre les expositions binaires produites par la MEE étudiées isolément (modèle 1) et l'absentéisme ont été mises en évidence pour la latitude décisionnelle, le soutien social, le job strain et l'iso-strain pour les deux sexes, et pour la demande psychologique pour les femmes. Ces associations avaient, comme pour la santé perçue, un plus faible effet qu'avec les expositions binaires évaluées individuellement. L'effet inversé de la forte demande psychologique évaluée par la MEE était également retrouvé avec l'absentéisme pour maladie pour les hommes. Lorsque les expositions binaires issues de la MEE étaient prises en compte simultanément dans les modèles (modèle 2 : faible latitude décisionnelle, forte demande psychologique et faible soutien social ; et modèle 3 : job strain et soutien social), des associations ont été observées pour la demande psychologique pour les femmes et le soutien social pour les deux sexes (modèle 2), et pour le job strain pour les deux sexes et le soutien social pour les hommes (modèle 3).

**Tableau 5 :** Associations entre les expositions binaires individuelles du modèle de Karasek ou les expositions binaires de la MEE et la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie

	<b>Hommes (n=14226)</b>				<b>Femmes (n=10217)</b>			
	Expositions individuelles		Expositions de la MEE		Expositions individuelles		Expositions de la MEE	
	OR [IC à 95%]	P Value	OR [IC à 95%]	P Value	OR [IC à 95%]	P Value	OR [IC à 95%]	P Value
<b>Santé perçue</b>								
<b>Modèle 1 : chaque facteur ajusté sur l'âge</b>								
Faible latitude	2,16 [1,92 - 2,42]	<0,001	1,41 [1,25 - 1,58]	<0,001	1,66 [1,46 - 1,88]	<0,001	1,50 [1,31 - 1,72]	<0,001
Forte demande	1,75 [1,56 - 1,97]	<0,001	0,74 [0,66 - 0,84]	<0,001	2,13 [1,88 - 2,42]	<0,001	0,99 [0,87 - 1,13]	0,851
Faible soutien	2,22 [1,97 - 2,50]	<0,001	1,42 [1,26 - 1,59]	<0,001	2,74 [2,41 - 3,11]	<0,001	1,56 [1,38 - 1,77]	<0,001
Job strain	2,57 [2,27 - 2,91]	<0,001	1,43 [1,26 - 1,63]	<0,001	2,32 [2,05 - 2,62]	<0,001	1,50 [1,33 - 1,70]	<0,001
Iso-strain	3,01 [2,62 - 3,46]	<0,001	1,36 [1,19 - 1,55]	<0,001	2,98 [2,60 - 3,41]	<0,001	1,50 [1,32 - 1,70]	<0,001
<b>Modèle 2 : Les 3 facteurs ajustés sur l'âge</b>								
Faible latitude	1,98 [1,75 - 2,24]	<0,001	1,14 [0,89 - 1,45]	0,304	1,41 [1,23 - 1,61]	<0,001	1,12 [0,91 - 1,39]	0,287
Forte demande	1,74 [1,54 - 1,96]	<0,001	0,89 [0,75 - 1,06]	0,193	1,92 [1,68 - 2,19]	<0,001	0,97 [0,84 - 1,12]	0,699
Faible soutien	1,79 [1,58 - 2,02]	<0,001	1,19 [0,96 - 1,49]	0,114	2,35 [2,06 - 2,68]	<0,001	1,46 [1,21 - 1,76]	<0,001
<b>Modèle 3 : Job strain et soutien social ajustés sur âge</b>								
Job strain	2,22 [1,95 - 2,52]	<0,001	1,22 [1,05 - 1,43]	0,011	1,92 [1,68 - 2,18]	<0,001	1,18 [1,00 - 1,40]	0,054
Faible soutien	1,91 [1,69 - 2,16]	<0,001	1,29 [1,12 - 1,48]	<0,001	2,40 [2,11 - 2,74]	<0,001	1,41 [1,19 - 1,67]	<0,001
<b>Absentéisme</b>								
<b>Modèle 1 : chaque facteur ajusté sur l'âge</b>								
Faible latitude	1,48 [1,37 - 1,61]	<0,001	1,41 [1,29 - 1,53]	<0,001	1,36 [1,24 - 1,49]	<0,001	1,17 [1,07 - 1,29]	0,001
Forte demande	1,18 [1,08 - 1,28]	<0,001	0,78 [0,72 - 0,85]	<0,001	1,32 [1,21 - 1,45]	<0,001	1,40 [1,26 - 1,54]	<0,001
Faible soutien	1,34 [1,23 - 1,46]	<0,001	1,52 [1,40 - 1,65]	<0,001	1,50 [1,37 - 1,65]	<0,001	1,42 [1,30 - 1,55]	<0,001
Job strain	1,62 [1,47 - 1,78]	<0,001	1,47 [1,34 - 1,62]	<0,001	1,46 [1,33 - 1,60]	<0,001	1,57 [1,43 - 1,72]	<0,001
Iso-strain	1,71 [1,52 - 1,91]	<0,001	1,40 [1,27 - 1,54]	<0,001	1,67 [1,49 - 1,87]	<0,001	1,14 [1,04 - 1,25]	0,004
<b>Modèle 2 : Les 3 facteurs ajustés sur l'âge</b>								
Faible latitude	1,43 [1,31 - 1,55]	<0,001	1,03 [0,87 - 1,21]	0,744	1,29 [1,18 - 1,42]	<0,001	1,00 [0,86 - 1,17]	0,987
Forte demande	1,18 [1,08 - 1,28]	<0,001	0,98 [0,88 - 1,10]	0,793	1,26 [1,15 - 1,38]	<0,001	1,34 [1,20 - 1,50]	<0,001
Faible soutien	1,21 [1,11 - 1,32]	<0,001	1,47 [1,27 - 1,72]	<0,001	1,38 [1,25 - 1,51]	<0,001	1,38 [1,20 - 1,58]	<0,001
<b>Modèle 3 : Job strain et soutien social ajustés sur âge</b>								
Job strain	1,52 [1,38 - 1,68]	<0,001	1,20 [1,07 - 1,34]	0,001	1,35 [1,23 - 1,50]	<0,001	1,44 [1,27 - 1,64]	<0,001
Faible soutien	1,24 [1,14 - 1,35]	<0,001	1,40 [1,27 - 1,54]	<0,001	1,41 [1,29 - 1,55]	<0,001	1,12 [0,99 - 1,27]	0,072

n : effectif, OR : Odds Ratio, IC à 95% : Intervalle de confiance à 95%

## **Facteurs psychosociaux du modèle de Siegrist**

Le tableau 6 fournit les résultats des modèles logistiques pour les facteurs du modèle de Siegrist. Des associations significatives ont été observées entre les scores continus individuels des récompenses et ses trois sous-dimensions (estime, perspectives de l'emploi et sécurité de l'emploi) et une mauvaise santé perçue pour les hommes et pour les femmes (modèle 1). Des associations significatives ont aussi été observées après la prise en compte des trois sous-dimensions simultanément dans un modèle unique (modèle 2 : estime, perspectives de l'emploi et sécurité de l'emploi). Pour les scores continus issus de la MEE, les associations significatives étaient retrouvées pour les récompenses et ses sous-dimensions (modèle 1 : estime, perspectives de promotions et sécurité de l'emploi) pour les deux sexes avec des estimations très proches de celles obtenues avec les scores continus individuels. Cependant, lorsque les trois sous-dimensions étaient incluses simultanément dans un même modèle (modèle 2), les associations avec une mauvaise santé perçue ont été retrouvées uniquement pour les perspectives de promotion pour les hommes.

Dans tous les modèles (modèle 1, modèle 2), il a été mis en évidence des associations significatives entre les scores continus individuels des récompenses et ses sous-dimensions (estime, perspectives de promotions et sécurité de l'emploi) et l'absentéisme pour maladie hormis pour la sécurité de l'emploi pour les deux sexes lorsqu'elle était incluse dans un même modèle avec l'estime et les perspectives de l'emploi (modèle 2). Des associations significatives ont été observées entre les scores continus prédits par la MEE pour les récompenses et ses sous-dimensions (modèle 1 : estime, perspectives de promotions et sécurité de l'emploi) et l'absentéisme pour maladie, pour les deux sexes. Lorsque l'estime, les perspectives de promotion et la sécurité de l'emploi étaient pris en compte simultanément dans un même modèle (modèle 2), les associations significatives avec l'absentéisme pour maladie ont été observées pour les perspectives de promotion pour les hommes, et pour l'estime et la sécurité de l'emploi pour les femmes.

**Tableau 6 :** Associations entre les scores individuels du modèle de Siegrist ou les scores de la MEE et la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie

	<b>Hommes (n=23278)</b>				<b>Femmes (n=17704)</b>			
	Scores individuels		Scores de la MEE		Scores individuels		Scores de la MEE	
	OR [IC à 95%]	P Value	OR [IC à 95%]	P Value	OR [IC à 95%]	P Value	OR [IC à 95%]	P Value
<b>Santé perçue</b>								
<b>Modèle 1 : chaque facteur ajusté sur l'âge</b>								
Manque de récompenses	1,08 [1,07 - 1,09]	<0,001	1,05 [1,02 - 1,08]	0,001	1,08 [1,08 - 1,09]	<0,001	1,08 [1,03 - 1,14]	<0,001
Manque d'estime	1,16 [1,15 - 1,17]	<0,001	1,12 [1,02 - 1,23]	0,020	1,16 [1,14 - 1,17]	<0,001	1,27 [1,07 - 1,49]	0,005
Manque de perspectives de promotion	1,13 [1,12 - 1,15]	<0,001	1,11 [1,05 - 1,17]	<0,001	1,13 [1,12 - 1,15]	<0,001	1,14 [1,04 - 1,24]	0,004
Insécurité de l'emploi	1,23 [1,20 - 1,25]	<0,001	1,15 [1,04 - 1,28]	0,008	1,23 [1,20 - 1,26]	<0,001	1,23 [1,01 - 1,50]	0,043
<b>Modèle 4 : Les 3 sous dimensions ajustées sur l'âge</b>								
Manque d'estime	1,10 [1,09 - 1,12]	<0,001	1,00 [0,88 - 1,12]	0,934	1,11 [1,09 - 1,13]	<0,001	1,19 [0,99 - 1,42]	0,057
Manque de perspectives de promotion	1,05 [1,03 - 1,07]	<0,001	1,10 [1,03 - 1,17]	0,004	1,05 [1,03 - 1,07]	<0,001	1,04 [0,94 - 1,15]	0,451
Insécurité de l'emploi	1,09 [1,06 - 1,12]	<0,001	1,08 [0,96 - 1,22]	0,191	1,10 [1,06 - 1,14]	<0,001	1,21 [0,97 - 1,52]	0,096
<b>Absentéisme</b>								
<b>Modèle 1 : chaque facteur ajusté sur l'âge</b>								
Manque de récompenses	1,04 [1,03 - 1,04]	<0,001	1,10 [1,07 - 1,12]	<0,001	1,04 [1,04 - 1,05]	<0,001	1,17 [1,13 - 1,21]	<0,001
Manque d'estime	1,08 [1,07 - 1,09]	<0,001	1,26 [1,16 - 1,38]	<0,001	1,09 [1,07 - 1,10]	<0,001	1,83 [1,63 - 2,05]	<0,001
Manque de perspectives de promotion	1,07 [1,06 - 1,08]	<0,001	1,20 [1,14 - 1,27]	<0,001	1,07 [1,06 - 1,09]	<0,001	1,29 [1,21 - 1,38]	<0,001
Insécurité de l'emploi	1,08 [1,06 - 1,10]	<0,001	1,20 [1,10 - 1,30]	<0,001	1,08 [1,06 - 1,11]	<0,001	1,22 [1,02 - 1,46]	0,028
<b>Modèle 4 : Les 3 sous dimensions ajustées sur l'âge</b>								
Manque d'estime	1,05 [1,03 - 1,06]	<0,001	1,06 [0,97 - 1,17]	0,203	1,06 [1,05 - 1,08]	<0,001	1,73 [1,50 - 2,00]	<0,001
Manque de perspectives de promotion	1,04 [1,03 - 1,06]	<0,001	1,18 [1,11 - 1,24]	<0,001	1,04 [1,03 - 1,06]	<0,001	1,03 [0,95 - 1,12]	0,450
Insécurité de l'emploi	1,01 [0,99 - 1,03]	0,482	1,04 [0,95 - 1,14]	0,382	1,01 [0,98 - 1,03]	0,616	1,16 [1,01 - 1,35]	0,042

n : effectif, OR : Odds Ratio, IC à 95% : Intervalle de confiance à 95%

### **Autres facteurs psychosociaux au travail (et contraintes organisationnelles)**

Le tableau 7 présente les associations entre les autres facteurs psychosociaux ou contraintes organisationnelles, et la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie. Le travail posté et le travail de nuit analysés au niveau individuel étaient statistiquement associés à une mauvaise santé perçue pour les deux sexes, de même que l'imprévisibilité des horaires pour les femmes. Inversement, le temps de travail prolongé quant à lui était négativement associé à une mauvaise santé perçue pour les hommes. Lorsque les contraintes de temps et d'horaires étaient évaluées par la MEE, comme pour les expositions individuelles, des associations significatives avec une mauvaise santé ont été mises en évidence pour le travail posté pour les hommes et les femmes, et pour le travail de nuit uniquement pour les hommes. Comme au niveau individuel, il a été retrouvé qu'un temps de travail prolongé était négativement associé à une mauvaise santé, mais cette fois-ci pour les hommes et pour les femmes.

Les conséquences d'erreur et les agressions de la part du public évaluées individuellement étaient statistiquement associées à une mauvaise santé perçue pour les deux sexes. Lorsque les expositions étaient évaluées par la MEE, ces résultats étaient retrouvés pour les conséquences d'erreur pour les deux sexes. Cependant, un effet inversé a été observé entre les agressions de la part du public et la santé perçue pour les hommes (meilleure santé perçue parmi ceux qui déclarent des agressions).

Quand l'absentéisme pour maladie était utilisé comme variable à expliquer, une association significative a été observée avec l'exposition individuelle au travail posté pour les hommes et les femmes, et au travail de nuit pour les hommes. Un temps de travail prolongé analysé individuellement était lié à un moindre absentéisme pour les deux sexes. Lorsque les expositions étaient évaluées par la MEE, les associations avec l'absentéisme pour maladie ont été retrouvées pour le travail posté pour les hommes et les femmes, et pour le travail de nuit pour les hommes. Comme pour la santé perçue, un temps de travail prolongé issu de la MEE était associé à un moindre absentéisme pour les hommes et les femmes. Cette association négative avec l'absentéisme pour maladie a aussi été mise en évidence pour l'imprévisibilité des horaires évaluée par la MEE pour les hommes.

Pour les facteurs d'expositions restants, au niveau individuel, les agressions de la part du public pour les hommes et les femmes ainsi que les conséquences d'erreur pour les hommes étaient associées à un absentéisme pour maladie. Lorsque ces expositions étaient évaluées par la MEE,

des associations significatives avec l'absentéisme ont été observées pour les conséquences d'erreur pour les hommes et pour les femmes, et pour agressions de la part du public auprès des femmes. Cependant, chez les hommes, tout comme pour une mauvaise santé perçue, l'association entre les agressions du public et l'absentéisme pour maladie était plutôt négative. Cet effet inversé sur l'absentéisme a aussi été observé avec l'emploi précaire chez les hommes.

En résumé, nous noterons que pour tous les facteurs d'exposition analysés (sauf ceux du modèle de Karasek), l'amplitude des associations n'étaient pas très différente entre les résultats observés avec les expositions évaluées par la MEE et ceux observés avec les expositions individuelles. Les changements (augmentation ou diminution) étaient plus fréquents à la deuxième décimale, sauf pour l'association entre l'estime et l'absentéisme pour maladie pour laquelle les estimations fournies par les scores de la MEE étaient plus élevées pour les deux sexes, et cela même lorsque l'estime était prise en compte dans un même modèle avec les perspectives de promotion et la sécurité de l'emploi pour les femmes.

Nous ajouterons aussi que les modèles avec les expositions individuelles aux jours de travail sociaux et à l'emploi précaire ne fournissaient aucune association significative que ce soit avec la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie pour les deux sexes. Le même constat a été observé pour les associations entre les expositions individuelles à l'imprévisibilité des horaires avec l'état de santé perçue pour les hommes, puis avec l'absentéisme pour maladie pour les deux sexes, et aux conséquences d'erreur avec l'absentéisme pour maladie pour les femmes. L'absence de résultats significatifs pour les expositions évaluées par la MEE n'était donc pas surprenante.



**Tableau 7 :** Associations entre les expositions binaires individuelles des autres facteurs psychosociaux au travail ou les expositions binaires de la MEE et la santé perçue ou l'absentéisme pour maladie

	Hommes (n=14226)				Femmes (n=10217)			
	Expositions individuelles OR [IC à 95%]	P Value	Expositions de la MEE OR [IC à 95%]	P Value	Expositions individuelles OR [IC à 95%]	P Value	Expositions de la MEE OR [IC à 95%]	P Value
<b>Santé perçue</b>								
<b>Modèle 1 : chaque contrainte ajustée sur l'âge</b>								
Travail prolongé	0,78 [0,63 - 0,97]	0,025	0,58 [0,46 - 0,73]	<0,001	1,04 [0,74 - 1,48]	0,809	0,78 [0,62 - 0,98]	0,036
Travail posté	1,42 [1,24 - 1,62]	<0,001	1,55 [1,35 - 1,77]	<0,001	1,35 [1,15 - 1,59]	<0,001	1,29 [1,12 - 1,49]	<0,001
Travail de nuit	1,30 [1,09 - 1,54]	0,003	1,18 [1,02 - 1,36]	0,026	1,34 [1,02 - 1,76]	0,036	1,36 [0,95 - 1,93]	0,089
Jours de travail asociaux	0,98 [0,77 - 1,24]	0,841	0,86 [0,65 - 1,13]	0,275	1,20 [0,97 - 1,49]	0,087	1,17 [0,96 - 1,44]	0,122
Imprévisibilité	1,11 [0,99 - 1,25]	0,086	1,04 [0,92 - 1,17]	0,516	1,24 [1,09 - 1,41]	0,001	1,08 [0,96 - 1,23]	0,196
<b>Modèle 1 : chacun des autres facteurs ajusté sur l'âge</b>								
Conséquences d'erreur	1,16 [1,03 - 1,30]	0,014	1,14 [1,01 - 1,28]	0,029	1,16 [1,02 - 1,32]	0,023	1,16 [1,02 - 1,31]	0,027
Emploi précaire	0,81 [0,61 - 1,07]	0,130	0,73 [0,49 - 1,09]	0,123	0,98 [0,77 - 1,26]	0,892	0,87 [0,53 - 1,40]	0,558
Agressions de la part du public	1,39 [1,19 - 1,63]	<0,001	0,84 [0,74 - 0,95]	0,007	1,47 [1,28 - 1,69]	<0,001	1,00 [0,87 - 1,15]	0,980
<b>Absentéisme</b>								
<b>Modèle 1 : chaque contrainte ajustée sur l'âge</b>								
Travail prolongé	0,51 [0,43 - 0,60]	<0,001	0,62 [0,53 - 0,73]	<0,001	0,72 [0,55 - 0,94]	0,014	0,80 [0,68 - 0,94]	0,007
Travail posté	1,65 [1,50 - 1,82]	<0,001	1,67 [1,51 - 1,83]	<0,001	1,34 [1,19 - 1,52]	<0,001	1,29 [1,15 - 1,44]	<0,001
Travail de nuit	1,28 [1,13 - 1,45]	<0,001	1,18 [1,07 - 1,31]	0,001	1,11 [0,90 - 1,37]	0,313	1,05 [0,81 - 1,37]	0,692
Jours de travail asociaux	0,89 [0,76 - 1,06]	0,184	0,83 [0,69 - 1,00]	0,046	1,04 [0,89 - 1,21]	0,669	0,89 [0,77 - 1,03]	0,120
Imprévisibilité	0,93 [0,85 - 1,01]	0,087	0,83 [0,77 - 0,91]	<0,001	1,05 [0,95 - 1,15]	0,353	1,05 [0,96 - 1,15]	0,261
<b>Modèle 1 : chacun des autres facteurs ajusté sur l'âge</b>								
Conséquences d'erreur	1,12 [1,03 - 1,22]	0,007	1,31 [1,21 - 1,43]	<0,001	1,05 [0,95 - 1,15]	0,367	1,17 [1,06 - 1,29]	0,002
Emploi précaire	0,91 [0,77 - 1,07]	0,250	0,68 [0,53 - 0,86]	0,001	0,91 [0,77 - 1,07]	0,261	0,77 [0,55 - 1,08]	0,127
Agressions de la part du public	1,27 [1,13 - 1,43]	<0,001	0,80 [0,73 - 0,87]	<0,001	1,42 [1,28 - 1,58]	<0,001	1,36 [1,23 - 1,51]	<0,001

n : effectif, OR : Odds Ratio, IC à 95% : Intervalle de confiance à 95%

### **3.3. Discussion**

#### **3.3.1. Principaux résultats**

La MEE « STRESSJEM » construite, utilisait plusieurs variétés des combinaisons des variables d'intitulé d'emploi selon les variables d'exposition et le sexe. Les différents indicateurs de mesure de concordance avec les données individuelles ont montré que la MEE avait une validité qui était bonne pour la latitude décisionnelle, le travail posté, les jours de travail asociaux et l'emploi précaire pour les deux sexes, et pour le travail de nuit pour les hommes. La validité était modérée pour la demande psychologique, le job strain, le travail prolongé pour les deux sexes, l'iso-strain, les perspectives de promotion, les conséquences d'erreur et les agressions pour les hommes, et le soutien social, le travail de nuit, l'imprévisibilité des horaires et les conséquences d'erreur pour les femmes. Elle était faible pour les récompenses, l'estime et la sécurité de l'emploi pour les deux sexes, le soutien social et l'imprévisibilité des horaires pour les hommes, et l'iso-strain, les perspectives de promotion et les agressions du public pour les femmes. Concernant les associations avec les variables de santé, le sens des résultats était assez proche avec la matrice de ce qu'on voit avec les expositions auto-déclarées individuellement. Cependant, certaines des associations observées étaient inattendues. C'est le cas pour la demande psychologique pour les hommes et les femmes, et les agressions du public pour les hommes pour lesquelles les associations étaient négatives uniquement avec la MEE. Pour d'autres facteurs comme le travail prolongé, les associations étaient négatives y compris lorsque l'exposition était évaluée au niveau individuel.

### 3.3.2. Comparaison avec la littérature

Pour la latitude décisionnelle, STRESSJEM avait une validité relativement bonne. Ce résultat confirme celui d'une étude antérieure sur les données de l'enquête SUMER 2010 ayant évalué l'apport de la taille d'entreprise (TE) (62). Et dans cette étude, la TE s'est avérée jouer un rôle substantiel pour cette exposition notamment chez les hommes. Il confirme aussi ceux des publications scientifiques internationales utilisant les codes de la classification des emplois comme variables d'intitulé d'emploi uniquement (51–53,63). Ces résultats qui demeurent robustes quelle que soit la variable d'intitulé d'emploi ou la méthode de construction utilisée soulignent l'importance de cette dimension de l'environnement du travail. Ayant observé des associations négatives avec les variables de santé pour la demande psychologique, nos résultats confirment ceux de l'étude sur l'enquête SUMER 2003 tenant en compte la PCS uniquement comme variable d'intitulé d'emploi (61), et ceux observés dans trois études internationales (51–53). Une discordance a néanmoins été identifiée avec l'étude sur la population des salariés australiens concluant à une validité relativement bonne de cette dimension, mais mesurée par un outil spécifique à l'étude (63). La validité de STRESSJEM pour le soutien social était modérée pour les femmes et faible pour les hommes, ce qui concorde avec l'étude sur les données de l'enquête SUMER 2003, et avec les études réalisées dans les populations des salariés suédois et finlandais (52,53). Ayant observé une validité modérée de la MEE pour le job strain, l'étude sur la population finlandaise a mis en évidence une validité relativement bonne de la MEE pour cette exposition en incluant les codes de la classification d'emploi seulement comme variable d'intitulé d'emploi (53). Cependant, la méthode CART nous a révélé le rôle notable de la TE pour les femmes, et de la TE et de la NAF pour les hommes en plus de la PCS. Concernant les récompenses et ses sous dimensions, nous avons observé une validité de la MEE modérée pour les perspectives de promotion pour les hommes et faible pour les autres dimensions. A notre connaissance, aucune MEE n'a été construite sur ces facteurs à partir des questionnaires validés. Dans l'enquête américaine US national surveys of working conditions, la MEE construite à partir d'un proxy de la rémunération avait aussi une validité faible (51). Dans l'enquête Household Income Labour Dynamics in Australia (HILDA), les auteurs ont observé une validité modérée de la MEE pour les proxys des dimensions relatives à la rémunération et la sécurité de l'emploi (63). Pour les facteurs restants, aucune étude dans les publications nationales ou internationales ne s'est penchée sur la validité des MEE

développées pour certaines de ces dimensions, et les résultats observés devraient être vérifiés ailleurs.

Les discordances observées entre les résultats de notre étude et ceux d'autres études peuvent s'expliquer par la diversité des expositions étudiées et des variables d'intitulé d'emploi utilisées, ainsi que par les méthodes de construction et de validation des MEE qui étaient différentes.

### 3.3.3. Forces

Les enquêtes SUMER reposent principalement sur des échantillons très larges avec des taux de réponse très satisfaisants (96% en 2003 et 87% en 2010), assurant ainsi une bonne couverture selon les paramètres d'intitulé d'emploi utilisés. Ceci réduit aussi un biais potentiel de sélection et favorise des analyses en sous-groupes selon le sexe satisfaisantes en termes de puissance statistique, l'importance de celles-ci ayant été soulignée en épidémiologie professionnelle des risques psychosociaux (79,82). De plus, les variables de pondération sont déjà disponibles afin de corriger la non-réponse, augmenter la représentativité et rendre les résultats plus extrapolables à la population cible. L'expertise des médecins enquêteurs réduit aussi les erreurs potentielles de classement. Dans les enquêtes SUMER, l'information est disponible pour de nombreux facteurs psychosociaux au travail dont certains basés sur des outils valides et recommandés (facteurs de Karasek et de Siegrist) ; et les trois variables d'intitulé d'emploi sont accessibles. L'utilisation de la méthode CART facilite la prise en compte des différents niveaux de la PCS et de la NAF, gère les petits effectifs, et l'élagage des arbres par validation croisée permet de réduire les erreurs de classification. Un faisceau d'indicateurs a permis de mesurer la validité de la MEE. Ce qui n'est toujours pas le cas d'autres études.

### 3.3.4. Limites

Les limites de cette partie 3 de la thèse peuvent aussi être discutées. Le caractère transversal des enquêtes SUMER ne prend pas en compte la durée d'exposition et ne permet pas de mesurer l'incidence des variables de santé. Les variables de santé étant mesurées en même temps que l'exposition, la séquence temporelle des événements ne peut être établie, on ne peut donc pas conclure à une relation de causalité. Ceci peut expliquer certaines des associations négatives observées, qui peuvent avoir comme origine un effet de sélection ou un effet de causalité inverse ; les salariés soumis à certaines contraintes dans le travail peuvent être des salariés en meilleure santé, car plus on est en bonne santé, plus on travaille plus. Et ceci est plus visible pour certaines dimensions des conditions de travail comme, par exemple, le travail prolongé. Hormis les facteurs du modèle de Karasek et du modèle de Siegrist, les autres expositions prises en compte dans la matrice ne sont pas basées sur des outils validés. Comme il en est le cas des contraintes de temps et d'horaires en particulier, ce sont des facteurs relevant beaucoup plus de l'organisation du travail que du domaine psychosocial ; et on ne les considérerait pas comme 'non validés', car ils s'agissent des questions très classiques, mais non classées habituellement parmi les expositions psychosociales. La principale limite commune aux MEE est leur incapacité de tenir compte de la variabilité de l'exposition au sein des intitulés d'emploi (variance intra-groupe). Tous les individus ayant le même intitulé d'emploi se voient donc attribuer des expositions moyennes identiques. Des erreurs de classement dans l'exposition peuvent subvenir, entraînant ainsi des erreurs dans les résultats des estimations observées. Ceci est plus vrai pour certaines expositions professionnelles que pour d'autres. L'utilisation des MEE dans les études épidémiologiques est aussi limitée lorsqu'elles sont appliquées dans des populations différentes de celles pour lesquelles elles ont été développées ou dans d'autres pays. Par ailleurs, de manière générale, les données auto-déclarées ne sont pas un 'gold standard'. Mais, lorsqu'il s'agit des expositions psychosociales au travail, la question de savoir ce qu'un gold standard n'est pas évident. Et on s'attend à ce que les concordances entre matrice et auto-déclaration au niveau individuel ne soient pas toutes très bonnes. Pour certaines caractéristiques comme le cas du soutien social, elles sont très liées à l'environnement proche, c'est-à-dire avec qui on travaille plus qu'avec l'emploi exercé. Il serait idéalement intéressant de refaire ces analyses sur une population différente de celle qui a servi à construire la STRESSJEM.

En résumé, les différents indicateurs de mesure de validité suggèrent que la MEE « STRESSJEM » développée dans le cadre de ce projet de thèse à l'aide de la méthode CART,

pourraient constituer une méthode alternative pour évaluer la latitude décisionnelle, le travail posté, voire les autres facteurs du modèle de Karasek comme le soutien social, le job strain, l'iso-strain à l'exception de la demande psychologique. Des investigations plus approfondies seraient encore nécessaires pour l'évaluation des autres expositions à l'aide des MEE.

Après avoir détaillé une méthode de développement de matrice et sa validation, la partie suivante va s'intéresser à la question de la comparaison à une méthode qui sert de référence dans les études épidémiologiques large, afin d'illustrer un exemple de validation sur une matrice différente sur les facteurs biomécaniques développée dans la cohorte CONSTANCES.

## **4. VALIDATION DE SCORES D'EXPOSITIONS BIOMECANIQUES BASES SUR LA « JEM CONSTANCES » COMPARE A L'EVALUATION AUTO-RAPPORTEE : RESULTATS ISSUS DE LA COHORTE CONSTANCES**

L'objectif de ce chapitre 4 de la thèse repose sur la validation de scores d'expositions biomécaniques cumulées durant la vie professionnelle basés sur une MEE comparé aux expositions auto-déclarées individuellement, avec deux aspects :

- Analyse de la concordance entre les expositions évaluées par une MEE avec celles auto-rapportées par plusieurs indicateurs, ceci pour trois expositions professionnelles
- Etude du lien entre les douleurs auto-déclarées et les expositions, en comparant les deux approches d'évaluation des expositions biomécaniques au travail.

Nous noterons que sous le terme « expositions », nous nous intéressons aux expositions biomécaniques sur toute la vie professionnelle, qu'elles soient passées ou actuelles.



## **4.1. Matériels et méthodes**

### 4.1.1. Cohorte Constances

#### 4.1.1.1. *Généralités*

Les données utilisées dans cette partie de thèse sont celles de la cohorte des CONSULTANTS des Centres d'Examens de Santé « CONSTANCES ». La cohorte a été mise en place par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) en partenariat avec la caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM), la caisse nationale d'assurance vieillesse (CNAV) et l'université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.

Elle vise à fournir des éléments de santé publique divers et variés destinés à la communauté de la recherche scientifique. Elle permet en particulier d'étudier le rôle des déterminants professionnels et sociaux de la santé selon différents axes : les risques professionnels, les inégalités sociales de santé, le vieillissement et les maladies chroniques.

Il s'agit d'une large cohorte prospective en population qui a inclus de 2012 à 2019, plus de 200 000 volontaires sélectionnés aléatoirement parmi les affiliés de l'assurance maladie nationale française, âgés de 18 à 69 ans à l'inclusion, et répartis dans 21 départements français (78,79).

Pour participer à l'étude, tous les participants ont signé leur consentement éclairé. Le protocole de l'étude CONSTANCES (<http://www.constances.fr/>) a été approuvé par le Comité Consultatif pour le Traitement des Informations Relatives à la Santé (CCTIRS) et la Commission Nationale de l'Informatique et Liberté (CNIL).

#### 4.1.1.2. *Recueil des données*

A l'inclusion, la collecte des données comprenait d'une part, les questionnaires auto-administrés au domicile ou dans les centres d'examens de santé (CES) ; et d'autre part, les données paracliniques recueillies lors de la réalisation du bilan de santé avec les médecins formés à cet effet.

Au domicile, deux auto-questionnaires ont été remplis :

- L'un comprenait les informations sur le mode de vie et la santé. Les principales informations recueillies portaient sur : les paramètres sociodémographiques (sexe, âge, niveau d'études, etc.), et les données de santé (symptômes musculo-squelettiques, les limitations fonctionnelles, etc.)

- L'autre permettait de renseigner le parcours professionnel de façon complète, en listant tous les emplois occupés et les dates correspondantes durant toute la vie professionnelle.

Dans les CES, les données nous concernant avaient été recueillies via deux procédures :

- Un auto-questionnaire spécifique aux expositions professionnelles qui incluait les expositions liées aux contraintes biomécaniques 'rétrospectives' d'une part ; et 'actuelles' d'une autre part. Les questions sur les expositions 'actuelles' provenaient du consensus européen Saltsa et du programme de surveillance des TMS dans les entreprises en France (83–85), et de l'échelle sur l'effort physique de Borg (86)

- Lors du bilan de santé, les mesures anthropométriques comme la taille et le poids ont été prises.

#### *4.1.1.3. Population de l'étude*

La population prise en compte dans le présent projet de thèse est celle des sujets inclus dans la cohorte CONSTANCES entre 2012 et 2018 (n=162 115) ; et pour lesquels le codage du calendrier professionnel complet était prêt et nettoyé (n=28 195) au moment des analyses.

## 4.1.2. Variables d'intérêt

### 4.1.2.1. Expositions : Facteurs de risque biomécaniques

Les contraintes biomécaniques au travail étudiées étaient : le travail répétitif, le travail physiquement intense et le port des charges lourdes.

Deux sources de données ont été utilisées pour les trois expositions professionnelles biomécaniques :

1. D'une part, les expositions rétrospectives ou actuelles 'auto-rapportées' provenaient de l'auto-questionnaire spécifique aux expositions professionnelles rempli dans les CES (Annexe 8). Les questions posées concernaient la vie professionnelle complète, y compris l'emploi actuel.

Les questions étaient posées comme suit :

- Pour le travail répétitif : « *Avez-vous (ou avez-vous eu) un travail répétitif sous contrainte de temps (à la chaîne, produit ou pièce qui se déplace, machine à cadence automatique, rythme imposé par une norme stricte...) ?* »

Les réponses étaient en binaire : oui/non ; et si oui, de quelle année à quelle année, tout en se limitant à trois périodes les plus importantes.

- Pour le travail physiquement intense : « *Au cours de votre vie professionnelle, avez-vous été (ou êtes-vous actuellement) exposé(e) à un travail physiquement pénible ?* »

Les réponses étaient en binaire : oui/non ; et si oui, de quelle année à quelle année, tout en se limitant à trois périodes les plus importantes.

- Pour le port des charges lourdes : « *Au cours de votre vie professionnelle, avez-vous porté (ou portez-vous actuellement) des charges lourdes ?* »

Les réponses étaient en binaire : oui/non ; et si oui, de quelle année à quelle année, tout en se limitant à trois périodes les plus importantes.

2. D'autre part, les expositions rétrospectives ou actuelles ont été évaluées à l'aide d'une matrice emplois-expositions « JEM Constances ».

JEM Constances est un outil précédemment développé à partir d'un sous-échantillon de la cohorte CONSTANCES, soit 35 526 travailleurs actuellement employés (66). L'outil portait sur plusieurs expositions professionnelles biomécaniques 'actuelles' auto-rapportées (27 expositions en tout) (Annexe 9) moyennées selon 407 codes d'intitulés d'emploi français, PCS (Professions et Catégories Socioprofessionnelles) version 2003, à 4 chiffres.

Pour contourner le problème des erreurs de classement dues aux symptômes actuels dans la déclaration des expositions, seules les données des travailleurs ne présentant pas de symptômes musculo-squelettiques ont été utilisées (n=26 821). La matrice utilisait les réponses à des questions sur le travail répétitif, l'effort et le port des charges lourdes de 10 à 25 kg qui étaient posées comme suit :

- Pour le travail répétitif : « *Au cours d'une journée typique de travail, devez-vous répéter les mêmes actions plus de 2 à 4 fois par minute ?* »

Les réponses étaient : 1='Jamais ou Presque jamais', 2='Rarement (< 2 heures par jour)', 3='Souvent (2 à 4 heures par jour)', 4='Toujours ou presque'.

- Pour l'effort physique, la question était basée sur l'échelle de Borg : « *Comment évaluez-vous l'intensité des efforts physiques de votre travail au cours d'une journée typique de travail ?* » sur une échelle de 6 à 20, allant de 'pas d'effort du tout' à 'épuisant'.

- Pour le port des charges lourdes : « *Au cours d'une journée typique de travail, devez-vous régulièrement manipuler, déplacer ou porter une charge, une pièce ou un objet qui pèse entre 10 et 25 kg ?* »

Les réponses étaient : 0='Non', 1='Jamais ou Presque jamais', 2='Rarement (< 2 heures par jour)', 3='Souvent (2 à 4 heures par jour)', 4='Toujours ou presque'.

Les questions utilisées pour ces trois variables d'exposition incluses dans la matrice sont détaillées en annexe 10.

Dans un questionnaire complété au domicile, chaque participant dans CONSTANCES a aussi complété l'histoire professionnelle, listant tous emplois occupés et les dates tenues au cours de leur vie professionnelle. Pour cette présente étude, le niveau d'exposition basée sur la JEM Constances a été combiné au nombre d'années travaillées dans chaque emploi signalé pour calculer un score d'exposition cumulée au cours de la vie professionnelle de chaque participant comme suit :

$$Cumscore = \sum_{i=1}^n f_i * t_i$$

Où :

- n = le nombre d'emplois exercés
- t<sub>i</sub> = le nombre d'années travaillées pour chaque emploi i
- f<sub>i</sub> = la fréquence de l'exposition donnée par la matrice

Les scores d'exposition basés sur la MEE ont ensuite été comparés avec les données auto-déclarées de chaque individu.

Les modalités de réponse sur les fréquences d'exposition employées pour le développement de la MEE étaient différentes d'une exposition à l'autre. Pour le travail répétitif, la fréquence de l'exposition était mesurée sur une échelle de 1 à 4 ; avant le calcul du cumul de l'exposition, cette échelle a été transformée en une échelle de 0 à 3 points (au lieu de 1 à 4), afin que le score soit égal à 0 pour les sujets qui n'ont jamais été exposés le long de leur vie professionnelle. Pour le travail avec effort physique, l'échelle de 6 à 20 est devenue une échelle de 0 à 14.

Nous signalerons aussi qu'il pourrait avoir un certain chevauchement entre les deux échantillons : celui des 28 195 sujets analysés dans cette présente étude et les 26 821 sujets asymptomatiques pour lesquels les réponses sur les expositions 'actuelles' auto-rapportées ont été utilisées dans la création de la matrice. En raison des procédures d'échantillonnage de ces deux études distinctes, nous ne pouvons pas quantifier le degré de chevauchement.

#### 4.1.2.2. *Facteurs liés à la santé*

Pour étudier la capacité de chaque méthode d'évaluation de l'exposition à quantifier les associations avec les facteurs de la santé, trois symptômes musculo-squelettiques issus de l'auto-questionnaire au domicile sur le mode de vie et la santé ont été considérés : la douleur de la main, la douleur du dos et la douleur du genou. Les données ont été recueillies sur la base du questionnaire de style « Nordique » (87,88).

Chaque localisation de douleur a été étudiée en tenant compte des réponses à trois questions (détaillées en annexe 11) :

1. « *Au cours des 12 derniers mois, avez-vous eu des problèmes (courbatures, douleurs, gênes, engourdissements) au niveau des zones du corps suivantes ?* » : main/poignet/doigts, bas du dos, genou/jambe. Les réponses étaient en binaire : oui/non
2. « *Au cours des 12 derniers mois, combien de temps **au total**, avez-vous souffert au niveau des zones du corps suivantes ?* » : main/poignet/doigts, bas du dos, genou/jambe. Les réponses étaient en 5 modalités : 'moins de 24 heures', 'de 1 à 7 jours', 'de 8 à 30 jours', 'plus de 30 jours', 'en permanence'
3. « *Au moment où vous remplissez le questionnaire, comment évaluez-vous l'intensité de ce(s) problème(s), sur l'échelle ci-dessous ?* » : main/poignet/doigts, bas du dos, genou/jambe. Avec des réponses sur une échelle de 0 à 10 pour indiquer qu'il n'y a 'ni gêne ni douleur' jusqu'à 'douleur maximale imaginable'.

Pour chaque douleur (main, dos et genou), 3 catégories ont ensuite été définies : (i) Pas de douleur (au cours des 12 derniers mois) ; (ii) douleur modérée (douleur non permanente, avec une intensité de douleur  $\leq 5$ ) ; et (iii) douleur importante (douleur permanente ou intensité de douleur  $> 5$ ).

### 4.1.3. Analyses statistiques

L'accord entre les durées d'exposition fournies par les deux méthodes (auto-rapportée et MEE) a été évalué par le coefficient de corrélation sur les rangs des différents sujets (rho de Spearman) et le coefficient de corrélation intra-class (ICC). Les aires sous la courbe (AUCs) fournies par les courbes ROC (Receiver Operating Characteristic) ont été calculées pour quantifier l'aptitude de la MEE à discriminer les exposés des non exposés en faisant varier le seuil appliqué au score pour un classement en 'exposé' ou 'non exposé' selon la matrice ; l'exposition 'auto-rapportée' (oui/non) étant considérée comme la référence. Le seuil du score optimal a ensuite été identifié comme le point de la courbe fournissant la sensibilité la plus élevée et la spécificité la plus élevée ; et a été utilisé pour dichotomiser les expositions basées sur la MEE en 'non exposé' et 'exposé'. La sensibilité et la spécificité ont été calculées pour ce seuil, avec leurs intervalles de confiance à 95% (IC 95%).

Ensuite, pour étudier les associations entre expositions et douleurs, des modèles de régression logistique multinomiaux ont permis de calculer les odds ratios (OR) et leurs intervalles de confiance à 95% (IC 95%) pour quantifier les associations entre chaque exposition, auto-rapportée et issue de la MEE (exposé/non exposé), et chaque douleur : main, dos et genou (la catégorie 'Pas de douleur' étant la référence).

Des analyses supplémentaires comparaient les effets de mémorisation potentiels pour les expositions auto-rapportées et celles basées sur la MEE, d'un passé plus récent et du plus ancien. Les statistiques ROC (AUCs, sensibilité, spécificité) et les modèles logistiques multinomiaux ont été calculés comparant les expositions plus récentes ( $\leq 10$  ans à partir de la date d'inclusion) des plus anciennes ( $> 10$  ans à partir de la date d'inclusion) ; celles-ci n'étaient pas mutuellement exclusives (autrement dit, certains sujets étaient susceptibles d'appartenir aux deux périodes à la fois).

Toutes les analyses de cette partie 4 ont été réalisées avec le logiciel R version 3.5.1.

## 4.2. Résultats

Il n'y avait pas de différences entre les paramètres de l'échantillon pour lequel le calendrier professionnel était nettoyé au moment des analyses (n=28 195), et le reste de l'échantillon (133 920).



#### 4.2.1. Description de l'échantillon analysé pour chaque facteur de risque biomécanique.

Les analyses ont porté sur 27 372 participants pour le travail répétitif, 27 084 pour le travail physique intense et 26 929 pour le port des charges lourdes ; selon que l'information concernant chaque facteur d'exposition était disponible dans la partie 'auto-rapportée' (oui/non) et que le calendrier professionnel ayant permis de calculer les scores d'exposition cumulée à l'aide de la JEM Constances était nettoyé.

D'après le tableau 8, les trois sous-échantillons (chaque colonne étant spécifique à chacune des trois variables d'exposition) différaient uniquement au niveau des caractéristiques professionnelles, sinon la distribution selon les paramètres sociodémographiques et de santé étaient quasi identique. Les femmes étaient surreprésentées (53%) par rapport aux hommes, et l'âge moyen étaient de 49 ans. Vis-à-vis des douleurs, dans chacune des sous-échantillons, quarante pour cent des participants ont rapporté des douleurs de la main (30% et 10% pour les douleurs modérées et importantes respectivement), les deux-tiers des sujets souffraient des douleurs du dos (48% et 20% pour les douleurs modérées et importantes respectivement) et la moitié souffrait des douleurs de genou (37% et 14% pour les douleurs modérées et importantes respectivement).

Concernant les données professionnelles, les échelles d'évaluation étant différentes, les scores d'exposition selon la MEE incluaient des données aberrantes et variaient ainsi de 0 à 150 pour le travail répétitif avec une médiane de 9, de 0 à 596 pour le travail intense avec une médiane de 60, et de 0 à 200 pour le port des charges lourdes (10-25 kg) avec une médiane de 4 (Annexe 12). Après avoir dichotomisé ces scores à partir du seuil optimal fourni par la courbe ROC, la fréquence des sujets exposés selon la MEE était trois fois supérieure à celle des sujets exposés selon l'auto-déclaration pour le travail répétitif (45,2% vs 8,2% respectivement) ; elle était plus faible pour le travail intense (44,0 vs 78,1 respectivement) ; et plus élevée pour le port des charges lourdes (41,6 vs 26,2 respectivement).

Parmi les sujets exposés selon la MEE, la durée d'exposition moyenne était plus élevée que celle des sujets exposés selon l'auto-déclaration :  $\mu_{\text{Toutes-périodes\_travail-répétitif}}=25,5 (\pm 10,9)$  vs  $9,7 (\pm 10,1)$ , respectivement ;  $\mu_{\text{Toutes-périodes\_travail-intense}}=28,2 (\pm 9,4)$  vs  $14,9 (\pm 11,9)$ , respectivement ;  $\mu_{\text{Toutes-périodes\_charges-lourdes}}=24,9 (\pm 11,0)$  vs  $14,6 (\pm 11,6)$ , respectivement. De même que lorsqu'on se centre sur les périodes les plus anciennes :  $\mu_{>10\text{ans\_travail-répétitif}}=22,2 (\pm 9,4)$  vs  $9,5 (\pm 9,5)$ ,

respectivement ;  $\mu_{>10\text{ans\_travail-intense}}=24,5 (\pm 8,4)$  vs  $13,8 (\pm 10,6)$ , respectivement ;  $\mu_{>10\text{ans\_charges-lourdes}}=20,5 (\pm 9,9)$  vs  $13,4 (\pm 10,4)$ , respectivement. Cependant, pour les périodes les plus récentes, les durées d'exposition moyennes étaient proches entre la MEE et l'auto-déclaration :  $\mu_{\leq 10\text{ans\_travail-répétitif}}=8,6 (\pm 2,4)$  vs  $5,4 (\pm 3,5)$ , respectivement ;  $\mu_{\leq 10\text{ans\_travail-intense}}=9,3 (\pm 1,8)$  vs  $6,6 (\pm 3,4)$ , respectivement ;  $\mu_{\leq 10\text{ans\_charges-lourdes}}=8,5 (\pm 2,5)$  vs  $6,6 (\pm 3,3)$ , respectivement. Les durées d'exposition entre les deux méthodes étaient modérément corrélées, mais avec des valeurs plus élevées lorsque les périodes d'expositions étaient plus récentes :  $\rho/\text{ICC}_{\text{Toutes-périodes\_travail-répétitif}}=0,34/0,27$ ,  $\rho/\text{ICC}_{\text{Toutes-périodes\_travail-intense}}=0,44/0,36$ ,  $\rho/\text{ICC}_{\text{Toutes-périodes\_charges-lourdes}}=0,49/0,43$  ;  $\rho/\text{ICC}_{>10\text{ans\_travail-répétitif}}=0,34/0,28$ ,  $\rho/\text{ICC}_{>10\text{ans\_travail-intense}}=0,45/0,39$ ,  $\rho/\text{ICC}_{>10\text{ans\_charges-lourdes}}=0,52/0,49$  ; et  $\rho/\text{ICC}_{\leq 10\text{ans\_travail-répétitif}}=0,58/0,44$ ,  $\rho/\text{ICC}_{\leq 10\text{ans\_travail-intense}}=0,55/0,39$ ,  $\rho/\text{ICC}_{\leq 10\text{ans\_charges-lourdes}}=0,61/0,52$ .

**Tableau 8 :** Description des caractéristiques de l'échantillon utilisé pour chaque facteur biomécanique au travail étudié

Variables		Echantillon : travail répétitif (n=27372)	Echantillon : travail physique intense (n=27084)	Echantillon : port des charges lourdes (n=26929)
<b>Individuelles</b>				
Sexe : n (%)	Hommes	12805 (46,8)	12642 (46,7)	12552 (46,6)
	Femmes	14567 (53,2)	14442 (53,3)	14377 (53,4)
Age en années : $\mu$ (sd)		48,7 (13,0)	48,6 (13,0)	48,6 (13,0)
<b>Douleurs</b>				
Main : n (%)	Pas de douleur	16329 (59,7)	16176 (59,7)	16092 (59,8)
	Douleur modérée	8223 (30,0)	8142 (30,1)	8098 (30,1)
	Douleur importante	2820 (10,3)	2766 (10,2)	2739 (10,2)
Dos : n (%)	Pas de douleur	8939 (32,7)	8891 (32,8)	8839 (32,8)
	Douleur modérée	13129 (48,0)	12957 (47,8)	12884 (47,8)
	Douleur importante	5304 (19,4)	5236 (19,3)	5206 (19,3)
Genou : n (%)	Pas de douleur	13395 (48,9)	13296 (49,1)	13247 (49,2)
	Douleur modérée	10225 (37,4)	10087 (37,2)	10008 (37,2)
	Douleur importante	3752 (13,7)	3701 (13,7)	3674 (13,6)
<b>Expositions</b>				
<b>Auto-rapportée : n (%)</b>	Non exposé	25138 (91,8)	5944 (21,9)	19863 (73,8)
	Exposé	2234 (8,2)	21140 (78,1)	7066 (26,2)
<b>Basée sur JEM Constances</b>				
Score dichotomisé à partir du seuil de la courbe ROC : n (%)	Non exposé	15013 (54,8)	15160 (56,0)	15716 (58,4)
	Exposé	12359 (45,2)	11924 (44,0)	11213 (41,6)

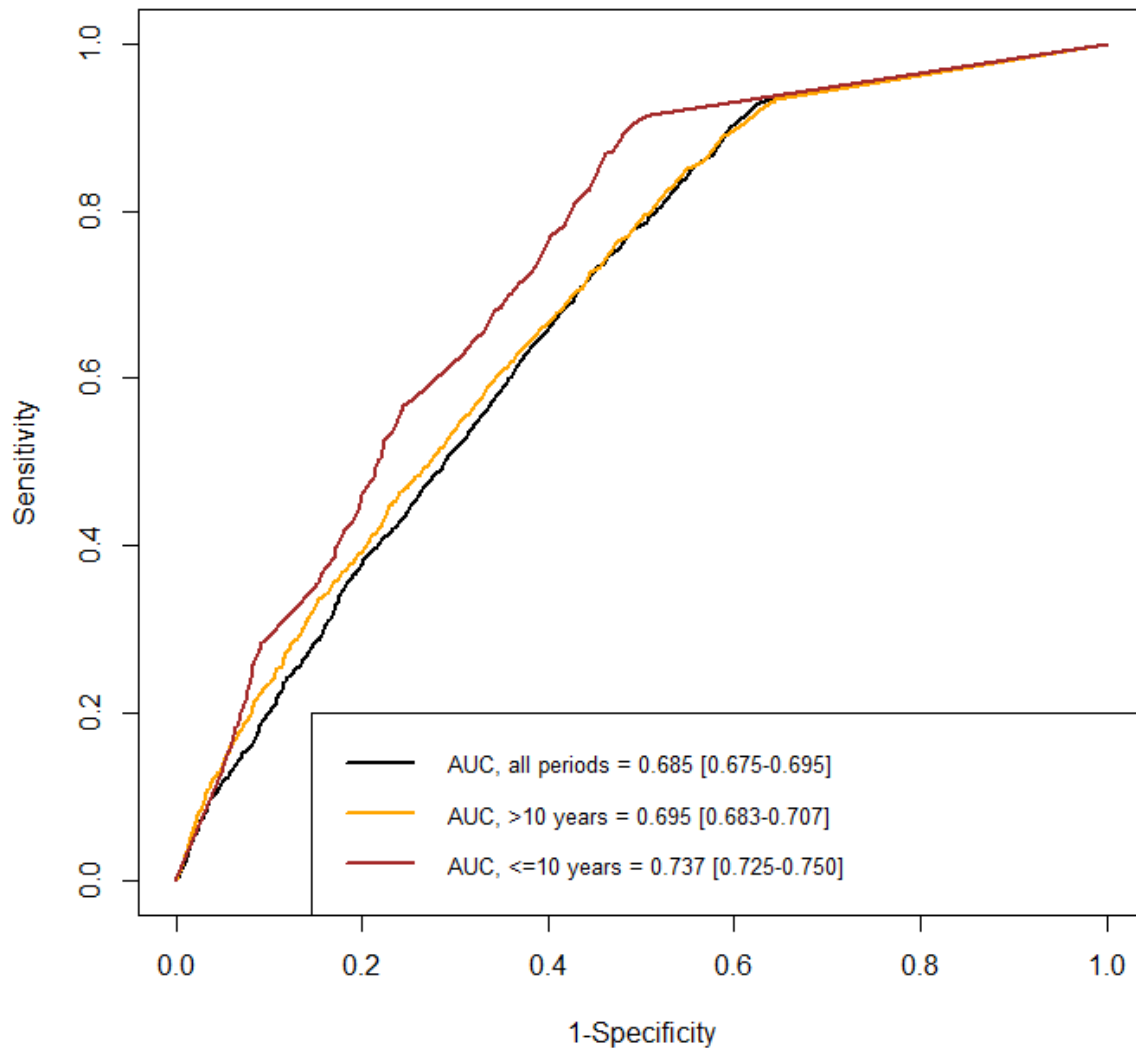
n : effectif, % : pourcentages,  $\mu$  : moyenne, sd : écart-type, min : minimum, max : maximum

#### 4.2.2. Etude de validité de la MEE : concordance avec les expositions auto-rapportées, pour les trois expositions prises en compte

##### 4.2.2.1. *Le travail répétitif*

Les courbes ROC et les AUCs (Figure 4) montrent une performance modérée des scores d'exposition à un travail avec des gestes répétitifs mesurés par la MEE comparé à une exposition rétrospective ou actuelle auto-rapportée en binaire (AUC=0,685. Ces résultats sont améliorés pour une exposition au cours des 10 dernières années (AUC=0,737) par rapport aux expositions d'il y a plus de 10 ans (0,695).

En utilisant les points du seuil optimal (points des courbes ROC choisis selon les valeurs de sensibilité et de spécificité les plus élevées) de 13,42 (sur toutes les périodes), 14,12 (expositions anciennes) et 5,75 (expositions récentes), les valeurs de sensibilité et de spécificité étaient globalement modérées ; sauf celles de la sensibilité pour une exposition plus récente qui étaient plus élevées (tableau 9).



**Figure 4 :** Courbes ROC pour le travail répétitif

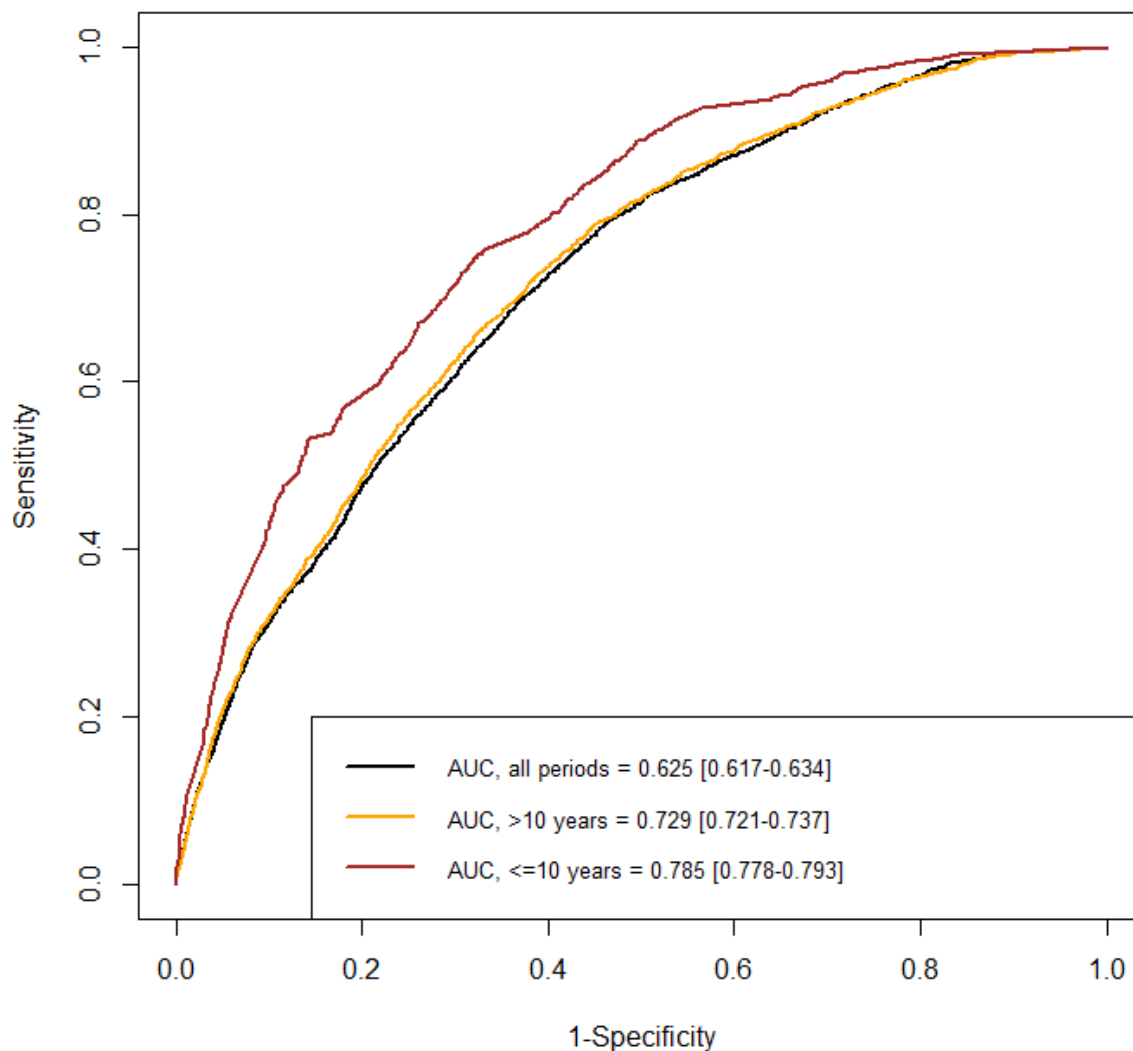
**Tableau 9 :** Seuil optimal, sensibilité et spécificité pour le travail répétitif

Travail répétitif	Seuil	Se [IC 95%]	Sp [IC 95%]
Toutes les périodes	13,42	70 [68-72]	57 [56-58]
Exposition ancienne (> 10 ans)	14,12	66 [63-68]	61 [60-62]
Exposition récente (≤ 10 ans)	5,75	77 [75-79]	60 [59-60]

Se : sensibilité, Sp : spécificité, IC : intervalle de confiance, % : pourcentage

#### 4.2.2.2. *Le travail physique intense*

D'après les courbes ROC et les valeurs des AUCs (Figure 5), la performance globale des scores d'exposition à un travail physiquement intense évaluée par la MEE (créée à l'aide de l'échelle de Borg) était modérée (AUC=0,625) comparé à une exposition rétrospective auto-rapportée individuellement. Cette performance était plutôt bonne avec des AUCs plus élevées pour les expositions les plus récentes ( $\leq 10$  ans) (AUC=0,785) comparé aux expositions plus anciennes (AUC=0,729). A partir du seuil optimal de 76,18 (sur toutes les périodes), 70,53 (expositions anciennes) et 33,18 (expositions récentes), les valeurs de sensibilité et de spécificité étaient modérées et plus élevées pour les expositions les plus récentes (tableau 10).



**Figure 5 :** Courbes ROC pour le travail intense (Borg)

**Tableau 10 :** Seuil optimal, sensibilité et spécificité pour le travail physiquement intense

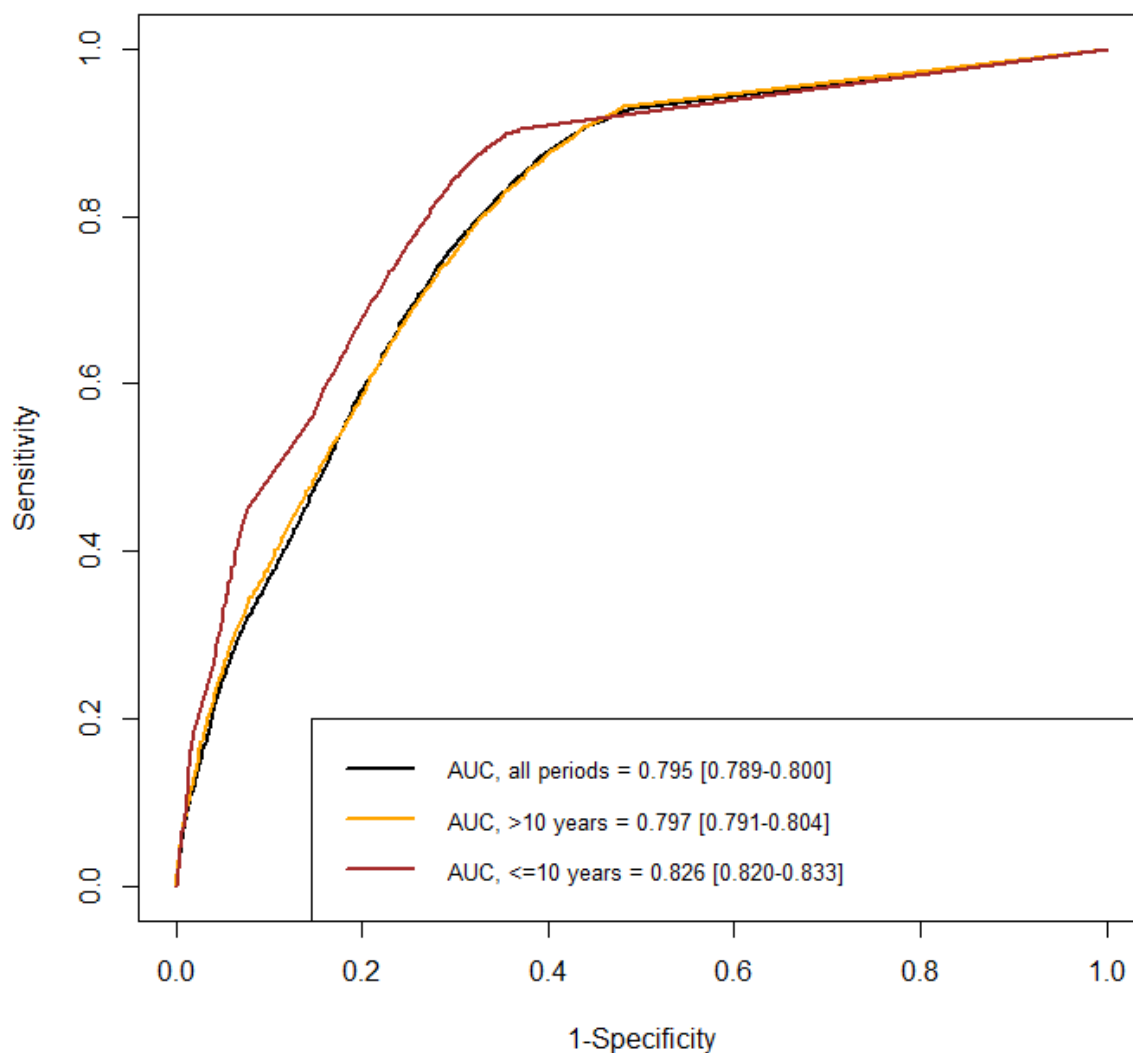
Travail intense (Borg)	Seuil	Se [IC 95%]	Sp [IC 95%]
Toutes les périodes	76,18	70 [68-71]	63 [62-64]
Exposition ancienne (> 10 ans)	70,53	67 [66-68]	66 [66-67]
Exposition récente ( $\leq$ 10 ans)	33,18	75 [73-76]	68 [67-69]

Se : sensibilité, Sp : spécificité, IC : intervalle de confiance, % : pourcentage

#### 4.2.2.2. *Le port des charges lourdes*

Les courbes ROC et les AUCs (Figure 6) ont montré une bonne performance globale des scores d'exposition au port des charges lourdes évaluée par la MEE (AUC=0,795). Des valeurs de l'AUC plus élevées étaient observées pour les expositions les plus récentes ( $\leq 10$  ans) comparé aux expositions anciennes ( $> 10$  ans) (AUCs : 0,826 et 0,797 respectivement). A l'aide du seuil optimal de 8,07 (sur toutes les périodes), 6,32 (expositions anciennes) et 3,53 (expositions récentes), les résultats ont montré des valeurs de sensibilité et de spécificité élevées (tableau 11).





**Figure 6 :** Courbes ROC pour le port des charges lourdes (10-25kg)

**Tableau 11 :** Seuil optimal, sensibilité et spécificité pour le port des charges lourdes 10-25 kg

<b>Charges lourdes 10-25 kg</b>	<b>Seuil</b>	<b>Se [IC 95%]</b>	<b>Sp [IC 95%]</b>
Toutes les périodes	8,07	76 [75-77]	71[70-71]
Exposition ancienne (> 10 ans)	6,32	78 [77-79]	68 [68-69]
Exposition récente (≤ 10 ans)	3,53	81 [80-82]	73 [72-73]

Se : sensibilité, Sp : spécificité, IC : intervalle de confiance, % : pourcentage

#### 4.2.3. Etude d'associations entre douleurs et expositions professionnelles : comparaison des deux méthodes d'évaluation

Cette partie fournit les résultats sur la comparaison des deux méthodes d'évaluation (auto-rapportée, JEM Constances) pour leur capacité à quantifier les associations avec les douleurs.

##### 4.2.3.1. *Le travail répétitif*

D'après le tableau 12, l'exposition rétrospective ou actuelle à un travail répétitif auto-rapportée étaient associée aux douleurs (main, dos et genou) quelle que soit la période d'exposition (vie-entière ou périodes décortiquées en anciennes ou récentes). Les valeurs des ORs étaient plus élevées dans les associations avec les douleurs importantes comparé aux douleurs modérées. Lorsque cette exposition était évaluée à l'aide de la JEM Constances, les associations persistaient mais en plus faible intensité, et n'étaient plus statistiquement significatives avec les douleurs modérées du dos (toutes les périodes considérées ou anciennes périodes) et du genou (toutes les périodes considérées).

**Tableau 12 :** Odds ratios (Intervalles de confiance à 95%) pour les douleurs et le travail répétitif selon la méthode d'évaluation

	Toutes périodes (n=27372)		Exposition ancienne (> 10 ans) (n=22402)		Exposition récente (≤ 10 ans) (n=23736)	
	Auto-rapportée (n exposé=2234)	JEM Constances (n exposé=12359)*	Auto-rapportée (n exposé=1521)	JEM Constances (n exposé=9164)*	Auto-rapportée (n exposé=4784)	JEM Constances (n exposé=9983)*
<b>Douleur de la main</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,48 [1,35-1,63]	1,27 [1,20-1,33]	1,44 [1,28-1,62]	1,19 [1,12-1,26]	1,63 [1,44-1,85]	1,21 [1,14-1,28]
Douleur importante	2,02 [1,78-2,29]	2,22 [2,04-2,40]	2,04 [1,76-2,36]	1,99 [1,83-2,17]	2,09 [1,76-2,48]	1,82 [1,67-1,99]
<b>Douleur bas du dos</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,21 [1,09-1,35]	1,03 [0,98-1,09]	1,14 [1,00-1,29]	0,99 [0,93-1,05]	1,33 [1,16-1,54]	1,10 [1,04-1,17]
Douleur importante	2,08 [1,85-2,34]	1,94 [1,81-2,08]	2,00 [1,74-2,30]	1,69 [1,57-1,82]	2,31 [1,97-2,70]	1,84 [1,71-1,99]
<b>Douleur genou</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,31 [1,19-1,44]	1,02 [0,96-1,07]	1,30 [1,16-1,47]	1,07 [1,01-1,13]	1,35 [1,19-1,53]	1,06 [1,00-1,12]
Douleur importante	1,85 [1,64-2,08]	1,82 [1,69-1,96]	1,89 [1,64-2,17]	1,74 [1,61-1,88]	1,93 [1,64-2,26]	1,58 [1,45-1,71]

\* : effectif de sujets exposés après dichotomisation faite selon le seuil optimal des courbe ROC

#### 4.2.3.2. *Le travail physiquement intense*

Le tableau 13 présente les résultats des modèles de régression logistique multinomiaux du lien entre l'exposition à un travail physique intense selon la méthode d'évaluation (auto-rapporté, JEM Constances) et les douleurs (main, dos, genou). Le fait de rapporter avoir été exposé à un travail physiquement intense était statistiquement associé à toutes les douleurs, que l'exposition soit considérée sur toute la vie entière ou que les périodes soient décortiquées en anciennes ou récentes. De même que pour le travail répétitif, les associations étaient plus fortes avec les douleurs importantes comparé aux douleurs modérées. En évaluant cette exposition à l'aide de la JEM Constances, les résultats étaient du même sens que l'auto-déclaration, avec des valeurs des ORs plus faibles, excepté pour les douleurs modérées du dos et du genou, lorsque l'exposition était plus ancienne où les associations n'étaient plus significatives.

**Tableau 13 :** Odds ratios (Intervalles de confiance à 95%) pour les douleurs et le travail physique intense selon la méthode d'évaluation

	Toutes périodes (n=27084)		Exposition ancienne (> 10 ans) (n=21816)		Exposition récente (≤ 10 ans) (n=22984)	
	Auto-rapportée (n exposé=5944)	JEM Constances (n exposé=11924)*	Auto-rapportée (n exposé=4470)	JEM Constances (n exposé=8850)*	Auto-rapportée (n exposé=3925)	JEM Constances (n exposé=9039)*
<b>Douleur de la main</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,49 [1,39-1,58]	1,25 [1,18-1,32]	1,40 [1,30-1,51]	1,19 [1,12-1,26]	1,65 [1,53-1,78]	1,23 [1,16-1,30]
Douleur importante	2,17 [1,99-2,37]	1,93 [1,78-2,10]	2,08 [1,89-2,29]	1,76 [1,61-1,92]	2,31 [2,08-2,57]	1,45 [1,32-1,59]
<b>Douleur bas du dos</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,60 [1,49-1,71]	1,06 [1,00-1,12]	1,55 [1,43-1,68]	1,02 [0,96-1,09]	1,70 [1,55-1,85]	1,14 [1,07-1,21]
Douleur importante	2,98 [2,75-3,24]	1,51 [1,41-1,62]	2,88 [2,63-3,16]	1,45 [1,34-1,56]	3,28 [2,97-3,62]	1,58 [1,46-1,71]
<b>Douleur genou</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,38 [1,29-1,47]	1,06 [1,01-1,12]	1,34 [1,24-1,44]	1,04 [0,98-1,11]	1,47 [1,36-1,59]	1,10 [1,04-1,17]
Douleur importante	2,37 [2,19-2,57]	1,75 [1,62-1,88]	2,44 [2,23-2,67]	1,69 [1,56-1,83]	2,47 [2,24-2,73]	1,46 [1,35-1,59]

\* : effectif de sujets exposés après dichotomisation faite selon le seuil optimal des courbe ROC

#### 4.2.3.3. *Le port des charges lourdes*

Les modèles de régression logistique multinomiaux du lien entre l'exposition aux charges lourdes selon la méthode d'évaluation (auto-rapportée, JEM Constances) et les douleurs (main, dos, genou) sont présentés dans le tableau 14. A la fois pour une exposition vie-entière ou selon les sous-groupes de périodes, l'exposition auto-rapportée au port des charges lourdes était statistiquement associée avec les douleurs du dos et les douleurs du genou. Ces associations étaient plus fortes avec les douleurs importantes comparé aux douleurs modérées. Les modèles prenant en compte l'exposition évaluée par la MEE donnent des résultats similaires mais des valeurs des ORs plus basses.

**Tableau 14 :** Odds ratios (Intervalles de confiance à 95%) pour les douleurs et le port des charges lourdes selon la méthode d'évaluation

	Toutes périodes (n=26929)		Exposition ancienne (> 10 ans) (n=21534)		Exposition récente (≤ 10 ans) (n=22673)	
	Auto-rapportée (n exposé=7066)	JEM Constances (n exposé=11213)*	Auto-rapportée (n exposé=5171)	JEM Constances (n exposé=9208)*	Auto-rapportée (n exposé=4784)	JEM Constances (n exposé=8767)*
<b>Douleur de la main</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,45 [1,36-1,54]	1,16 [1,1-1,23]	1,38 [1,28-1,48]	1,10 [1,04-1,17]	1,58 [1,47-1,69]	1,17 [1,11-1,25]
Douleur importante	1,92 [1,76-2,09]	1,63 [1,5-1,77]	1,90 [1,73-2,09]	1,42 [1,30-1,54]	1,94 [1,75-2,15]	1,52 [1,39-1,67]
<b>Douleur bas du dos</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,66 [1,55-1,78]	1,13 [1,07-1,20]	1,57 [1,45-1,69]	1,08 [1,01-1,14]	1,76 [1,62-1,90]	1,18 [1,12-1,25]
Douleur importante	3,02 [2,79-3,26]	1,70 [1,59-1,82]	2,96 [2,71-3,23]	1,58 [1,47-1,70]	3,17 [2,89-3,48]	1,73 [1,60-1,86]
<b>Douleur genou</b>						
Pas de douleur=réf.						
Douleur modérée	1,36 [1,28-1,44]	1,04 [0,98-1,09]	1,35 [1,26-1,45]	1,04 [0,98-1,10]	1,40 [1,31-1,51]	1,07 [1,01-1,13]
Douleur importante	2,27 [2,10-2,46]	1,64 [1,53-1,77]	2,33 [2,13-2,54]	1,56 [1,45-1,69]	2,25 [2,05-2,47]	1,56 [1,45-1,69]

\* : effectif de sujets exposés après dichotomisation faite selon le seuil optimal des courbe ROC

## 4.3. Discussion

### 4.3.1. Principaux résultats

Nous avons cherché à étudier la validité de scores de la MEE « JEM Constances » pour les expositions biomécaniques au travail ; le travail répétitif, le travail physique intense et le port des charges lourdes comparé à une évaluation rétrospective auto-déclarée individuellement en binaire. La matrice utilisée a été conçue spécialement pour être utilisée dans des études épidémiologiques sur les symptômes musculo-squelettiques. Les résultats ont globalement montré un bon accord entre les expositions basées sur la JEM Constances avec celles auto-rapportées individuellement pour le port des charges lourdes, et un accord modéré pour le travail répétitif et le travail intense physiquement. L'étude des associations expositions-douleurs produisait des résultats similaires entre les deux méthodes d'évaluation, avec néanmoins, une effet taille plus faible lorsque les expositions étaient évaluées à travers la JEM Constances comparé à l'auto-déclaration. Cet accord avec les expositions auto-rapportées individuellement qui sont largement utilisées dans les études épidémiologiques suggère que les MEE spécifiques aux expositions professionnelles biomécaniques sont des outils utilisables pour l'attribution des données d'exposition au travail cumulée lorsque les données sur les titres d'emploi et sur les historiques d'emploi sont disponibles. Notre approche statistique comparait les valeurs basées sur la JEM Constances aux valeurs auto-rapportées individuellement à l'aide des différents paramètres : AUC, sensibilité et spécificité de manière similaire aux autres études précédentes examinant l'utilité des MEE pour les expositions biomécaniques en population générale (67).



### 4.3.2. Limites et forces

Les limites et les atouts de ce travail peuvent être discutés. Les analyses étaient basées sur l'échantillon de la cohorte CONSTANCES, une large étude représentative couvrant les affiliés de la caisse nationale d'assurance maladie (85%), ce qui garantit une bonne représentation d'un grand nombre d'emplois. Mais, comme signalé précédemment, JEM Constances a été développée à partir des expositions biomécaniques 'actuelles' auto-rapportées avec un échantillon des participants de la cohorte CONSTANCES (66) différent de celui utilisé dans ce travail de thèse, bien qu'il soit probable d'avoir un chevauchement entre les deux échantillons. Les questions des expositions auto-rapportées et celles basées sur la MEE étaient différentes, de même que les méthodes d'évaluation des années d'exposition (basées sur une période de temps versus sur des emplois), ce qui a certainement entraîné des différences entre les deux méthodes (comme il en est le cas dans les différences sur le nombre d'années d'exposition). JEM Constances a été développée à partir des expositions 'actuelles' auto-rapportées à l'inclusion ; les expositions professionnelles cumulées estimées ne prennent pas en compte des variations temporelles potentielles puisque la MEE attribue les mêmes valeurs d'exposition à toutes les années (1950-2018) dans un même intitulé d'emploi (46). Les valeurs estimées par les MEE peuvent néanmoins limiter les biais potentiels dus aux liens entre la présence de douleurs et la déclaration d'expositions passées.

### 4.3.3. Comparaison avec la littérature

Les résultats obtenus ont d'une part, montré des corrélations modérées des durées d'exposition entre la JEM Constances et les données individuelles. Ceci suggère que les deux méthodes d'évaluation sont différentes, comme souligné dans la littérature (89). Le fait que les données auto-rapportées étaient limitées à trois périodes d'emploi alors que la MEE incluait toutes les périodes, y compris celles avec des niveaux d'exposition relativement faibles, pourrait expliquer ces différences. Bien que certaines études aient montré que les expositions auto-rapportées avaient une faible validité par rapport aux mesures directes (40,90), elles peuvent pourtant constituer une alternative peu coûteuse et non invasive dans des larges études épidémiologiques (91), et semblent fournir une information plus exacte au niveau du groupe (92), plus particulièrement pour l'évaluation de la manutention des charges de plus de 5 kg (93). Précédemment des corrélations modérées à élevées ont été observées entre JEM Constances et d'autres MEE différentes basées sur le jugement de l'expert (65,66,94,95).

D'autre part, nous avons observé des associations positives entre les expositions basées sur la JEM Constances et les douleurs importantes. Ceci a été confirmé par des études antérieures qui ont montré l'utilité des MEE basées en partie ou entièrement sur des données auto-rapportées dans des études des troubles musculo-squelettiques (96–98). La différence de force d'association observée dans les modèles multinomiaux entre les deux méthodes d'évaluation de l'exposition peut être interprétée de plusieurs façons. Contrairement à l'exposition auto-rapportée, les expositions basées sur la MEE ne tiennent pas compte des variations individuelles des expositions dans le même emploi (81), et peuvent donc sous-estimer la relation réelle entre les expositions étudiées et les douleurs étudiées. Alternativement, en fournissant une estimation de l'exposition passée 'non' biaisée par le statut de la maladie, les expositions basées sur la MEE peuvent réduire la surestimation de l'exposition associée aux biais de mémorisation auto-déclarée individuellement, et fournir ainsi une relation dose-réponse plus correcte (99).

Nous avons observé un accord modéré entre la MEE et l'auto-déclaration individuelle pour l'évaluation d'un travail répétitif et d'un travail physiquement intense, que pour le port des charges lourdes. Ceci peut suggérer que pour comparer les deux méthodes d'évaluation, il est nécessaire de considérer les erreurs liées à la précision des questions, et la manière dont les sujets les comprennent et les interprètent dans les réponses. Pour le travail répétitif : dans la

partie ‘auto-rapportée’, la question était posée de façon plus fine et semble concerner les personnes qui travaillent à un rythme imposé (industrielles) alors que la question utilisée dans le développement de JEM Constances semble plus générale, incluant aussi des métiers sédentaires. Pour le travail physique intense : la question dans la partie ‘auto-rapportée’ inclut la notion de ‘pénibilité’ différente de celle de ‘l’effort’ évaluée par une échelle bien connue qui a été utilisée dans JEM Constances. Les résultats obtenus peuvent être dus au fait que l’on compare des expositions qui ne sont pas tout à fait comparables en termes des échelles utilisées. Néanmoins, les deux méthodes d’évaluation se rejoignent dans les analyses des associations ; du fait que les douleurs musculo-squelettiques sont très fréquentes dans des environnements de travail variables. Ainsi, les autres mesures n’étaient pas suffisamment similaires dans leur libellé pour permettre une conclusion.

A contrario, l’évaluation des expositions physiques passées au port des charges lourdes via JEM Constances a montré des résultats proches de ceux obtenus à l’aide d’un questionnaire auto-administré dans le cadre de cette vaste enquête en population. L’utilisation d’une approche MEE pour estimer les expositions biomécaniques passées en termes de charges lourdes dans les études épidémiologiques à grande échelle semble être appropriée lorsque d’autres données d’expositions ne sont pas réalisables ou lorsque le contrôle de biais de mémorisation des expositions est souhaité. L’utilité et les limites de tels modèles constituent un champ de recherche actif. Néanmoins, ces résultats permettent de tester l’application de la matrice.

Pour la suite, cette matrice sera appliquée pour réaliser des analyses étiologiques du lien entre exposition biomécanique au travail vie entière et limitation fonctionnelle.

## **5. APPLICATION DE JEM CONSTANCES POUR ETUDIER LE ROLE ETIOLOGIQUE DES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES VIE-ENTIERE SUR LES LIMITATIONS FONCTIONNELLES OBJECTIVES**

### **5.1. Contexte**

La baisse de performance physique demeure un enjeu majeur de santé publique dans un contexte où la population est vieillissante et où l'âge de la retraite est retardé dans les pays industrialisés (100).

La recherche scientifique s'est penchée sur les prédicteurs de la dégradation de la performance physique fonctionnelle, notamment chez les personnes préretraitées ou les retraitées (101–104). L'âge est l'un des facteurs de risque individuels qui exerce un rôle crucial dans la genèse et le développement de la baisse de capacité physique. D'autres facteurs de risque du déclin de la performance physique comme les maladies chroniques et les différences socio-économiques ont aussi été mis en évidence dans la littérature (105–108).

A notre connaissance peu d'études se sont focalisées sur les conséquences que pourrait avoir une exposition professionnelle physique sur la capacité physique. Dans une étude de cohorte italienne, une faible fonction physique était associée à une exposition rétrospective à un travail manuel chez les travailleurs de 80 ans ou plus après ajustement sur des facteurs sociodémographiques, individuels, comportementaux et ceux liés à la santé (109). Ce qui implique que les conditions de travail seraient susceptibles d'expliquer une part des inégalités sociales. En France, parmi les travailleurs de la cohorte ESTEV, l'apparition d'une limitation fonctionnelle physique était associée à l'exposition à un travail physique après 5 ans (110). De même, dans une étude menée à partir des participants de la cohorte Gazel en France, il existait des différences des limitations physiques auto-rapportées entre les hommes et les femmes associées à une contrainte physique perçue au travail (101). D'autres études ont évalué le rôle de l'emploi le plus longtemps exercé uniquement, sans tenir compte du cumul de l'exposition vie-entière (107,109).

Cependant, l'évaluation rétrospective d'une exposition biomécanique en milieu de travail demeure problématique (39), et les mesures basées sur le souvenir sont souvent entachées

d'erreurs de classification. Par ailleurs, les études recensées étaient basées sur des populations en âge avancé (> 65 ans), et l'évaluation peut être problématique dans les études portant sur des personnes âgées susceptibles de souffrir déjà d'autres comorbidités chroniques diminuant leur performance physique ; le rôle indépendant de l'exposition physique pouvant ainsi être mal expliqué. Nous faisons l'hypothèse qu'un travail physiquement pénible impliquant le port des charges lourdes par exemple pourrait sur le long terme avoir des effets néfastes en ce qui est la dégradation de la capacité physique, et des répercussions socio-économiques, après avoir pris en compte d'autres facteurs de confusion.

L'objectif de cette partie de thèse était d'étudier le lien entre l'exposition professionnelle cumulée durant sa vie professionnelle caractérisée par le port des charges lourdes et le travail en position à genou, et les limitations physiques 'actuelles' caractérisées par les difficultés à monter des escaliers. Les analyses ont été réalisées sur un échantillon de la cohorte CONSTANCES représentatif au niveau national. Les expositions physiques au travail cumulées ont été évaluées au moyen de la JEM Constances, une MEE déjà décrite dans le chapitre 4.1.1. Les associations ont été explorées selon des catégories de certains facteurs de risque individuels et ceux liés aux inégalités sociales.

## **5.2. Matériels et méthodes**

### **5.2.1. Population étudiée**

Comme précédemment indiqué dans la partie contexte, chapitre 5.1., les données utilisées dans cette partie sont celles de la cohorte CONSTANCES à l'inclusion, détaillées dans le sous chapitre 4.1.1., et pour lesquelles l'histoire professionnelle complète des participants était disponible et nettoyée au moment des analyses ; soit un sous-échantillon de 28 915 sujets. Toutefois, nous avons exclu 5% de sujets pour lesquels les informations sur les paramètres d'intérêt étaient manquantes, et nous avons donc choisi de réaliser une analyse en données complètes ; soit 26 892 observations. Nous avons aussi exclu 2% de participants qui étaient en sous-poids avec un indice de masse corporelle (IMC) inférieur à 18,5 kg/m<sup>2</sup> parce qu'un faible IMC peut être associé avec des maladies chroniques sévères et le décès (111). Le sous-échantillon final était composé de 26 255 participants.

## 5.2.2. Variables d'intérêt

### 5.2.2.1. Expositions professionnelles

Les expositions professionnelles d'intérêt sont le port des charges lourdes et le travail à genou. Elles ont été évaluées à l'aide de la MEE 'JEM Constances' (66) décrites dans le sous chapitre 4.1.2.1.

La question utilisée dans le développement de la MEE sur le port des charges lourdes est la même que celle indiquée dans le chapitre 4.1.2.1. : « *Au cours d'une journée typique de travail, devez-vous régulièrement manipuler, déplacer ou porter une charge, une pièce ou un objet qui pèse entre 10 et 25 kg ?* » La réponse était basée sur une échelle de type Likert allant de 0 à 4 (0='non', 1='jamais ou presque', 2='rarement (< 2 heures par jour)', 3='souvent (2 à 4 heures par jour)' et 4='toujours ou presque').

La question relative au travail à genou était : « *Au cours d'une journée typique de travail, devez-vous vous agenouiller ou vous accroupir ?* » La réponse était aussi basée sur une échelle de type Likert, mais, allant de 1 à 4 (1='jamais ou presque', 2='rarement (< 2 heures par jour)', 3='souvent (2 à 4 heures par jour)' et 4='toujours ou presque').

Le détail de ces questions est présenté dans l'annexe 10.

Les scores d'exposition cumulée durant la vie professionnelle ont ensuite été calculés en combinant les expositions issues de la matrice et le nombre d'années travaillées dans chaque emploi recueilli à partir de l'auto-questionnaire au domicile spécifique à l'histoire professionnelle détaillée. A cet effet, le score cumulé était la somme du produit entre la fréquence de l'exposition connue dans chaque intitulé emploi (évaluée via la JEM Constances) et le nombre d'années passées dans cet emploi, calculé comme suit :

$$Cumscore = \sum_{i=1}^n f_i * t_i$$

Où :

- n = le nombre d'emplois exercés
- t<sub>i</sub> = le nombre d'années travaillées pour chaque emploi i
- f<sub>i</sub> = la fréquence de l'exposition donnée par la matrice

Nous signalerons que pour l'exposition au travail à genou, compte tenu du fait que la fréquence de l'exposition était mesurée sur une échelle de 1 à 4, nous l'avons soustraite par 1 avant le calcul du cumul de l'exposition afin d'obtenir une échelle de 0 à 3 points (au lieu de 1 à 4), et de maintenir un score égal à 0 pour les sujets qui n'ont jamais été exposés durant leur vie professionnelle.

Le score d'exposition cumulée pour chaque variable d'exposition a ensuite été catégorisé en 3 groupes : 'non exposé (score=0)', 'modérément exposé (exposition en dessous du score médian parmi ceux qui ont été exposés ; c'est-à-dire toutes les valeurs supérieures à 0)', et 'fortement exposés (exposition au-dessus du score médian parmi les exposés)'.

#### 5.2.2.2. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal était la limitation dans la montée d'escalier caractérisée par des difficultés dans la montée/descente seul(e) d'un étage d'escalier (Annexe 13). Elle avait été recueillie grâce à l'auto-questionnaire au domicile sur le mode de vie, et mesurée sur une échelle à 4 points comme suit : « *Pouvez-vous monter ou descendre seul(e) un étage d'escalier ?* » Les réponses étaient : a) Oui, sans aucune difficulté, b) Oui, mais avec quelques difficultés, c) Oui, mais avec beaucoup de difficultés, d) Non.

Dans ce projet de thèse, la limitation dans la montée d'un escalier ('Oui, sans aucune difficulté' ; c'est-à-dire la première modalité) a été comparée avec les autres niveaux de limitation rapportés (toutes les autres réponses ; c'est-à-dire les 3 dernières modalités) en 2 groupes : 'Pas de limitation' et 'Limitation'.

#### 5.2.2.3. Autres données

Nous avons aussi exploré dans cette étude, les facteurs sociodémographiques et cliniques à l'inclusion à savoir : le sexe, l'âge, l'IMC et le niveau de diplôme. L'âge a été étudié en quantitative et en 2 catégories : jeunes (< 55 ans) et seniors ( $\geq$  55 ans). L'IMC a été défini en 3 catégories : poids normal [18,5-25 kg/m<sup>2</sup>], surpoids [25-30 kg/m<sup>2</sup>], et obèse ( $\geq$  30 kg/m<sup>2</sup>). Le niveau d'étude a aussi été défini en 3 catégories : < baccalauréat, baccalauréat à bac+3, et master ou plus.



### 5.2.3. Analyses statistiques

#### 5.2.3.1. *Description de l'échantillon*

Les différences dans les paramètres étudiés ont été comparées par : le test du  $\chi^2$  pour les proportions et le t-test de Student pour les moyennes.

#### 5.2.3.2. *Etude d'association entre expositions professionnelles et limitation fonctionnelle*

L'association entre l'exposition au port des charges lourdes et l'exposition à un travail à genou durant la vie professionnelle, et la limitation dans la montée d'un escalier a été quantifiée à l'aide des modèles de régression logistique. A cet effet, plusieurs modèles ont été réalisés : A. modèles bruts (chaque exposition professionnelle, âge et IMC pris isolément), et modèles ajustés (1. chaque exposition professionnelle et âge, 2. chaque exposition professionnelle et IMC, 3. chaque exposition professionnelle, âge et IMC simultanément) ; B. modèles en sous-groupes selon l'âge (jeunes versus seniors), bruts et ajustés sur l'IMC, afin de prendre en compte les différences en termes de durées d'exposition et de limitations entre les deux tranches d'âge.

Pour prendre en compte les différences d'exposition entre les niveaux socioéconomiques, des modèles supplémentaires ont été réalisés en sous-groupes selon le niveau de diplôme (< bac versus bac à bac+3 versus  $\geq$  master), bruts et ajustés (1. chaque exposition professionnelle et âge, 2. chaque exposition professionnelle et IMC, 3. chaque exposition professionnelle, âge et IMC simultanément).

#### 5.2.3.3. *Analyse de sensibilité*

Une analyse de sensibilité visait à effectuer les mêmes analyses en tenant en compte d'une fenêtre de recul pour des expositions d'il y a plus de 5 ans avant l'inclusion.

Toutes les analyses ont été stratifiées sur le sexe, selon les recommandations de Messing et col. (112). Le logiciel R version 3.6 a été utilisé.

### 5.3. Résultats

Très peu de différences étaient trouvées entre les 26 255 sujets inclus dans cette étude et les 135 860 non inclus. Les sujets inclus étaient moins éduqués que les non-inclus.

Parmi les 26 255 participants retenus (12 419 hommes et 13 836 femmes), 5,0% d'hommes (n=618) et 7,8% de femmes (n=1 080) avaient rapporté une limitation à monter un escalier. Les hommes et les femmes rapportant des limitations étaient plus fréquemment des seniors (58,4% vs 55,1% respectivement), et avaient plus souvent un faible niveau de scolarité (57,6% vs 48,3% respectivement).

Concernant les limitations selon le niveau de diplôme, 8,7% d'hommes avec un faible niveau de scolarité (< baccalauréat) avaient déclaré être limités contre 2,6% uniquement parmi les plus qualifiés (niveau master ou plus). Parmi les femmes les moins qualifiées, la fréquence des limitations était quatre fois supérieure à la fréquence des limitations parmi les plus qualifiées (14,5% vs 3,7%, respectivement).

### 5.3.1. Exposition cumulée au port des charges lourdes (10-25 kg)

Le tableau 15 décrit la fréquence des limitations à monter un escalier en fonction des covariables et les résultats des modèles logistiques pour l'exposition aux charges lourdes. Parmi les hommes 'modérément exposés' et les hommes 'fortement exposés', 4,7% et 7,1% respectivement avaient déclaré une limitation à monter un escalier. De même, parmi les femmes 'modérément exposées' et 'fortement exposées', 7,7% et 11,7% respectivement avaient reportées cette limitation. Les limitations étaient aussi fréquentes parmi les sujets obèses, notamment de femmes (11,6% d'hommes et 21,9% de femmes). Dans tous les modèles logistiques (bruts et ajustés), une exposition cumulée au port des charges lourdes (10-25 kg) durant la vie professionnelle était associée avec une limitation à monter des escaliers à la fois pour les hommes et pour les femmes. Dans ces modèles, le rôle important de l'obésité dans cette limitation était aussi mis en évidence surtout chez les femmes.

Lorsqu'on stratifiait sur l'âge (tableau 16), la fréquence de limitation était plus élevée chez les seniors ( $\geq 55$  ans) que chez les jeunes ( $< 55$  ans) qu'ils aient été exposés ou non (21,0% vs 10,3% pour les hommes et 37,7% vs 18,3% pour les femmes, respectivement). Néanmoins, les résultats des modèles logistiques montraient des associations plus fortes chez les jeunes avec le fait d'avoir été 'fortement exposés' comparé aux seniors : Pour les hommes, ORs (IC 95%) ajustés=2,60 (1,84-3,75) vs 2,21 (1,65-3,00), respectivement ; et pour les femmes, ORs (IC 95%) ajustés=1,97 (1,54-2,51) vs 1,53 (1,25-1,88), respectivement.

Avant de réaliser des modèles stratifiés sur le niveau de diplôme, nous nous sommes intéressés à la distribution de l'exposition en fonction du niveau de diplôme (Figure 7). Parmi les hommes, 74,9% des moins qualifiés ( $< \text{bac}$ ) étaient classés fortement exposés au fait de porter des charges de 10 à 25 kg contre seulement 5,9% de ceux qui ont un master ou plus. Ces différences étaient de 45,1% contre 4,8% pour les femmes. Ceci va de pair avec les résultats des modèles stratifiés sur le niveau de diplôme (tableau 17) qui montraient des associations significatives avec les limitations, fortement mises en évidence uniquement parmi les participants les moins éduqués : pour les hommes 'modérément' ou 'fortement' exposés, ORs (IC95%) ajustés=5,18 (2,51-12,55) et 3,56 (1,78-8,44) ; et pour les femmes 'modérément' ou 'fortement' exposées, ORs (IC95%) ajustés=1,59 (1,20-2,12) et 1,58 (1,22-2,05).

**Tableau 15 :** Association entre exposition cumulée au port des charges lourdes (10-25 kg) et limitations à monter des escaliers pour les hommes et pour les femmes

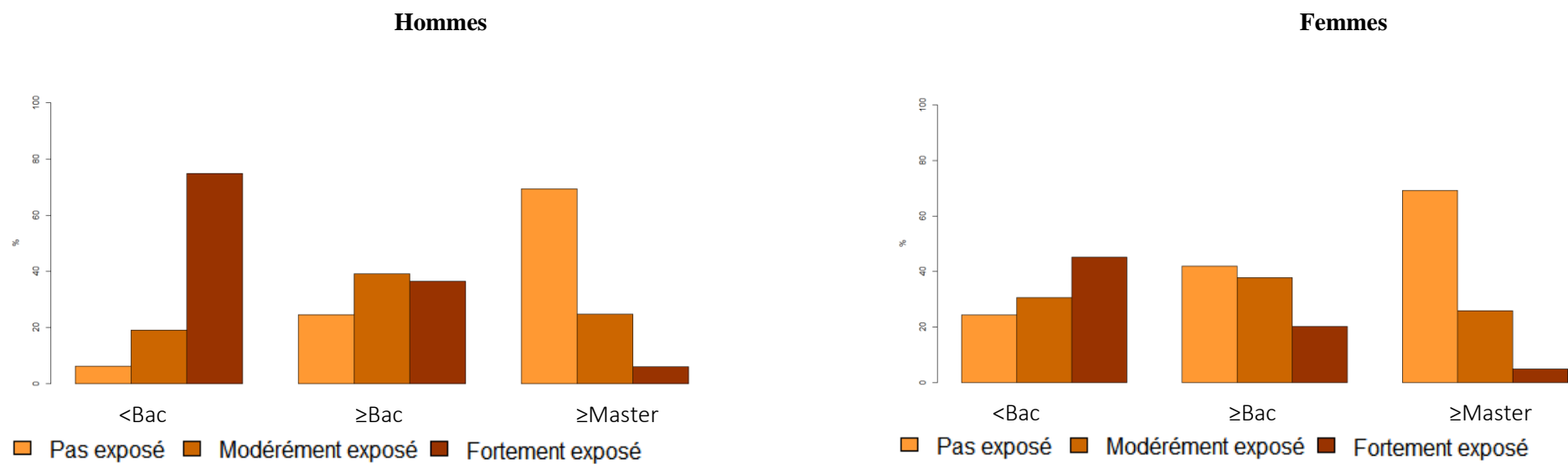
	<b>Total</b>	<b>Pas de limitation, n(%)</b>	<b>Limitation, n(%)</b>	<b>OR (IC 95%)- Brut</b>	<b>OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC</b>
<b>Hommes</b>	<b>12419</b>	<b>11801 (95,0)</b>	<b>618 (5,0)</b>		
<b>Port des charges lourdes (10-25 kg)</b>					
<i>Pas exposé</i>	3950	3848 (97,4)	102 (2,6)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	3499	3336 (95,3)	163 (4,7)	1,84 [1,44-2,38]	2,07 [1,61-2,68]
<i>Fortement exposé</i>	4970	4617 (92,9)	353 (7,1)	2,88 [2,31-3,63]	2,27 [1,82-2,87]
<b>Âge (années) : <math>\mu</math> (sd)</b>	49,4 (12,9)	49,1 (13,0)	55,1 (10,8)	1,04 [1,03-1,05]	1,03 [1,03-1,04]
<b>IMC (kg.m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>Poids normal [18,5-25[</i>	5681	5511 (97,0)	170 (3,0)	-	-
<i>Surpoids [25-30[</i>	5127	4866 (94,9)	261 (5,1)	1,74 [1,43-2,12]	1,37 [1,12-1,68]
<i>Obèse (<math>\geq 30</math>)</i>	1611	1424 (88,4)	187 (11,6)	4,26 [3,43-5,28]	3,09 [2,48-3,86]
<b>Femmes</b>	<b>13836</b>	<b>12756 (92,2)</b>	<b>1080 (7,8)</b>		
<b>Port des charges lourdes (10-25 kg)</b>					
<i>Pas exposé</i>	6182	5814 (94,0)	368 (6,0)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	4531	4184 (92,3)	347 (7,7)	1,31 [1,13-1,53]	1,52 [1,30-1,78]
<i>Fortement exposé</i>	3123	2758 (88,3)	365 (11,7)	2,09 [1,80-2,43]	1,60 [1,37-1,87]
<b>Âge (années) : <math>\mu</math> (sd)</b>	48,2 (13,0)	47,7 (13,0)	54,3 (11,5)	1,04 [1,04-1,05]	1,04 [1,03-1,04]
<b>IMC (kg.m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>Poids normal [18,5-25[</i>	8653	8281 (95,7)	372 (4,3)	-	-
<i>Surpoids [25-30[</i>	3453	3124 (90,5)	329 (9,5)	2,34 [2,01-2,73]	1,99 [1,70-2,33]
<i>Obèse (<math>\geq 30</math>)</i>	1730	1351 (78,1)	379 (21,9)	6,24 [5,35-7,29]	5,27 [4,50-6,17]

n : effectif, % : pourcentage, OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance, IMC : Indice de masse corporelle,  $\mu$  : moyenne, sd : écart-type

**Tableau 16 :** Modèles logistiques, port des charges lourdes (10-25 kg) et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur l'âge pour les hommes et pour les femmes

	< 55 ans				≥ 55 ans			
	Pas de limitation, n(%)	Limitation, n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur IMC	Pas de limitation, n(%)	Limitation, n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur IMC
<b>Hommes, port des charges lourdes (10-25 kg)</b>	<b>n=7461</b>				<b>n=4958</b>			
<i>Pas exposé</i>	2384 (98,2)	43 (1,8)	-	-	1464 (96,1)	59 (3,9)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	2478 (96,6)	88 (3,4)	1,97 [1,37-2,87]	1,87 [1,30-2,73]	858 (92,0)	75 (8,0)	2,17 [1,53-3,09]	2,07 [1,46-2,96]
<i>Fortement exposé</i>	2342 (94,9)	126 (5,1)	2,98 [2,12-4,28]	2,60 [1,84-3,75]	2275 (90,9)	227 (9,1)	2,48 [1,86-3,35]	2,21 [1,65-3,00]
<b>Femmes, port des charges lourdes (10-25 kg)</b>	<b>n=8830</b>				<b>n=5006</b>			
<i>Pas exposé</i>	3644 (96,1)	148 (3,9)	-	-	2170 (90,8)	220 (9,2)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	3272 (94,1)	204 (5,9)	1,54 [1,24-1,91]	1,42 [1,14-1,78]	912 (86,4)	143 (13,6)	1,55 [1,23-1,93]	1,40 [1,11-1,76]
<i>Fortement exposé</i>	1429 (91,5)	133 (8,5)	2,29 [1,80-2,92]	1,97 [1,54-2,51]	1329 (85,1)	232 (14,9)	1,72 [1,41-2,10]	1,53 [1,25-1,88]

n : effectif, % : pourcentage, OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance, IMC : Indice de masse corporelle



**Figure 7 :** Fréquence d'exposition aux charges de 10-25 kg selon le niveau de diplôme par sexe

**Tableau 17 :** Modèles logistiques, port des charges lourdes (10-25 kg) et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur le niveau de diplôme pour les hommes et pour les femmes

	< baccalauréat				≥ baccalauréat				≥ master			
	Pas de limitation n(%)	Limitation n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC	Pas de limitation n(%)	Limitation n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC	Pas de limitation n(%)	Limitation n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC
<b>Hommes</b>	<b>n=4085</b>				<b>n=4638</b>				<b>n=3696</b>			
<b>Port des charges lourdes (10-25 kg)</b>	<b>3729 (91,3)</b>	<b>356 (8,7)</b>			<b>4472 (96,4)</b>	<b>166 (3,6)</b>			<b>3600 (97,4)</b>	<b>96 (2,6)</b>		
<i>Pas exposé</i>	245 (97,2)	7 (2,8)	-	-	1102 (96,9)	35 (3,1)	-	-	2501 (97,7)	60 (2,3)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	692 (89,4)	82 (10,6)	4,15 [2,03-9,99]	5,18 [2,51-12,55]	1756 (97,1)	53 (2,9)	0,95 [0,62-1,48]	1,25 [0,80-1,97]	888 (96,9)	28 (3,1)	1,31 [0,82-2,05]	1,42 [0,88-2,23]
<i>Fortement exposé</i>	2792 (91,3)	267 (8,7)	3,35 [1,69-7,92]	3,56 [1,78-8,44]	1614 (95,4)	78 (4,6)	1,52 [1,02-2,31]	1,43 [0,96-2,18]	211 (96,3)	8 (3,7)	1,58 [0,69-3,16]	1,18 [0,51-2,37]
<b>Femmes</b>	<b>n=3603</b>				<b>n=6537</b>				<b>n=3696</b>			
<b>Port des charges lourdes (10-25 kg)</b>	<b>3081 (85,5)</b>	<b>522 (14,5)</b>			<b>6116 (93,6)</b>	<b>421 (6,4)</b>			<b>3559 (96,3)</b>	<b>137 (3,7)</b>		
<i>Pas exposé</i>	780 (89,1)	95 (10,9)	-	-	2570 (93,6)	177 (6,4)	-	-	2464 (96,2)	96 (3,8)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	936 (84,9)	167 (15,1)	1,46 [1,12-1,92]	1,59 [1,20-2,12]	2328 (94,2)	143 (5,8)	0,89 [0,71-1,12]	1,24 [0,97-1,59]	920 (96,1)	37 (3,9)	1,03 [0,69-1,51]	1,17 [0,78-1,73]
<i>Fortement exposé</i>	1365 (84,0)	260 (16,0)	1,56 [1,22-2,02]	1,58 [1,22-2,05]	1218 (92,3)	101 (7,7)	1,20 [0,93-1,55]	1,12 [0,86-1,45]	175 (97,8)	4 (2,2)	0,59 [0,18-1,42]	0,40 [0,12-0,98]

n : effectif, % : pourcentage, OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance, IMC : Indice de masse corporelle

### 5.3.2. Exposition cumulée au travail à genou

Le tableau 18 décrit la fréquence des limitations à monter un escalier en fonction des autres variables et fournit les résultats des modèles logistiques pour le travail à genou. Parmi les hommes ‘modérément exposés’ et les hommes ‘fortement exposés’, 5,2% et 7,5% respectivement avaient déclaré une limitation à monter des escaliers ; de même que 7,8% et 10,5% de femmes respectivement. Les résultats des modèles logistiques observés pour le travail à genou vont dans le même sens que ceux observés précédemment pour le port des charges lourdes. Les associations avec les limitations à monter des escaliers étaient statistiquement significatives pour les hommes et pour les femmes ; avec des valeurs des ORs plus élevés chez les personnes jeunes comparé aux seniors (tableau 19).

Ainsi que pour le port des charges, les sujets les moins qualifiés étaient fortement exposés à un travail en position à genou que les plus qualifiés : 62,3% vs 4,4% parmi les hommes et 41,5% vs 10,9% parmi les femmes (Figure 8). Dans les modèles stratifiés sur le diplôme, la significativité dans les associations avec les limitations persistait plus particulièrement parmi les hommes et les femmes les moins éduqués (tableau 20). De plus, l’association positive avec une exposition modérée était aussi mise en évidence pour les hommes les plus diplômés : OR (IC 95%) ajusté=1,80 (1,11-2,84).

Les analyses de sensibilité réalisées tenant compte des expositions (port des charges lourdes (10-25kg) ou travail à genou) plus distantes dans le temps, avec une fenêtre de recul de 5 ans avant la date d’inclusion, ont montré des effets du même ordre ne modifiant pas les associations mises en évidence précédemment (résultats non montrés).



**Tableau 18 :** Association entre exposition cumulée au travail à genou et limitations à monter des escaliers pour les hommes et pour les femmes

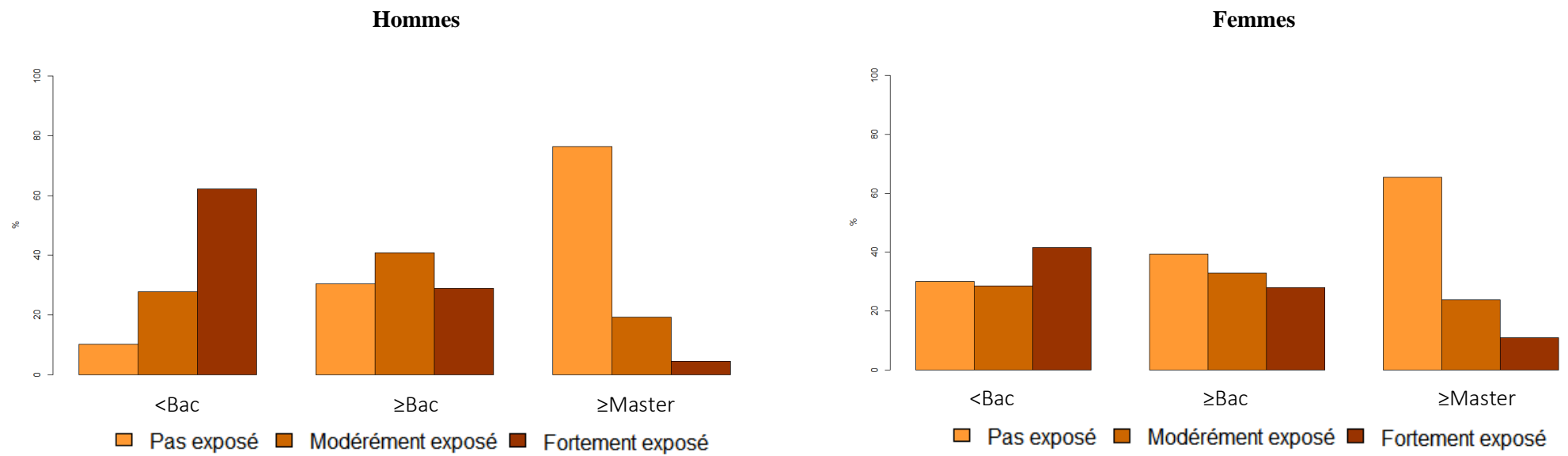
	<b>Total</b>	<b>Pas de limitation, n(%)</b>	<b>Limitation, n(%)</b>	<b>OR (IC 95%)- Brut</b>	<b>OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC</b>
<b>Hommes</b>	<b>12419</b>	<b>11801 (95,0)</b>	<b>618 (5,0)</b>		
<b>Travail à genou</b>					
<i>Pas exposé</i>	4641	4520 (97,4)	121 (2,6)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	3735	3540 (94,8)	195 (5,2)	2,06 [1,64-2,60]	2,25 [1,78-2,85]
<i>Fortement exposé</i>	4043	3741 (92,5)	302 (7,5)	3,02 [2,44-3,75]	2,32 [1,87-2,90]
<b>Âge (années): <math>\mu</math> (sd)</b>	49,4 (12,9)	49,1 (13,0)	55,1 (10,8)	1,04 [1,03-1,05]	1,03 [1,03-1,04]
<b>IMC (kg.m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>Poids normal [18,5-25[</i>	5681	5511 (97,0)	170 (3,0)	-	-
<i>Surpoids [25-30[</i>	5127	4866 (94,9)	261 (5,1)	1,74 [1,43-2,12]	1,39 [1,14-1,70]
<i>Obèse (<math>\geq 30</math>)</i>	1611	1424 (88,4)	187 (11,6)	4,26 [3,43-5,28]	3,11 [2,49-3,88]
<b>Femmes</b>	<b>13836</b>	<b>12756 (92,2)</b>	<b>1080 (7,8)</b>		
<b>Travail à genou</b>					
<i>Pas exposé</i>	6063	5689 (93,8)	374 (6,2)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	4045	3730 (92,2)	315 (7,8)	1,28 [1,10-1,50]	1,54 [1,30-1,81]
<i>Fortement exposé</i>	3728	3337 (89,5)	391 (10,5)	1,78 [1,54-2,07]	1,43 [1,22-1,66]
<b>Âge (années): <math>\mu</math> (sd)</b>	48,2 (13,0)	47,7 (13,0)	54,3 (11,5)	1,04 [1,04-1,05]	1,04 [1,03-1,05]
<b>IMC (kg.m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>Poids normal [18,5-25[</i>	8653	8281 (95,7)	372 (4,3)	-	-
<i>Surpoids [25-30[</i>	3453	3124 (90,5)	329 (9,5)	2,34 [2,01-2,73]	2,01 [1,71-2,34]
<i>Obèse (<math>\geq 30</math>)</i>	1730	1351 (78,1)	379 (21,9)	6,24 [5,35-7,29]	5,36 [4,59-6,28]

n : effectif, % : pourcentage, OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance, IMC : Indice de masse corporelle,  $\mu$  : moyenne, sd : écart-type

**Tableau 19 :** Modèles logistiques, travail à genou et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur l'âge pour les hommes et pour les femmes

	< 55 ans				≥ 55 ans			
	Pas de limitation, n(%)	Limitation, n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur IMC	Pas de limitation, n(%)	Limitation, n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur IMC
<b>Hommes, travail à genou</b>	<b>n=7461</b>				<b>n=4958</b>			
<i>Pas exposé</i>	2846 (98,4)	47 (1,6)	-	-	1674 (95,8)	74 (4,2)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	2579 (96,1)	106 (3,9)	2,49 [1,77-3,55]	2,36 [1,67-3,37]	961 (91,5)	89 (8,5)	2,10 [1,53-2,89]	2,00 [1,45-2,76]
<i>Fortement exposé</i>	1779 (94,5)	104 (5,5)	3,54 [2,51-5,06]	3,12 [2,20-4,47]	1962 (90,8)	198 (9,2)	2,28 [1,74-3,02]	2,08 [1,58-2,76]
<b>Femmes, travail à genou</b>	<b>n=8830</b>				<b>n=5006</b>			
<i>Pas exposé</i>	3602 (95,9)	154 (4,1)	-	-	2087 (90,5)	220 (9,5)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	2929 (94,1)	185 (5,9)	1,48 [1,19-1,84]	1,40 [1,12-1,74]	801 (86,0)	130 (14,0)	1,54 [1,22-1,94]	1,40 [1,10-1,78]
<i>Fortement exposé</i>	1814 (92,6)	146 (7,4)	1,88 [1,49-2,38]	1,66 [1,31-2,11]	1523 (86,1)	245 (13,9)	1,53 [1,26-1,85]	1,42 [1,16-1,73]

n : effectif, % : pourcentage, OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance, IMC : Indice de masse corporelle



**Figure 8 :** Fréquence d'exposition au travail à genou selon le niveau de diplôme par sexe

**Tableau 20 :** Modèles logistiques, travail à genou et limitations à monter des escaliers, stratifiés sur le niveau de diplôme pour les hommes et pour les femmes

	< baccalauréat				≥ baccalauréat				≥ master			
	Pas de limitation n(%)	Limitation n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC	Pas de limitation n(%)	Limitation n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC	Pas de limitation n(%)	Limitation n(%)	OR (IC 95%)- Brut	OR (IC 95%)- Exposition ajustée sur âge et IMC
<b>Hommes</b>	<b>n=4085</b>				<b>n=4638</b>				<b>n=3696</b>			
<b>Travail à genou</b>	<b>3729 (91,3)</b>	<b>356 (8,7)</b>			<b>4472 (96,4)</b>	<b>166 (3,6)</b>			<b>3600 (97,4)</b>	<b>96 (2,6)</b>		
<i>Pas exposé</i>	395 (96,1)	16 (3,9)	-	-	1365 (97,0)	42 (3,0)	-	-	2760 (97,8)	63 (2,2)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	1028 (90,9)	103 (9,1)	2,47 [1,48-4,40]	2,92 [1,73-5,22]	1827 (96,5)	66 (3,5)	1,17 [0,80-1,75]	1,50 [1,00-2,26]	685 (96,3)	26 (3,7)	1,66 [1,03-2,61]	1,80 [1,11-2,84]
<i>Fortement exposé</i>	2306 (90,7)	237 (9,3)	2,54 [1,56-4,43]	2,55 [1,56-4,46]	1280 (95,7)	58 (4,3)	1,47 [0,99-2,22]	1,30 [0,86-1,96]	155 (95,7)	7 (4,3)	1,98 [0,81-4,11]	1,50 [0,61-3,14]
<b>Femmes</b>	<b>n=3603</b>				<b>n=6537</b>				<b>n=3696</b>			
<b>Travail à genou</b>	<b>3081 (85,5)</b>	<b>522 (14,5)</b>			<b>6116 (93,6)</b>	<b>421 (6,4)</b>			<b>3559 (96,3)</b>	<b>137 (3,7)</b>		
<i>Pas exposé</i>	966 (89,1)	118 (10,9)	-	-	2397 (93,5)	166 (6,5)	-	-	2326 (96,3)	90 (3,7)	-	-
<i>Modérément exposé</i>	860 (83,9)	165 (16,1)	1,57 [1,22-2,03]	1,79 [1,37-2,35]	2025 (94,4)	119 (5,6)	0,85 [0,66-1,08]	1,17 [0,90-1,51]	845 (96,5)	31 (3,5)	0,95 [0,62-1,42]	1,07 [0,69-1,61]
<i>Fortement exposé</i>	1255 (84,0)	239 (16,0)	1,56 [1,23-1,98]	1,56 [1,23-2,00]	1694 (92,6)	136 (7,4)	1,16 [0,92-1,47]	1,07 [0,84-1,36]	388 (96,0)	16 (4,0)	1,07 [0,60-1,78]	0,80 [0,44-1,35]

n : effectif, % : pourcentage, OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance, IMC : Indice de masse corporelle

## 5.4. Discussion

### 5.4.1. Principaux résultats et explication

Globalement, cette étude a montré une association positive entre chaque exposition biomécanique étudiée (port des charges lourdes, travail à genou) cumulée au cours d'une vie-professionnelle et les limitations à monter des escaliers, à la fois pour les hommes et pour les femmes. Comparé avec les seniors, cette association était plus marquée parmi les jeunes qui ont été 'fortement exposés', lorsqu'on ajustait sur l'IMC ; elle était spécialement observée chez les travailleurs les moins éduqués.

L'effet important révélé parmi les participants jeunes 'fortement exposés' comparé aux seniors suggère une attention particulière à porter sur ces expositions en milieu de travail dès le plus jeune âge (début de carrière) afin de garantir une bonne qualité de vie en fin de carrière professionnelle. Quant aux seniors, les limitations observées pourraient partiellement être expliquées par d'autres maladies et/ou douleurs, une exposition cumulée très forte peut aussi être une exposition plus diluée dans le temps pour des plus âgés comparé à des plus jeunes.

L'effet différent selon le niveau de l'éducation suggère que des facteurs contextuels sur le lieu de travail, tels qu'une marge de manœuvre accru de l'emploi, le poste occupé ou un plus grand nombre de pauses, peuvent atténuer l'effet d'un emploi physique sur les limitations fonctionnelles.

Concernant les estimations des odds ratios qui étaient très similaires pour les deux expositions physiques analysées (port des charges lourdes et travail à genou), elles peuvent être expliquées par le fait que dans un même intitulé d'emploi, plusieurs variétés d'expositions peuvent être cumulables.

#### 5.4.2. Forces

L'étude avait plusieurs forces. En effet, l'étude était basée sur un échantillon de grande taille, représentative des emplois et classes d'âge des salariés couverts par la caisse nationale d'assurance maladie en France. Même si c'est un sous-échantillon de la cohorte CONSTANCES, les différences en termes des paramètres étudiés n'étaient pas marquées. L'évaluation des expositions physiques cumulatives sur le lieu de travail avec une approche MEE pour tous les emplois occupés durant sa carrière professionnelle limite les biais potentiels de classement en n'utilisant que les expositions physiques 'actuelles', qui peuvent être différentes de celles des emplois antérieurs.

### 5.4.3. Limites

Les limites de cette étude peuvent être discutées. Premièrement, le critère de jugement principal était évalué via l'auto-déclaration, non pas par des mesures objectives des limitations dans la montée des escaliers. Cependant, une étude antérieure se limitant sur un sous-échantillon de la cohorte CONSTANCES des sujets âgés de 45 ans et plus, a montré un bon accord entre les limitations fonctionnelles auto-rapportées telle que la montée des escaliers, avec la vitesse de marche, suggérant l'usage de l'auto-déclaration dans des larges études en populations âgées (113). Nos analyses ajustaient sur peu de facteurs personnels sans tenir compte d'autres facteurs tels que la consommation d'alcool et de tabac, les risques cardiovasculaires, et d'autres symptômes qui ont été associés avec les limitations physiques dans d'autres études. Etant donné que le critère de jugement a été évalué à un moment donné (inclusion), nous ne pouvons pas évaluer l'impact potentiel d'un effet de survie et de causalité inversée dans nos résultats. Dès lors que les données de suivi prospectives de la cohorte CONSTANCES sont disponibles, des analyses supplémentaires examinant les effets d'autres facteurs de confusion potentiels supplémentaires, et une évaluation des chemins potentiels à travers lesquels les expositions physiques cumulatives pourraient influencer sur la baisse de capacité physique devraient poursuivre. Ce serait le cas par exemple des symptômes musculo-squelettiques, soulignés dans la littérature comme les principales pathologies liées au travail en termes de fréquences, mais aussi de limitations physiques (33). Par ailleurs, les contraintes biomécaniques provoqueraient les limitations physiques de façon indirecte en passant par l'usure des membres conduisant aux symptômes musculo-squelettiques (104).

#### 5.4.4. Comparaison avec la littérature

Notre étude était l'une des rares quantifiant le lien entre l'exposition cumulée à un travail physiquement contraignant, à savoir le port des charges lourdes (10-25 kg) et le travail à genou, et les limitations physiques comme la montée des escaliers. Les résultats étaient consistants avec ceux de la littérature qui utilisait des facteurs d'exposition et de critère de jugement généraux. Parmi 364 sujets inclus dans une étude de cohorte prospective italienne, les ouvriers souvent exposés à un travail manuel avec un effort physique élevé avaient une fonction physique réduite bien importante après ajustement sur des facteurs potentiels de confusion (109). De même, dans une étude basée sur les travailleurs hollandais, une demande physique caractérisée par l'effort, les positions inconfortables ou les mouvements répétitifs était associée au fait de développer des limitations fonctionnelles (55). En France, 9 326 participants de la cohorte Gazel sans aucune limitation en 1989 étaient suivis jusqu'en 2012 (23 ans de suivi), et les limitations dans les activités quotidiennes après l'âge de la retraite étaient positivement associées à un travail physiquement contraignant (101). En accord avec ce que nous avons trouvé, deux échantillons représentatifs au niveau national de sujets suédois nés en 1948 et en 1953 (22 889 participants au total) étaient liés à des données provenant de registres d'assurance sociale sur la cause et la date de la pension d'invalidité. Les auteurs ont observé que le faible niveau de scolarité contribuait dans les associations entre les tensions physiques élevées au travail et la pension d'invalidité (114).

L'un des atouts uniques de cette étude était l'utilisation d'une MEE pour fournir une évaluation cohérente globale des expositions biomécaniques au cours d'une histoire professionnelle ; cette approche a le potentiel, pour de nombreuses applications futures intéressantes, d'évaluer les expositions rétrospectives en fonction des intitulés d'emploi (98). L'une des limites reste le fait que les MEE dans leur ensemble ne tiennent pas compte des variations individuelles des expositions au sein d'un même intitulé d'emploi et peuvent donc sous-estimer le rapport réel qui existe entre l'exposition et les facteurs de santé (48). Toutefois, en fournissant une estimation de l'exposition passée sans biais dû à l'état de santé, les MEE peuvent réduire la surestimation de l'exposition associée au biais de rappel lors de la prise en compte des expositions individuelles auto-rapportées, et ainsi fournir une meilleure estimation des vraies associations.

En résumé, cette analyse a montré que l'exposition physique cumulée au port des charges lourdes ou à un travail à genou au cours d'une vie professionnelle était associée aux limitations



à monter des escaliers, dès le jeune âge au travail ; et notamment pour les hommes et femmes les moins qualifiés. Il serait donc important dans la prévention de tenir compte des mécanismes potentiels du travail physique pénible et des difficultés fonctionnelles prématurées compte tenu du vieillissement de la population active et du retard de l'âge de départ à la retraite des salariés dans les pays industrialisés.

## 6. DISCUSSION GENERALE

### 6.1. Bref rappel des objectifs

L'objectif était de contribuer à une meilleure connaissance des qualités et des limites de l'une des méthodes d'évaluation des facteurs de risques professionnels qui peuvent être appliquées aux facteurs psychosociaux et aux facteurs biomécaniques en milieu de travail : les matrices emplois-expositions (MEE). D'une part, une MEE « STRESSJEM » a été développée à l'aide de la méthode CART (64) pour évaluer les expositions psychosociales au travail en fonction de la profession, du secteur d'activité et de la taille de l'entreprise (TE) dans un contexte français. Ensuite, « JEM Constances », une MEE déjà existante sur les expositions biomécaniques au travail, devait être validée à partir d'un échantillon de la cohorte CONSTANCES. « JEM Constances » combinée avec le calendrier professionnel détaillé des participants de la cohorte CONSTANCES a enfin été utilisée pour étudier le rôle étiologique du port des charges lourdes et du travail à genou cumulé durant une vie professionnelle sur les limitations auto-déclarées dans la montée des escaliers.

## 6.2. Synthèse des principaux résultats

Le travail mené à partir des participants des enquêtes SUMER pour construire la STRESSJEM incluait les dimensions du modèle de Karasek (latitude décisionnelle, demande psychologique, soutien social, job-strain et iso-strain), du modèle de Siegrist (récompenses, estime, perspectives de promotion, estime et sécurité de l'emploi), et des autres contraintes organisationnelles ainsi que l'exposition à des violences. La MEE la plus performante a été observée en utilisant fréquemment comme variables d'intitulé d'emploi :

- Pour les facteurs de Karasek, la PCS (les deux premiers niveaux) et la TE à la fois
- Pour les facteurs de Siegrist, la NAF (les 5 niveaux) souvent combinée avec la TE chez les hommes, et la TE souvent combinée avec la PCS (les deux premiers niveaux) chez les femmes
- Pour les contraintes organisationnelles, la NAF intervenait fréquemment, mais en étant souvent combinée avec la PCS (les deux premiers niveaux) et la TE chez les hommes
- Pour les autres facteurs, les trois variables combinées étaient utilisées chez les hommes (sauf pour les agressions où c'était la PCS et la NAF), et la PCS (les deux premiers niveaux) combinée avec la NAF (les 5 niveaux) chez les femmes (sauf pour les agressions où c'était la PCS et la TE).

Parmi ces expositions pour lesquelles la STRESSJEM a une bonne performance au regard des taux d'erreur, la validité de la matrice variait aussi selon l'exposition et le sexe. En tenant compte des valeurs de la concordance avec l'auto-déclaration au niveau individuel et des associations qui étaient positives avec les variables de santé, cette validité était bonne pour la latitude décisionnelle et le travail posté pour les hommes et les femmes, et pour le travail de nuit chez les hommes uniquement ; modérée pour le job strain pour les hommes et les femmes, le soutien social chez les femmes et l'iso-strain chez les hommes ; et faible pour le soutien social chez les hommes et l'iso-strain chez les femmes.

Notre travail suggère que les MEE sur les facteurs psychosociaux au travail doivent tenir compte du sexe et de divers paramètres d'intitulé d'emploi, à savoir : la profession, le secteur d'activité et l'entreprise employeur en incluant les différents niveaux (des plus agrégés jusqu'aux plus détaillés).

Le travail conduit à la partir de l'échantillon de la cohorte CONSTANCES pour la validation de JEM Constances, une matrice déjà existante conçue pour évaluer les facteurs biomécaniques au travail présentant un risque pour les TMS, était focalisé sur trois expositions : le travail répétitif, le travail physiquement intense et le port des charges lourdes. La MEE a été croisée avec les données de l'histoire professionnelle complète fournie par les sujets pour calculer des scores d'exposition cumulée. Les scores cumulés ont ensuite été comparés avec les données des expositions rétrospectives auto-rapportées au niveau individuel. Les résultats différaient selon les expositions. Comparé à l'auto-évaluation, la validité de la JEM Constances était bonne pour le port des charges lourdes, et modérée pour le travail répétitif et le travail physiquement intense.

Les résultats obtenus mettaient en évidence la validité et les possibilités d'utilisation des expositions professionnelles physiques évaluées par les MEE, tout en tenant compte des limites non encore résolues de ces outils. Néanmoins, l'approche utilisée suggère qu'un même intitulé d'exposition professionnelle peut recouvrir des réalités différentes selon la source d'information, ce qui peut avoir pour conséquence des discordances dans l'évaluation de l'exposition entre différentes méthodes d'évaluation. C'est le cas pour le travail répétitif et pour le travail physiquement intense, où les questions posées dans la partie 'auto-rapportée' ne sont pas très similaires à ce qui a été utilisé pour développer la MEE. Bien qu'il y ait cette différence, les deux méthodes permettent de quantifier les effets de ces expositions sur la santé, quoique de façon approximative.

Les analyses étiologiques utilisant la JEM Constances ont aussi montré une bonne capacité de cette MEE pour quantifier les associations avec les variables de santé telles que les limitations fonctionnelles. En effet, nous avons observé, comme attendu, des associations entre le port des charges lourdes / le travail à genou cumulé au cours de sa vie professionnelle et les difficultés de monter des escaliers d'un étage.

Cette MEE pourrait bel et bien constituer un outil valide, peu coûteux pour réaliser des études de relation dose-réponse dans des études épidémiologiques à grande échelle.

### 6.3. Limites

Pour l'étude de construction et de validation de la STRESSJEM, la principale limite provient du caractère transversal des enquêtes SUMER. L'échantillon utilisé est basé sur une population sélectionnée n'incluant que des personnes présentes au travail pendant les périodes des enquêtes sans tenir compte des arrêts dus aux problèmes de santé. Ce qui peut potentiellement entraîner un biais de « travailleur sain ».

Pour l'étude de validation de la JEM Constances, la principale limite est aussi un effet de sélection. La matrice a été développée à partir d'un sous échantillon de la cohorte CONSTANCES différent de celui utilisé dans la cadre de ce travail de validation. Cependant, ne pouvant pas distinguer les deux échantillons, il est fort probable qu'il y ait des chevauchements entre les eux.

Dans les deux études utilisées (SUMER et CONSTANCES), les données exploitées ont été auto-déclarées au niveau individuel. Ceci peut fournir des informations subjectives des conditions de travail et poser des problèmes de biais de classement.

La principale limite commune aux MEE est leur incapacité à tenir compte de la variabilité de l'exposition au sein des intitulés d'emploi (variance intra-groupes). Tous les individus ayant le même intitulé d'emploi se voient donc attribuer des expositions moyennes identiques. Des erreurs de classement dans l'exposition peuvent subvenir, entraînant ainsi des erreurs dans les estimations. Ces outils étant souvent développés au niveau national, leur utilisation dans les études épidémiologiques pose problème lorsqu'ils sont appliqués dans des populations différentes ou dans d'autres pays ; les systèmes d'organisation du travail ou les expositions n'étant pas systématiquement identiques entre les pays, même au sein du même emploi. S'il y a une volonté de les appliquer dans d'autres pays avec des expositions relativement semblables, il s'avère indispensable d'avoir une bonne stratégie des transcodages pour avoir des correspondances optimales. Ce qui peut être complexe et coûteux en termes de temps et de moyens nécessitant des codages internationaux (7). Cependant, pour les facteurs biomécaniques

au travail, la question se pose moins car ils pourraient être facilement comparables d'un pays à l'autre.

Une autre question qui n'est pas abordée ici, est celle de la pertinence d'une matrice pour évaluer les expositions à une période différente de celle à laquelle la matrice a été construite (ou celle où les données utilisées pour la matrice ont été recueillies). Cette question pourrait se poser pour des emplois où les conditions de travail ont varié de façon importante au cours du temps.

## 6.4. Perspectives et implications en santé publique

Les matrices emplois-expositions dans l'évaluation des expositions professionnelles de nature 'psychosociale' et 'biomécaniques' offrent de nombreuses perspectives.

Premièrement, dans la recherche scientifique, elles peuvent être considérées comme des outils valides pour évaluer les expositions dans des études épidémiologiques à grande échelle. Elles permettraient de rendre exploitables les données comprenant des titres d'emploi, mais dont l'information sur l'exposition est manquante ou d'être utilisées en complément d'autres mesures plus subjectives (questionnaires).

Il en est ainsi pour la matrice « STRESSJEM » qui a été développée dans le but d'être appliquée aux données du dispositif COSMOP-DADS (Cohorte de surveillance de la mortalité selon l'activité professionnelle – Déclaration Annuelle des Données Sociales) pour réaliser des études étiologiques, tel que le protocole a été décrit récemment dans la littérature (115). Le dispositif est une étude de cohorte (1976-2005) mise en place par l'ex-Département de Santé Travail (ex-DST) de santé publique France. Il se voulait constituer des données de référence relatives aux taux de mortalité par cause selon les caractéristiques professionnelles, et avait pour objectif de décrire de façon systématique et permanente la mortalité par cause selon l'activité professionnelle. La base contient des données sur les intitulés d'emploi et la mortalité par cause, mais, elle est démunie d'information sur les expositions psychosociales au travail. Par ailleurs, dans l'actuel travail de thèse, le choix de l'enquête SUMER sur les périodes 2003 et 2010 (même champ que 2003), et des versions des codes de classification des emplois ainsi que leurs niveaux (PCS 1982 à 2 niveaux dans la vague de 2003 et PCS 2003 à 2 niveaux dans la vague de 2010, eux aussi identiques de ceux de la PCS 1982 ; NAF 1993 à 5 niveaux dans la vague de 2003 et NAF 2003 en effectuant des correspondances de la NAF 1993 dans la vague de 2010) avait été guidé par le fait qu'elle était l'enquête la plus proche de ce dispositif en termes de calendrier, et que les champs des deux enquêtes (SUMER et COSMOP-DADS) étaient proches.

Il y a aussi un projet d'appliquer la matrice « JEM Constances » créée pour évaluer les expositions de type «biomécaniques » aux données des salariés des Pays de la Loire : Cohorte Salariés Ligériens « COSALI » (116). COSALI est une cohorte de surveillance épidémiologique des TMS et de recherche. Elle permet de décrire les déterminants des TMS

incluant le rôle des facteurs liés au travail. En plus des questionnaires, l'évaluation des contraintes biomécaniques est basée sur des mesures directes comme la spirométrie, des vidéos films et une checklist des experts. L'application de la JEM Constances à cette cohorte aura pour objet de la comparer avec d'autres mesures plus objectives disponibles dans COSALI afin d'accroître l'étude de validité de celle-ci. Une autre perspective pour la JEM Constances est de la fournir dans des endroits où cette approche n'existe pas encore. Elle va d'abord être testée à la Réunion ; car même si c'est un département français, les expositions biomécaniques ne sont pas forcément les mêmes, puis à Dakar au Sénégal et dans bien d'autres pays.

Les matrices utilisées ici ont été développées sur des populations françaises, reflet des expositions typiquement nationales. Cependant, en apportant quelques modifications notamment dans les classifications des intitulés d'emploi, la matrice spécifique aux facteurs de risque biomécaniques serait applicable dans d'autres pays ayant un niveau de développement ou des conditions de travail identiques à la France. Par ailleurs, il a été montré une proximité entre les métiers exercés en France et aux USA évalués par les MEE (JEM Constances versus USA O\*Net) (95). De plus, d'après la présentation de d'Errico A. lors du congrès international sur les troubles musculo-squelettiques 'PREMUS' tenu à Bologne en septembre 2019, la même MEE O\*Net avait abouti à une bonne concordance entre les expositions biomécaniques des salariés américains (USA) et celles des travailleurs italiens. Ce seraient des instruments bien prometteurs dans l'évaluation des expositions à travers différents pays. Il a en effet, récemment été proposé d'explorer la possibilité de mettre en place des MEE internationales utilisables dans différents pays dans le cadre du projet JEMINI (Job Exposure Matrix InterNational) (7).

Deuxièmement, sur le plan de la surveillance et de la promotion de la santé des salariés, les MEE offrent une perspective aux décideurs (médecins de prévention, agence de santé publique, entreprises, etc.), celle de mieux caractériser de façon précoce les emplois les plus à risques afin de mieux contrôler et surveiller les facteurs de risque modifiables auxquels les salariés sont exposés. Ceci dans l'optique d'accroître leur qualité de vie, mais aussi, d'amoindrir les coûts économiques et financiers alloués à la prise en charge des maladies qui en résultent ; et les dépenses des entreprises relatives à l'absentéisme. Une bonne qualité de vie se verrait par exemple, dans le ralentissement du vieillissement prématuré et des départs à la retraite anticipés, signes de limitations. Toujours du côté des décideurs, les MEE pourraient aider aussi pour la réparation dans le cadre de la reconnaissance et de la compensation des maladies



professionnelles. Et pour les réformateurs, ces outils pourraient aider à mieux isoler les emplois les plus pénibles afin de définir l'âge optimal de départ à la retraite.

Les résultats des MEE sur les facteurs de risque psychosociaux nécessitent, de par leur nature, des travaux encore plus approfondis permettant de tenir compte des variabilités de chaque environnement de travail ainsi que des variabilités individuelles.

## 6.5. Conclusion

Ce travail de thèse souligne l'importance d'avoir des outils de mesure des expositions professionnelles 'psychosociales' et 'biomécaniques' plus précises et fiables notamment dans les études épidémiologiques à grande échelle.

Pour les expositions professionnelles de type 'biomécaniques', les outils de référence comme les mesures directes ou les observations n'étant pas réalisables dans les études à grande ampleur ou dans les évaluations rétrospectives, les MEE pourraient servir de bonnes alternatives à elles seules dans certaines conditions ou en compléments des données auto-rapportées ou du jugement d'un expert.

Pour les expositions professionnelles de type 'psychosociales', il est vrai que les conclusions pour certaines dimensions du modèle de Karasek comme la latitude décisionnelle et le job strain sont relativement consistantes dans la littérature scientifique. Néanmoins, des investigations plus poussées sont encore nécessaires plus particulièrement pour les autres variables du modèle de Karasek, les facteurs du modèle de Siegrist et les autres contraintes psychosociales que nous avons abordées dans ce projet de thèse.

## REFERENCES

1. Gollac M. L'intensité du travail. Formes et effets. *Revue économique*. 2005;56(2):195-216.
2. Gollac M, Bodier M. Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser [Internet]. 2011 p. 223. Disponible sur: [http://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_SRPST\\_definitif\\_rectifie\\_11\\_05\\_10.pdf](http://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_SRPST_definitif_rectifie_11_05_10.pdf)
3. Nasse P, Légeron P. Rapport sur la détermination, la mesure et le suivi des risques psychosociaux au travail [Internet]. 2008 p. 42. Disponible sur: [http://www.dgdr.cnrs.fr/drh/protect-soc/documents/fiches\\_rps/rapport\\_1%C3%A9geron.pdf](http://www.dgdr.cnrs.fr/drh/protect-soc/documents/fiches_rps/rapport_1%C3%A9geron.pdf)
4. Roquelaure Y. Les troubles musculo-squelettiques : un enjeu majeur de prévention des risques professionnels en Europe [Internet]. 2015 [cité 17 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.etui.org/fr/Publications2/Policy-Briefs/European-Economic-Employment-and-Social-Policy/Les-troubles-musculo-squelettiques-un-enjeu-majeur-de-prevention-des-risques-professionnels-en-Europe>
5. EU-OSHA. An international comparison of the cost of work-related accidents and illnesses [Internet]. 2017 [cité 22 oct 2019]. Disponible sur: <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/international-comparison-cost-work-related-accidents-and/view>
6. El Yamani M, Fréry N, Pilorget C. Évaluation des expositions professionnelles de la population des travailleurs en France : des outils et des méthodes. *Bull Epidémiol Hebd*. 2018;(12-13):216-20.
7. Descatha A, Evanoff BA, Andersen JH, Fadel M, Ngabirano L, Leclerc A, et al. JEMINI (Job Exposure Matrix InterNational) Initiative: a Utopian Possibility for Helping Occupational Exposure Assessment All Around the World? *J Occup Environ Med*. juill 2019;61(7):e320-1.
8. Hammar N, Alfredsson L, Johnson JV. Job strain, social support at work, and incidence of myocardial infarction. *Occup Environ Med*. août 1998;55(8):548-53.
9. Johnson JV, Hall EM. Job strain, work place social support, and cardiovascular disease: a cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. *Am J Public Health*. oct 1988;78(10):1336-42.
10. Toivanen S. Job control and the risk of incident stroke in the working population in Sweden. *Scand J Work Environ Health*. févr 2008;34(1):40-7.
11. Toren K, Schioler L, Giang WK, Novak M, Soderberg M, Rosengren A. A longitudinal general population-based study of job strain and risk for coronary heart disease and stroke in Swedish men. *BMJ Open*. 3 mars 2014;4(3):e004355.
12. Bosma H, Peter R, Siegrist J, Marmot M. Two alternative job stress models and the risk of coronary heart disease. *Am J Public Health*. janv 1998;88(1):68-74.

13. Sultan-Taïeb H, Chastang J-F, Mansouri M, Niedhammer I. The annual costs of cardiovascular diseases and mental disorders attributable to job strain in France. *BMC Public Health*. 13 août 2013;13:748.
14. Karasek R, Brisson C, Kawakami N, Houtman I, Bongers P, Amick B. The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *J Occup Health Psychol*. oct 1998;3(4):322-55.
15. Karasek RA. Job demands, job decision latitude, and mental strain: implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly*. 1979;24:285-308.
16. Johnson JV, Hall EM, Theorell T. Combined effects of job strain and social isolation on cardiovascular disease morbidity and mortality in a random sample of the Swedish male working population. *Scand J Work Environ Health*. août 1989;15(4):271-9.
17. Niedhammer I. Psychometric properties of the French version of the Karasek Job Content Questionnaire: a study of the scales of decision latitude, psychological demands, social support, and physical demands in the GAZEL cohort. *Int Arch Occup Environ Health*. mars 2002;75(3):129-44.
18. Niedhammer I, Ganem V, Gendrey L, David S, Degioanni S. Propriétés psychométriques de la version française des échelles de la demande psychologique, de la latitude décisionnelle et du soutien social du « Job Content Questionnaire » de Karasek : résultats de l'enquête nationale SUMER. *Santé Publique*. 2006;18(3):413-27.
19. Siegrist J, Peter R. Measuring effort-reward imbalance at work: guidelines. 1996.
20. Siegrist J, Starke D, Chandola T, Godin I, Marmot M, Niedhammer I, et al. The measurement of effort-reward imbalance at work: European comparisons. *Soc Sci Med*. avr 2004;58(8):1483-99.
21. Niedhammer I, Siegrist J, Landre MF, Goldberg M, Leclerc A. [Psychometric properties of the French version of the Effort-Reward Imbalance model]. *Rev Epidemiol Sante Publique*. oct 2000;48(5):419-37.
22. INRS. Travail de nuit et travail posté [Internet]. 2018 [cité 7 nov 2018]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/risques/travail-de-nuit-et-travail-poste/ce-qu-il-faut-retenir.html>
23. Sokejima S, Kagamimori S. Working hours as a risk factor for acute myocardial infarction in Japan: case-control study. *BMJ*. 19 sept 1998;317(7161):775-80.
24. Liu Y, Tanaka H, Fukuoka Heart Study Group. Overtime work, insufficient sleep, and risk of non-fatal acute myocardial infarction in Japanese men. *Occup Environ Med*. juill 2002;59(7):447-51.
25. Fadel M, Sembajwe G, Gagliardi D, Pico F, Li J, Ozguler A, et al. Association Between Reported Long Working Hours and History of Stroke in the CONSTANCES Cohort. *Stroke*. juill 2019;50(7):1879-82.
26. van der Hulst M. Long workhours and health. *Scand J Work Environ Health*. juin 2003;29(3):171-88.

27. ANSES. Avis et rapport de l'ANSES relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés au travail de nuit [Internet]. 2016. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2011SA0088Ra.pdf>
28. Abu Farha R, Alefishat E. Shift Work and the Risk of Cardiovascular Diseases and Metabolic Syndrome Among Jordanian Employees. *Oman Med J*. mai 2018;33(3):235-42.
29. Lesuffleur T, Chastang J-F, Cavet M, Niedhammer I. Facteurs psychosociaux au travail et santé perçue dans l'enquête nationale SUMER. *Santé Publique*. 2015;27(2):177-86.
30. Organisation mondiale de la Santé (OMS). Recommandations MONDIALES sur L'ACTIVITE PHYSIQUE POUR LA santé [Internet]. 2010 [cité 17 oct 2019]. Disponible sur: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44436/9789242599978\\_fre.pdf?ua=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44436/9789242599978_fre.pdf?ua=1)
31. Rantanen T, Masaki K, He Q, Ross GW, Willcox BJ, White L. Midlife muscle strength and human longevity up to age 100 years: a 44-year prospective study among a decedent cohort. *Age (Dordr)*. juin 2012;34(3):563-70.
32. L'assurance Maladie - Risques professionnels. Rapport annuel 2017 [Internet]. [cité 14 oct 2019] p. 128. Disponible sur: [https://www.ameli.fr/sites/default/files/cnam-drp\\_rapport\\_de\\_gestion\\_2017\\_vdef\\_pour\\_mise\\_en\\_ligne\\_web.pdf](https://www.ameli.fr/sites/default/files/cnam-drp_rapport_de_gestion_2017_vdef_pour_mise_en_ligne_web.pdf)
33. Bevan S. Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. juin 2015;29(3):356-73.
34. Roquelaure Y. Promoting a Shared Representation of Workers' Activities to Improve Integrated Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Saf Health Work*. juin 2016;7(2):171-4.
35. Descatha A, Evanoff BA, Leclerc A, Roquelaure Y. Occupational Determinants of Musculoskeletal Disorders. In: Bültmann U, Siegrist J, éditeurs. *Handbook of Disability, Work and Health*. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 1-20.
36. Hulshof CTJ, Colosio C, Daams JG, Ivanov ID, Prakash KC, Kuijper PPFM, et al. WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases. *Environ Int*. 2019;125:554-66.
37. L'assurance Maladie - Risques professionnels. Rapport annuel 2017 [Internet]. [cité 14 oct 2019] p. 104. Disponible sur: [https://www.ameli.fr/sites/default/files/cnam-drp\\_rapport\\_de\\_gestion\\_2017\\_vdef\\_pour\\_mise\\_en\\_ligne\\_web.pdf](https://www.ameli.fr/sites/default/files/cnam-drp_rapport_de_gestion_2017_vdef_pour_mise_en_ligne_web.pdf)
38. Bodin J, Garlantézec R, Costet N, Descatha A, Fouquet N, Caroly S, et al. Forms of work organization and associations with shoulder disorders: Results from a French working population. *Appl Ergon*. mars 2017;59(Pt A):1-10.
39. Leclerc A. Exposure assessment in ergonomic epidemiology: is there something specific to the assessment of biomechanical exposures? *Occup Environ Med*. mars 2005;62(3):143-4.

40. Balogh I, Ørbaek P, Ohlsson K, Nordander C, Unge J, Winkel J, et al. Self-assessed and directly measured occupational physical activities--influence of musculoskeletal complaints, age and gender. *Appl Ergon.* janv 2004;35(1):49-56.
41. Stock SR, Fernandes R, Delisle A, Vézina N. Reproducibility and validity of workers' self-reports of physical work demands. *Scand J Work Environ Health.* déc 2005;31(6):409-37.
42. van der Beek AJ, Frings-Dresen MH. Assessment of mechanical exposure in ergonomic epidemiology. *Occup Environ Med.* mai 1998;55(5):291-9.
43. Tabanelli MC, Depolo M, Cooke RMT, Sarchielli G, Bonfiglioli R, Mattioli S, et al. Available instruments for measurement of psychosocial factors in the work environment. *Int Arch Occup Environ Health.* oct 2008;82(1):1-12.
44. Hoar SK, Morrison AS, Cole P, Silverman DT. An occupation and exposure linkage system for the study of occupational carcinogenesis. *J Occup Med.* nov 1980;22(11):722-6.
45. Hoar S. Job exposure matrix methodology. *J Toxicol Clin Toxicol.* 1984 1983;21(1-2):9-26.
46. Bouyer J, Hémon D. Retrospective evaluation of occupational exposures in population-based case-control studies: general overview with special attention to job exposure matrices. *Int J Epidemiol.* 1993;22 Suppl 2:S57-64.
47. Goldberg M, Kromhout H, Guénel P, Fletcher AC, Gérin M, Glass DC, et al. Job exposure matrices in industry. *Int J Epidemiol.* 1993;22 Suppl 2:S10-15.
48. Bouyer J, Hémon D. Les matrices emplois-expositions. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 1994;42(3):235-45.
49. Kauppinen T, Toikkanen J, Pukkala E. From cross-tabulations to multipurpose exposure information systems: a new job-exposure matrix. *Am J Ind Med.* avr 1998;33(4):409-17.
50. Kerbrat J, Descatha A. Pénibilité au travail en France et utilisation de l'outil matrice emplois-expositions pour son évaluation. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement.* sept 2018;79(4):493-500.
51. Schwartz JE, Pieper CF, Karasek RA. A procedure for linking psychosocial job characteristics data to health surveys. *Am J Public Health.* août 1988;78(8):904-9.
52. Johnson JV, Stewart WF. Measuring work organization exposure over the life course with a job-exposure matrix. *Scand J Work Environ Health.* févr 1993;19(1):21-8.
53. Solovieva S, Pensola T, Kausto J, Shiri R, Heliövaara M, Burdorf A, et al. Evaluation of the validity of job exposure matrix for psychosocial factors at work. *PLoS ONE.* 2014;9(9):e108987.
54. García AM, González-Galarzo MC, Kauppinen T, Delclos GL, Benavides FG. A job-exposure matrix for research and surveillance of occupational health and safety in Spanish workers: MatEmESp. *Am J Ind Med.* oct 2013;56(10):1226-38.

55. Rijs KJ, van der Pas S, Geuskens GA, Cozijnsen R, Koppes LLJ, van der Beek AJ, et al. Development and validation of a physical and psychosocial job-exposure matrix in older and retired workers. *Ann Occup Hyg.* mars 2014;58(2):152-70.
56. Fernandez RC, Peters S, Carey RN, Davies MJ, Fritschi L. Assessment of exposure to shiftwork mechanisms in the general population: the development of a new job-exposure matrix. *Occup Environ Med.* oct 2014;71(10):723-9.
57. Madsen IEH, Gupta N, Budtz-Jørgensen E, Bonde JP, Framke E, Flachs EM, et al. Physical work demands and psychosocial working conditions as predictors of musculoskeletal pain: a cohort study comparing self-reported and job exposure matrix measurements. *Occup Environ Med.* 2018;75(10):752-8.
58. Hanvold TN, Sterud T, Kristensen P, Mehlum IS. Mechanical and psychosocial work exposures: the construction and evaluation of a gender-specific job exposure matrix (JEM). *Scand J Work Environ Health.* 1 mai 2019;45(3):239-47.
59. Cohidon C, Niedhammer I, Wild P, Gueguen A, Bonenfant S, Chouaniere D. Exposure to job-stress factors in a national survey in France. *Scand J Work Environ Health.* oct 2004;30(5):379-89.
60. Cordina-Duverger E, Houot M, Tvardik N, El Yamani M, Pilorget C, Guénel P. Prévalence du travail de nuit en France : caractérisation à partir d'une matrice emplois-expositions. *Bull Epidémiol Hebd.* mars 2019;(8-9):166-74.
61. Niedhammer I, Chastang J-F, Levy D, David S, Degioanni S, Theorell T. Study of the validity of a job-exposure matrix for psychosocial work factors: results from the national French SUMER survey. *Int Arch Occup Environ Health.* oct 2008;82(1):87-97.
62. Niedhammer I, Milner A, LaMontagne AD, Chastang J-F. Study of the validity of a job-exposure matrix for the job strain model factors: an update and a study of changes over time. *Int Arch Occup Environ Health.* 2018;91(5):523-36.
63. Milner A, Niedhammer I, Chastang J-F, Spittal MJ, LaMontagne AD. Validity of a Job-Exposure Matrix for Psychosocial Job Stressors: Results from the Household Income and Labour Dynamics in Australia Survey. *PLoS ONE.* 2016;11(4):e0152980.
64. Breiman L, Friedman J Stone, J. C, Olshen RA. *Classification and Regression Trees.* New Ed. Hall/CRC C and, éditeur. 1984.
65. Descatha A, Despréaux T, Petit A, Bodin J, Andersen JH, Dale A-M, et al. [Development of "MADE", a French Job exposure matrix for evaluation of biomechanical exposure]. *Sante Publique.* juin 2018;30(3):333-7.
66. Evanoff BA, Yung M, Buckner-Petty S, Andersen JH, Roquelaure Y, Descatha A, et al. The CONSTANCES job exposure matrix based on self-reported exposure to physical risk factors: development and evaluation. *Occup Environ Med.* 31 janv 2019;
67. Solovieva S, Pehkonen I, Kausto J, Miranda H, Shiri R, Kauppinen T, et al. Development and validation of a job exposure matrix for physical risk factors in low back pain. *PLoS ONE.* 2012;7(11):e48680.

68. Dale AM, Zeringue A, Harris-Adamson C, Rempel D, Bao S, Thiese MS, et al. General population job exposure matrix applied to a pooled study of prevalent carpal tunnel syndrome. *Am J Epidemiol.* 15 mars 2015;181(6):431-9.
69. Fadel M, Valter R, Quignette A, Descatha A. Usefulness of a job-exposure matrix « MADE » as a decision tool for compensation of work-related musculoskeletal disorders. *Eur J Public Health.* 1 oct 2019;29(5):868-70.
70. Ervasti J, Pietiläinen O, Rahkonen O, Lahelma E, Kouvonen A, Lallukka T, et al. Long-term exposure to heavy physical work, disability pension due to musculoskeletal disorders and all-cause mortality: 20-year follow-up-introducing Helsinki Health Study job exposure matrix. *Int Arch Occup Environ Health.* avr 2019;92(3):337-45.
71. Arnaudo B, Magaud-Camus I, Sandret N, Coutrot T, Flourey MC, Guignon N, et al. L'exposition aux risques et aux pénibilités du travail de 1994 à 2003. Premiers résultats de l'enquête SUMER 2003. Documents pour le médecin du travail [Internet]. mars 2005;(101). Disponible sur: <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TF%20137>
72. Arnaudo B, Flourey MC, Guignon N, Sandret N. Présentation de l'enquête française SUMER 2002-2003 menée en France auprès des médecins du travail. *Santé, société, solidarité.* déc 2006;(2):135-8.
73. Arnaudo B, Léonard M, Sandret N, Cavet M, Coutrot T, Rivalin R. L'ÉVOLUTION DES RISQUES PROFESSIONNELS DANS LE SECTEUR PRIVÉ ENTRE 1994 ET 2010 : premiers résultats de l'enquête SUMER. *Références en santé au travail* [Internet]. juin 2012 [cité 5 nov 2018];(130). Disponible sur: <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TF%20201>
74. Insee\_PCS. Nomenclatures des professions et catégories socioprofessionnelles des emplois salariés des employeurs privés et publics [Internet]. 2017 [cité 26 avr 2018]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/information/2497958>
75. Insee\_NAF. Nomenclature d'activités française [Internet]. 2018 [cité 26 avr 2018]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/information/2406147>
76. Eurostat. Statistiques structurelles sur les entreprises [Internet]. 2018 [cité 26 avr 2018]. Disponible sur: <http://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/structural-business-statistics/structural-business-statistics/sme>
77. Gueguen A, Goldberg M, Bonenfant S, Martin JC. Using a representative sample of workers for constructing the SUMEX French general population based job-exposure matrix. *Occup Environ Med.* juill 2004;61(7):586-93.
78. Nakache JP, Confais J. Statistique explicative appliquée. In: TECHNIP, éditeur. 2003. p. 206-9.
79. Niedhammer I, Saurel-Cubizolles MJ, Piciotti M, Bonenfant S. How is sex considered in recent epidemiological publications on occupational risks? *Occup Environ Med.* août 2000;57(8):521-7.
80. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159-74.



81. Bouyer J, Hemon D. Studying the performance of a job exposure matrix. *Int J Epidemiol*. 1993;22 Suppl 2:S65-71.
82. Nicot AM. Les facteurs psychosociaux de risques au travail et la santé : une approche par genre des données statistiques nationales [Internet]. 2014. Disponible sur: <https://www.anact.fr/les-facteurs-psychosociaux-de-risques-au-travail-et-la-sante-une-approche-par-genre-des-donnees>
83. Ha C, Roquelaure Y. Réseau expérimental de surveillance épidémiologique des troubles musculo-squelettiques dans les Pays de la Loire. Protocole de la surveillance dans les entreprises (2002-2004). [Internet]. 2007 [cité 23 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/pays-de-la-loire/documents/rapport-synthese/2007/reseau-experimental-de-surveillance-epidemiologique-des-troubles-musculo-squelettiques-dans-les-pays-de-la-loire.-protocole-de-la-surveillance-dans>
84. Roquelaure Y, Ha C, Leclerc A, Touranchet A, Sauteron M, Melchior M, et al. Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Rheum*. 15 oct 2006;55(5):765-78.
85. Sluiter JK, Rest KM, Frings-Dresen MH. Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*. 2001;27 Suppl 1:1-102.
86. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health*. 1990;16 Suppl 1:55-8.
87. Descatha A, Roquelaure Y, Chastang JF, Evanoff B, Melchior M, Mariot C, et al. Validity of Nordic-style questionnaires in the surveillance of upper-limb work-related musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*. févr 2007;33(1):58-65.
88. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*. sept 1987;18(3):233-7.
89. Barrero LH, Katz JN, Perry MJ, Krishnan R, Ware JH, Dennerlein JT. Work pattern causes bias in self-reported activity duration: a randomised study of mechanisms and implications for exposure assessment and epidemiology. *Occup Environ Med*. janv 2009;66(1):38-44.
90. Hansson GA, Balogh I, Byström JU, Ohlsson K, Nordander C, Asterland P, et al. Questionnaire versus direct technical measurements in assessing postures and movements of the head, upper back, arms and hands. *Scand J Work Environ Health*. févr 2001;27(1):30-40.
91. Buchholz B, Park J-S, Gold JE, Punnett L. Subjective ratings of upper extremity exposures: inter-method agreement with direct measurement of exposures. *Ergonomics*. juill 2008;51(7):1064-77.
92. Pulido JA, Barrero LH, Mathiassen SE, Dennerlein JT. Correctness of Self-Reported Task Durations: A Systematic Review. *Ann Work Expo Health*. 15 déc 2017;62(1):1-16.

93. Wiktorin C, Karlqvist L, Winkel J. Validity of self-reported exposures to work postures and manual materials handling. Stockholm MUSIC I Study Group. *Scand J Work Environ Health*. juin 1993;19(3):208-14.
94. Descatha A, Evanoff BA, Andersen JH, Baca M, Buckner-Petty S, Fadel M, et al. Comparison Between a Self-Reported Job Exposure Matrix (JEM CONSTANCES) to an Expertise-Based Job Exposure Matrix (MADE) for Biomechanical Exposures. *J Occup Environ Med*. sept 2019;61(9):e399-400.
95. Evanoff B, Yung M, Buckner-Petty S, Baca M, Andersen JH, Roquelaure Y, et al. Cross-national comparison of two general population job exposure matrices for physical work exposures. *Occup Environ Med*. 20 mars 2019;
96. Dale AM, Ekenga CC, Buckner-Petty S, Merlino L, Thiese MS, Bao S, et al. Incident CTS in a large pooled cohort study: associations obtained by a Job Exposure Matrix versus associations obtained from observed exposures. *Occup Environ Med*. juill 2018;75(7):501-6.
97. Jakobsen ELT, Biering K, Kærgaard A, Dalbøge A, Andersen JH. Long-term prognosis for neck-shoulder pain and disorders: a 14-year follow-up study. *Occup Environ Med*. 2018;75(2):90-7.
98. Sirén M, Viikari-Juntura E, Arokoski J, Solovieva S. Physical and psychosocial work exposures as risk factors for disability retirement due to a shoulder lesion. *Occup Environ Med*. nov 2019;76(11):793-800.
99. Viikari-Juntura E, Rauas S, Martikainen R, Kuosma E, Riihimäki H, Takala EP, et al. Validity of self-reported physical work load in epidemiologic studies on musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*. août 1996;22(4):251-9.
100. Descatha A, Cyr D, Mediouni Z, Goldberg M. Work-related premature ageing: old concept but emerging stakes. *Occup Environ Med*. sept 2013;70(9):675.
101. Descatha A, Herquelot E, Carton M, Sabbath EL, Goldberg M, Zins M, et al. Is physically arduous work associated with limitations after retirement? Findings from the GAZEL cohort. *Occup Environ Med*. mars 2016;73(3):183-6.
102. Stringhini S, Carmeli C, Jokela M, Avendaño M, McCrory C, d'Errico A, et al. Socioeconomic status, non-communicable disease risk factors, and walking speed in older adults: multi-cohort population based study. *BMJ*. 23 2018;360:k1046.
103. Gallagher S. Physical limitations and musculoskeletal complaints associated with work in unusual or restricted postures: a literature review. *J Safety Res*. 2005;36(1):51-61.
104. Chau N, Khlaf M, Lorhandicap group. Strong association of physical job demands with functional limitations among active people: a population-based study in North-eastern France. *Int Arch Occup Environ Health*. juill 2009;82(7):857-66.
105. Cesari M, Onder G, Russo A, Zamboni V, Barillaro C, Ferrucci L, et al. Comorbidity and physical function: results from the aging and longevity study in the Sirente geographic area (ilSIRENTE study). *Gerontology*. 2006;52(1):24-32.

106. Guillemin F, Carruthers E, Li LC. Determinants of MSK health and disability--social determinants of inequities in MSK health. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. juin 2014;28(3):411-33.
107. Li CY, Wu SC, Wen SW. Longest held occupation in a lifetime and risk of disability in activities of daily living. *Occup Environ Med*. août 2000;57(8):550-4.
108. Plouvier S, Carton M, Cyr D, Sabia S, Leclerc A, Zins M, et al. Socioeconomic disparities in gait speed and associated characteristics in early old age. *BMC Musculoskelet Disord*. 23 avr 2016;17:178.
109. Russo A, Onder G, Cesari M, Zamboni V, Barillaro C, Capoluongo E, et al. Lifetime occupation and physical function: a prospective cohort study on persons aged 80 years and older living in a community. *Occup Environ Med*. juill 2006;63(7):438-42.
110. de Stampa M, Latouche A, Derriennic F, Monfort C, Touranchet A, Cassou B. The course of physical functional limitations and occupational conditions in a middle-aged working population in France. *J Occup Med Toxicol*. 11 avr 2012;7(1):5.
111. Bhaskaran K, Dos-Santos-Silva I, Leon DA, Douglas IJ, Smeeth L. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3.6 million adults in the UK. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2018;6(12):944-53.
112. Messing K, Stock SR, Tissot F. Should studies of risk factors for musculoskeletal disorders be stratified by gender? Lessons from the 1998 Québec Health and Social Survey. *Scand J Work Environ Health*. mars 2009;35(2):96-112.
113. Amiard V, Libert J-P, Descatha A. Is there an accurate relationship between simple self-reported functional limitations and the assessment of physical capacity in early old age? *PLoS ONE*. 2019;14(3):e0211853.
114. Falkstedt D, Backhans M, Lundin A, Allebeck P, Hemmingsson T. Do working conditions explain the increased risks of disability pension among men and women with low education? A follow-up of Swedish cohorts. *Scand J Work Environ Health*. sept 2014;40(5):483-92.
115. Niedhammer I, Milner A, Geoffroy-Perez B, Coutrot T, LaMontagne AD, Chastang J-F. Prospective associations of psychosocial work exposures with mortality in France: STRESSJEM study protocol. *BMJ Open*. 31 oct 2019;9(10):e031352.
116. Sérazin C, Ha C, Bodin J, Imbernon E, Roquelaure Y. Employment and occupational outcomes of workers with musculoskeletal pain in a French region. *Occup Environ Med*. mars 2013;70(3):143-8.

## ANNEXES

**Annexe 1 :** Questionnaires du modèle de Karasek : Version utilisée dans l'enquête SUMER 2003

<b>1. Dans mon travail, je dois apprendre des choses nouvelles</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>2. Dans mon travail, j'effectue des tâches répétitives</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>3. Mon travail me demande d'être créatif</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>4. Mon travail me permet souvent de prendre des décisions moi-même</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>5. Mon travail demande un haut niveau de compétence</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>6. Dans ma tâche, j'ai très peu de liberté pour décider comment je fais mon travail</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>7. Dans mon travail, j'ai des activités variées</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>8. J'ai la possibilité d'influencer le déroulement de mon travail</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>9. J'ai l'occasion de développer mes compétences professionnelles</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>10. Mon travail demande de travailler très vite</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>11. Mon travail demande de travailler intensément</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>12. On me demande d'effectuer une quantité de travail excessive</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
<b>13. Je dispose du temps nécessaire pour exécuter mon travail</b> Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/> <sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/> <sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/> <sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

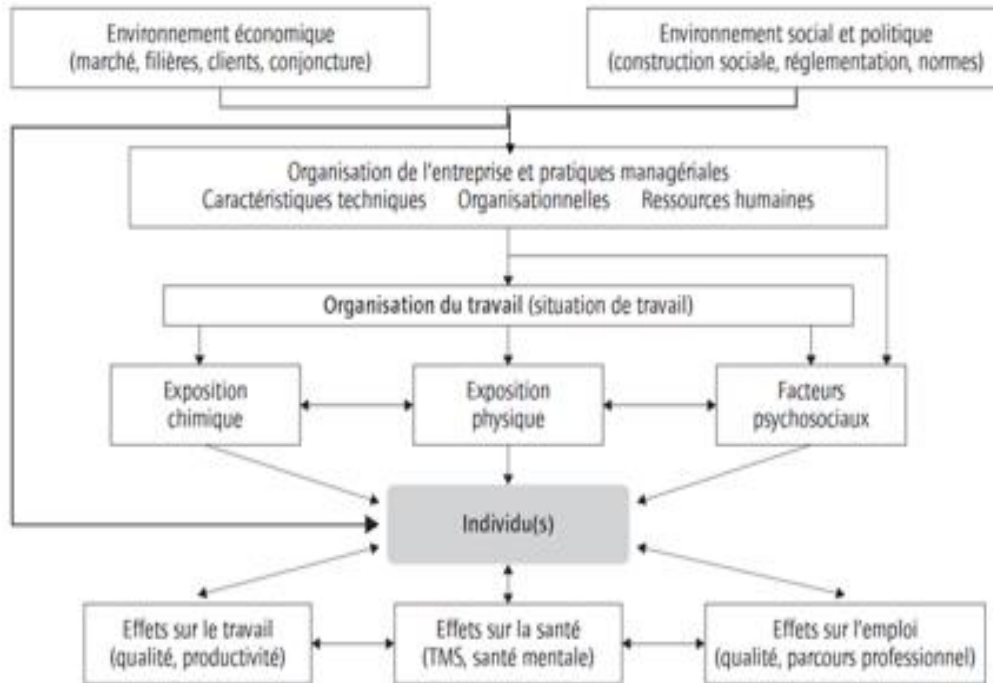
<p><b>14. Je reçois des ordres contradictoires de la part d'autres personnes</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>15. Mon travail nécessite de longues périodes de concentration intense</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>16. Mes tâches sont souvent interrompues avant d'être achevées, nécessitant de les reprendre plus tard</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>17. Mon travail est très "bousculé"</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>18. Attendre le travail de collègues ou d'autres départements ralentit souvent mon propre travail</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>19. Mon supérieur se sent concerné par le bien-être de ses subordonnés</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>20. Mon supérieur prête attention à ce que je dis</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>21. Mon supérieur m'aide à mener ma tâche à bien</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>22. Mon supérieur réussit facilement à faire collaborer ses subordonnés</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>23. Les collègues avec qui je travaille sont des gens professionnellement compétents</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>24. Les collègues avec qui je travaille me manifestent de l'intérêt</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>25. Les collègues avec qui je travaille sont amicaux</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>
<p><b>26. Les collègues avec qui je travaille m'aident à mener les tâches à bien</b></p> <p>Pas du tout d'accord <input type="checkbox"/><sub>1</sub> Pas d'accord <input type="checkbox"/><sub>2</sub> D'accord <input type="checkbox"/><sub>3</sub> Tout à fait d'accord <input type="checkbox"/><sub>4</sub></p>

**Annexe 2 : Questionnaire du modèle de Siegrist (Récompenses et ses trois sous dimensions) : Version utilisée dans l'enquête SUMER 2010**

<b>27 – Je reçois le respect que je mérite de mes supérieurs</b>				
<input type="checkbox"/> D'accord	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange beaucoup
<b>28 – Je reçois le respect que je mérite de mes collègues</b>				
<input type="checkbox"/> D'accord	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange beaucoup
<b>29 – Au travail je bénéficie d'un soutien satisfaisant dans les situations difficiles</b>				
<input type="checkbox"/> D'accord	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange beaucoup
<b>30 – On me traite injustement dans mon travail</b>				
<input type="checkbox"/> Pas d'accord	<input type="checkbox"/> D'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange beaucoup
<b>31 – Je suis en train de vivre ou je m'attends à vivre un changement indésirable dans la situation de travail</b>				
<input type="checkbox"/> Pas d'accord	<input type="checkbox"/> D'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange beaucoup
<b>32 – Mes perspectives de promotion sont faibles</b>				
<input type="checkbox"/> Pas d'accord	<input type="checkbox"/> D'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange beaucoup
<b>33 – Ma sécurité d'emploi est menacée</b>				
<input type="checkbox"/> Pas d'accord	<input type="checkbox"/> D'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> D'accord et ça me dérange beaucoup
<b>34 – Ma position professionnelle actuelle correspond bien à ma formation</b>				
<input type="checkbox"/> D'accord	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange beaucoup
<b>35 – Vu tous mes efforts, je reçois le respect et l'estime que je mérite à mon travail</b>				
<input type="checkbox"/> D'accord	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange beaucoup
<b>36 – Vu tous mes efforts, mes perspectives de promotion sont satisfaisantes</b>				
<input type="checkbox"/> D'accord	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange beaucoup
<b>37 – Vu tous mes efforts, mon salaire est satisfaisant</b>				
<input type="checkbox"/> D'accord	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça ne me dérange pas	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange un peu	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange	<input type="checkbox"/> Pas d'accord et ça me dérange beaucoup

### Annexe 3 : Modèle reliant TMS et facteurs psychosociaux

## Modèle intégré multifactoriel de la santé au travail



Source: d'après Roquelaure (2017)

Roquelaure Y. Troubles musculo-squelettiques et facteurs psychosociaux au travail. ETUI, 2018, 82p.  
<https://www.etui.org/fr/Publications2/Rapports/Troubles-musculo-squelettiques-et-facteurs-psychosociaux-au-travail>

## Annexe 4 : Caractéristiques des échantillons étudiés pour les hommes et pour les femmes, enquêtes SUMER

Annexe 4a : A partir des données de l'enquête SUMER 2003

	Hommes (N=14250)		Femmes (N=10248)		P
	n	%	n	%	
	<b>Age (années)</b>				
<30 ans	2986	24,01	2254	23,80	
De 30 à 39 ans	4379	29,97	3006	29,04	
De 40 à 49 ans	4098	26,30	3002	27,20	
≥50 ans	2787	19,72	1986	19,96	
<b>PCS 1982 à 1 digit</b>					<0,001
Cadres	2420	16,98	968	10,16	
Professions intermédiaires	3905	23,44	2792	24,25	
Employés	1414	10,69	5081	51,05	
Ouvriers	6511	48,88	1407	14,54	
<b>NAF 1993 à 17 niveaux</b>					<0,001
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	236	2,28	69	1,10	
Industries extractives	29	0,18	8	0,07	
Industrie manufacturière	4683	26,58	1774	13,61	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1020	1,74	258	0,58	
Construction	1179	10,77	142	1,53	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	1858	16,02	1578	16,67	
Hôtels et restaurants	280	3,58	311	5,01	
Transports et communications	1784	10,02	831	5,60	
Activités financières	412	3,02	542	4,94	
Immobilier, location et services aux entreprises	1562	16,11	1333	17,86	
Administration publique	113	0,82	328	2,89	
Education	101	0,92	216	2,37	
Santé et action sociale	653	4,25	2386	21,32	
Services collectifs, sociaux et personnels	327	3,53	466	6,36	
Services domestiques	11	0,15	4	0,07	
Activités extra-territoriales	2	0,02	2	0,02	
<b>Taille de l'entreprise</b>					<0,001
Microentreprises	1851	18,43	1768	22,73	
Petites entreprises	2380	19,55	1779	19,07	
Moyennes entreprises	3388	27,54	2380	26,19	
Entreprises de taille intermédiaire	3282	20,39	2586	20,76	
Grandes entreprises	3349	14,09	1735	11,25	
<b>Latitude décisionnelle (NA=55)</b>					<0,001
Forte	7849	55,88	4441	44,31	
Faible	6377	44,12	5776	55,69	
<b>Demande psychologique (NA=75)</b>					<0,001
Faible	7060	51,08	4728	48,19	
Forte	7150	48,92	5485	51,81	
<b>Soutien social (NA=544)</b>					0,445

Annexe 4b : A partir des données de l'enquête SUMER 2010

	Hommes (N=23278)		Femmes (N=17704)		P
	n	%	n	%	
	<b>Age (années)</b>				
<30 ans	4813	24,20	3653	24,47	
De 30 à 39 ans	6522	27,80	4784	26,40	
De 40 à 49 ans	6696	26,83	5016	26,46	
≥50 ans	5247	21,18	4251	22,67	
<b>PCS 2003 à 1 digit</b>					<0,001
Cadres	4556	17,96	2442	11,48	
Professions intermédiaires	5616	21,78	5097	26,17	
Employés	2613	12,79	8005	50,26	
Ouvriers	10493	47,47	2160	12,08	
<b>NAF 2003 à 17 niveaux</b>					<0,001
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	880	2,37	251	0,69	
Industries extractives	53	0,17	5	0,01	
Industrie manufacturière	6157	23,41	2230	10,53	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1222	1,65	409	0,61	
Construction	1916	12,36	260	1,93	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	3079	15,76	2759	18,16	
Hôtels et restaurants	594	3,15	644	4,29	
Transports et communications	2773	10,20	1176	5,41	
Activités financières	840	3,51	1183	5,66	
Immobilier, location et services aux entreprises	3629	17,35	2766	17,46	
Administration publique	231	0,91	647	2,77	
Education	140	0,73	263	1,67	
Santé et action sociale	1034	5,22	4034	24,20	
Services collectifs, sociaux et personnels	691	3,13	1070	6,58	
Services domestiques	33	0,05	5	0,03	
Activités extra-territoriales	6	0,02	2	0,01	
<b>Taille de l'entreprise</b>					<0,001
Microentreprises	3327	17,67	2994	20,76	
Petites entreprises	4496	22,04	3417	20,46	
Moyennes entreprises	5783	27,97	4449	27,24	
Entreprises de taille intermédiaire	4763	17,82	4151	19,80	
Grandes entreprises	4909	14,50	2693	11,74	
<b>Récompenses (NA=518)</b>					0,885
Forte	12179	54,76	9244	54,65	
Faible	10866	45,24	8175	45,35	
<b>Estime (NA=587)</b>					0,002
Forte	12039	53,94	9503	56,30	
Faible	10967	46,06	7886	43,70	
<b>Perspectives de promotion (NA=624)</b>					0,003



Forte	8017	57,71	5635	57,18		Forte	12669	56,50	9225	54,23	
Faible	5984	42,29	4318	42,82		Faible	10357	43,50	8107	45,77	
<b>Job strain (NA=105)</b>					<0,001	<b>Sécurité de l'emploi (NA=1383)</b>					<0,001
Non	11240	80,06	7104	71,3		Forte	12134	55,91	9902	59,92	
Oui	2963	19,94	3086	28,7		Faible	10485	44,09	7078	40,08	
<b>Iso-strain (NA=574)</b>					<0,001	<b>Etat de santé (NA=325)</b>					<0,001
Non	12140	87,28	8108	82,56		Bon	19252	84,30	13922	80,49	
Oui	1850	12,72	1826	17,44		Mauvais	3849	15,70	3634	19,51	
<b>Temps de travail prolongé (NA=81)</b>					<0,001	<b>Absentéisme (NA=468)</b>					<0,001
≤48h/semaine	12946	90,12	9889	96,75		Aucun	15790	69,43	11007	64,45	
>48h/semaine	1260	9,88	322	3,25		Au moins un arrêt	7205	30,57	6512	35,56	
<b>Travail posté</b>					<0,001						
Non	11216	83,12	8624	87,58							
Oui	3034	16,88	1624	12,42							
<b>Travail de nuit</b>					<0,001						
Non	12432	89,36	9698	95,37							
Oui	1818	10,64	550	4,63							
<b>Jours de travail asociaux</b>					<0,001						
Non	13143	92,96	9328	90,84							
Oui	1107	7,04	920	9,16							
<b>Imprévisibilité (NA=176)</b>					<0,001						
Non	8971	61,89	6763	67,83							
Oui	5186	38,11	3402	32,17							
<b>Conséquences d'erreur (NA=40)</b>					<0,001						
Non	6256	46,85	6859	69,24							
Oui	7974	53,16	3369	30,76							
<b>Emploi précaire</b>					0,001						
Non	13350	91,52	9442	90,11							
Oui	900	8,48	806	9,89							
<b>Violences psychologiques</b>					0,022						
Non	11865	83,25	8427	82,03							
Oui	2385	16,75	1821	17,97							
<b>Agressions du public (NA=538)</b>					<0,001						
Non	11953	85,6	7679	78,19							
Oui	1971	14,4	2357	21,81							
<b>Etat de santé (NA=348)</b>					<0,001						
Bon	12477	88,71	8615	85,76							
Mauvais	1589	11,29	1469	14,24							
<b>Absentéisme</b>					<0,001						
Aucun	10314	73,76	6685	67,00							
Au moins un arrêt	3936	26,24	3563	33,00							

N : effectifs globaux, n : effectif par modalités, % : pourcentage pondéré, NA : données manquantes, P : chi2 de Rao-Scott pour comparer les hommes et les femmes en données pondérées

**Annexe 5 : Descriptif des scores moyens individuels en fonction des variables d'emploi selon le sexe, enquêtes SUMER**

	Hommes (N=14250)			Femmes (N=10248)			P
	N	Moyenne ± SD	IC à 95%	N	Moyenne ± SD	IC à 95%	
<b>Latitude décisionnelle (min 24, max 96, médiane 71,30, <math>\mu \pm sd(IC95\%) = 70,53 \pm 0,08 (70,37 - 70,69)</math>)</b>		71,84 ± 0,11	71,63 - 72,05		68,78 ± 0,13	68,53 - 69,03	<0,001*
<b>PCS 1982 à 1 digit</b>		<0,001*			<0,001*		
Cadres	2416	79,42 ± 0,20	79,02 - 79,82	968	77,99 ± 0,31	77,37 - 78,60	
Professions intermédiaires	3901	75,73 ± 0,17	75,39 - 76,07	2786	73,08 ± 0,20	72,68 - 73,48	
Employés	1409	66,93 ± 0,35	66,25 - 67,62	5068	67,16 ± 0,17	66,83 - 67,50	
Ouvriers	6500	68,42 ± 0,15	68,12 - 68,71	1395	60,79 ± 0,35	60,11 - 61,47	
<b>NAF 1993 à 17 groupes</b>		<0,001*			<0,001*		
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	236	71,52 ± 0,75	70,05 - 72,99	69	65,64 ± 1,45	62,74 - 68,55	
Industrie manufacturière	4688	70,83 ± 0,18	70,48 - 71,18	1772	66,24 ± 0,31	65,63 - 66,85	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1020	72,78 ± 0,55	71,71 - 73,86	258	69,70 ± 1,04	67,65 - 71,76	
Construction	1176	73,02 ± 0,30	72,44 - 73,61	141	72,04 ± 0,78	70,50 - 73,59	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	1858	73,01 ± 0,26	72,49 - 73,52	1574	68,77 ± 0,29	68,19 - 69,34	
Hôtels et restaurants	278	71,55 ± 0,72	70,14 - 72,97	309	65,20 ± 0,75	63,72 - 66,68	
Transports et communications	1779	68,67 ± 0,35	67,98 - 69,36	828	67,37 ± 0,53	66,32 - 68,42	
Activités financières	412	74,52 ± 0,54	73,46 - 75,57	540	70,44 ± 0,48	69,50 - 71,39	
Immobilier, location et services aux entreprises	1546	72,08 ± 0,31	71,48 - 72,68	1322	68,46 ± 0,35	67,77 - 69,16	
Administration publique	113	71,85 ± 1,02	69,82 - 73,88	328	67,79 ± 0,72	66,38 - 69,20	
Education	101	78,24 ± 0,87	76,52 - 79,96	215	72,01 ± 0,69	70,65 - 73,38	
Santé et action sociale	650	73,20 ± 0,47	72,27 - 74,13	2381	69,93 ± 0,23	69,48 - 70,38	
Services collectifs, sociaux et personnels	327	73,26 ± 0,70	71,87 - 74,64	466	73,05 ± 0,55	71,98 - 74,13	
<b>Taille de l'entreprise</b>		<0,001*			<0,001*		
Microentreprises	1847	73,93 ± 0,25	73,44 - 74,42	1761	70,39 ± 0,28	69,85 - 70,93	
Petites entreprises	2376	72,26 ± 0,24	71,78 - 72,74	1773	69,64 ± 0,29	69,07 - 70,21	
Moyennes entreprises	3382	71,09 ± 0,21	70,67 - 71,50	2373	67,64 ± 0,26	67,14 - 68,14	
Entreprises de taille intermédiaire	3278	71,60 ± 0,23	71,15 - 72,05	2578	68,34 ± 0,26	67,82 - 68,86	
Grandes entreprises	3343	70,36 ± 0,26	69,85 - 70,87	1732	67,57 ± 0,36	66,86 - 68,28	
<b>Demande psychologique<sup>4</sup> min 9, max 36, médiane 21,18, <math>\mu \pm sd(IC95\%) = 21,67 \pm 0,03 (21,61 - 21,73)</math></b>		21,54 ± 0,04	21,46 - 21,62		21,85 ± 0,05	21,75 - 21,94	<0,001*
<b>PCS 1982 à 1 digit</b>		<0,001*			<0,001*		
Cadres	2415	23,58 ± 0,09	23,41 - 23,76	967	23,41 ± 0,14	23,13 - 23,68	
Professions intermédiaires	3895	22,14 ± 0,08	21,99 - 22,29	2786	22,54 ± 0,09	22,36 - 22,72	
Employés	1406	21,13 ± 0,13	20,87 - 21,39	5059	21,48 ± 0,07	21,35 - 21,61	
Ouvriers	6494	20,63 ± 0,06	20,52 - 20,74	1401	20,88 ± 0,13	20,63 - 21,14	
<b>NAF 1993 à 17 groupes</b>		<0,001*			<0,001*		
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	236	19,83 ± 0,27	19,29 - 20,37	68	19,82 ± 0,55	18,72 - 20,92	
Industrie manufacturière	4686	21,69 ± 0,07	21,57 - 21,82	1769	22,10 ± 0,11	21,90 - 22,31	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1018	22,27 ± 0,22	21,84 - 22,70	257	22,53 ± 0,50	21,56 - 23,51	
Construction	1174	21,03 ± 0,13	20,77 - 21,28	142	21,74 ± 0,35	21,05 - 22,43	

Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	1857	21,63 ± 0,10	21,42 - 21,83	1575	21,34 ± 0,11	21,12 - 21,56	
Hôtels et restaurants	278	21,81 ± 0,27	21,27 - 22,34	309	21,66 ± 0,25	21,17 - 22,15	
Transports et communications	1776	21,29 ± 0,13	21,04 - 21,54	828	22,08 ± 0,20	21,68 - 22,48	
Activités financières	412	23,14 ± 0,20	22,74 - 23,53	540	22,46 ± 0,19	22,09 - 22,83	
Immobilier, location et services aux entreprises	1540	21,71 ± 0,11	21,49 - 21,93	1325	22,12 ± 0,12	21,87 - 22,36	
Administration publique	113	21,85 ± 0,40	21,07 - 22,64	327	22,01 ± 0,23	21,55 - 22,47	
Education	101	20,73 ± 0,46	19,83 - 21,64	213	21,60 ± 0,31	20,99 - 22,21	
Santé et action sociale	651	21,61 ± 0,19	21,23 - 21,99	2381	22,08 ± 0,10	21,88 - 22,28	
Services collectifs, sociaux et personnels	326	20,81 ± 0,25	20,33 - 21,30	466	20,88 ± 0,20	20,48 - 21,28	
<b>Taille de l'entreprise</b>		<0,001*			<0,001*		
Microentreprises	1845	20,35 ± 0,10	20,16 - 20,55	1759	20,61 ± 0,11	20,39 - 20,82	
Petites entreprises	2373	21,47 ± 0,10	21,28 - 21,66	1767	21,76 ± 0,11	21,56 - 21,97	
Moyennes entreprises	3374	21,73 ± 0,08	21,58 - 21,88	2372	22,06 ± 0,09	21,88 - 22,24	
Entreprises de taille intermédiaire	3278	22,02 ± 0,08	21,86 - 22,18	2583	22,66 ± 0,09	22,48 - 22,84	
Grandes entreprises	3340	22,11 ± 0,10	21,92 - 22,30	1732	22,49 ± 0,13	22,23 - 22,74	
<b>Soutien social (min 8, max 32, médiane 23,78, μ±sd(IC95%)= 23,75±0,03 (23,70 - 23,81))</b>		23,76 ± 0,03	23,70 - 23,83		23,74 ± 0,04	23,66 - 23,82	0,609*
<b>PCS 1982 à 1 digit</b>		0,001*			<0,001*		
Cadres	2379	24,01 ± 0,08	23,86 - 24,17	956	23,91 ± 0,12	23,67 - 24,15	
Professions intermédiaires	3851	23,85 ± 0,07	23,72 - 23,98	2736	24,01 ± 0,07	23,87 - 24,16	
Employés	1380	23,62 ± 0,11	23,39 - 23,84	4917	23,76 ± 0,06	23,64 - 23,88	
Ouvriers	6391	23,67 ± 0,05	23,57 - 23,77	1344	23,06 ± 0,12	22,83 - 23,29	
<b>NAF 1993 à 17 groupes</b>		<0,001*			<0,001*		
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	206	23,81 ± 0,30	23,21 - 24,40	62	23,77 ± 0,53	22,7 - 24,84	
Industrie manufacturière	4648	23,54 ± 0,05	23,44 - 23,65	1738	23,24 ± 0,09	23,05 - 23,42	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1011	23,95 ± 0,21	23,54 - 24,36	255	23,25 ± 0,38	22,50 - 24,00	
Construction	1158	24,28 ± 0,11	24,07 - 24,49	135	24,08 ± 0,32	23,44 - 24,72	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	1826	23,97 ± 0,09	23,80 - 24,14	1542	23,88 ± 0,10	23,69 - 24,08	
Hôtels et restaurants	274	24,20 ± 0,24	23,72 - 24,68	298	23,76 ± 0,25	23,27 - 24,25	
Transports et communications	1763	23,32 ± 0,11	23,11 - 23,54	817	23,55 ± 0,17	23,21 - 23,88	
Activités financières	409	23,67 ± 0,16	23,35 - 23,99	533	23,71 ± 0,17	23,38 - 24,05	
Immobilier, location et services aux entreprises	1510	23,78 ± 0,10	23,59 - 23,96	1275	23,66 ± 0,11	23,45 - 23,88	
Administration publique	112	23,46 ± 0,35	22,77 - 24,15	322	23,43 ± 0,22	23,00 - 23,86	
Education	98	23,72 ± 0,43	22,87 - 24,57	211	23,75 ± 0,28	23,19 - 24,30	
Santé et action sociale	637	23,90 ± 0,16	23,60 - 24,21	2310	23,81 ± 0,08	23,65 - 23,97	
Services collectifs, sociaux et personnels	312	23,61 ± 0,23	23,16 - 24,06	444	24,72 ± 0,19	24,34 - 25,09	
<b>Taille de l'entreprise</b>		<0,001*			<0,001*		
Microentreprises	1738	24,47 ± 0,10	24,28 - 24,67	1640	24,40 ± 0,11	24,20 - 24,61	
Petites entreprises	2339	23,73 ± 0,08	23,57 - 23,88	1731	23,60 ± 0,09	23,42 - 23,79	
Moyennes entreprises	3346	23,51 ± 0,06	23,38 - 23,64	2327	23,51 ± 0,08	23,36 - 23,67	
Entreprises de taille intermédiaire	3261	23,68 ± 0,07	23,55 - 23,81	2541	23,63 ± 0,08	23,48 - 23,78	
Grandes entreprises	3317	23,56 ± 0,08	23,41 - 23,72	1714	23,41 ± 0,11	23,20 - 23,62	
		<b>Hommes (N=23278)</b>		<b>Femmes (N=17704)</b>			<b>P</b>

	N	Moyenne ± SD	IC à 95%	N	Moyenne ± SD	IC à 95%	
<b>Récompenses<sup>†</sup> (min 11, max 55, médiane 17,99, μ±sd(IC95%)= 20,55±0,06 (20,42 - 20,67)</b>		20,51 ± 0,08	20,34 - 20,67		20,60 ± 0,10	20,41 - 20,79	0,465*
<b>PCS 2003 à 1 digit</b>		<0,001*			0,253*		
Cadres	4530	19,44 ± 0,16	19,12 - 19,76	2423	20,19 ± 0,28	19,65 - 20,74	
Professions intermédiaires	5583	20,85 ± 0,16	20,53 - 21,17	5045	20,80 ± 0,18	20,45 - 21,15	
Employés	2586	21,29 ± 0,26	20,79 - 21,80	7844	20,54 ± 0,15	20,26 - 20,83	
Ouvriers	10346	20,54 ± 0,13	20,28 - 20,80	2107	20,79 ± 0,25	20,31 - 21,27	
<b>NAF 2003 à 17 groupes</b>		<0,001*			<0,001*		
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	864	17,18 ± 0,38	16,43 - 17,93	245	17,50 ± 0,61	16,31 - 18,70	
Industrie manufacturière	6100	22,17 ± 0,16	21,86 - 22,48	2199	21,59 ± 0,25	21,1 - 22,09	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1214	22,06 ± 0,42	21,24 - 22,89	402	21,07 ± 0,71	19,67 - 22,48	
Construction	1888	17,68 ± 0,30	17,08 - 18,27	256	18,38 ± 0,66	17,09 - 19,68	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	3045	20,16 ± 0,20	19,77 - 20,55	2721	20,27 ± 0,21	19,86 - 20,69	
Hôtels et restaurants	585	19,08 ± 0,39	18,31 - 19,85	630	18,89 ± 0,40	18,11 - 19,67	
Transports et communications	2754	21,50 ± 0,24	21,03 - 21,98	1160	22,69 ± 0,74	21,23 - 24,14	
Activités financières	839	20,79 ± 0,39	20,02 - 21,56	1176	21,78 ± 0,35	21,1 - 22,46	
Immobilier, location et services aux entreprises	3590	20,12 ± 0,19	19,75 - 20,49	2714	20,86 ± 0,24	20,40 - 21,33	
Administration publique	228	24,47 ± 0,88	22,74 - 26,19	643	22,24 ± 0,41	21,43 - 23,05	
Education	138	21,59 ± 0,96	19,68 - 23,49	261	21,36 ± 0,73	19,92 - 22,80	
Santé et action sociale	1023	21,23 ± 0,36	20,52 - 21,93	3943	20,02 ± 0,17	19,68 - 20,35	
Services collectifs, sociaux et personnels	687	20,17 ± 0,44	19,31 - 21,03	1058	19,76 ± 0,40	18,98 - 20,54	
<b>Taille de l'entreprise</b>		<0,001*			<0,001*		
Microentreprises	3277	18,32 ± 0,22	17,89 - 18,75	2930	18,63 ± 0,22	18,20 - 19,06	
Petites entreprises	4438	19,62 ± 0,19	19,25 - 19,99	3364	20,33 ± 0,20	19,93 - 20,73	
Moyennes entreprises	5720	21,17 ± 0,16	20,85 - 21,48	4382	21,24 ± 0,16	20,92 - 21,56	
Entreprises de taille intermédiaire	4727	21,53 ± 0,17	21,20 - 21,86	4083	21,39 ± 0,25	20,90 - 21,88	
Grandes entreprises	4883	21,95 ± 0,19	21,57 - 22,32	2660	21,71 ± 0,28	21,17 - 22,26	
<b>Estime<sup>†</sup> (min 5, max 25, médiane 5,35, μ±sd(IC95%)= 7,75±0,03 (7,70 - 7,81)</b>		7,75 ± 0,04	7,68 - 7,83		7,75 ± 0,04	7,66 - 7,84	0,982*
<b>PCS 2003 à 1 digit</b>		<0,001*			0,489*		
Cadres	4527	7,47 ± 0,07	7,32 - 7,62	2418	7,76 ± 0,14	7,49 - 8,04	
Professions intermédiaires	5573	7,85 ± 0,08	7,70 - 8,00	5034	7,81 ± 0,08	7,65 - 7,97	
Employés	2586	7,94 ± 0,11	7,72 - 8,16	7834	7,69 ± 0,06	7,56 - 7,82	
Ouvriers	10320	7,76 ± 0,06	7,65 - 7,87	2103	7,88 ± 0,12	7,64 - 8,12	
<b>NAF 2003 à 17 groupes</b>		<0,001*			<0,001*		
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	858	6,64 ± 0,15	6,34 - 6,94	246	6,84 ± 0,28	6,28 - 7,39	
Industrie manufacturière	6097	8,29 ± 0,08	8,14 - 8,44	2193	8,06 ± 0,12	7,82 - 8,30	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1211	8,44 ± 0,18	8,09 - 8,80	403	8,07 ± 0,30	7,49 - 8,65	
Construction	1889	7,09 ± 0,12	6,85 - 7,33	257	7,20 ± 0,29	6,62 - 7,77	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	3042	7,60 ± 0,09	7,43 - 7,77	2716	7,61 ± 0,10	7,42 - 7,80	
Hôtels et restaurants	583	7,20 ± 0,16	6,89 - 7,50	631	7,32 ± 0,18	6,97 - 7,67	
Transports et communications	2749	8,09 ± 0,12	7,86 - 8,31	1157	8,47 ± 0,32	7,84 - 9,10	

Activités financières	837	8,13 ± 0,19	7,76 - 8,51	1172	8,32 ± 0,17	8,00 - 8,65	
Immobilier, location et services aux entreprises	3582	7,42 ± 0,08	7,26 - 7,58	2711	7,69 ± 0,10	7,48 - 7,89	
Administration publique	227	9,55 ± 0,43	8,70 - 10,40	641	8,17 ± 0,20	7,78 - 8,56	
Education	138	8,46 ± 0,47	7,53 - 9,39	260	8,00 ± 0,37	7,28 - 8,72	
Santé et action sociale	1019	7,81 ± 0,17	7,48 - 8,15	3936	7,64 ± 0,08	7,47 - 7,80	
Services collectifs, sociaux et personnels	685	7,68 ± 0,22	7,25 - 8,11	1055	7,42 ± 0,20	7,02 - 7,81	
<b>Taille de l'entreprise</b>		<0,001*			<0,001*		
Microentreprises	3265	7,02 ± 0,09	6,85 - 7,19	2927	6,95 ± 0,09	6,78 - 7,13	
Petites entreprises	4437	7,55 ± 0,08	7,39 - 7,71	3355	7,66 ± 0,09	7,48 - 7,84	
Moyennes entreprises	5707	7,95 ± 0,07	7,81 - 8,09	4374	8,04 ± 0,08	7,87 - 8,20	
Entreprises de taille intermédiaire	4725	7,99 ± 0,08	7,84 - 8,14	4080	8,08 ± 0,11	7,86 - 8,30	
Grandes entreprises	4872	8,27 ± 0,09	8,09 - 8,45	2653	8,10 ± 0,13	7,85 - 8,36	
<b>Perspectives de promotion<sup>1</sup> (min 4, max 20, médiane 8,07, μ±sd(IC95%)= 9,33±0,03 (9,26 - 9,39))</b>		9,24±0,04	9,16 - 9,33		9,44 ± 0,05	9,34 - 9,53	0,003*
<b>PCS 2003 à 1 digit</b>		<0,001*			<0,001*		
Cadres	4528	8,45 ± 0,08	8,29 - 8,62	2412	8,82 ± 0,14	8,53 - 9,10	
Professions intermédiaires	5580	9,42 ± 0,08	9,27 - 9,58	5033	9,49 ± 0,09	9,31 - 9,67	
Employés	2586	9,94 ± 0,14	9,67 - 10,22	7801	9,57 ± 0,07	9,43 - 9,71	
Ouvriers	10332	9,27 ± 0,07	9,14 - 9,41	2086	9,35 ± 0,12	9,11 - 9,59	
<b>NAF 2003 à 17 groupes</b>		<0,001*			<0,001*		
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	866	7,60 ± 0,20	7,22 - 7,99	244	7,68 ± 0,29	7,12 - 8,24	
Industrie manufacturière	6094	9,93 ± 0,08	9,78 - 10,08	2195	9,67 ± 0,12	9,43 - 9,91	
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1217	9,91 ± 0,20	9,51 - 10,31	402	9,76 ± 0,40	8,98 - 10,54	
Construction	1885	7,71 ± 0,16	7,39 - 8,02	255	7,99 ± 0,31	7,37 - 8,61	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	3041	9,24 ± 0,10	9,04 - 9,44	2708	9,51 ± 0,12	9,28 - 9,74	
Hôtels et restaurants	584	9,04 ± 0,24	8,56 - 9,52	624	8,80 ± 0,23	8,35 - 9,24	
Transports et communications	2750	9,66 ± 0,13	9,40 - 9,92	1159	10,03 ± 0,28	9,48 - 10,59	
Activités financières	837	9,21 ± 0,19	8,84 - 9,57	1174	9,94 ± 0,19	9,57 - 10,31	
Immobilier, location et services aux entreprises	3585	9,12 ± 0,10	8,93 - 9,31	2697	9,59 ± 0,13	9,34 - 9,84	
Administration publique	229	11,30 ± 0,36	10,59 - 12,01	641	10,42 ± 0,22	9,99 - 10,86	
Education	138	9,66 ± 0,43	8,81 - 10,51	258	9,78 ± 0,32	9,14 - 10,42	
Santé et action sociale	1021	9,88 ± 0,20	9,49 - 10,28	3909	9,15 ± 0,09	8,97 - 9,33	
Services collectifs, sociaux et personnels	688	8,90 ± 0,26	8,40 - 9,40	1055	9,03 ± 0,18	8,67 - 9,40	
<b>Taille de l'entreprise</b>		<0,001*			<0,001*		
Microentreprises	3272	8,10 ± 0,11	7,88 - 8,32	2921	8,52 ± 0,11	8,29 - 8,74	
Petites entreprises	4437	8,80 ± 0,10	8,61 - 9,00	3342	9,37 ± 0,11	9,17 - 9,58	
Moyennes entreprises	5707	9,59 ± 0,08	9,43 - 9,75	4357	9,78 ± 0,09	9,6 - 9,95	
Entreprises de taille intermédiaire	4729	9,89 ± 0,09	9,71 - 10,07	4062	9,74 ± 0,11	9,52 - 9,96	
Grandes entreprises	4881	9,83 ± 0,10	9,64 - 10,02	2650	9,87 ± 0,14	9,6 - 10,14	
<b>Sécurité de l'emploi<sup>1</sup> (min 2, max 10, médiane 2,00, μ±sd(IC95%)=3,47 ±0,02 (3,43 - 3,50))</b>		3,51 ± 0,02	3,46 - 3,55		3,42 ± 0,03	3,36 - 3,47	0,013*
<b>PCS 2003 à 1 digit</b>		0,178*			<0,001*		
Cadres	4499	3,51 ± 0,05	3,42 - 3,60	2389	3,60 ± 0,14	3,34 - 3,87	

Professions intermédiaires	5496	3,57 ± 0,04	3,48 - 3,65	4943	3,50 ± 0,05	3,41 - 3,59
Employés	2526	3,41 ± 0,06	3,29 - 3,52	7611	3,29 ± 0,04	3,22 - 3,36
Ouvriers	10098	3,50 ± 0,03	3,44 - 3,56	2037	3,60 ± 0,06	3,48 - 3,73
<b>NAF 2003 à 17 groupes</b>		<0,001*			<0,001*	
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	846	2,93 ± 0,09	2,75 - 3,12	241	2,98 ± 0,16	2,66 - 3,29
Industrie manufacturière	5989	3,95 ± 0,04	3,87 - 4,03	2140	3,84 ± 0,07	3,70 - 3,97
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	1201	3,71 ± 0,10	3,51 - 3,91	396	3,26 ± 0,15	2,97 - 3,55
Construction	1840	2,88 ± 0,06	2,76 - 3,01	249	3,08 ± 0,13	2,82 - 3,35
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	2973	3,30 ± 0,05	3,21 - 3,40	2656	3,15 ± 0,05	3,06 - 3,25
Hôtels et restaurants	567	2,84 ± 0,08	2,68 - 3,00	608	2,75 ± 0,07	2,61 - 2,90
Transports et communications	2717	3,75 ± 0,07	3,62 - 3,88	1127	4,18 ± 0,19	3,82 - 4,55
Activités financières	830	3,46 ± 0,10	3,26 - 3,65	1149	3,51 ± 0,09	3,34 - 3,68
Immobilier, location et services aux entreprises	3527	3,56 ± 0,05	3,47 - 3,66	2648	3,60 ± 0,10	3,40 - 3,79
Administration publique	228	3,71 ± 0,21	3,28 - 4,13	632	3,61 ± 0,10	3,41 - 3,81
Education	137	3,44 ± 0,22	3,00 - 3,88	253	3,57 ± 0,19	3,20 - 3,94
Santé et action sociale	996	3,52 ± 0,10	3,32 - 3,72	3840	3,27 ± 0,05	3,18 - 3,35
Services collectifs, sociaux et personnels	682	3,51 ± 0,12	3,27 - 3,76	1031	3,32 ± 0,10	3,13 - 3,51
<b>Taille de l'entreprise</b>		<0,001*			<0,001*	
Microentreprises	3197	3,19 ± 0,05	3,08 - 3,30	2876	3,13 ± 0,09	2,96 - 3,29
Petites entreprises	4354	3,27 ± 0,04	3,19 - 3,35	3278	3,29 ± 0,05	3,20 - 3,39
Moyennes entreprises	5608	3,63 ± 0,04	3,55 - 3,71	4269	3,46 ± 0,04	3,38 - 3,55
Entreprises de taille intermédiaire	4655	3,64 ± 0,05	3,55 - 3,73	3985	3,59 ± 0,07	3,46 - 3,72
Grandes entreprises	4805	3,83 ± 0,05	3,73 - 3,93	2572	3,77 ± 0,07	3,63 - 3,91

N : effectif, min : minimum, max : maximum,  $\mu$  : Moyenne, SD : Standard deviation (écart type), \* = P issu du t-test avec estimation de la variance par la méthode de la série de Taylor pour comparer les scores entre les catégories en données pondérées (ici : scores entre hommes et femmes, et scores les catégories des variables d'intitulé d'emploi), † : le sens des scores est le suivant : plus le score est élevé, plus l'on est fortement exposé à des niveaux défavorables, contrairement à la latitude et au soutien pour lesquels plus le score est élevé moins l'on est exposé

*NB : Nous avons enlevé du tableau les cases pour lesquelles les effectifs n'étaient pas supérieurs à 30 (NAF17 = Industries extractives, Services domestiques et Activités extra-territoriales)*

**Annexe 6 : Prévalence du job strain, de l'iso-strain et des autres facteurs psychosociaux au travail selon la PCS, la NAF et la taille de l'entreprise pour les hommes et pour les femmes**

	Job strain				Iso-strain			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]
<b>PCS</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Cadres	268	10,28 [8,90 - 11,67]	157	14,99 [12,63 - 17,36]	154	6,27 [5,15 - 7,39]	95	8,98 [7,08 - 10,89]
Professions intermédiaires	713	16,34 [15,05 - 17,62]	693	23,37 [21,68 - 25,05]	442	9,95 [8,91 - 10,99]	416	13,89 [12,52 - 15,27]
Employés	421	28,15 [25,57 - 30,73]	1710	31,71 [30,33 - 33,08]	248	17,34 [15,15 - 19,54]	987	19,18 [18,00 - 20,36]
Ouvriers	1561	23,24 [22,16 - 24,32]	526	36,75 [34,10 - 39,40]	1006	15,30 [14,38 - 16,23]	328	23,55 [21,19 - 25,91]
<b>NAF 17</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	38	15,73 [11,11 - 20,36]	20	29,23 [18,33 - 40,14]	24	11,45 [7,11 - 15,79]	10	16,58 [7,18 - 25,98]
Industrie manufacturière	1006	21,65 [20,44 - 22,86]	574	32,74 [30,51 - 34,97]	643	14,14 [13,11 - 15,17]	366	21,16 [19,21 - 23,12]
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	252	20,76 [16,99 - 24,53]	91	33,74 [25,49 - 41,98]	167	13,90 [10,65 - 17,15]	60	20,92 [14,53 - 27,31]
Construction	190	16,18 [14,06 - 18,30]	31	22,39 [15,43 - 29,36]	101	8,63 [7,01 - 10,25]	11	8,06 [3,47 - 12,65]
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	349	18,79 [17,00 - 20,58]	453	28,39 [26,15 - 30,62]	219	11,89 [10,4 - 13,37]	276	17,61 [15,71 - 19,52]
Hôtels et restaurants	69	24,11 [19,08 - 29,14]	106	34,91 [29,53 - 40,30]	36	12,97 [8,98 - 16,96]	64	22,24 [17,41 - 27,06]
Transports et communications	432	24,16 [21,68 - 26,65]	322	32,17 [27,90 - 36,43]	273	16,41 [14,25 - 18,58]	176	18,80 [15,25 - 22,34]
Activités financières	96	23,03 [18,94 - 27,11]	163	29,86 [25,97 - 33,74]	54	12,99 [9,73 - 16,25]	94	17,43 [14,19 - 20,66]
Immobilier, location et services aux entreprises	305	19,46 [17,47 - 21,45]	376	28,14 [25,70 - 30,59]	190	12,41 [10,74 - 14,08]	212	16,45 [14,40 - 18,50]
Administration publique	27	23,45 [15,60 - 31,30]	108	32,75 [27,63 - 37,87]	21	18,15 [11,01 - 25,28]	65	20,15 [15,73 - 24,57]
Education	6	5,01 [0,81 - 9,21]	55	23,77 [18,02 - 29,52]	2	2,03 [0,00 - 4,84]	33	14,50 [9,72 - 19,28]
Santé et action sociale	135	18,33 [15,25 - 21,41]	718	28,78 [26,85 - 30,70]	77	11,42 [8,80 - 14,04]	419	17,29 [15,67 - 18,92]
Services collectifs, sociaux et personnels	50	14,75 [10,87 - 18,63]	66	14,29 [10,99 - 17,59]	39	12,12 [8,45 - 15,79]	39	9,21 [6,38 - 12,04]
<b>Taille entreprise</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Microentreprises	249	13,34 [11,76 - 14,92]	374	21,55 [19,58 - 23,53]	136	7,72 [6,44 - 9,00]	207	13,05 [11,36 - 14,74]
Petites entreprises	468	19,54 [17,90 - 21,17]	458	26,03 [23,93 - 28,13]	299	12,63 [11,26 - 14,01]	269	15,40 [13,66 - 17,14]
Moyennes entreprises	709	20,92 [19,51 - 22,33]	746	30,91 [29,00 - 32,81]	476	14,12 [12,90 - 15,33]	450	18,90 [17,27 - 20,52]
Entreprises de taille intermédiaire	710	21,52 [20,00 - 23,03]	866	33,01 [31,08 - 34,94]	434	13,29 [12,04 - 14,55]	516	19,97 [18,32 - 21,61]
Grandes entreprises	827	24,92 [23,00 - 26,85]	642	34,49 [31,67 - 37,32]	505	15,51 [13,89 - 17,14]	384	21,19 [18,79 - 23,60]

	Temps de travail prolongé				Travail posté			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]
<b>PCS</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Cadres	607	28,04 [26,00 - 30,09]	119	11,89 [9,72 - 14,06]	81	1,89 [1,29 - 2,50]	9	0,88 [0,27 - 1,49]
Professions intermédiaires	345	10,14 [9,04 - 11,23]	91	3,51 [2,76 - 4,27]	556	10,72 [9,71 - 11,73]	419	12,32 [11,09 - 13,56]
Employés	81	6,71 [5,19 - 8,23]	98	1,96 [1,54 - 2,38]	321	19,01 [16,84 - 21,18]	740	10,48 [9,61 - 11,36]
Ouvriers	227	4,12 [3,57 - 4,66]	14	1,31 [0,61 - 2,00]	2076	24,58 [23,54 - 25,62]	456	27,47 [25,14 - 29,81]
<b>NAF 17</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	31	13,13 [8,80 - 17,46]	3	4,44 [0,00 - 9,37]	6	2,42 [0,48 - 4,35]	5	7,54 [1,18 - 13,91]
Industrie manufacturière	312	6,83 [6,08 - 7,58]	45	2,58 [1,82 - 3,35]	1696	34,65 [33,27 - 36,03]	379	20,91 [19,00 - 22,83]
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	98	7,47 [5,20 - 9,75]	13	7,50 [1,52 - 13,49]	177	15,80 [12,45 - 19,15]	3	0,90 [0,00 - 1,92]
Construction	79	6,50 [5,10 - 7,90]	1	0,77 [0,00 - 2,29]	28	2,29 [1,45 - 3,14]	1	0,60 [0,00 - 1,76]
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	219	11,6 [10,14 - 13,06]	26	1,67 [1,03 - 2,31]	134	7,00 [5,84 - 8,15]	71	4,42 [3,41 - 5,43]
Hôtels et restaurants	48	17,51 [12,98 - 22,04]	22	7,19 [4,27 - 10,1]	32	10,52 [7,03 - 14,01]	25	8,32 [5,18 - 11,46]
Transports et communications	153	12,92 [10,93 - 14,91]	33	4,28 [2,53 - 6,02]	481	17,19 [15,10 - 19,28]	242	12,20 [9,36 - 15,04]
Activités financières	59	14,71 [11,22 - 18,19]	11	2,06 [0,85 - 3,28]	14	3,04 [1,46 - 4,63]	6	1,16 [0,23 - 2,10]
Immobilier, location et services aux entreprises	173	11,88 [10,21 - 13,54]	56	4,29 [3,18 - 5,39]	253	15,09 [13,35 - 16,84]	116	8,08 [6,64 - 9,51]
Administration publique	4	3,71 [0,13 - 7,29]	2	0,60 [0,00 - 1,44]	4	3,24 [0,10 - 6,38]	5	1,29 [0,16 - 2,42]
Education	6	6,31 [1,41 - 11,21]	2	1,09 [0,00 - 2,58]	2	0,85 [0,00 - 2,04]	17	4,67 [2,30 - 7,04]
Santé et action sociale	38	6,65 [4,47 - 8,84]	92	3,74 [2,94 - 4,53]	166	20,79 [17,64 - 23,94]	736	26,89 [25,05 - 28,74]
Services collectifs, sociaux et personnels	39	11,77 [8,22 - 15,31]	15	3,07 [1,48 - 4,66]	36	10,59 [7,27 - 13,92]	16	3,87 [1,98 - 5,76]
<b>Taille entreprise</b>		0,005*		0,136*		<0,001*		<0,001*
Microentreprises	192	10,56 [9,11 - 12,01]	45	2,77 [1,95 - 3,59]	54	2,75 [2,00 - 3,50]	47	2,66 [1,89 - 3,44]
Petites entreprises	257	11,42 [10,08 - 12,76]	48	2,90 [2,07 - 3,72]	192	7,62 [6,54 - 8,70]	105	6,04 [4,89 - 7,19]
Moyennes entreprises	303	9,75 [8,69 - 10,82]	81	3,72 [2,91 - 4,53]	750	19,90 [18,57 - 21,23]	370	15,56 [14,06 - 17,05]
Entreprises de taille intermédiaire	269	9,20 [8,08 - 10,31]	76	2,99 [2,29 - 3,70]	1070	28,79 [27,18 - 30,39]	672	22,54 [20,89 - 24,19]
Grandes entreprises	239	8,06 [6,82 - 9,29]	72	4,23 [3,05 - 5,40]	968	25,09 [23,27 - 26,91]	430	16,99 [14,93 - 19,05]



	Travail de nuit				Jours de travail asociaux			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]
<b>PCS</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Cadres	156	1,88 [1,25 - 2,50]	21	1,81 [0,84 - 2,77]	140	2,87 [2,07 - 3,66]	11	1,04 [0,33 - 1,76]
Professions intermédiaires	320	6,85 [5,97 - 7,72]	151	4,57 [3,76 - 5,39]	243	6,77 [5,83 - 7,71]	185	6,34 [5,37 - 7,31]
Employés	235	16,79 [14,58 - 19,01]	269	4,49 [3,85 - 5,13]	225	15,23 [13,07 - 17,39]	643	12,68 [11,67 - 13,69]
Ouvriers	1107	14,16 [13,30 - 15,01]	109	7,19 [5,79 - 8,58]	499	6,83 [6,18 - 7,49]	81	7,20 [5,63 - 8,78]
<b>NAF 17</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	1	0,46 [0,00 - 1,37]	1	1,17 [0,00 - 3,45]	18	7,79 [4,32 - 11,25]	9	12,33 [4,69 - 19,97]
Industrie manufacturière	839	17,22 [16,12 - 18,31]	72	3,87 [2,97 - 4,76]	314	6,96 [6,19 - 7,72]	74	4,75 [3,68 - 5,82]
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	103	9,95 [7,00 - 12,9]	3	0,73 [0,00 - 1,57]	67	6,52 [4,12 - 8,92]	3	0,83 [0,00 - 1,78]
Construction	7	0,56 [0,14 - 0,97]	0		3	0,27 [0,00 - 0,57]	0	
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	96	4,97 [3,99 - 5,95]	31	1,79 [1,16 - 2,43]	131	6,93 [5,77 - 8,08]	188	12,1 [10,47 - 13,73]
Hôtels et restaurants	99	35,58 [29,91 - 41,26]	59	19,03 [14,63 - 23,42]	105	37,89 [32,13 - 43,64]	114	37,22 [31,79 - 42,64]
Transports et communications	459	18,86 [16,64 - 21,08]	128	6,53 [4,47 - 8,59]	292	7,49 [6,08 - 8,91]	105	5,94 [4,03 - 7,86]
Activités financières	5	1,34 [0,17 - 2,50]	2	0,32 [0,00 - 0,77]	7	1,70 [0,45 - 2,95]	4	0,79 [0,02 - 1,56]
Immobilier, location et services aux entreprises	110	6,56 [5,36 - 7,76]	35	2,44 [1,63 - 3,25]	61	3,91 [2,94 - 4,88]	34	2,57 [1,71 - 3,43]
Administration publique	2	1,88 [0,00 - 4,49]	0		2	2,02 [0,00 - 4,81]	0	
Education	6	5,26 [1,01 - 9,50]	5	2,24 [0,29 - 4,19]	2	2,43 [0,00 - 5,79]	1	0,51 [0,00 - 1,51]
Santé et action sociale	62	8,56 [6,35 - 10,77]	195	7,96 [6,80 - 9,12]	56	8,46 [6,13 - 10,79]	352	14,55 [13,03 - 16,06]
Services collectifs, sociaux et personnels	29	9,14 [5,91 - 12,36]	17	3,98 [2,08 - 5,87]	49	16,22 [12,02 - 20,43]	36	8,67 [5,92 - 11,42]
<b>Taille entreprise</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		0,001*
Microentreprises	104	6,30 [5,09 - 7,52]	38	2,40 [1,62 - 3,18]	190	10,97 [9,45 - 12,49]	194	11,18 [9,65 - 12,70]
Petites entreprises	168	7,61 [6,48 - 8,74]	57	3,78 [2,79 - 4,76]	138	6,40 [5,34 - 7,47]	156	9,52 [8,06 - 10,97]
Moyennes entreprises	380	10,68 [9,63 - 11,73]	124	5,72 [4,72 - 6,72]	170	5,35 [4,53 - 6,16]	185	9,02 [7,76 - 10,27]
Entreprises de taille intermédiaire	546	14,52 [13,28 - 15,76]	155	5,64 [4,69 - 6,59]	243	6,73 [5,82 - 7,63]	208	7,57 [6,48 - 8,65]
Grandes entreprises	620	14,82 [13,32 - 16,31]	176	6,20 [4,86 - 7,55]	366	6,57 [5,54 - 7,60]	177	7,80 [6,28 - 9,32]

	<b>Imprévisibilité</b>			
	<b>Hommes</b>		<b>Femmes</b>	
	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]
<b>PCS</b>		<0,001*		0,028*
Cadres	1104	45,06 [42,79 - 47,32]	340	35,95 [32,71 - 39,20]
Professions intermédiaires	1298	37,16 [35,44 - 38,88]	880	30,93 [29,08 - 32,78]
Employés	570	38,76 [35,93 - 41,59]	1730	31,58 [30,20 - 32,97]
Ouvriers	2214	36,00 [34,75 - 37,25]	452	33,66 [31,02 - 36,30]
<b>NAF 17</b>		<0,001*		<0,001*
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	113	48,32 [41,89 - 54,74]	22	34,38 [22,56 - 46,21]
Industrie manufacturière	1490	33,26 [31,87 - 34,66]	459	27,09 [24,95 - 29,22]
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	188	20,48 [15,93 - 25,02]	43	15,66 [9,82 - 21,50]
Construction	385	32,64 [29,94 - 35,34]	23	16,50 [10,31 - 22,68]
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	666	35,56 [33,36 - 37,75]	548	34,79 [32,42 - 37,16]
Hôtels et restaurants	133	47,09 [41,16 - 53,02]	123	39,99 [34,50 - 45,48]
Transports et communications	817	39,72 [36,90 - 42,54]	379	26,74 [22,79 - 30,68]
Activités financières	130	31,50 [26,98 - 36,03]	124	22,57 [19,03 - 26,12]
Immobilier, location et services aux entreprises	790	50,34 [47,81 - 52,86]	376	29,08 [26,58 - 31,58]
Administration publique	27	25,17 [16,94 - 33,40]	61	18,79 [14,49 - 23,08]
Education	29	28,92 [19,94 - 37,91]	48	20,08 [14,72 - 25,44]
Santé et action sociale	261	40,46 [36,36 - 44,55]	1038	41,98 [39,86 - 44,11]
Services collectifs, sociaux et personnels	147	45,44 [39,89 - 50,99]	155	33,82 [29,35 - 38,30]
<b>Taille entreprise</b>		<0,001*		<0,001*
Microentreprises	621	33,77 [31,56 - 35,98]	402	23,48 [21,43 - 25,54]
Petites entreprises	944	40,82 [38,77 - 42,86]	498	29,56 [27,35 - 31,77]
Moyennes entreprises	1376	41,80 [40,08 - 43,52]	795	35,14 [33,14 - 37,14]
Entreprises de taille intermédiaire	1134	37,96 [36,14 - 39,77]	1009	38,35 [36,34 - 40,36]
Grandes entreprises	1111	33,02 [30,91 - 35,13]	698	35,92 [33,06 - 38,79]

	Conséquences d'erreur				Emploi précaire			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]
<b>PCS</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Cadres	1250	48,86 [46,59 - 51,13]	309	33,49 [30,28 - 36,70]	33	1,81 [1,16 - 2,46]	26	3,40 [2,07 - 4,74]
Professions intermédiaires	2231	54,15 [52,39 - 55,91]	1140	39,13 [37,19 - 41,07]	124	4,71 [3,87 - 5,55]	149	7,04 [5,91 - 8,17]
Employés	600	38,03 [35,26 - 40,81]	1444	25,91 [24,61 - 27,20]	108	10,62 [8,64 - 12,60]	470	11,58 [10,55 - 12,61]
Ouvriers	3893	57,47 [56,19 - 58,75]	476	31,90 [29,37 - 34,43]	635	12,13 [11,23 - 13,03]	161	13,22 [11,28 - 15,15]
<b>NAF 17</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	107	45,92 [39,52 - 52,31]	10	14,45 [6,11 - 22,78]	19	8,59 [4,90 - 12,28]	12	17,64 [8,52 - 26,76]
Industrie manufacturière	2732	57,36 [55,91 - 58,81]	548	30,54 [28,37 - 32,72]	125	3,28 [2,70 - 3,85]	75	4,77 [3,70 - 5,83]
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	620	66,29 [61,55 - 71,03]	47	18,03 [11,33 - 24,72]	9	3,02 [0,50 - 5,55]	1	0,31 [0,00 - 0,91]
Construction	711	59,80 [56,97 - 62,64]	32	22,80 [15,84 - 29,77]	70	6,89 [5,33 - 8,45]	3	2,29 [0,00 - 4,89]
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	901	48,74 [46,44 - 51,03]	392	24,69 [22,55 - 26,83]	108	6,55 [5,35 - 7,76]	103	7,12 [5,78 - 8,45]
Hôtels et restaurants	118	41,77 [35,94 - 47,60]	92	29,49 [24,38 - 34,60]	39	15,31 [10,90 - 19,73]	35	11,68 [8,02 - 15,33]
Transports et communications	1228	61,85 [59,02 - 64,67]	365	33,20 [28,96 - 37,45]	36	2,68 [1,70 - 3,67]	24	4,32 [2,46 - 6,19]
Activités financières	228	56,12 [51,30 - 60,95]	192	36,10 [32,00 - 40,20]	7	1,56 [0,40 - 2,71]	18	3,60 [1,95 - 5,25]
Immobilier, location et services aux entreprises	733	47,06 [44,55 - 49,57]	349	26,59 [24,18 - 29,01]	393	23,71 [21,61 - 25,81]	222	17,84 [15,67 - 20,00]
Administration publique	22	19,25 [11,96 - 26,54]	38	11,65 [8,13 - 15,16]	9	8,98 [3,36 - 14,59]	11	3,75 [1,56 - 5,94]
Education	43	42,07 [32,29 - 51,85]	53	22,03 [16,50 - 27,55]	9	9,98 [3,78 - 16,19]	36	18,25 [12,86 - 23,64]
Santé et action sociale	381	55,53 [51,38 - 59,68]	1159	46,17 [44,04 - 48,31]	36	6,54 [4,37 - 8,72]	173	7,94 [6,74 - 9,14]
Services collectifs, sociaux et personnels	134	41,60 [36,12 - 47,08]	90	20,24 [16,41 - 24,08]	38	12,27 [8,49 - 16,05]	93	22,00 [17,97 - 26,04]
<b>Taille entreprise</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Microentreprises	816	43,99 [41,68 - 46,30]	413	23,14 [21,13 - 25,14]	253	15,10 [13,36 - 16,84]	230	14,28 [12,54 - 16,02]
Petites entreprises	1153	48,07 [46,01 - 50,13]	471	26,98 [24,85 - 29,10]	169	7,90 [6,74 - 9,07]	158	9,43 [8,00 - 10,86]
Moyennes entreprises	1959	57,44 [55,72 - 59,16]	783	33,73 [31,77 - 35,70]	218	7,15 [6,22 - 8,08]	177	8,74 [7,48 - 9,99]
Entreprises de taille intermédiaire	1961	57,97 [56,14 - 59,80]	1022	36,73 [34,77 - 38,69]	115	4,72 [3,84 - 5,59]	150	6,71 [5,59 - 7,83]
Grandes entreprises	2085	56,83 [54,63 - 59,03]	680	34,60 [31,81 - 37,39]	145	8,65 [7,23 - 10,07]	91	10,34 [8,20 - 12,48]

	Violences psychologiques				Agressions de la part du public			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]	N	% [IC à 95%]
<b>PCS</b>		0,046*		0,425*		<0,001*		<0,001*
Cadres	342	14,94 [13,32 - 16,55]	181	19,67 [16,99 - 22,36]	303	13,12 [11,57 - 14,67]	174	19,48 [16,77 - 22,19]
Professions intermédiaires	674	17,06 [15,74 - 18,38]	505	18,06 [16,53 - 19,59]	652	18,57 [17,15 - 19,98]	782	27,87 [26,07 - 29,68]
Employés	260	18,79 [16,53 - 21,04]	900	17,92 [16,78 - 19,05]	419	27,21 [24,64 - 29,78]	1308	23,34 [22,09 - 24,58]
Ouvriers	1109	16,79 [15,83 - 17,75]	235	16,82 [14,75 - 18,90]	597	9,99 [9,18 - 10,79]	93	7,69 [6,12 - 9,25]
<b>NAF 17</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Agriculture, chasse, sylviculture / Pêche, aquaculture	39	16,45 [11,70 - 21,20]	12	17,06 [8,18 - 25,94]	21	9,50 [5,62 - 13,38]	8	12,11 [4,22 - 19,99]
Industrie manufacturière	846	18,02 [16,89 - 19,14]	339	19,17 [17,30 - 21,04]	316	6,86 [6,11 - 7,60]	156	8,95 [7,59 - 10,31]
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	161	15,56 [11,85 - 19,27]	34	14,20 [7,51 - 20,89]	149	20,56 [15,78 - 25,33]	44	18,63 [11,45 - 25,81]
Construction	148	12,59 [10,68 - 14,50]	23	16,04 [10,00 - 22,08]	101	8,73 [7,09 - 10,37]	27	19,06 [12,55 - 25,57]
Commerce - réparations automobile et d'articles domestiques	298	15,87 [14,21 - 17,54]	275	17,27 [15,40 - 19,14]	324	17,55 [15,80 - 19,30]	374	23,97 [21,83 - 26,10]
Hôtels et restaurants	51	18,74 [14,08 - 23,41]	52	16,95 [12,72 - 21,18]	64	22,73 [17,77 - 27,69]	58	19,33 [14,84 - 23,82]
Transports et communications	272	16,88 [14,71 - 19,05]	143	20,17 [16,55 - 23,80]	371	21,79 [19,35 - 24,22]	316	27,52 [23,38 - 31,66]
Activités financières	56	13,33 [10,05 - 16,61]	84	15,14 [12,12 - 18,16]	116	29,25 [24,76 - 33,74]	158	30,33 [26,37 - 34,29]
Immobilier, location et services aux entreprises	257	16,36 [14,51 - 18,21]	234	17,99 [15,89 - 20,10]	206	13,26 [11,55 - 14,97]	218	16,58 [14,55 - 18,61]
Administration publique	19	15,94 [9,26 - 22,63]	52	16,18 [12,11 - 20,24]	25	21,82 [14,14 - 29,49]	95	29,55 [24,50 - 34,60]
Education	21	21,32 [13,19 - 29,44]	37	17,55 [12,36 - 22,75]	22	21,04 [13,04 - 29,04]	49	21,32 [15,82 - 26,82]
Santé et action sociale	136	20,02 [16,75 - 23,29]	458	19,25 [17,56 - 20,95]	195	28,27 [24,57 - 31,96]	768	30,78 [28,81 - 32,75]
Services collectifs, sociaux et personnels	77	22,81 [18,20 - 27,43]	76	15,82 [12,41 - 19,24]	59	17,86 [13,62 - 22,11]	86	18,38 [14,73 - 22,03]
<b>Taille entreprise</b>		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*
Microentreprises	222	12,53 [10,96 - 14,10]	254	14,58 [12,88 - 16,28]	204	11,47 [9,96 - 12,98]	332	18,86 [16,99 - 20,74]
Petites entreprises	426	17,83 [16,26 - 19,41]	319	17,34 [15,56 - 19,12]	356	16,21 [14,64 - 17,77]	377	21,83 [19,84 - 23,82]
Moyennes entreprises	636	18,52 [17,18 - 19,86]	496	20,84 [19,16 - 22,52]	438	14,08 [12,83 - 15,32]	442	19,44 [17,79 - 21,10]
Entreprises de taille intermédiaire	570	17,24 [15,85 - 18,63]	463	18,57 [16,94 - 20,19]	467	15,02 [13,67 - 16,37]	690	26,60 [24,77 - 28,43]
Grandes entreprises	531	16,61 [14,98 - 18,24]	289	18,12 [15,82 - 20,42]	506	15,42 [13,77 - 17,07]	516	24,36 [21,83 - 26,89]

N : effectif des salariés exposés, % : pourcentage pondéré, IC à 95% : Intervalle de confiance à 95%, \* : P test du chi2 de Rao-Scott pour comparer les prévalences entre les catégories des variables d'intitulé d'emploi selon le sexe en données pondérées

## Annexe 7 : Taux d'erreur et analyse de sensibilité des taux

### Facteurs de Karasek

	Latitude décisionnelle		Demande psychologique		Soutien social		Job strain		Iso-strain	
	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa
<b>Hommes</b>										
PCS	0,799 (15)		0,929 (21)		0,995 (4)		0,975 (8)		0,983 (8)	
NAF	0,955 (20)		0,985 (5)		0,998 (4)		0,998 (6)		1,000 (1)	
TE	0,991 (5)		0,982 (4)		0,992 (5)	0,992; 0,992; 0,993	0,992 (3)		0,995 (5)	
PCS+NAF	0,795 (16)	0,796; 0,798; 0,796	0,935 (5)		0,996 (5)		0,976 (7)		0,985 (4)	
PCS + TE	<b>0,791 (23)</b>	0,792; 0,793; 0,793	<b>0,924 (19)</b>	0,924; 0,925; 0,924	<b>0,991 (5)</b>	0,991; 0,991; 0,991	0,972 (5)	0,970; 0,970; 0,971	<b>0,979 (6)</b>	0,978; 0,978; 0,978
NAF+TE	0,956 (13)		0,969 (5)		0,992 (4)	0,991; 0,992; 0,993	0,993 (4)		0,996 (2)	
PCS+NAF+TE	0,793 (12)	0,793; 0,797; 0,795	0,928 (15)	0,929; 0,929; 0,930	0,992 (2)	0,991; 0,990; 0,991	<b>0,969 (11)</b>	0,973; 0,973; 0,970	0,981 (3)	0,981; 0,981; 0,981
<b>Femmes</b>										
PCS	0,823 (13)		0,957 (15)		0,995 (2)		0,974 (10)		0,985 (5)	0,984; 0,986; 0,986
NAF	0,954 (14)		0,973 (18)		0,998 (2)		0,986 (8)		0,993 (5)	
TE	0,992 (4)		0,974 (5)		0,992 (2)		0,990 (5)		0,995 (5)	
PCS+NAF	<b>0,806 (12)</b>	0,806; 0,808; 0,805	0,953 (16)		0,996 (3)		0,970 (12)	0,969; 0,972; 0,971	<b>0,981 (5)</b>	0,982; 0,984; 0,983
PCS + TE	0,810 (15)	0,811; 0,810; 0,810	<b>0,939 (25)</b>	0,941; 0,942; 0,943	<b>0,990 (7)</b>	0,989; 0,990; 0,991	<b>0,967 (12)</b>	0,968; 0,969; 0,968	0,983 (5)	0,982; 0,984; 0,984
NAF+TE	0,955 (7)		0,961 (5)		0,992 (3)		0,980 (15)		0,990 (7)	
PCS+NAF+TE	0,809 (10)	0,809; 0,809; 0,804	0,942 (9)	0,941; 0,939; 0,945	0,990 (4)	0,990; 0,991; 0,990	0,968 (11)	0,969; 0,971; 0,971	0,985 (6)	0,981; 0,990; 0,985

## Facteurs de Siegrist

	Récompenses		Estime		Perspectives de promotion		Sécurité de l'emploi	
	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa
<b>Hommes</b>								
PCS	0,972 (10)		0,989 (11)		0,971 (22)		0,983 (6)	
NAF	0,971 (3)		0,990 (2)		0,972 (3)		<b>0,970 (24)</b>	0,970; 0,971; 0,973
TE	0,978 (5)		0,989 (4)		0,977 (4)		0,989 (3)	
PCS+NAF	0,964 (4)	0,961; 0,963; 0,963	0,990 (2)		0,959 (10)		0,970 (9)	0,971; 0,970; 0,973
PCS+TE	0,963 (12)	0,962; 0,963; 0,963	0,987 (14)	0,987; 0,988; 0,986	0,956 (11)		0,981 (16)	
NAF+TE	0,966 (11)		<b>0,985 (5)</b>	0,986; 0,986; 0,987	0,967 (7)		0,973 (4)	0,972; 0,974; 0,973
PCS+NAF+TE	<b>0,960(11)</b>	0,960; 0,962; 0,961	0,986 (5)	0,988; 0,986; 0,987	<b>0,948 (12)</b>		0,971 (7)	0,971; 0,973; 0,973
<b>Femmes</b>								
PCS	0,989 (7)		0,998 (2)		0,988 (9)		0,985 (6)	
NAF	0,992 (10)		0,996 (2)		0,994 (2)		0,985 (13)	
TE	0,984 (3)		<b>0,989 (3)</b>	0,989; 0,989; 0,989	0,987 (3)		0,993 (5)	
PCS+NAF	0,992 (4)		0,997 (2)		0,991 (3)		<b>0,978 (18)</b>	
PCS+TE	<b>0,979 (4)</b>		0,990 (2)	0,990; 0,990; 0,990	<b>0,978 (5)</b>	0,980; 0,978; 0,977	0,989 (22)	
NAF+TE	0,982 (3)		0,990 (2)	0,990; 0,990; 0,990	0,983 (3)		0,989 (12)	
PCS+NAF+TE	0,984 (3)		0,990 (2)	0,990; 0,990; 0,990	0,980 (3)	0,980; 0,980; 0,980	0,984 (13)	

## Facteurs liés aux contraintes de temps et d'horaires

	Travail prolongé		Travail posté		Travail de nuit		Jours de travail asociaux		Imprévisibilité	
	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa
<b>Hommes</b>										
PCS	0,891 (7)		0,816 (9)		0,928 (9)		0,964 (6)		0,972 (15)	
NAF	0,979 (7)		0,810 (65)		0,867 (25)		<b>0,842 (12)</b>	0,843; 0,841; 0,839	0,935 (25)	
TE	1,000 (5)		0,933 (5)		0,990 (3)		0,995 (3)		0,995 (3)	
PCS+NAF	<b>0,888 (11)</b>	0,890; 0,891; 0,893	0,723 (62)		0,845 (37)		0,844 (14)	0,834; 0,839; 0,837	0,936 (45)	
PCS+TE	0,895 (13)		0,739 (34)		0,900 (19)		0,960 (29)		0,966 (16)	
NAF+TE	0,979 (5)		0,800 (37)		0,860 (24)		0,845 (12)		0,932 (27)	0,936; 0,936; 0,938
PCS+NAF+TE	0,888 (11)	0,892; 0,892; 0,892	<b>0,696 (33)</b>		<b>0,828 (25)</b>		0,844 (14)	0,838; 0,839; 0,839	<b>0,930 (18)</b>	0,933; 0,933; 0,930
<b>Femmes</b>										
PCS	0,967 (4)	0,968; 0,967; 0,969	0,813 (20)		0,975 (10)		0,905 (20)		0,952 (19)	
NAF			0,827 (29)		<b>0,928 (15)</b>		<b>0,832 (31)</b>	0,830; 0,834; 0,838	0,938 (15)	
TE	1,000 (2)		0,950 (4)		0,997 (3)		0,999 (5)		0,987 (4)	
PCS+NAF	0,972 (2)		<b>0,741 (15)</b>	0,741; 0,743; 0,736	0,943 (4)		0,833 (22)	0,848; 0,837; 0,851	0,910 (16)	
PCS+TE	<b>0,965 (5)</b>	0,967; 0,967; 0,965	0,756 (35)		0,972 (16)		0,898 (10)		0,930 (20)	
NAF+TE			0,823 (26)		0,938 (14)		0,842 (19)		0,935 (13)	
PCS+NAF+TE	0,972 (2)		0,741 (20)	0,742; 0,745; 0,747	0,947 (4)		0,848 (18)		<b>0,902 (16)</b>	

## Autres facteurs psychosociaux au travail

	Conséquences d'erreur		Emploi précaire		Violences psychologiques <sup>‡</sup>	Agressions du public	
	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa	Taux d'erreur	Taux d'erreur	Mesure de l'aléa
<b>Hommes</b>							
PCS	0,963 (23)		0,935 (16)		0,999 (7)	0,951 (6)	0,950; 0,951; 0,951
NAF	0,954 (17)		0,625 (7)			0,956 (8)	
TE	0,988 (3)		0,986 (3)		0,998 (2)	0,999 (2)	
PCS+NAF	0,948 (24)		0,595 (7)	0,596; 0,596; 0,600		<b><u>0,949 (7)</u></b>	0,950; 0,954; 0,951
PCS+TE	0,948 (43)		0,915 (11)		0,998 (2)	0,951 (8)	0,951; 0,951; 0,951
NAF+TE	0,959 (19)		0,621 (4)			0,956 (9)	
PCS+NAF+TE	<b><u>0,943 (21)</u></b>		<b><u>0,593 (8)</u></b>	0,592; 0,603; 0,597		0,949 (7)	0,950; 0,954; 0,952
<b>Femmes</b>							
PCS	0,931 (9)		0,974 (22)			0,962 (8)	
NAF	0,936 (8)		0,792 (9)	0,794; 0,791; 0,792		0,962 (13)	
TE	0,988 (5)		0,994 (3)		0,999 (5)	0,996 (5)	
PCS+NAF	<b><u>0,910 (23)</u></b>	0,908; 0,911; 0,908	<b><u>0,788 (5)</u></b>	0,784; 0,788; 0,788		0,958 (6)	0,954; 0,952; 0,957
PCS+TE	0,927 (38)		0,968 (21)			<b><u>0,957 (13)</u></b>	0,957; 0,955; 0,956
NAF+TE	0,933 (9)		0,795 (12)			0,961 (15)	
PCS+NAF+TE	0,911 (19)	0,910; 0,911; 0,911	0,867 (9)			0,958 (6)	0,956; 0,953; 0,960

TE : taille de l'entreprise à 5 classes, ‡ : pour les violences psychologiques, nous n'avons pas obtenu d'arbre optimal



## Annexe 8 : Questionnaires de Constances utilisés pour les expositions rétrospectives ou actuelles auto-rapportées

**10. Avez-vous (ou avez-vous eu) un travail répétitif sous contrainte de temps (à la chaîne, produit ou pièce qui se déplace, machine à cadence automatique, rythme imposé par une norme stricte...)?**

<sub>1</sub> Oui       <sub>2</sub> Non      Si oui, de quelle année à quelle année      de     à

de     à          de     à

---

**C. Exposition à un travail physiquement pénible**

**14. Au cours de votre vie professionnelle, avez-vous été (ou êtes-vous actuellement) exposé(e) à un travail physiquement pénible ?**

<sub>1</sub> Oui       <sub>2</sub> Non      Si oui, de quelle année à quelle année      de     à

de     à          de     à

**15. Au cours de votre vie professionnelle, avez-vous porté (ou portez-vous actuellement) des charges lourdes ?**

<sub>1</sub> Oui       <sub>2</sub> Non      Si oui, de quelle année à quelle année      de     à

de     à          de     à

## Annexe 9 : Variables d'exposition biomécaniques utilisées pour la création de JEM Constances

Exposure variable	Scale	N	Mean	SD	P05	P25	Med	P75	P95	Minutes/day		R <sup>2</sup>
										Mean	SD	
Physical intensity	6-20	26821	9.80	3.20	6	7	9	12	15	-	-	0.39
Stand	1-4	29597	2.59	1.12	1	2	2	4	4	168	143	0.55
Repetition	1-4	26424	1.75	1.09	1	1	1	2	4	90	130	0.18
Change tasks	1-4	26581	2.94	1.11	1	2	3	4	4	204	142	0.10
Rest eyes	1-4	31848	3.10	1.13	1	2	4	4	4	232	145	0.19
Kneel or squat	1-4	29574	1.58	0.91	1	1	1	2	4	62	101	0.39
Bend trunk	1-4	30853	1.66	0.97	1	1	1	2	4	70	107	0.35
Drive machinery	1-4	29385	1.10	0.46	1	1	1	1	2	15	51	0.27
Drive car or truck	1-4	29357	1.41	0.88	1	1	1	1	4	46	99	0.29
Handle objects 1-4 kg	0-4	31116	1.03	1.46	0	0	0	2	4	69	119	0.36
Handle objects >4 kg	0-4	28306	0.80	1.24	0	0	0	2	4	48	100	0.38
Carry loads <10 kg	0-4	28240	0.72	1.15	0	0	0	1	3	39	89	0.36
Carry loads 10-25 kg	0-4	28297	0.58	0.94	0	0	0	1	3	24	69	0.37
Carry loads >25 kg	0-4	28271	0.51	0.83	0	0	0	1	2	17	57	0.36
Use vibrating tools	1-4	28437	1.11	0.47	1	1	1	1	2	17	55	0.30
Use computer screen	1-4	31017	3.15	1.12	1	2	4	4	4	240	146	0.55
Use keyboard or scanner	1-4	28437	3.11	1.15	1	2	4	4	4	231	149	0.52
Bend neck	1-4	32048	2.45	1.11	1	1	3	3	4	149	133	0.08
Arms above shoulder	1-4	32712	1.39	0.73	1	1	1	2	3	38	74	0.23
Reach behind	1-4	29482	1.27	0.57	1	1	1	1	2	26	53	0.05
Arms abducted	1-4	32634	1.39	0.79	1	1	1	1	3	41	85	0.21
Bend elbow	1-4	33722	1.42	0.85	1	1	1	1	4	45	91	0.23
Rotate forearm	1-4	32647	1.22	0.62	1	1	1	1	3	25	66	0.30
Bend wrist	1-4	32599	1.36	0.79	1	1	1	1	3	40	87	0.22
Press base of hand	1-4	33127	1.14	0.49	1	1	1	1	2	17	51	0.23
Finger pinch	1-4	33128	1.45	0.88	1	1	1	1	4	48	97	0.13
Work outdoors	1-4	35187	1.38	0.78	1	1	1	1	3	38	81	0.31

Exposure rating values recoded to a time-based value based on the following conversion:

No (for 5-point Likert Scales)	Rating of 1: never or almost never	Rating of 2: rarely (>2 hours per day)	Rating of 3: often (2-4 hours per day)	Rating of 4: almost always
0 min	5 min	60 min	180 mins	360 mins

Source : Evanoff BA, al. OEM 2018

## Annexe 10 : Questionnaires de Constances Utilisés pour les expositions basées sur la MEE

### B/ Contraintes posturales

Les questions 42 à 47 se rapportent à une journée typique de travail.

**42. Comment évaluez-vous l'intensité des efforts physiques de votre travail au cours d'une journée typique de travail ?**  
**Pour cette question, présentez l'échelle ci-dessous au consultant.**

Cochez le chiffre correspondant à votre choix sur l'échelle de 6 à 20 ci-dessous, qui va de « pas d'effort du tout » à « épuisant » :

- <sub>6</sub> pas d'effort du tout
- <sub>7</sub> extrêmement léger
- <sub>8</sub>
- <sub>9</sub> très léger
- <sub>10</sub>
- <sub>11</sub> léger
- <sub>12</sub>
- <sub>13</sub> un peu dur
- <sub>14</sub>
- <sub>15</sub> dur
- <sub>16</sub>
- <sub>17</sub> très dur
- <sub>18</sub>
- <sub>19</sub> extrêmement dur
- <sub>20</sub> épuisant

**43. Au cours d'une journée typique de travail**

	Jamais ou presque jamais	Rarement (moins de 2 heures par jour)	Souvent (2 à 4 heures par jour)	Toujours ou presque
Etes-vous debout ?	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Devez-vous répéter les mêmes actions plus de 2 à 4 fois par minute ?	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Pouvez-vous interrompre votre travail ou changer de tâche ou d'activité pendant 10 minutes ou plus chaque heure ?	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Pouvez-vous quitter votre travail des yeux pendant quelques secondes en dehors des pauses ?	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Devez-vous vous agenouiller ou vous accroupir ?	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Devez-vous vous pencher en avant ou sur le côté régulièrement ou de manière prolongée ?	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Devez-vous conduire un engin de chantier, un tracteur, un chariot automoteur ou autre machine mobile sur votre lieu de travail ? (hors véhicule, cf. point suivant)	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
Devez-vous conduire un véhicule (automobile, camion, autocar, autobus, ambulance, deux-roues motorisé...) sur la voie publique en excluant le trajet domicile-travail ?	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

44. Au cours d'une journée typique de travail, devez-vous régulièrement manipuler, déplacer, ou porter une charge, une pièce ou un objet de plus de 1 kg ?

<sub>1</sub> Oui      <sub>2</sub> Non

➔ Si oui, combien de temps passez-vous à faire les tâches ou activités suivantes ?

	Jamais ou presque jamais	Rarement (moins de 2 heures par jour)	Souvent (2 à 4 heures par jour)	Toujours ou presque
a/ Manipuler, déplacer régulièrement une charge, une pièce, un objet qui pèse <i>entre 1 et 4 kg</i> :	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
b/ Manipuler, déplacer régulièrement une charge, une pièce, un objet qui pèse <i>plus de 4 kg</i> :	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
c/ Porter une charge qui pèse <i>moins de 10 kg</i> :	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
d/ Porter une charge qui pèse <i>de 10 à 25 kg</i> :	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
e/ Porter une charge qui pèse <i>plus de 25 kg</i> :	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

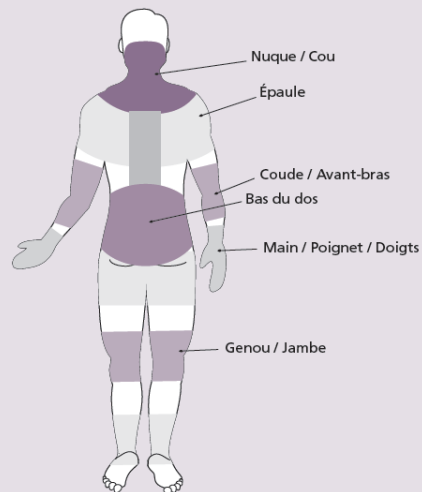
## Annexe 11 : Questions utilisées pour les douleurs

### VII. TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES

47. Au cours des 12 derniers mois, avez-vous eu des problèmes (courbatures, douleurs, gênes, engourdissements) au niveau des zones du corps suivantes ?

Pour chacune des zones du corps, cochez la case correspondante.

- Nuque / Cou <sub>1</sub> Oui <sub>2</sub> Non
- Epaule <sub>1</sub> Oui <sub>2</sub> Non
- Coude / Avant-bras <sub>1</sub> Oui <sub>2</sub> Non
- Main / Poignet / Doigts <sub>1</sub> Oui <sub>2</sub> Non
- Bas du dos <sub>1</sub> Oui <sub>2</sub> Non
- Genou / Jambe <sub>1</sub> Oui <sub>2</sub> Non



**i** Si non à toutes ces questions, passez **directement** à la question 52, page 14.

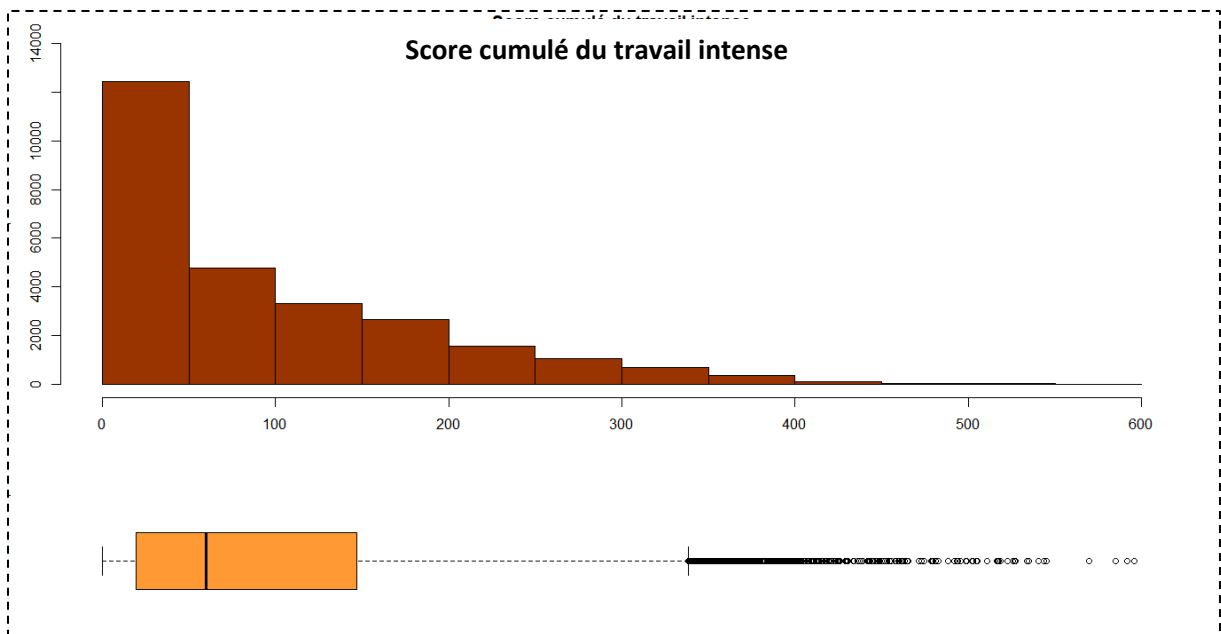
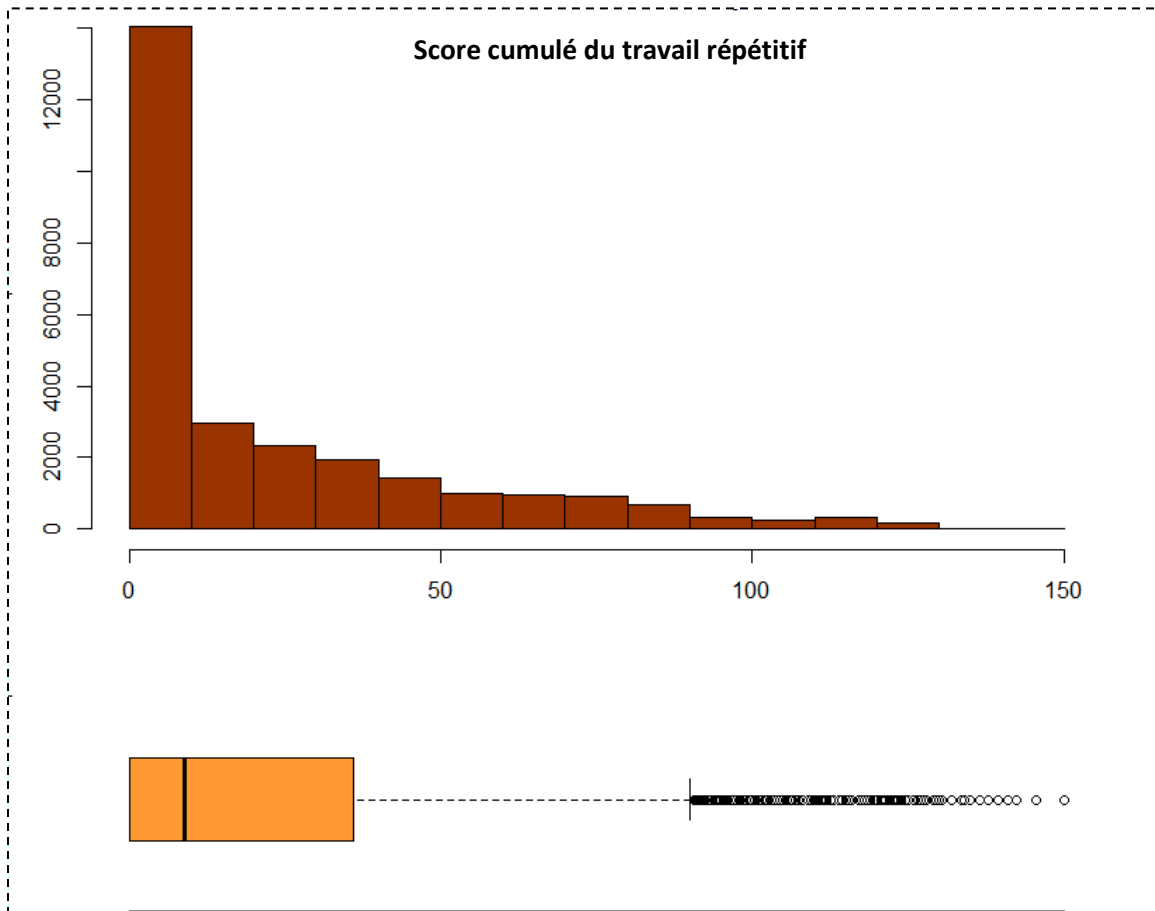
48. Au cours des 12 derniers mois, combien de temps au total, avez-vous souffert au niveau des zones du corps suivantes ?

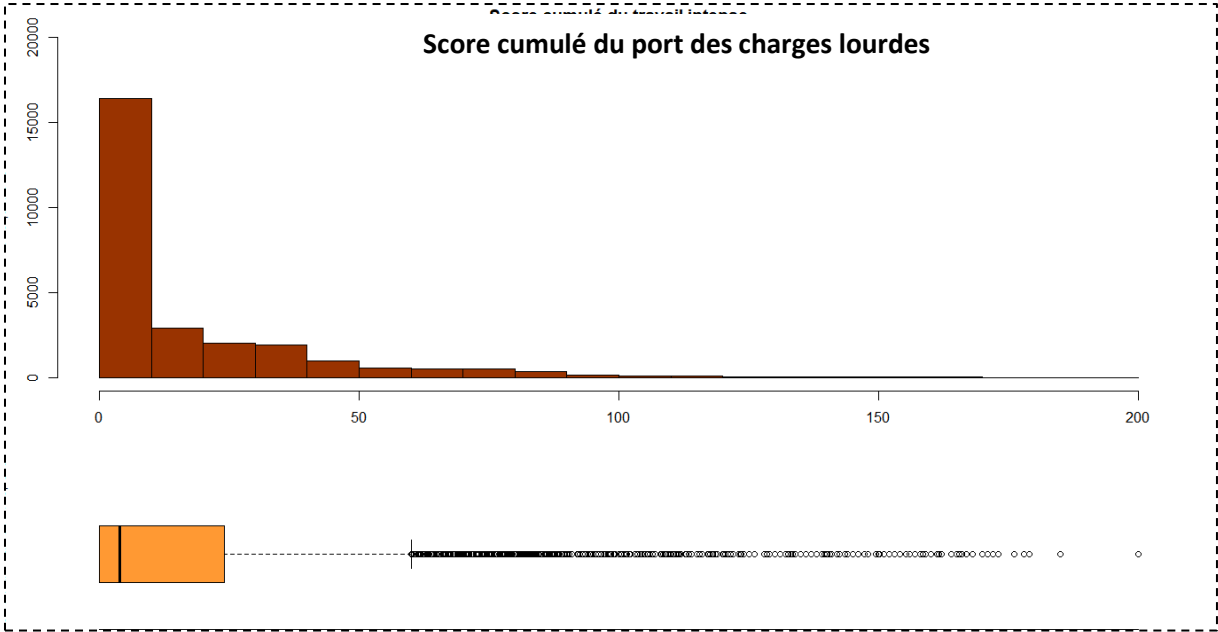
Pour chacune des zones du corps, cochez la case qui correspond le mieux à votre situation.

	Moins de 24 heures	De 1 à 7 jours	De 8 à 30 jours	Plus de 30 jours	En permanence
Nuque / Cou	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Epaule	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Coude / Avant-bras	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Main / Poignet / Doigts	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Bas du dos	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>
Genou / Jambe	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>



**Annexe 12 : Distribution des scores cumulés par variable d'exposition**





**Annexe 13 : Questions utilisées pour la limitation de monter les escaliers**

59. *Pouvez-vous monter ou descendre seul(e) un étage d'escalier ?*

- <sub>1</sub> Oui, sans aucune difficulté
- <sub>2</sub> Oui, mais avec quelques difficultés
- <sub>3</sub> Oui, mais avec beaucoup de difficultés
- <sub>4</sub> Non

➔ *Si non, pouvez-vous le faire avec l'aide d'une autre personne ?*

- <sub>1</sub> Oui
- <sub>2</sub> Non



**Titre :** Matrices emplois-expositions : Exemples de création, validation et application.

**Mots clés :** Risques professionnels, santé travail, matrice emplois-expositions, facteurs psychosociaux au travail, facteurs biomécaniques, limitations fonctionnelles

**Résumé :** En épidémiologie des risques professionnels, l'évaluation de l'exposition est communément basée sur les réponses à un questionnaire, notamment pour explorer l'exposition à des facteurs, comme les facteurs psychosociaux et les facteurs biomécaniques en milieu professionnel. Ce mode d'évaluation peut être entaché de biais : biais de classement (notamment de mémorisation), biais sur les estimations des associations observées avec des variables de santé (notamment lorsque l'exposition est recueillie en même temps que la maladie). Les matrices emplois-expositions (MEE) sont une méthode alternative d'évaluation de l'exposition dont il est intéressant de mieux connaître la pertinence. Ce projet de thèse avait trois objectifs : 1) construire et valider une MEE 'STRESSJEM' pour l'évaluation d'un large panel des facteurs psychosociaux au travail à partir des données des enquêtes nationales SUMER (vagues de 2003 et de 2010). La méthode de segmentation 'Classification And Regression Trees' (CART) a été utilisée ; 2) étudier la validité de scores d'expositions biomécaniques basés sur une MEE 'JEM Constances' comparé à l'évaluation auto-rapportée dans la cohorte CONSTANCES ; 3) appliquer la JEM Constances pour réaliser des analyses étiologiques sur le lien entre exposition aux facteurs biomécaniques durant la vie professionnelle et limitations à monter des escaliers à partir de la cohorte CONSTANCES. Les résultats de la première partie de la thèse ont permis de conclure que la MEE 'STRESSJEM' pourrait constituer une méthode complémentaire pour l'évaluation de la latitude décisionnelle et du travail posté, voire des autres dimensions du questionnaire de Karasek, à l'exclusion de la demande psychologique. Dans le second objectif, nous avons conclu à une bonne validité d'un score d'exposition cumulé basé sur la MEE 'JEM Constances' pour évaluer l'exposition au port des charges lourdes comparé à l'utilisation des données auto-rapportées. La validité était plutôt modérée pour évaluer le travail répétitif et le travail physiquement intense. L'analyse étiologique a montré que l'exposition au port des charges lourdes ou à un travail à genou au cours d'une vie professionnelle était associée aux limitations à monter des escaliers, notamment pour les sujets les moins qualifiés. Les résultats de ce travail contribuent à préciser les avantages et les limites d'une utilisation des MEE et ouvre des perspectives de recherche et d'applications.

**Title :** Job-exposures matrices: Examples of creation, validation and application

**Keywords :** occupational risk factors, occupational health, job-exposures matrix, psychosocial work factors, biomechanical factors, functional limitations

**Abstract :** In epidemiology of occupational risks, exposure assessment is commonly based on answers to a questionnaire, in particular to explore exposure to factors such as psychosocial and biomechanical work factors. This method of measure can suffer from bias: classification bias (including memory bias), bias in estimated associations with health variables (especially when exposure and disease are collected simultaneously). Job-exposure matrix (JEM) could be an alternative and a relevant exposure assessment method. Three main objectives for this thesis project were: 1) to create and validate a JEM 'STRESSJEM' using the data from the national SUMER surveys (waves of 2003 and 2010) for the assessment of a large panel of psychosocial work factors. The Classification And Regression Trees (CART) segmentation method was used; 2) to study the validity of biomechanical exposure scores based on the JEM 'JEM Constances' compared to self-reported assessment in the CONSTANCES cohort; 3) to apply the JEM Constances to perform etiological analyzes on the relationship between exposure to biomechanical factors during lifetime work and limitations in climbing stairs from the CONSTANCES cohort. The results of the first part of the thesis allowed to conclude that the JEM 'STRESSJEM' could constitute a complementary method for the evaluation of decisional latitude and shift work, or even other dimensions of the Karasek questionnaire, excluding psychological demand. In the second objective, we concluded that a cumulative exposure score based on the JEM Constances was adequate for assessing exposure to carrying heavy loads compared to self-reported data. The validity was rather moderate for repetitive work and physically intense work. Etiological analysis has shown that cumulative work exposure to carrying heavy loads or kneeling across working life was associated with functional limitations in climbing stairs, especially among the less educated. The results presented in this thesis contribute to a better knowledge about what can be expected from JEMs, concerning both possibilities and limitations of this kind of approach, with research perspectives and applications.