

# Développement d'une matrice emplois-expositions française (« MADE ») pour l'évaluation des contraintes biomécaniques

**Alexis Descatha, Thomas Despréaux, Audrey Petit, Julie Bodin, Johan H. Andersen, Ann-Marie Dale, Bradley A. Evanoff, Yves Roquelaure**

DANS **SANTÉ PUBLIQUE** 2018/3 (VOL. 30), PAGES 333 À 337  
ÉDITIONS **S.F.S.P.**

ISSN 0995-3914

DOI 10.3917/spub.183.0333

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://www.cairn.info/revue-sante-publique-2018-3-page-333.htm>



**CAIRN.INFO**  
MATIÈRES À RÉFLEXION

Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...

Flashez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



**Distribution électronique Cairn.info pour S.F.S.P..**

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

# Développement d'une matrice emplois-expositions française (« MADE ») pour l'évaluation des contraintes biomécaniques

## Development of "MADE", a French Job exposure matrix for evaluation of biomechanical exposure

Alexis Descatha<sup>1,2</sup>, Thomas Despréaux<sup>1,2</sup>, Audrey Petit<sup>3</sup>, Julie Bodin<sup>3</sup>, Johan H. Andersen<sup>4</sup>, Ann-Marie Dale<sup>5</sup>, Bradley A. Evanoff<sup>5</sup>, Yves Roquelaure<sup>3</sup>

### ➔ Résumé

**Objectif :** Présenter les étapes de développement d'une matrice emplois-expositions (MEE) portant sur les expositions biomécaniques et illustrer un début d'étude de fiabilité et de validité.

**Méthodes :** Le principe retenu a été celui d'une MEE (Matrice Associant Difficultés physiques au travail et Emploi ou « MADE ») par expertise basée sur les classifications française et internationale des catégories d'emploi pour 17 expositions biomécaniques. Trois binômes ont coté indépendamment de 0 à 5 la fréquence et l'intensité des expositions pour chaque catégorie d'emploi. Les divergences de résultats (> 20 % en moyenne pour chaque exposition biomécanique considérée) entre les binômes ont été discutées collégialement. Ont été évalués : la fiabilité par la différence entre les binômes, le nombre de catégories d'emploi discutées et la corrélation entre les classifications (après transcoding) ; la validité par la corrélation par les variables communes à des matrices américaine et danoise existantes.

**Résultats :** La différence entre les moyennes des binômes était considérée comme satisfaisante. Sur les 51 couples (17 expositions - 3 binômes), la matrice de corrélation ne retrouvait que quatre coefficients inférieurs à 0,6 et 14 entre 0,6 et 0,7. Sur les 1 169 catégories d'emploi, 49 ont été discutés. Les coefficients de corrélations entre les classifications étaient supérieurs à 0,7. Les coefficients de corrélation entre les variables des MEE française, américaine et danoise étaient bons à satisfaisants.

**Conclusion :** Une MEE basée sur l'expertise a été développée avec des indicateurs satisfaisants. Des perspectives s'ouvrent pour améliorer certains champs en santé publique au niveau national et international).

**Mots-clés :** Matrice emplois-expositions ; Prévention ; Biomécaniques ; Professionnel ; TMS.

### ➔ Abstract

**Objective:** This paper presents the stages of development of an occupational biomechanical exposure matrix and preliminary reliability and validity indicators.

**Methods:** The expertise-based job exposure matrix, called "MADE" (for "difficult physical conditions and job matrix"), was developed from the French and international classification of jobs for 17 biomechanical exposures. Three pairs of investigators independently rate the frequency and intensity of exposure of each job from 0 to 5; discordant scores within pairs (mean difference >20% for each biomechanical exposure considered) were discussed collectively. Reliability was assessed by the difference between the initial ratings, the number of revised jobs, and the correlation between the two classifications (with transcoding). Validity was studied by correlating variables similar to those from existing United States and Danish matrices.

**Results:** The difference between the mean scores of the pairs was considered to be "fair" (less than one point). Of the 51 paired results studied (17 exposures - 3 pairs of investigators), four coefficients were found to be less than 0.6, and 14 were between 0.6 and 0.7. Forty-nine of the 1,169 job categories were reviewed. Correlation coefficients between the initial classification and transcoding were greater than 0.7. Correlation coefficients between the French, United States and Danish MEE variables were fair to good.

**Conclusion:** An expertise-based job exposure matrix with fairly reliable indicators has been developed, opening up the prospects to improve certain some fields of public health, at both national and international levels.

**Keywords:** Job exposure matrix; Prevention; Biomechanical exposure; Occupational; Musculoskeletal; MSD.

<sup>1</sup> Inserm UVSQ AP-HP Unité hospitalo-universitaire de santé professionnelle – U1168 UMS011 – CHU Poincaré – 92380 Garches – France.

<sup>2</sup> France Inserm Versailles St-Quentin Univ Paris Santé – UMR 1168 UMS011 – 94415 Villejuif – France.

<sup>3</sup> INSERM University of Angers – U1085, IRSET, ESTER Team – Angers – France.

<sup>4</sup> University Research Clinic Occupational Medicine – Herning – Danemark.

<sup>5</sup> Washington University in St Louis – St-Louis – États-Unis.

L'obtention d'estimations valides de l'exposition professionnelle à des nuisances est à la fois un objectif important pour toutes les études épidémiologiques portant sur les risques professionnels mais reste complexe, y compris pour les expositions biomécaniques impliqués dans la survenue des troubles musculo-squelettiques. La mesure directe de l'exposition et l'observation des travailleurs sont précises mais se limitent à une période d'observation du travail [1, 2]. Elles sont de plus coûteuses et chronophages, ce qui peut limiter leur application. Les questionnaires sont plus faciles à administrer aux grandes populations, mais les expositions sont souvent moins précises et les réponses peuvent être sujettes à un biais de rappel et une possible perception altérée des expositions dans certains cas [3].

C'est dans ce contexte que des matrices emplois-expositions (MEE) ont été suggérées, à l'instar de l'évaluation des expositions chimiques et physiques [3-8]. En effet, on se heurte souvent à l'absence de données précises au niveau individuel ou de données historiques (latence d'effet) [9, 10]. Ainsi, ces matrices donnent la correspondance entre les intitulés d'emplois (en général définis par la combinaison d'une profession et d'un secteur d'activité) et des indices d'exposition à une ou plusieurs nuisances. À partir du recueil relativement simple des intitulés professionnels d'un sujet, les MEE permettent donc de déduire des informations plus complexes sur les expositions. Le cas des expositions biomécaniques a d'ailleurs eu un engouement récent, notamment aux États-Unis d'Amérique et au Danemark [6, 11-15]. De plus, une étude préliminaire a montré la faisabilité d'une matrice basée sur des données françaises et sans besoin de la nomenclature d'activités française (classification du secteur d'activité de l'entreprise) [16]. Il existe de plus un besoin particulier dans le contexte de la Santé Publique en France autour des questions de sous-déclaration et de reconnaissance inhomogène en maladie professionnelle.

Dans ce contexte, il a été décidé de développer une matrice emplois-expositions française à ces fins. L'objectif ici est principalement de présenter les étapes de son développement, et d'illustrer un début d'étude de fiabilité et validité en comparaison aux matrices américaine et danoise déjà développées.

## Méthodes

### Principes généraux

Le principe retenu a été celui d'une MEE par expertise, construite sur l'exemple de la matrice américaine. Cette matrice appelée « MADE » pour Matrice Associant Difficultés

physiques au travail et Emploi est basée sur la classification française et internationale des catégories d'emplois pour 17 expositions catégorisées de 0 à 5 à l'instar de la plupart des variables d'exposition biomécanique de la matrice américaine. Ainsi, pour chaque code de Profession et catégorie sociale (PCS2003), ou de Classification internationale type des professions de 1988-2008 en fonction de la période (CITP88 CITP08), l'objectif était d'associer l'intensité et la fréquence (cotées de 0 à 5), pour les variables d'exposition biomécaniques : pénibilité globale, effort exigé, travail sur ordinateur, force statique requise, force dynamique requise, port de charges très lourdes (> 25 kg), port de charges lourdes (> 10 kg), posture cervicale inconfortable tête en arrière ou penchée prolongée, contrainte sur l'épaule (travail bras en abduction), cadence ou répétitivité, sollicitation du coude, travail agenouillé ou accroupi, tourner la main comme pour visser ou torde le poignet, presser au niveau de la base de la main, tenir ou serrer quelque chose dans la main (outil), travail à basse température inférieure à 10 degrés, exposition aux vibrations (manipulation d'outils vibrants). Pour chaque exposition, il avait été prévu un possible effet période. En pratique, le développement de la matrice a été réalisé en deux étapes.

### Première étape

Trois binômes ont effectué, en aveugle, l'évaluation des contraintes pour chaque catégorie de profession. Ils étaient constitués d'un interne en médecine du travail (interne de deuxième partie d'internat, habitué au codage des dossiers) et un médecin du travail exerçant en partie au sein de notre unité. À la fin de cette première étape, des moyennes, médianes et coefficients de corrélation entre les différents binômes ont été calculés. Un coefficient de corrélation de Pearson de plus de 0,5 et une différence sur la moyenne et la médiane de moins de 20 % (un point sur l'échelle de 0 à 5) globalement pour l'ensemble des variables, étaient nécessaires pour passer à la deuxième étape.

### Deuxième étape

Les catégories d'emploi comportant plus de 20 % de différence en moyenne pour chaque exposition biomécanique considérée entre les trois binômes ont été identifiées. Dans le cadre de la réunion de service, un séminaire a été organisé afin d'étudier ces intitulés de codes de profession avec l'aide d'une assistante et de deux experts seniors supplémentaires (médecins du travail ayant plus de 20 ans

d'expérience). Une synthèse a été faite par le responsable du projet sous forme d'une variable supplémentaire, le score final a été la moyenne des scores obtenus précédemment. La corrélation entre les variables codées selon la PCS et selon CITP2008 après transcodage a ensuite été étudiée.

## Analyse

En plus des éléments étudiés en fin de première étape, les éléments de validation préliminaires issus de la comparaison de sept variables existant également dans les matrices américaine et danoise sont présentés ici.

La matrice américaine comprend notamment l'importance de la force statique et de la force dynamique, l'importance du travail sur ordinateur, la répétition, les postures agenouillées ou accroupies, la manipulation d'objets et la manipulation d'outils vibrants. Les valeurs s'étendent entre 1 et 4 ou 5 [6, 14, 15].

La matrice danoise comprend différentes variables similaires portant sur la répétition, le port de charges, l'intensité des efforts des épaules, le travail sur ordinateur,

la manipulation d'outils vibrants, les postures agenouillées/accroupies [11-13]. Les variables sont différentes puisqu'il s'agit principalement du nombre d'heures d'exposition à la nuisance dans la journée.

Ainsi, l'association entre les variables des deux matrices étrangères et les variables correspondantes issues de la matrice développée (« MADE », effort, travail sur ordinateur, répétitivité, port de charges lourdes, contraintes sur les épaules, travail agenouillé/accroupi et manipulation d'outils vibrants) a été étudiée au moyen du coefficient de corrélation de Pearson, en ne gardant qu'un seul code en cas de lien multiple, l'unité étant le code.

## Résultats

À la fin de la première étape, aucun binôme n'a considéré un possible effet période. Les différences entre les moyennes des binômes étaient considérées comme satisfaisantes avec moins d'un point pour l'ensemble des facteurs et moins de

Tableau I : Corrélation de certaines variables MADE avec matrice américaine et danoise (Unité : code profession)

Variable MADE	Variable provenant de la matrice étrangère	Matrice américaine (A) ou danoise (D)	Coefficient de corrélation de Pearson
Effort	Force dynamique (importance)	A	0,80
	Force statique (importance)	A	0,82
	Soulever 10 kg (durée par jour)	D	0,69
	Charges sur l'épaule intense (durée par jour)	D	0,77
	Force sur l'épaule (durée par jour)	D	0,73
Travail sur ordinateur	Travail sur ordinateur (importance)	A	0,73
	Travail sur ordinateur (durée par jour)	D	0,75
Répétitivité	Mouvements répétitifs (importance)	A	0,64
	Durée de répétitivité (durée par jour)	D	0,61
Port de charges lourdes	Force dynamique (importance)	A	0,72
	Force statique (importance)	A	0,77
	Soulever 10 kg (durée par jour)	D	0,71
	Charges sur l'épaule intense (durée par jour)	D	0,75
	Force sur l'épaule (durée par jour)	D	0,74
Contraintes sur les épaules	Force dynamique	A	0,71
	Force statique	A	0,71
	Manipulation d'objets	D	0,70
	Charges sur l'épaule intense (durée par jour)	D	0,66
	Force sur l'épaule (durée par jour)	D	0,61
Travail agenouillé/accroupi	Travail agenouillé/accroupi (importance)	A	0,73
	Travail agenouillé/accroupi (durée par jour)	D	0,73
Manipulation d'outils vibrants	Travail exposant aux outils vibrants (importance)	A	0,59
	Vibrations transmises aux mains et bras (durée par jour)	D	0,50

MADE = Matrice Associant Difficultés physiques au travail et Emploi.

0,5 pour 16 des 17 facteurs (le travail sur un ordinateur avait des moyennes de 1,68, 1,34 et 0,88 respectivement pour les trois groupes et une médiane à 1). Pour les 51 couples possibles (17 contraintes et trois binômes), l'analyse des corrélations ne retrouvait que deux coefficients inférieurs à 0,5 (une seule nuisance, le port de charge lourdes), deux coefficients entre 0,5 et 0,6, 14 entre 0,6 et 0,7, 27 entre 0,7 et 0,8 et 6 supérieurs à 0,8.

Sur l'ensemble des 1 169 catégories d'emplois possibles (497 de la PCS et 672 de la combinaison CITP88 CITP08), 49 présentaient une différence moyenne de plus de 20 % (1 point/5) entre les binômes et ont été discutés afin de résoudre les différences par consensus.

Après la deuxième étape, en comparant le codage PCS initial et celui obtenu grâce au transcodage CITP08, les corrélations étaient toutes supérieures à 0,7. Six corrélations étaient comprises entre 0,7 et 0,8 et 45 étaient supérieures à 0,8.

L'analyse des corrélations entre les trois matrices (française « MADE », « américaine », « danoise ») a été réalisée sur 379 couples disponibles entre « MADE » et « américaine » et 165 entre les matrices « MADE » et « danoise » respectivement. Le tableau I reprend les coefficients de corrélation entre les variables pertinentes, avec des résultats bons à satisfaisants (satisfaisants pour les vibrations, certaines variables de l'épaule et la répétitivité).

## Discussion

L'objectif du développement d'une matrice emplois-expositions basée sur l'expertise a été rempli, avec des indicateurs satisfaisants en termes de fiabilité et de validité, même si ce n'est qu'une première étape.

Comme limitations, en plus de la simplicité des indicateurs de fiabilité et de validité utilisés, en se basant sur l'étude préliminaire, il a été choisi de ne pas croiser les codes professions avec ceux du secteur d'activité [16]. Néanmoins, dans la plupart des cas, c'est la caractéristique de l'activité qui conditionne l'exposition aux contraintes biomécaniques, contrairement à d'autres risques. Un éventuel effet période avait été mis en place dans le protocole, aucun des trois binômes n'a considéré qu'il était pertinent de le maintenir, contrairement à d'autres exemples comme dans le cas de l'exposition à l'amiante. Il n'a pas été fait non plus de distinction entre l'intensité et la fréquence comme cela était le cas pour les exemples du même type de matrice américaine et danoise. Il existe également des limitations

inhérentes à l'utilisation des matrices qui ne donnent qu'une moyenne générale de l'évaluation. Il est essentiel de préciser qu'un code ne peut que résumer globalement l'ensemble des caractéristiques d'un poste et des préventions mises en place par les services de santé au travail.

Il est intéressant de remarquer que malgré les hétérogénéités de codage, d'échelle, de conditions de travail entre la France, les États-Unis et le Danemark, il existe une corrélation globalement satisfaisante à bonne entre les trois matrices. Ces données préliminaires permettent d'entrevoir une perspective pour certaines variables afin de disposer d'une matrice internationale pour guider la prévention des risques professionnels et de santé publique, en France comme ailleurs, même s'il ne s'agit ici de résultats préliminaires, de nombreux travaux sont encore nécessaires avant que cette matrice ne soit disponible et utilisable.

## Remerciements

*Les auteurs remercient la Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France pour son soutien financier (étude action 2016) et les membres de l'équipe de l'Unité Hospitalo-Universitaires de Santé Professionnelle qui ont participé à ce travail et notamment Sabrina Pitet, notre assistante.*

*Aucun conflit d'intérêt déclaré*

*L'étude a bénéficié d'un soutien financier par la Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (étude action 2016). Les auteurs sont payés par les institutions. Alexis Descatha est rédacteur en chef des archives des maladies professionnelles et de l'environnement.*

## Références

1. Hansson GÅ, Balogh I, Byström J, 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.* 2001;30:40.
2. Mathiassen SE, Paquet V. The ability of limited exposure sampling to detect effects of interventions that reduce the occurrence of pronounced trunk inclination. *Appl Ergon.* 2010;41:295-304. doi:10.1016/j.apergo.2009.08.006.
3. Plato N, Steineck G. Methodology and utility of a job-exposure matrix. *Am J Ind Med.* 1993;23:491-502.
4. Cifuentes M, Boyer J, Lombardi DA, Punnett L. Use of O\*NET as a job exposure matrix: A literature review. *Am J Ind Med.* 2010;53:898-914. doi:10.1002/ajim.20846.
5. Févotte J, Dananché B, Delabre L, Ducamp S, Garras L, Houot M, *et al.* Matgéné: a program to develop job-exposure matrices in the general population in France. *Ann Occup Hyg.* 2011;55:865-78. doi:10.1093/annhyg/mer067.

6. Evanoff B, Zeringue A, Franzblau A, Dale AM. Using job-title-based physical exposures from O\*NET in an epidemiological study of carpal tunnel syndrome. *Hum Factors*. 2014;56:166-77.
7. Svendsen SW, Johnsen B, Fuglsang-Frederiksen A, Frost P. Ulnar neuropathy and ulnar neuropathy-like symptoms in relation to biomechanical exposures assessed by a job exposure matrix: a triple case-referent study. *Occup Environ Med*. 2012;69:773-80. doi:10.1136/oemed-2011-100499.
8. 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:e108987. doi:10.1371/journal.pone.0108987.
9. Dembe AE, Yao X, Wickizer TM, Shoben AB, Dong XS. Using O\*NET to estimate the association between work exposures and chronic diseases. *Am J Ind Med*. 2014;57:1022-31. doi:10.1002/ajim.22342.
10. Lavoué J, Pintos J, Van Tongeren M, Kincl L, Richardson L, Kauppinen T, *et al*. Comparison of exposure estimates in the Finnish job-exposure matrix FINJEM with a JEM derived from expert assessments performed in Montreal. *Occup Environ Med*. 2012;69:465-71. doi:10.1136/oemed-2011-100154.
11. Vad MV, Frost P, Svendsen SW. Occupational mechanical exposures and reoperation after first-time inguinal hernia repair: a prognosis study in a male cohort. *Hernia J Hernias Abdom Wall Surg*. 2015;19:893-900. doi:10.1007/s10029-014-1339-0.
12. Rubak TS, Svendsen SW, Andersen JH, Haahr JPL, Kryger A, Jensen LD, *et al*. An expert-based job exposure matrix for large scale epidemiologic studies of primary hip and knee osteoarthritis: the Lower Body JEM. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:204. doi:10.1186/1471-2474-15-204.
13. Dalbøge A, Hansson G-Å, Frost P, Andersen JH, Heilskov-Hansen T, Svendsen SW. Upper arm elevation and repetitive shoulder movements: a general population job exposure matrix based on expert ratings and technical measurements. *Occup Environ Med*. 2016. doi:10.1136/oemed-2015-103415.
14. O\*NET OnLine n.d. <https://www.onetonline.org/> (accessed July 2, 2016).
15. 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*. 2015;181:431-9. doi:10.1093/aje/kwu286.
16. Evanoff B, Roquelaure Y, Gueguen A, Melchior M, Ha C, Descatha A, *et al*. Feasibility of a job-exposure matrix for exposure assessment in studies of work-related musculoskeletal disorders of the upper extremity. *Occup Environ Med* 2005;62(11):e24-5.