

# Polyexpositions et TMS

## Rôle des facteurs biomécaniques, psychosociaux et organisationnels

6<sup>e</sup> Journée de l'Institut Santé Travail Paris Est (IST PE) – 25-11-2020  
«Polyexpositions , conditions de travail et santé »

### Yves Roquelaure

Service de pathologie professionnelle et santé au travail, CHU Angers;

Inserm U1085 – Equipe ESTER, IRSET, Université d'Angers -

[yvroquelaure@chu-angers.fr](mailto:yvroquelaure@chu-angers.fr)

Site Web : <http://www.univ-angers.fr/ester/>



# I. Un monde en changement permanent

- **Transformation du monde du travail**

- Révolution technologique (*économie numérique, biotechnologies, ...*)
- Mondialisation et financiarisation de l'économie
- Tertiarisation de l'économie (*déclin de l'industrie manufacturière, développement des plateformes et du e-travail*)
- Modèles de gestion axés sur la performance (*lean, nouvelles politiques publiques, plateformes,...*)
  
- *Effet pandémie Covid-19 ?*

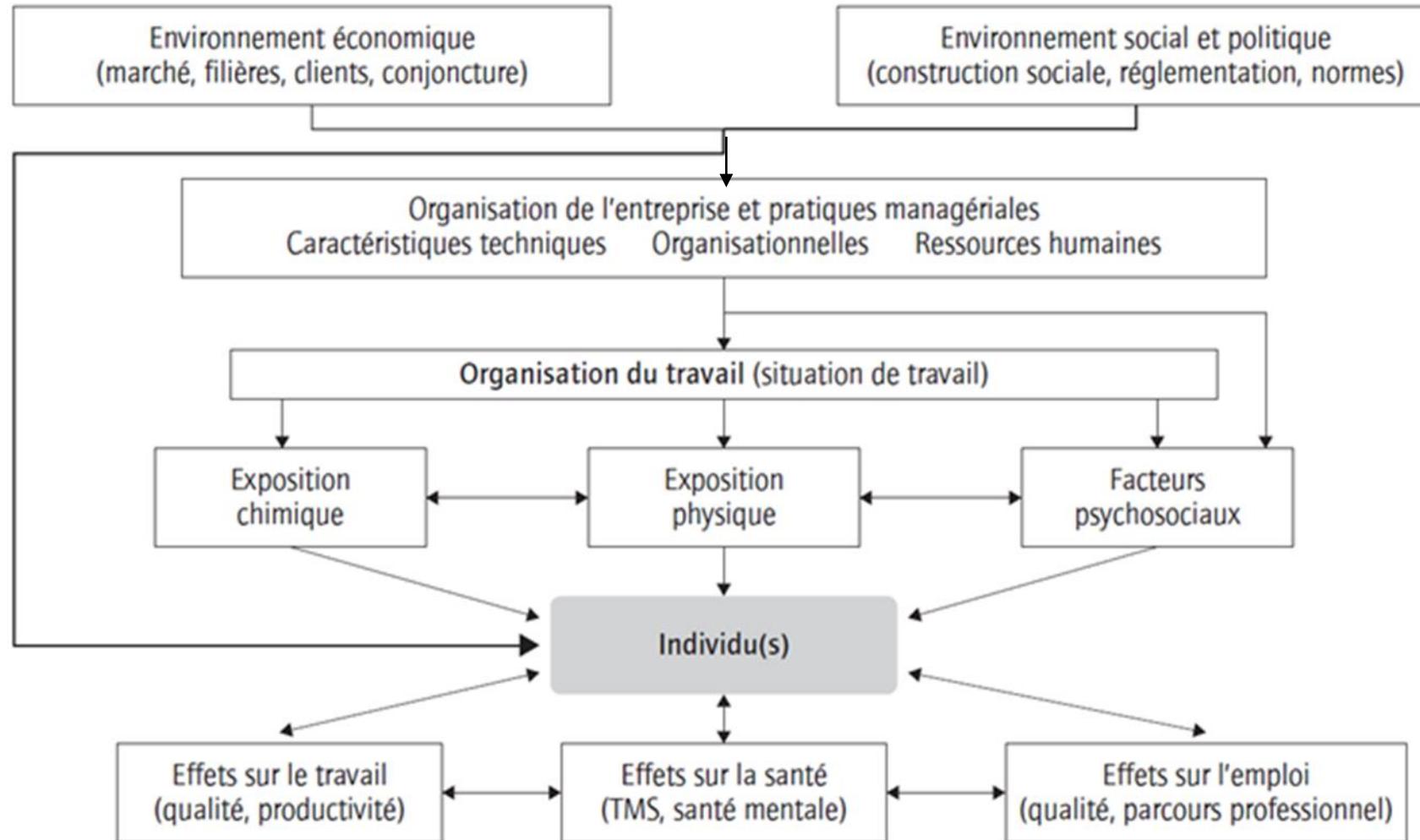
- **Evolutions démographiques**

- Vieillesse de la population active (*Europe*)
- Allongement des carrières professionnelles

- **Transformation des conditions de travail**

- Intensification des rythmes de travail (*optimisation des moyens techniques/« Ajustement » des moyens humains*)
- Insécurité socio-économique (*précarisation objective et subjective, « gig économie »*)
- Individualisation des relations de travail et de l'évaluation du travail
- Persistance des « Exigences » de qualité de vie au travail (*Méda, 2005*)

# Modèle intégré multifactoriel de la santé au travail



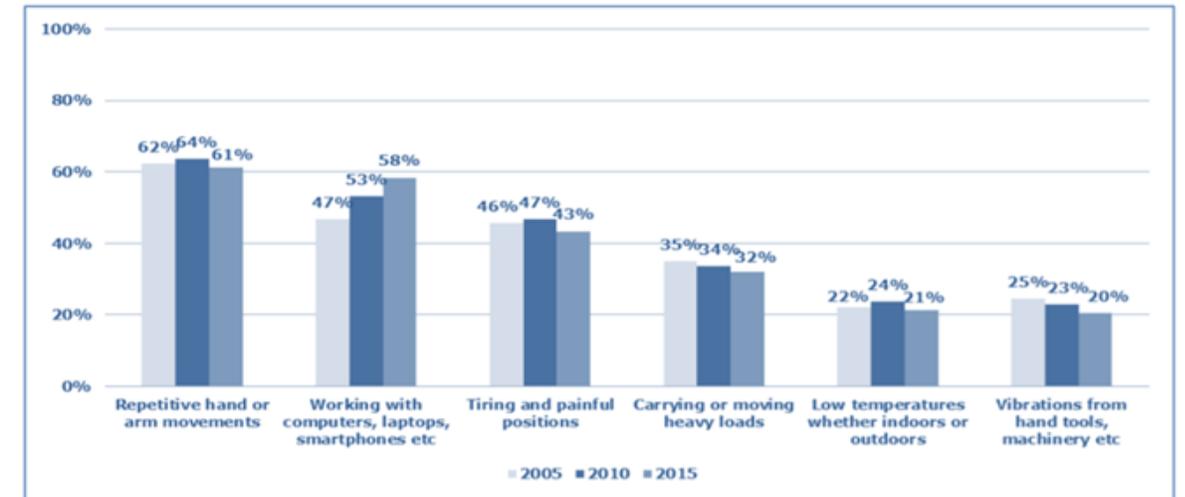
Source: d'après Roquelaure (2017)

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>

# II. Evolution des expositions professionnelles

- **Permanence des expositions biomécaniques traditionnelles**
  - **Mouvements répétitifs**
  - **Ports de charges lourdes**
  - **Manipulations de charges**
  - **Postures inconfortables**
  - **Vibrations**
- **Accroissement des contraintes psychosociales**
  - **Techno-stress**
  - **Charge mentale**
  - **Exigences émotionnelles** (activités de service)
  - **Conflits de valeur**
  - **Violence** (clients, collègues)

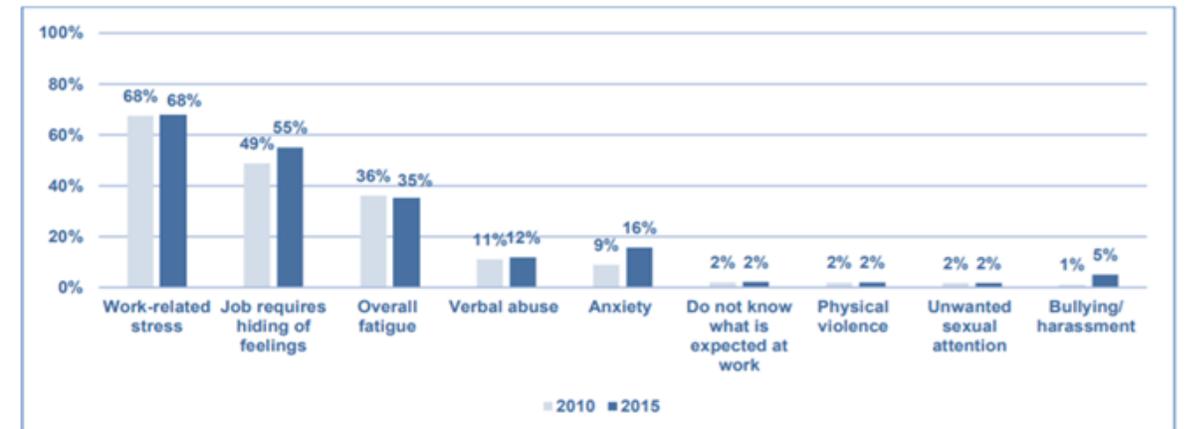
Figure 7: Percentage of workers reporting that they are exposed to different physical risk factors at their work at least a quarter of the time, EU-28, 2005, 2010 and 2015



Note: Data concern workers who work at least 12 hours per week.

Source: Panteia based on the fourth (2005) fifth (2010) and sixth (2015) waves of the European Working Conditions Survey

Figure 8: Percentage of workers reporting different organisational and psychosocial risks, EU-28, 2010 and 2015



Note: Trend for anxiety is modified (in 2010 the question included the word 'depression'; in 2015 this word was removed).

Source: Panteia based on the fifth (2010) and sixth (2015) waves of the European Working Conditions Survey (EWCS)

# Poly exposition aux facteurs biomécaniques, psychosociaux et organisationnels

Données de l'enquête SUMER 2010 pour les salariés de la construction (Bertin et al. 2020)

**TABLEAU 7** | Prévalences des co-expositions aux contraintes biomécaniques, psychosociales et de rythme de travail chez les salariés de la construction

Sous-secteurs	Co-exposition contrainte de rythme et job strain	Co-exposition contrainte de rythme et contrainte biomécanique	Co-exposition contrainte biomécanique et job strain
<b>Construction de bâtiments</b>			
Promotion immobilière	15,6	7,2	2,9
Construction de bâtiments résidentiels et non résidentiels	22,2	33,5	14,7
<b>Génie civil</b>			
Construction de routes et de voies ferrées	12,8	24,4	2,7
Construction de réseaux et de lignes	17,4	29,1	7,1
Construction d'autres ouvrages de génie civil	9,1	22,9	9,7
<b>Travaux de construction spécialisés</b>			
<b>Démolition et préparation de sites</b>			
<i>Travaux de démolition</i>	6,9	59,2	6,9
<i>Travaux de préparation des sites</i>	8,1	37,5	3,2
<i>Forages et sondages*</i>	-	-	-
<b>Travaux d'installation électrique, plomberie et autres travaux d'installation</b>			
<i>Installation électrique</i>	21,7	43,8	14,5
<i>Travaux de plomberie et installation de chauffage et de conditionnement d'air</i>	10,7	36,8	5,3
<i>Autres travaux d'installation n.c.a.</i>	7,8	29,3	5,0
<b>Travaux de finition</b>			
<i>Travaux de plâtrerie</i>	13,6	48,5	12,3
<i>Travaux de menuiserie</i>	11,7	45,2	13,4
<i>Travaux de revêtement des sols et des murs</i>	6,2	64,6	10,0
<i>Travaux de peinture et vitrerie</i>	5,0	49,3	5,8
<i>Autres travaux de finition</i>	38,7	26,9	15,9
<b>Autres travaux de construction spécialisés</b>			
<i>Travaux de couverture</i>	7,3	37,3	4,0
<i>Autres travaux de construction spécialisés n.c.a.</i>	6,6	46,9	6,5
<b>Total secteur construction</b>	<b>12,6***</b>	<b>40,5***</b>	<b>8,8<sup>ns</sup></b>
<b>Total autres secteurs</b>	<b>21,2</b>	<b>20,3</b>	<b>6,7</b>

## • Salariés du BTP versus autres secteurs

. deux fois plus souvent exposés aux contraintes biomécaniques : **52 % vs 23 %**

. moins exposés aux facteurs de risque psychosociaux et organisationnels :

- job strain: **16 % vs 24 %**
- contraintes de rythme: **78 % vs 82 %**

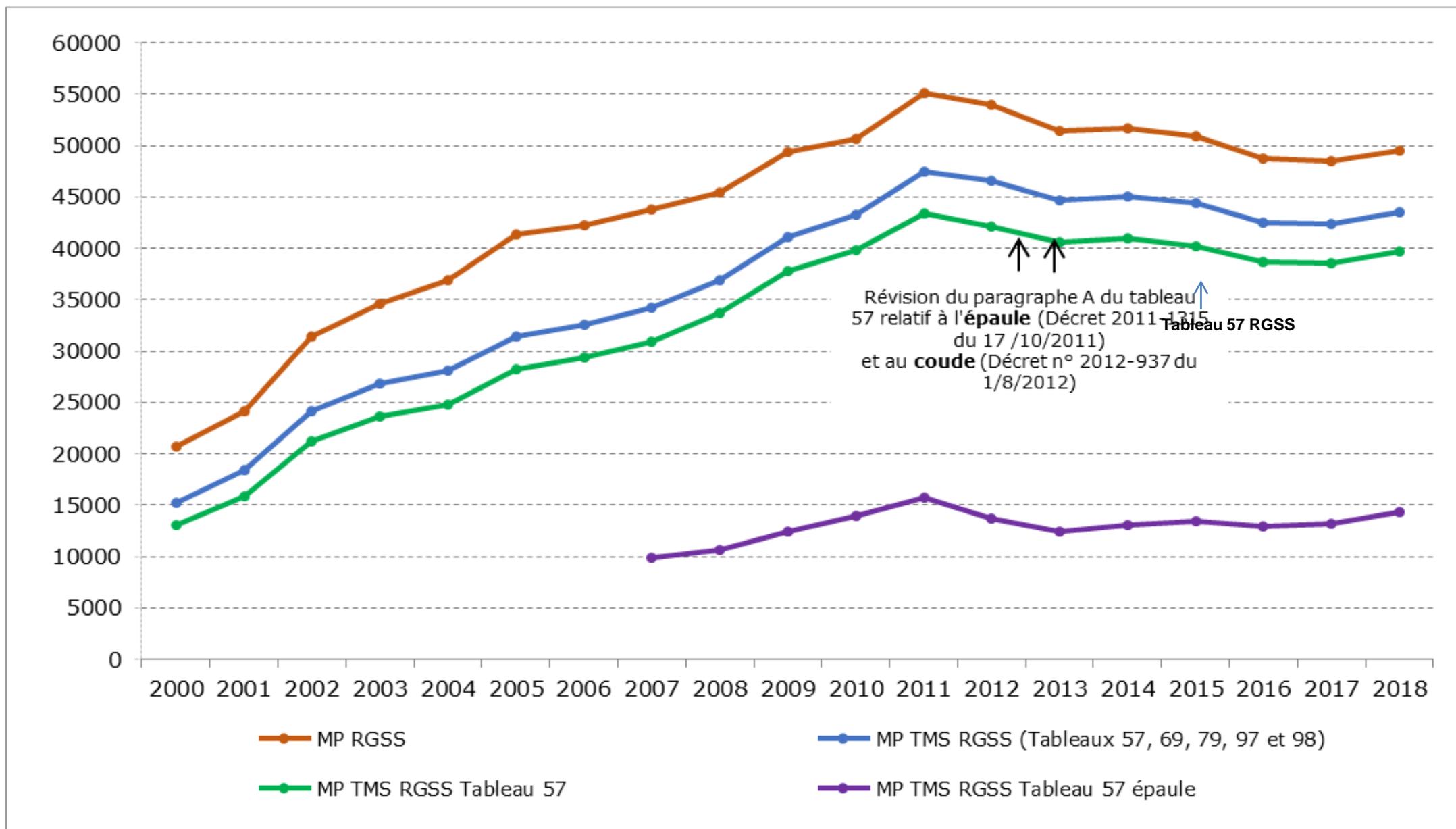
## • Co-expositions des contraintes:

. biomécaniques/ rythme dans le travail : **40,5 % vs 20,3 %**

. rythme dans le travail /job strain : **12,6 % vs 21,2 %**

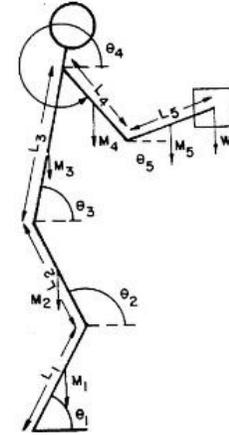
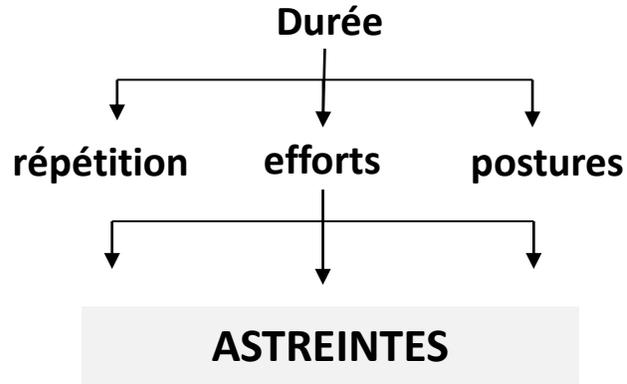
. biomécaniques/job strain: **8,8 % vs 6,7 %**

# Evolution des maladies professionnelles (2000 – 2018)



# III. Modélisation des TMS

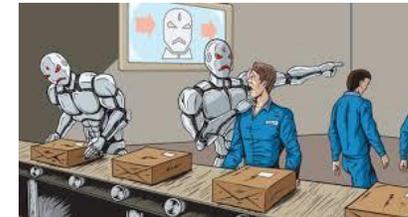
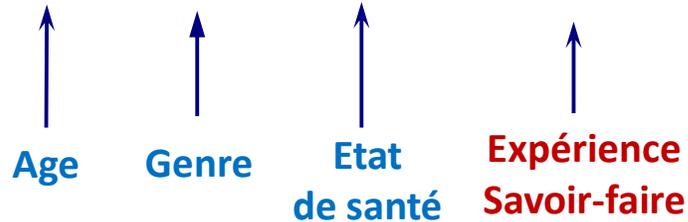
Théorie du « déséquilibre contraintes biomécaniques / capacités fonctionnelles »



**Contraintes "scapulaires"**

Charge en main (bras abduction 90°)	Couple art. gléno-humérale
. 0	. 320 N
<b>. 5 Kg</b>	<b>. 960 N</b>
. 10 Kg	. 1,600 N

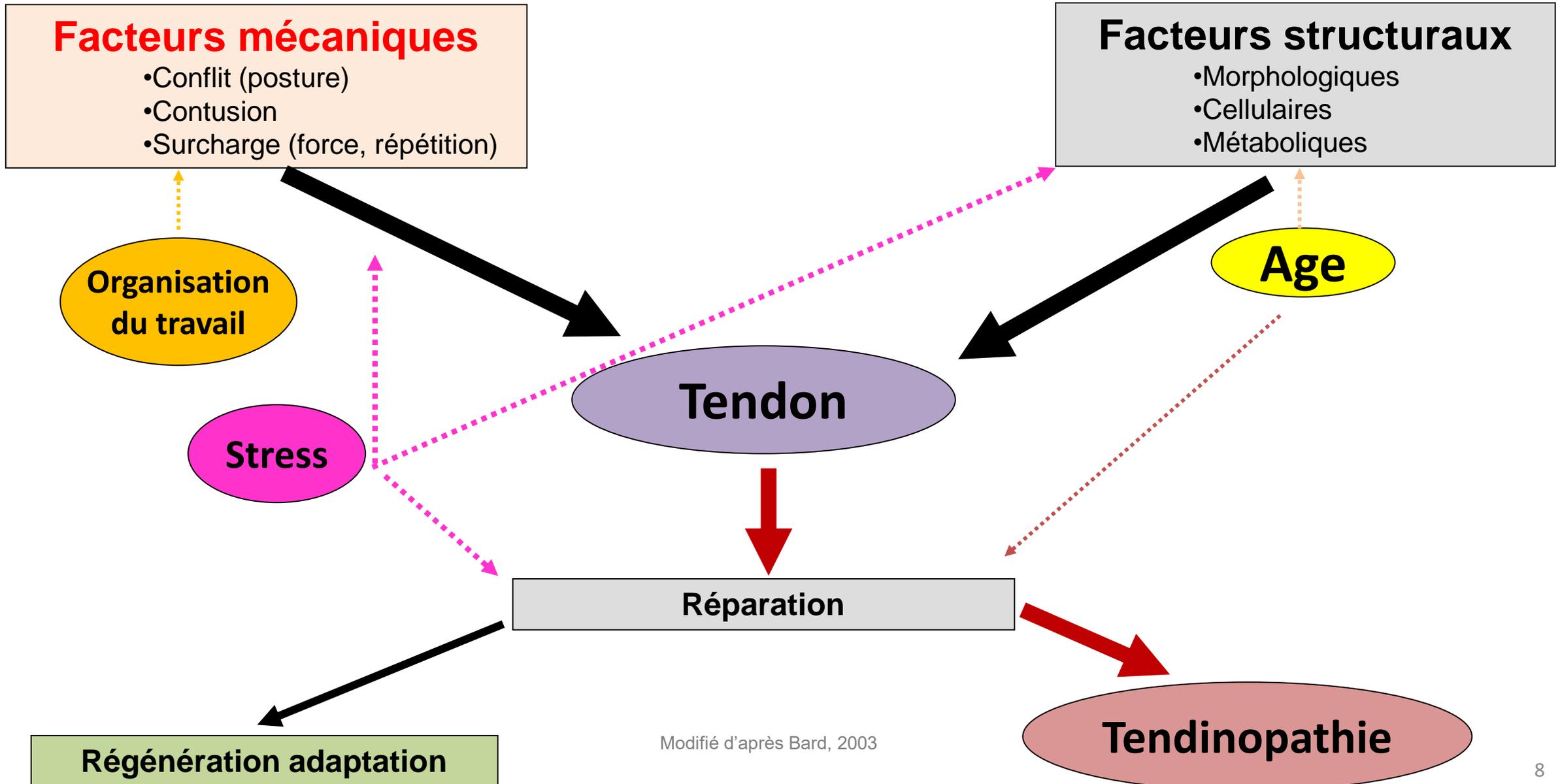
RISQUE



- Evaluation des capacités fonctionnelles ?**
- **Quelle population de référence ?**
  - **Quelle durée d'exposition ?**
    - Effet cumulatif
    - Réduction graduelle de la tolérance tissulaire (fluage)
  - **Quelle latence d'effets ?**

Armstrong 1986; Cnockaert 1993; Mc Gill 1997; Chaffin 2007; Freidvals 2011; Hasenbring 2012

# Physiopathologie des tendinopathies



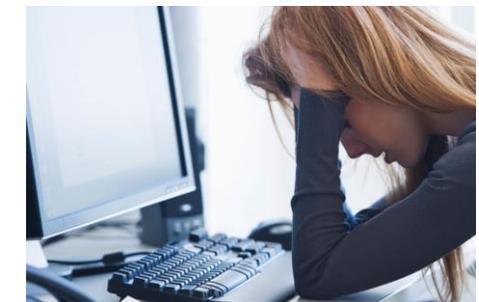
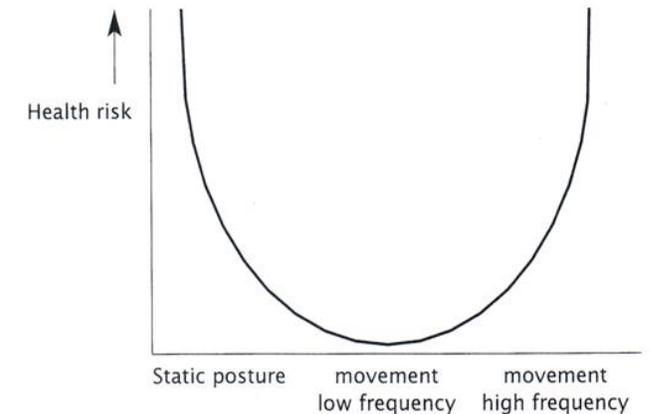
Modifié d'après Bard, 2003

# TMS non spécifiques (myalgies) : hypersollicitation ou hyposollicitation ?

- **Amélioration de l'ergonomie des postes de travail et des instruments** (*écrans, outils, etc.*)
- **Réduction de la charge biomécanique**
- **Intensification des tâches**
  - Recentrage sur les tâches productives
  - Diminutions des pauses / changements de tâches
  - Densification des gestes professionnels
  - Travail assis prolongé – immobilité posturale
  - Charge statique musculaire élevée (*cervico-scapulaire, dorso-lombaire*)
- **Contraintes psychosociales élevées - stress**
- **Hypersollicitation musculo-squelettique de basse intensité prolongée**
- **Prévalence élevée des TMS non spécifiques dans le secteur des services ...**



Winkel & Weestgaard, 2007



# Hypothèse des fibres « cendrillon »

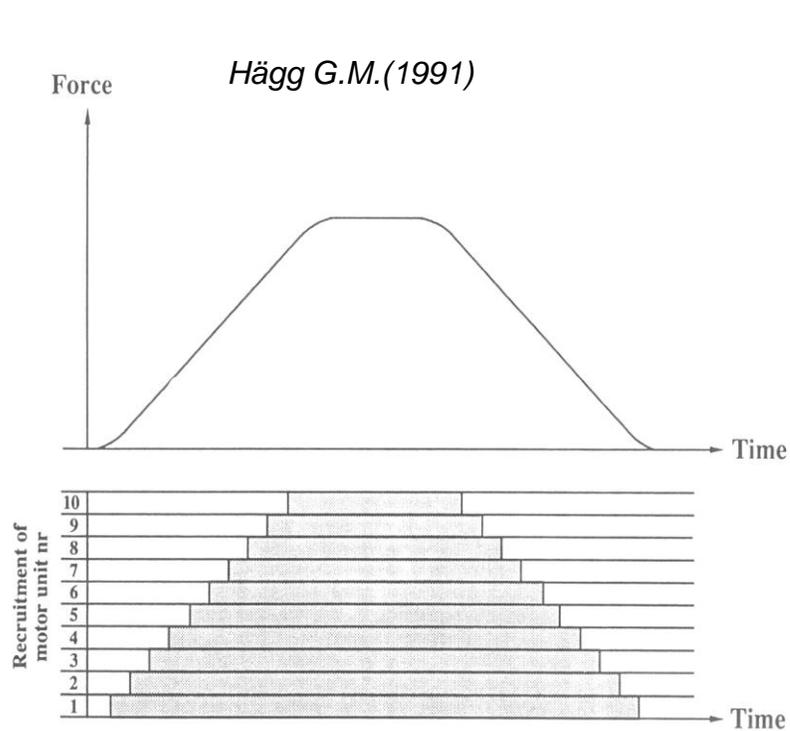
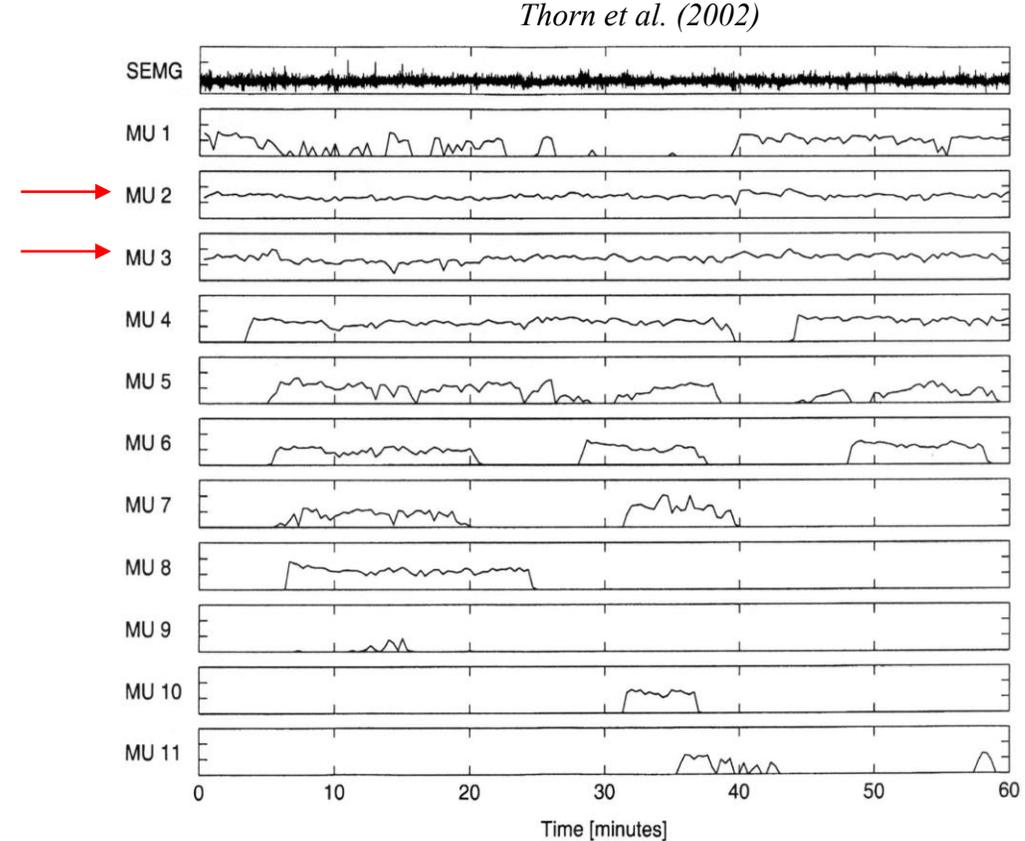
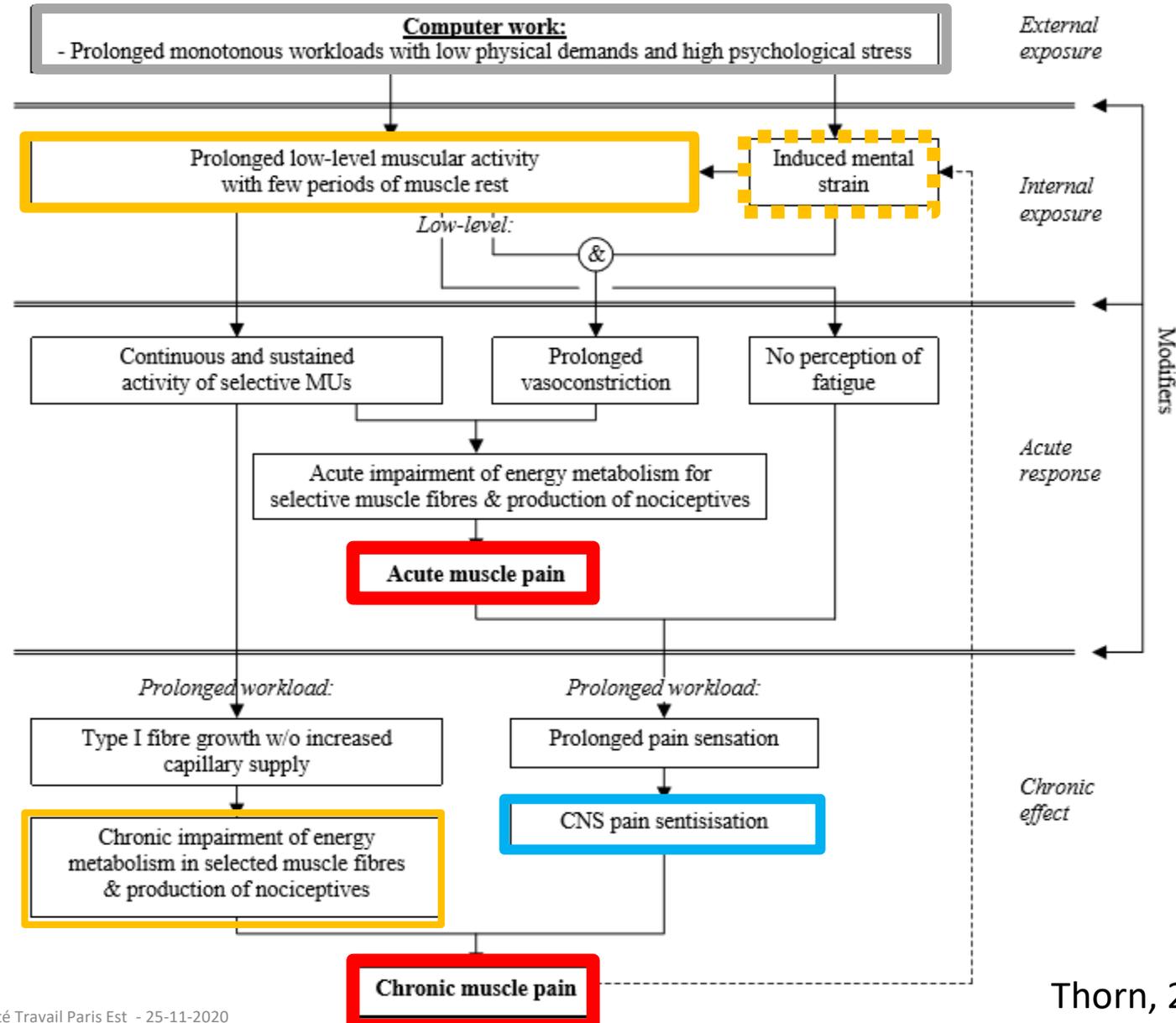


Fig. 1. Schematic demonstration of the ordered recruitment according to Henneman. Top curve: Force development. Bottom curve: Recruitment.



« ...les fibres appartenant à la partie inférieure de la pyramide sont atteintes en premier sur le plan anatomopathologique, du fait d'une trop longue activation et d'un temps de récupération trop faible. Ce phénomène se développe lentement sur plusieurs mois, voire plusieurs années. » (Hägg, 1991)

# Physiopathologie des myalgies chroniques lors du travail statique prolongé



Thorn, 2005

# Facteurs de risque de TMS

- Facteurs individuels
- Facteurs biomécaniques
- **Facteurs psychosociaux au travail**

## 1. Facteurs étiologiques: leviers d'action pour la prévention primaire

### Psychosociaux

Stress professionnel  
 Forte demande psychologique  
 Faible latitude décisionnelle  
 Manque de soutien de la hiérarchie  
 Manque de soutien des collègues  
 Faible reconnaissance dans le travail

## 2. Facteurs pronostiques : Leviers d'action pour la prevention secondaire / tertiaire

- **Facteurs organisationnels**

### Organisationnels

Travail sous contrainte de temps  
 Temps de cycle très court  
 Absence de temps de récupération  
 Rigidité des procédures et contrôles  
 Absence de marges de manœuvre individuelles/collectives  
 Absence des moyens de faire un travail de qualité  
 Monotonie de la tâche  
 Répartition des postes selon le genre

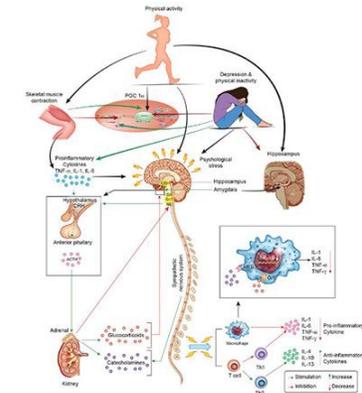
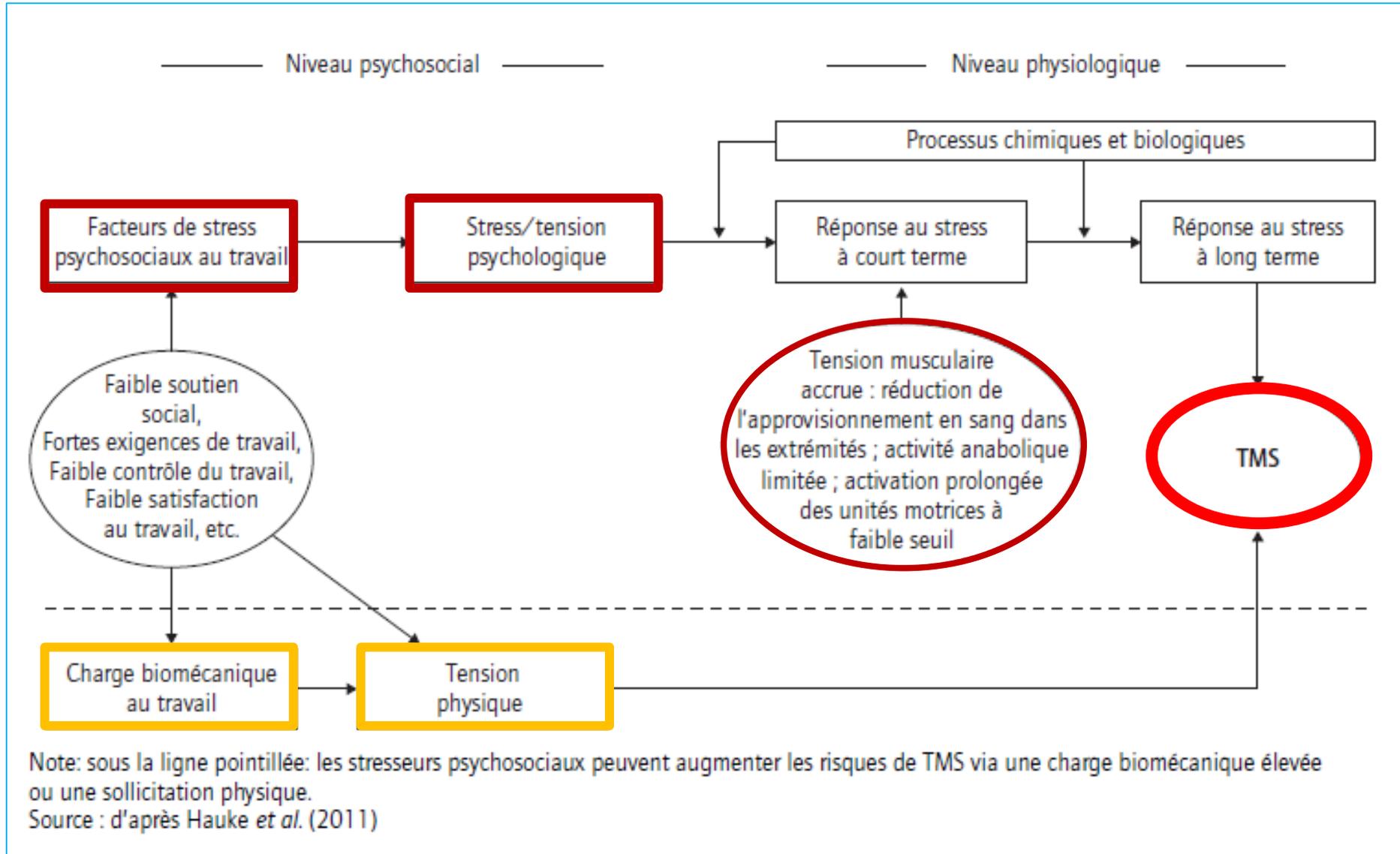
Table 2 Strength of evidence found for relationship to MSDs, by body area, for different risk factors

Body area	Strong evidence	Reasonable evidence	Insufficient evidence
Back and neck	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Psychosocial factors</li> <li>Smoking</li> <li>Gender</li> <li>Posture</li> <li>Comorbidity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heavy physical work</li> <li>Lifting</li> <li>Sedentarism</li> <li>Older age</li> <li>High BMI</li> </ul>
Lower back	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Awkward postures</li> <li>Heavy physical work</li> <li>Lifting</li> <li>Psychosocial factors</li> <li>Younger age</li> <li>High BMI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gender</li> <li>Smoking</li> <li>Comorbidity</li> </ul>
Upper limbs: shoulder	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heavy physical work</li> <li>Psychosocial factors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repetitive work</li> <li>Older age</li> <li>High BMI</li> <li>Sedentarism</li> </ul>
Upper limbs: elbow/forearm	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Awkward postures</li> <li>Comorbidity</li> <li>Repetitive work</li> <li>Older age</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repetitive work</li> <li>High BMI</li> <li>Sedentarism</li> </ul>
Upper limbs: wrist/hand	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prolonged computer work</li> <li>Heavy physical work</li> <li>High BMI</li> <li>Older age</li> <li>Female gender</li> <li>Awkward posture</li> <li>Repetitive work</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Smoking</li> <li>Comorbidity</li> <li>Psychosocial factors</li> </ul>
Lower limbs: non-specific lower limb MSDs	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>None</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comorbidity</li> <li>Psychosocial factors</li> <li>Smoking</li> <li>High BMI</li> </ul>
Lower limbs: hip	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lifting</li> <li>Heavy physical work</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repetitive work</li> </ul>
Lower limbs: knee	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Awkward postures</li> <li>Lifting</li> <li>Repetition</li> <li>Comorbidity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Psychological distress</li> <li>Smoking</li> <li>Heavy physical work</li> <li>High BMI</li> <li>Psychosocial factors (fear avoidance)</li> </ul>
Non-specific MSDs	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comorbidity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Older age</li> <li>Smoking</li> </ul>

Sources: da Costa and Viera, 2010; Coggon et al., 2013<sup>39</sup>

Crawford & Davis, Review of research, policy and practice on prevention of work-related musculoskeletal disorders (MSDs). EU-OSHA, 2020

# Interrelations TMS, facteurs psychosociaux au travail



Douleur  
Tension musculaire  
Modification de la réponse au Cortisol  
Micro-inflammation tissulaire  
TMS

Troubles du sommeil

Fatigue

Anxiété dépression, ...

# Interrelations TMS, facteurs organisationnels et psychosociaux au travail

## Meta-analysis of epidemiological studies:

*Hauke et al, Work & Stress 2011(25);3: 243-256*

### • Méta-analyses (épidémiologie)

- **Modèle Demande-latitude-soutien (Job strain)**
- Modèle déséquilibre Efforts-Récompenses (ERI)
- Justice organisationnelle
- Monotonie des tâches
- Satisfactions au travail
- Détresse psychologique (pronostic)

Table 1. Effects of work-related psychosocial risk factors on the onset of musculoskeletal disorders as found in the meta-analyses. For each risk factor and body region the pooled estimate of effect sizes (and confidence interval) is given, with the *N* of effect sizes below them.

Non-specific MSDs	Neck/shoulder	Upper extremities	Low back	All body regions
Low social support	<b>1.15 (1.05–1.26)</b> 20	<b>1.18 (1.06–1.32)</b> 15	<b>1.22 (1.07–1.38)</b> 13	<b>1.16 (1.10–1.23)</b> 51
High job demands	1.11 (0.97–1.27) 16	<b>1.18 (1.06–1.32)</b> 12	<b>1.34 (1.15–1.58)</b> 13	<b>1.19 (1.11–1.29)</b> 43
Low job control	<b>1.16 (1.05–1.29)</b> 11	1.24 (1.00–1.54) 5	<b>1.37 (1.01–1.84)</b> 8	<b>1.21 (1.10–1.32)</b> 26
Low decision authority	<b>1.70 (1.22–2.38)</b> 3	<b>1.67 (1.04–2.69)</b> 4	1.19 (0.99–1.44) 3	<b>1.56 (1.24–1.95)</b> 11
Low skill discretion	0.95 (0.63–1.44) 5	1.32 (0.97–1.80) 7	<b>1.40 (1.01–1.92)</b> 8	<b>1.24 (1.01–1.50)</b> 20
Low job satisfaction	1.11 (0.95–1.30) 7	<b>1.19 (1.03–1.38)</b> 6	<b>1.59 (1.29–1.97)</b> 10	<b>1.28 (1.13–1.45)</b> 23
High job strain	<b>1.43 (1.25–1.62)</b> 13	1.09 (0.85–1.39) 5	<b>1.40 (1.10–1.80)</b> 4	<b>1.35 (1.22–1.50)</b> 22
High job insecurity	– 1	– 0	0.85 (0.43–1.69) 2	1.12 (0.87–1.45) 4
Stressful work	– 1	1.56 (0.57–4.23) 2	1.22 (0.96–1.55) 3	1.15 (0.94–1.40) 6
Psychological distress	1.27 (0.85–1.90) 4	<b>1.71 (1.31–2.23)</b> 3	1.40 (0.73–2.66) 2	<b>1.46 (1.19–1.78)</b> 9

Note: Bold type indicates statistically significant results ( $p < .05$ ).

# Interrelations TMS, facteurs organisationnels et psychosociaux au travail

## Work-related risk factors for specific shoulder disorders : a systematic review and meta-analysis

van der Molen HF, et al. *Occup Environ Med* 2017;74:745–755.

**Table 3** Quality of the evidence for the relationship between risk factors and specific soft tissue shoulder disorders according to the GRADE framework

	Number of participants	Number of cases	Number of studies	Phase of investigation 1=explorative 2/3=explanatory Phase 1: ↓	Study limitations Study quality majority of studies <11/16: ↓	Inconsistency I <sup>2</sup> >50% or one study: ↓	Indirectness Yes: ↓	Imprecision CI effect size (<1 and >2, range >2) Yes: ↓	Publication bias Yes or unclear: ↓	Effect size OR (95% CI) Lower limit OR>2.0: ↑	Exposure-response gradient (dose effect) Majority of studies: ↑	Overall quality of evidence
Force exertion	2 412 945	16 199	5	2	Lower 'risk of bias'	66%↓	No	No	Unclear↓	1.53 * (1.25 to 1.87)	2/5	Low
Arm elevation	2 400 231	14 844	4	2	Lower 'risk of bias'	50%	No	No	Unclear↓	1.91 * (1.47 to 2.47)	2/4	Moderate
Repetition	2 410 706	15 620	3	2	Lower 'risk of bias'	95%↓	No	No	Unclear↓	1.42 * (0.91 to 2.22)	1/3	Low
Shoulder load	2 397 992	14 265	2	2	Lower 'risk of bias'	0%	No	No	Unclear↓	2.00 * (1.90 to 2.10)	1/2	Moderate
Hand-arm vibration	2 387 952	15 973	4	2	Lower 'risk of bias'	99%↓	No	No	Unclear↓	1.34 * (1.01 to 1.77)	1/4	Low
Job demands	50 841	1 996	3	2	Lower 'risk of bias'	62%↓	No	No	Unclear↓	1.12 * (1.01 to 1.25)	0/3	Low
Social support	38 966	692	3	2	Lower 'risk of bias'	61%↓	No	No	Unclear↓	1.05 (0.83 to 1.33)	0/3	Low
Decision latitude	13 439	1 439	2	2	Lower 'risk of bias'	84%↓	No	No	Unclear↓	1.08 (0.89 to 1.31)	0/2	Low
Job control	37 402	557	1	2	Lower 'risk of bias'	One study↓	No	No	Unclear↓	1.22 * (1.00 to 1.50)	0/1	Low
Job security	725	84	1	2	Lower 'risk of bias'	One study↓	No	No	Unclear↓	1.12 (0.93 to 1.36)	0/1	Low
Work with temporary workers	614	45	1	2	Lower 'risk of bias'	One study↓	No	Yes↓	Unclear↓	2.2 * (1.2 to 4.2)	0/1	Very low

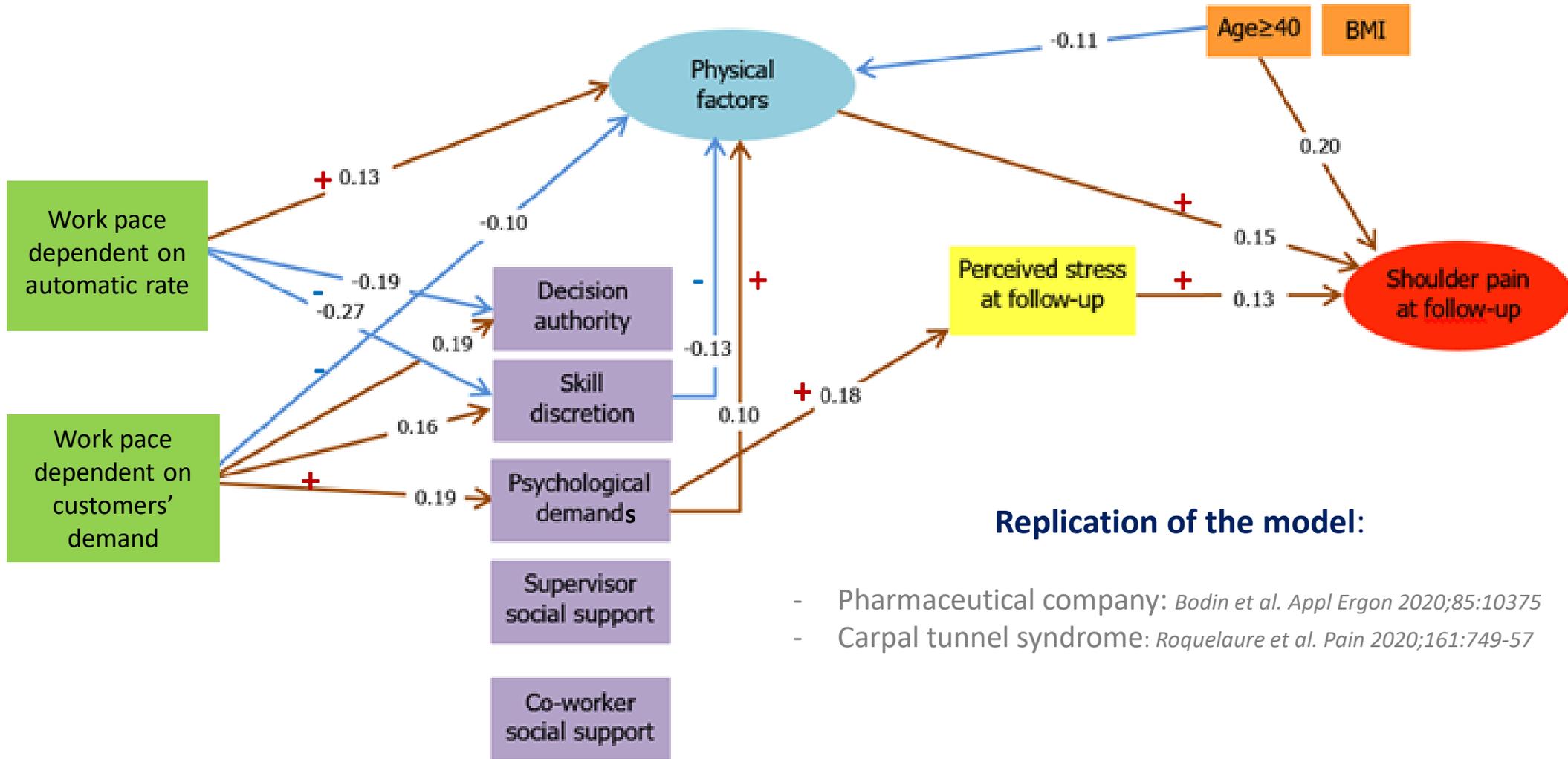
GRADE, Grades of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation.

↓ signifies a downgrade of quality of the evidence; ↑ signifies an upgrade of quality of the evidence.

# Interrelations TMS, facteurs organisationnels et psychosociaux au travail

## Risk Factors for Shoulder Pain in the Cosali cohort: A Structural Equation Model

Bodin et al. Am J Epidemiol. 2018;187(2):206–213

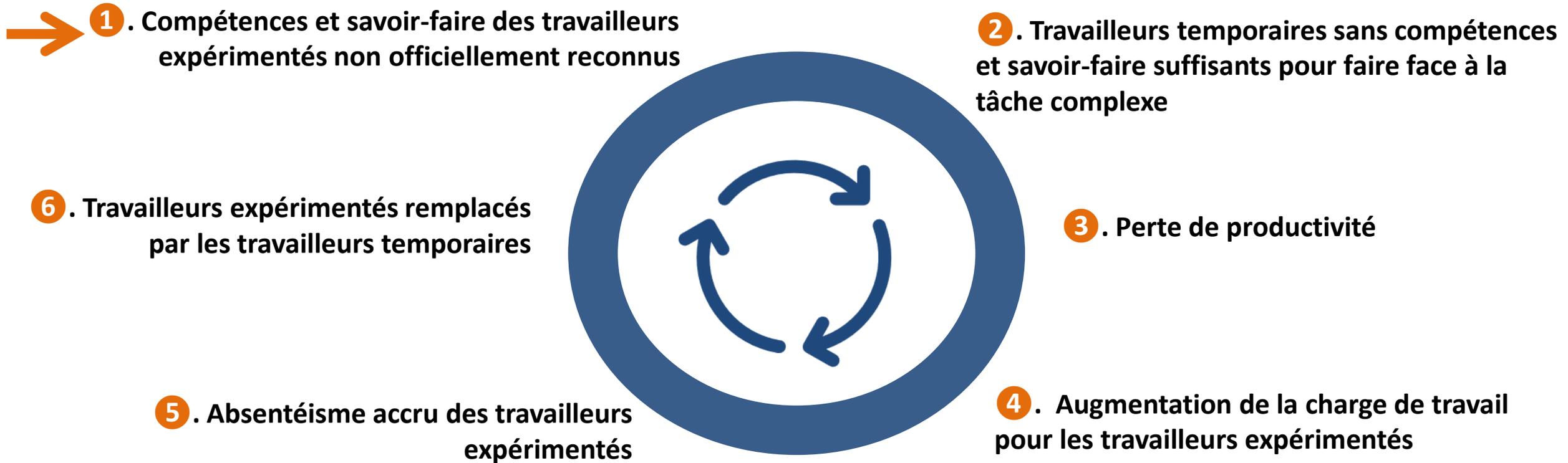


### Replication of the model:

- Pharmaceutical company: Bodin et al. Appl Ergon 2020;85:10375
- Carpal tunnel syndrome: Roquelaure et al. Pain 2020;161:749-57

# Interrelations TMS, facteurs organisationnels et psychosociaux au travail

- **Ergonomie : effets délétères du travail temporaire**

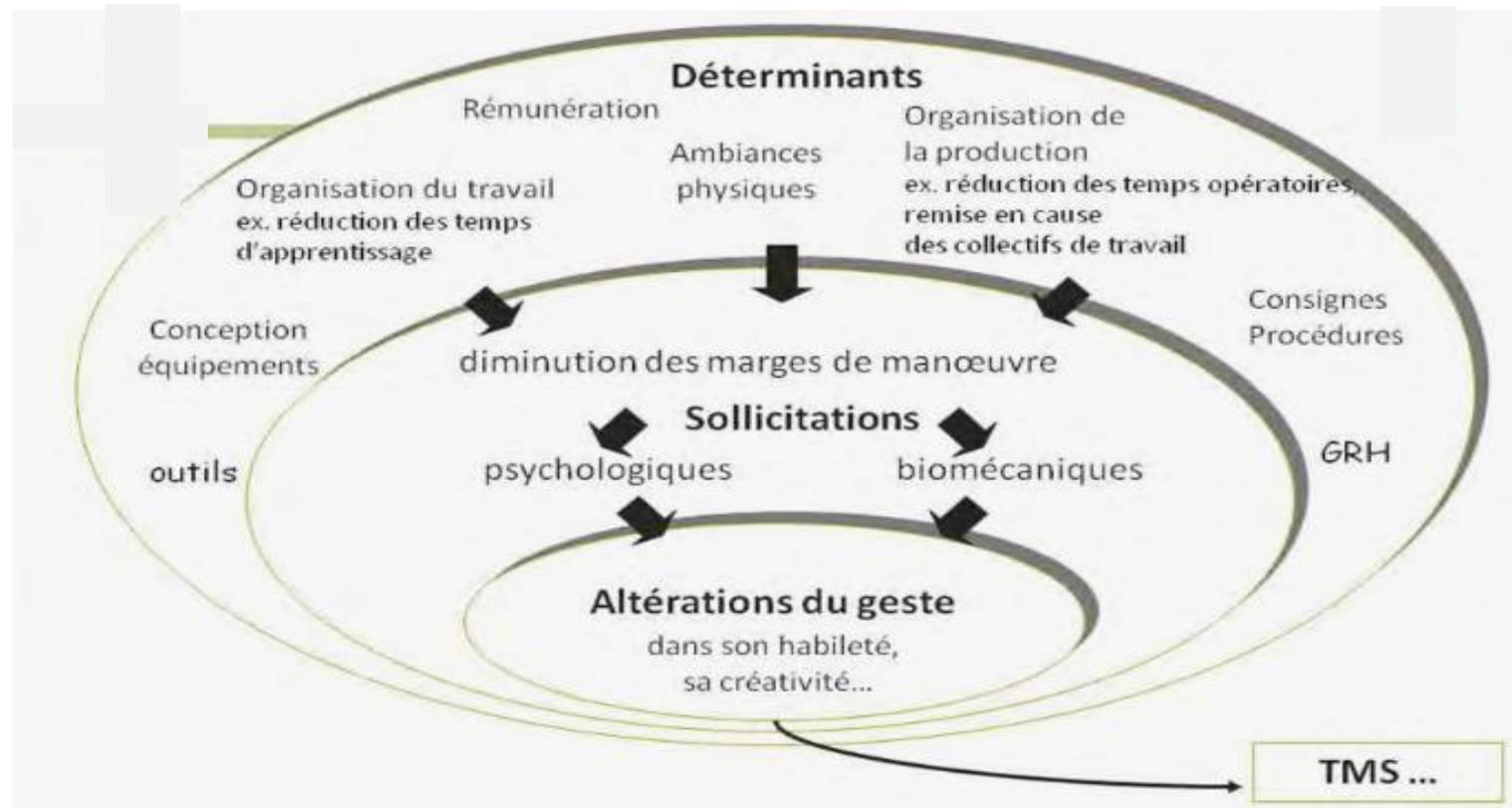


*Adapté de Franchi et al, Anact (1995)*

- **Cohorte COSALI** : risque augmenté de pathologie de l'épaule et de SCC chez les travailleurs intérimaires et les collègues en CDI des travailleurs intérimaires (*Bodin et al SJWEH 2012; Rigouin et al IAOEH 2013; Petit et al Appl Ergon 2015*)

# Interrelations TMS, facteurs organisationnels et psychosociaux au travail

## « Le modèle du faisceau de causes »



**Sens du geste – concept de geste “empêché”** : hyposollicitation des habiletés et compétences professionnelles (Y Clot, 2005)

**L’augmentation des marges de manœuvre**, individuelles ou collectives, des travailleurs est un facteur de prévention des risques de TMS lorsqu’elle permet de déployer compétences et savoir faire liés au métier pour réaliser des gestes professionnels dans toute leur plénitude et effectuer ainsi un travail de qualité

(F Daniellou, 1998; F Bourgeois et al, 2006, F Hubault, 2010, Y Roquelaure, 2018)

# Implications pour la prévention (1) ....

## 1. Interrelations des TMS et des RPS par leurs mécanismes bio-psycho-sociaux et leurs déterminants liés à l'organisation du travail et aux pratiques managériales

## 2. Evolution des modèles de prévention et d'intervention

- Saisir et débattre de la complexité des déterminants des TMS pour enrichir la prévention
- Dépasser la vision techno-centrée de la prévention
- Interroger les modèles productifs, managériaux et organisationnels
- Discuter (« disputer ») la dualité de l'organisation du travail comme cause et solution des TMS
- Dialogue social et représentation partagée des déterminants et leviers d'action
- Méthodologie participative de conduite de projets ergonomiques
- Stratégies d'accompagnement des entreprises dans la durée
- Stratégies de prévention plus globales et mieux intégrées

# Implications pour la prévention (2)....

## 3. Promotion de la prévention « universelle » primordiale

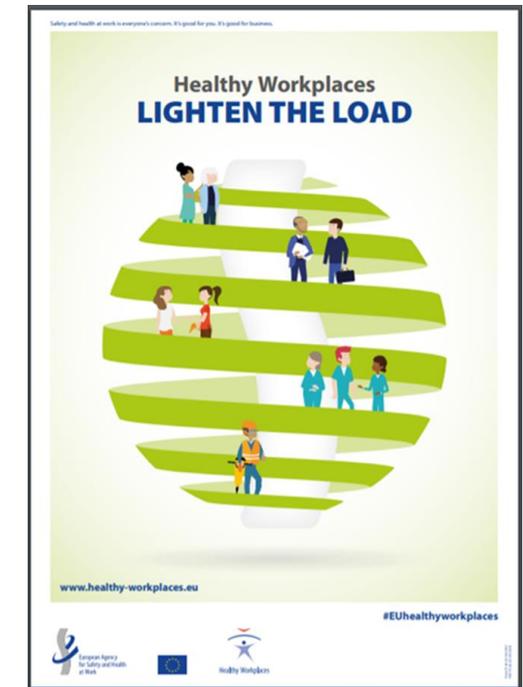
- Enjeu d'efficacité durable humainement, socialement et écologiquement
- Intégration des impacts sociaux et sanitaires dans les modèles économiques et managériaux (*effet pandémie Covid-19?*)
- Politiques économiques et stratégies d'entreprise incluant la prévention globale et intégrée de la santé au travail
- Réflexion sur les « conditions d'un travail soutenable tout au long de la vie »

## 4. Dimension européenne de la prévention des TMS

- Actions au niveau des organismes internationaux (*OIT, EU-OSHA, ...*)
- Evolution de la Directive 89/391/EEC ?
- Promotion des services de santé au travail
- Evolution des directives en relation avec les TMS (*machines, écran, vibration, etc.*) ?
- Projet de directive « anti-TMS » ?
- Chartes éthiques et labels garantissant que les biens et services ont été produits dans des conditions de travail soutenables de bonnes pratiques (*Roquelaure, 2018*)



Pierre Nenny « Que du Bonheur au Travail ... » 2013

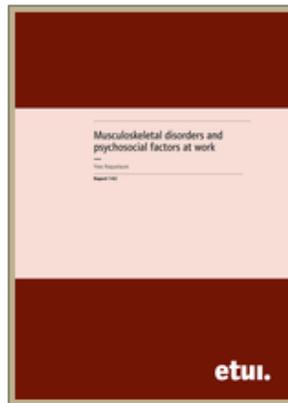


# Merci pour votre attention !

## RAPPORTS

### Troubles musculo-squelettiques et facteurs psychosociaux au travail

Yves Roquelaure



**Date de publication :** 2018

**Nombre de pages :** 82

**Auteur(s) :**

Yves Roquelaure

Ce rapport présente l'état des connaissances scientifiques sur la façon dont les facteurs psychosociaux influencent les troubles musculo-squelettiques (TMS). Il analyse l'impact des TMS sur l'aptitude au travail et la qualité du travail. Près de 40 millions de travailleurs en Europe souffrent de TMS des membres et du dos, ce qui en fait la maladie professionnelle la plus répandue dans l'UE. L'objectif de ce rapport est d'influencer les efforts d'intervention et de fournir des recommandations scientifiquement fondées pour améliorer la santé des travailleurs européens.

Collection: 142

ETUI, Bruxelles, ISBN 978-2-87452-508-7,  
ISBN 978-2-87452-509-4 (pdf)

Pour plus d'informations, contactez

- [Veerle Raes](#)



#### PUBLICATIONS ASSOCIÉES



Les troubles musculo-squelettiques : un enjeu majeur de prévention des risques professionnels en Europe

Yves Roquelaure (Laboratoire d'Ergonomie et d'Épidémiologie en Santé au Travail)



Classification de méthodes d'évaluation et/ou de prévention des risques de troubles musculosquelettiques

Jacques Malchaire (Université catholique de Louvain)