

NOUVELLES FORMES DE TRAVAIL A L'ERE NUMERIQUE: IMPLICATIONS EN MATIERE DE RISQUES PSYCHOSOCIAUX ET DE TROUBLES MUSCULOQUELETTIQUES

Box 1: Context

The contextual basis for this work is provided by the Healthy Workplaces Campaign 2020-2022 focusing on MSDs (musculoskeletal disorders), organised by the European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA).

This article will present the current state of scientific knowledge on the way in which psychosocial factors influence the genesis of work-related MSDs (WRMSDs), their development and their impact on work.

1. Introduction

La numérisation de l'économie a déjà considérablement modifié la nature et l'organisation du travail dans toute l'Europe, notamment le temps de travail, le lieu de travail, l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) (par exemple, le télétravail, le travail sur plateforme, le travail mobile basé sur les TIC) et les statuts professionnels (EU-OSHA, 2018; McKinsey Global Institute, 2020). L'industrie «4.0» repose sur la poursuite de la transition numérique et sur l'automatisation des tâches ainsi que sur l'intégration des TIC, telles que l'internet des objets (IdO; interconnexion entre les objets et les personnes au moyen de réseaux de communication), l'intelligence artificielle (IA), les systèmes en nuage, la robotique collaborative (cobots), la fabrication additive, l'analyse des mégadonnées et les systèmes cyberphysiques (Neumann et al., 2021). Ces systèmes permettent de nouvelles formes d'organisation du travail et de nouvelles méthodes de travail, notamment les «usines intelligentes» et les «plateformes en ligne», dans lesquelles les humains, les machines et les produits communiquent entre eux par des moyens à la fois physiques et virtuels (EU-OSHA, 2019c).

©Andreas Rudolf Ruhmaseder



Selon une étude prospective de l'EU-OSHA (EU-OSHA, 2018) et des recherches continues dans le domaine de la numérisation et de la sécurité et de la santé au travail (SST) (EU-OSHA, 2021a, 2021b), la numérisation et les nouvelles formes de travail pourraient constituer un processus à double face en 2025, dont il est difficile de prévoir la part relative des aspects positifs et négatifs. Cette révolution peut éventuellement renforcer la productivité et la croissance économique en Europe, mais elle peut aussi accroître les inégalités sociales et dans le domaine de la santé au sein de la population active. De même, il pourrait y avoir des gains importants dans les emplois plus qualifiés, mais aussi des pertes

significatives dans les emplois moyennement qualifiés. Des changements majeurs dans la nature du

travail et la répartition des emplois entre les secteurs sont attendus, ce qui rendra la main-d'œuvre plus diversifiée et dispersée, avec de fréquents changements d'emploi et du télétravail.

Encadré 2: Une approche méthodologique interdisciplinaire a été choisie pour synthétiser les résultats concernant les troubles musculo-squelettiques liés au travail (TMSLT) et les facteurs psychosociaux au travail dans la littérature scientifique de diverses disciplines (biomécanique, neurobiologie, psychologie, épidémiologie, sociologie, gestion et ergonomie). En raison du nombre relativement faible d'études sur l'incidence des nouvelles formes de travail et de la numérisation sur, d'une part, l'exposition aux facteurs de risque psychosociaux au travail et, d'autre part, les TMSLT, un examen narratif sera réalisé. Les principales bases de données (PubMed, Web of Sciences, Scopus, Psych Info, Google scholar) ont été étudiées (articles en anglais et en français), ainsi que la littérature grise des principales agences internationales sur l'économie, les statistiques, le travail (OCDE, OIT, Eurofound, Commission européenne, Institut syndical européen, Eurostat), la santé et la sécurité au

2. Contexte de la numérisation et des nouvelles formes de travail

2.1. La numérisation de l'économie

La numérisation de l'économie est un phénomène complexe et protéiforme qui couvre un large éventail d'emplois et de conditions de travail à la suite de la généralisation de la robotisation sous toutes ses formes (matérielles et virtuelles), de nouvelles formes de travail (par exemple, le travail à distance et le travail virtuel, y compris le télétravail), de nouvelles formes d'emploi ou la «plateformisation» des formes de travail «standard» des salariés/employeurs [par exemple, les plateformes numériques pour «intercéder» entre les prestataires individuels (travailleurs de plateforme) et les acheteurs de main-d'œuvre, ou pour attribuer des tâches aux salariés et contrôler leurs performances] et de nouveaux modèles d'entreprise (par exemple, l'économie de plateforme) (Degryse, 2017; Bérastégui, 2021). En fonction du rythme d'adoption de l'automatisation, 22 % des activités professionnelles actuelles (soit 53 millions d'emplois) dans l'UE pourraient être automatisées d'ici à 2030, dans l'hypothèse d'un scénario médian. Plus de la moitié de la main-d'œuvre européenne sera confrontée à d'importantes transitions professionnelles nécessitant l'acquisition de nouvelles compétences (McKinsey Global Institute, 2020).

La robotisation comprend tous les phénomènes d'informatisation et d'automatisation pour réaliser des tâches routinières, et non routinières, manuelles et cognitives (usines intelligentes, voitures sans conducteurs, imprimantes tridimensionnelles (3D), systèmes algorithmiques de gestion et de contrôle des processus de production, IA, etc.) (Degryse, 2017). La robotisation dans le secteur de la production



et la numérisation de la chaîne d'approvisionnement vont profondément modifier la manière dont les produits sont conçus et fabriqués et, partant, l'organisation du travail et l'environnement de travail. L'industrie 4.0 peut ouvrir des possibilités d'amélioration de la SST en réduisant les tâches physiquement exigeantes et en éloignant les travailleurs des environnements dangereux; cependant, elle peut aussi faire naître davantage de défis en augmentant l'isolement social et les facteurs de stress psychosociaux (EU-OSHA, 2018; Robelski et Sommer, 2020; Neumann et al., 2021).

Les nouvelles formes de travail dans l'économie numérique reposent sur une connectivité universelle, des données et de nouvelles formes d'appareils mobiles (téléphones portables, tablettes, etc.), permettant d'accéder à l'internet à tout moment et en tout lieu ainsi qu'à des sites web dynamiques (plateformes en ligne), créant ainsi des places publiques ou des places de marché numériques (EU-OSHA, 2017). Les plateformes numériques facilitent ou «intercèdent» les services en ligne ou sur place fournis par un individu à un client sur un réseau (par exemple, Facebook), permettent l'accès à des services physiques à la demande (par exemple, Uber ou Deliveroo), y compris des services commerciaux (par exemple, Amazon), et permettent l'accès à un marché du travail virtuel sur lequel les travailleurs peuvent fournir des services (par exemple, des micro-tâches en ligne telles que le marquage de photos ou la révision de contenu ou encore les services professionnels, comme le codage, la programmation, l'architecture et les services de conception). Les plateformes permettent de faire correspondre l'offre et la demande de ces services. Les mégadonnées permettent la fusion par les plateformes internet de masses colossales de données commerciales, personnelles et géographiques directement exploitables.

De nouveaux modèles commerciaux basés sur l'externalisation en ligne (par exemple Upwork, Amazon Mechanical Turk, Freelancer) se développent grâce aux réseaux à haut débit. Selon Huws (2020), environ 2,9 % des travailleurs des sept pays européens¹ à l'étude ont tiré au moins 50 % de leurs revenus du travail sur plateforme en 2016-2017. Au Royaume-Uni, où des données sur les tendances sont disponibles, le secteur connaît une croissance rapide, avec un doublement au cours des trois dernières années (2016-2019): Un adulte actif sur 10 effectue désormais un travail sur plateforme au moins une fois par semaine (Huws, 2020).

Le travail sur plateforme est intimement lié à une tendance générale au travail précaire et informel en dehors des réglementations existantes en matière de protection du travail (Huws et al., 2020). **De nouvelles formes de travail** employant de nouveaux types de travailleurs apparaissent, comme le **travail participatif**, dans lequel une myriade de travailleurs (la «multitude») peut travailler 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 presque partout (Degryse, 2017; Bérastégui, 2021). Cette tendance concerne également les formes traditionnelles «standard» de travail, qui sont de plus en plus exposées à la plateformesation, entraînant une fragmentation croissante des tâches, qui sont attribuées au moyen de plateformes numériques, et un contrôle renforcé de leurs performances. Cette évolution peut être un processus à double face, avec des gagnants et des perdants plus ou moins nombreux, entraînant le développement, d'une part, du **micro-travail** — un travail mal rémunéré (à la tâche) nécessitant peu de qualifications pour effectuer de petites tâches — et, d'autre part, du **travail indépendant (freelance) en ligne** — impliquant des travailleurs indépendants qualifiés (traducteurs, comptables, etc.) cherchant de nouveaux clients et fixant leurs propres conditions et tarifs (Degryse, 2017). Des exemples archétypes sont la plateforme Amazon Mechanical Turk pour le premier et la plateforme Upwork pour le second (Degryse, 2017). Contrairement aux travailleurs affectés à une plateforme de micro-travail, offrant très peu de marge de manœuvre opérationnelle ou de potentiel d'évolution professionnelle, les travailleurs indépendants en ligne peuvent adapter leurs activités professionnelles à leurs besoins et à leurs obligations non professionnelles (Kotera et Correa Vione, 2020).

La numérisation du travail accélère les tendances à long terme d'une organisation du travail en constante évolution, qui ont débuté il y a 20 ou 30 ans, avec une **flexibilité temporelle** (variation du nombre d'heures de travail et du moment du travail, par exemple l'horaire flexible) et une **flexibilité spatiale** accrues (permettant d'effectuer des tâches professionnelles presque partout, notamment à domicile). Les organisations très flexibles nécessiteraient des pratiques de gestion participative pour compenser le manque d'interactions en face à face (Kotera et Correa Vione, 2020). Cependant, la complexité peut souvent être résolue par diverses formes de «taylorisme numérique», qui repose sur une prescription de travail très stricte et une surveillance numérique étroite des performances des travailleurs. Ces pratiques de gestion algorithmique et cette surveillance numérique réduisent la marge

¹ Autriche, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Suède, Suisse et Royaume-Uni.

de manœuvre opérationnelle des travailleurs et impliquent de nouveaux risques en matière de SST. Comme pour la numérisation, de telles **pratiques de gestion** peuvent, selon le contexte de mise en œuvre, influencer positivement la santé au travail, en accroissant l'autonomie et le développement professionnel des travailleurs, ou négativement, en augmentant l'exposition aux facteurs de stress psychosociaux. Selon l'enquête sur les entreprises en Europe de 2019 (Eurofound, 2020b), environ la moitié des établissements de l'UE-27 et du Royaume-Uni ont utilisé l'analyse de données pour améliorer les processus (24 %), surveiller les salariés (5 %) ou les deux (22 %).

L'expansion de l'économie numérique renforcera les changements structurels de la segmentation du marché du travail par **catégories d'âge et de sexe** (McKinsey Global Institute, 2020). Dans de nombreux pays, le nombre de travailleurs âgés utilisant les TIC augmente rapidement (Borle et al., 2021), tandis que l'allongement de la vie professionnelle dû à l'insuffisance des droits à pension, aux régimes de retraite partielle et au cumul d'emplois après la retraite est favorisé par l'économie numérique (Degryse, 2016). Cela peut contribuer à contrebalancer le vieillissement de la main-d'œuvre européenne, en exposant les **travailleurs âgés**, qui sont les plus vulnérables, aux troubles musculosquelettiques liés au travail (TMSLT) pendant de plus longues périodes (Roquelaure, 2018).

3. Effets de la numérisation et des nouvelles formes de travail sur les TMSLT

3.1. Liens entre les facteurs biomécaniques, organisationnels et psychosociaux au travail et les TMSLT

Les TMSLT représentent, avec les problèmes psychosociaux liés au travail, le principal problème de santé au travail en Europe selon les enquêtes européennes périodiques sur les conditions de travail (EWCS) (EWCS, 2005, 2010, 2015) et les enquêtes ESENER (EU-OSHA, 2019e). Les TMS sont une source majeure de douleur et d'inconfort dans la plupart des secteurs et des professions, entraînant une invalidité, un congé de maladie de longue durée et une perte d'emploi dans les cas chroniques les plus graves (environ 5 à 10 % de l'ensemble des cas) (Roquelaure, 2018).

Il existe un consensus sur la **nature multifactorielle des TMSLT** (EU-OSHA, 2020f) impliquant des facteurs biomécaniques, organisationnels et psychosociaux liés au travail, en plus des facteurs personnels et médicaux. Ces facteurs sont interdépendants et peuvent intervenir à la fois comme a) facteurs étiologiques, influençant l'apparition d'un épisode de douleur ou d'une déficience fonctionnelle importante, et/ou comme b) facteurs pronostiques de chronicité ou d'invalidité à long terme (Roquelaure, 2018).

Les principaux facteurs de risque biomécaniques liés au travail pour les TMSLT sont la charge de travail physique, la répétitivité des mouvements, l'intensité de la force, les postures inconfortables, l'exposition à des vibrations transmises dans les mains et à l'ensemble du corps et à des pressions localisées (da Costa et Vieira, 2010; Kozak et al., 2015; van der Molen et al., 2017; Roquelaure, 2018; EU-OSHA, 2019f, 2020e, 2020f). Schématiquement, deux catégories de situations de travail présentent un risque élevé de TMSLT:

- a. **les tâches motrices dynamiques intensives** nécessitant des mouvements répétitifs et/ou énergiques («surmenage des tissus mous périarticulaires»), entraînant des douleurs musculaires, des tendinites et des syndromes canaux, tels que fréquemment observés chez les travailleurs européens des secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des services (EU-OSHA, 2020f);
- b. **un travail statique prolongé de faible intensité** («sous-utilisation des tissus mous périarticulaires»), entraînant une augmentation de l'apparition et/ou une persistance de douleurs axiales non spécifiques, telles que fréquemment signalées par les employés de bureau effectuant des tâches exigeantes sur le plan visuel et cognitif (Roquelaure, 2018; EU-OSHA, 2020f). En ce qui concerne le point b), les postures statiques contraintes prolongées en cas de travail sédentaire, qui entraînent une activation soutenue des unités motrices musculaires de type I, peuvent conduire à un dysfonctionnement des unités motrices, à une activation des voies nociceptives et à une centralisation de la douleur, qui, à leur tour, déclenchent des douleurs au niveau du cou et de l'épaule, ainsi que des douleurs dorsales et lombaires (Johansson et al, 2003; Visser et van Dieën, 2006; Heneghan et Rushton, 2016).

Les facteurs psychosociaux au travail peuvent influencer l'apparition et/ou la persistance des TMSLT, soit par une exposition biomécanique accrue, soit en déclenchant les mécanismes de stress (Roquelaure, 2018; EU-OSHA, 2020f). L'exposition persistante à des facteurs de stress psychosociaux entraîne une dérégulation des systèmes de stress interagissant avec le système musculosquelettique par plusieurs voies: a) l'éveil du système nerveux central; b) l'activation de la voie catécholaminergique



©David Tijero Osorio

(système nerveux végétatif) augmentant la tension musculaire, diminuant les micropauses de l'activité musculaire et altérant les capacités de réparation des tissus; c) l'activation du cortex hypothalamus-hypophyse-glande surrénale (HPA) impliqué dans la neurobiologie de la douleur; et d) la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires (système immunitaire) favorisant la centralisation de la douleur et la micro-inflammation des tissus mous (Eijkelhof et al., 2013; Taib et al., 2016). Le stress lié au travail peut affecter indirectement l'activité musculaire par des changements comportementaux affectant la coordination et l'efficacité des mouvements et le «style de travail» (par exemple, rythme de travail accru, forces élevées sur le clavier et la souris, périodes de repos moins nombreuses) (Roquelaure, 2018). Les associations entre les facteurs psychosociaux et les TMSLT fonctionnent dans les deux sens: les facteurs

psychosociaux peuvent provoquer des TMSLT, mais le fait d'avoir un TMSLT peut avoir des conséquences négatives, notamment une mauvaise santé psychologique (EU-OSHA, 2021g).

Plusieurs facteurs psychosociaux au travail peuvent produire, seuls ou en combinaison, des effets synergiques avec exposition biomécanique sur l'apparition et/ou la persistance des TMSLT (Vargas-Prada et Coggon, 2015; EU-OSHA, 2020f). Le niveau de preuve épidémiologique le plus élevé concerne les facteurs liés au modèle «exigences-contrôle du travail». Ce modèle postule que la situation combinant une demande psychologique élevée et une latitude décisionnelle faible («job strain») augmente le risque de TMSLT, en particulier lorsqu'elle est associée à un faible soutien social («iso-strain») de la part des superviseurs et/ou des collègues (Hauke et al., 2011; Lang et al., 2012; EU-OSHA, 2013; Kraatz et al., 2013; Vargas-Prada et Coggon, 2015; Prakash et al., 2017; van der Molen et al., 2017; Mansfield et al., 2018; Amiri et Behnezhad, 2020). Certains facteurs psychosociaux peuvent avoir un effet modérateur: par exemple, un bon soutien de la part des collègues ou des superviseurs peut compenser les effets négatifs des exigences professionnelles élevées (EU-OSHA, 2021g). Des niveaux de preuve plus faibles soutiennent les interrelations entre les TMSLT et d'autres facteurs psychosociaux au travail, comme le déséquilibre effort/récompense (Rugulies et Krause, 2008; Koch et al., 2014; Siegrist et al., 2019), l'ambiguïté des rôles, le manque d'équité, les préoccupations éthiques, les conflits avec les valeurs professionnelles et la satisfaction au travail (Eatough et al., 2012; Davezies, 2013; Pekkarinen et al., 2013; Vargas-Prada et Coggon, 2015; Juvani et al., 2016; Buruck et al., 2019). À notre connaissance, aucune étude ne suggère une relation causale et directe entre les facteurs de risque psychosociaux et les TMSLT de manière isolée, les facteurs de risque physiques y contribuant invariablement. En effet, lors du calcul, dans les études, de l'ampleur de l'effet (par exemple Roquelaure et al., 2020), les facteurs physiques ont généralement joué un rôle plus important dans le développement des TMSLT (bien que les facteurs psychosociaux soient pertinents) (EU-OSHA, 2021g).

Les caractéristiques de l'organisation du travail, les pratiques de gestion et les stratégies en matière de ressources humaines génèrent des effets dominos sur les conditions de réalisation du travail et, partant, sur l'exposition aux facteurs biomécaniques et psychosociaux liés au travail (Westgaard et Winkel, 2011; Roquelaure, 2018). Ces effets en cascade expliquent pourquoi les changements attendus dans l'organisation du travail et les pratiques de gestion résultant de la numérisation de l'économie peuvent avoir des conséquences majeures sur le risque de TMSLT.

Selon les modèles conceptuels associant l'organisation du travail et les facteurs psychosociaux au travail aux TMSLT (Roquelaure, 2018; EU-OSHA, 2019f), le cheminement commence par a) les environnements économique, social et politique (**niveau macro**), puis b) l'organisation de la production,

l'organisation du travail et les pratiques de gestion au niveau de l'entreprise (ou de l'unité de production) (**niveau méso**), qui, à son tour, c) influence l'exposition aux facteurs de risque biomécaniques et psychosociaux au niveau de la situation de travail individuelle (ou de l'équipe) (**niveau micro**). Cette chaîne de déterminants induit des tensions musculosquelettiques et psychologiques et des changements psychophysiologiques consécutifs favorisant l'apparition et/ou la persistance des TMSLT. Par exemple, les pratiques de gestion influencent les facteurs biomécaniques et psychosociaux liés au travail en déterminant les ressources humaines allouées à l'activité de production et la qualité des relations de travail (Roquelaure, 2018).

Outre les facteurs liés au travail, plusieurs caractéristiques **personnelles** (par exemple, l'âge, le sexe, la prédisposition génétique) et **médicales** (par exemple, l'obésité, le diabète, les rhumatismes inflammatoires) augmentent le risque de TMSLT (EU-OSHA, 2019f). Certains facteurs psychosociaux individuels (par exemple, l'anxiété, la motivation), des processus cognitifs non appropriés (par exemple, une perception dysfonctionnelle de la douleur, la peur du mouvement) et des comportements d'évitement des activités douloureuses favorisent la chronicité de la douleur et l'invalidité (Hayden et al., 2019; Martinez-Calderon et al., 2019).

3.2. Incidence des nouvelles formes de travail et d'emploi sur l'exposition aux facteurs de risque de TMSLT

La tendance croissante à la numérisation de l'économie renforcera les changements structurels de l'économie et, en développant le secteur des services, modifiera en conséquence les modèles d'exposition aux risques présents sur le lieu de travail (EU-OSHA, 2020a). Environ 17 % des salariés européens pratiquaient le télétravail ou le travail mobile fondé sur les TIC (TMTIC) de manière régulière (et plus occasionnelle) avant la pandémie de COVID-19 (Eurofound et OIT, 2017). En 2019, environ 15 % des établissements européens avaient introduit le télétravail à domicile, selon les données de l'enquête européenne des entreprises sur les risques nouveaux et émergents (ESENER) menée en 2019 (EU-OSHA, 2019e). L'utilisation des technologies numériques était plus courante chez les professionnels et les cadres, mais était également significative chez les employés de type administratif et les vendeurs. Malgré des variations dans les différents secteurs et groupes socio-économiques, les TIC deviennent une partie intégrante de la quasi-totalité des secteurs (EU-OSHA, 2019c). Plus que la technologie elle-même, les changements dans la manière de travailler induits par les TIC donnent lieu à des défis et des opportunités pour la SST (Degryse, 2016; EU-OSHA, 2018; Felkner et al., 2020; Hauke et al., 2020; Robelski et Sommer, 2020). Selon le modèle de risque en cascade pour les TMSLT, la numérisation de l'économie et les nouvelles formes de travail peuvent avoir des conséquences sur le risque de TMSLT incidents et/ou chroniques en modifiant l'exposition aux facteurs de risque biomécaniques, organisationnels et psychosociaux, ainsi que sur les ressources pour y faire face. Outre ces deux voies principales, la numérisation peut également augmenter le risque de TMSLT en influençant dans une certaine mesure les facteurs de risque personnels et médicaux modifiables (Roquelaure, 2018; EU-OSHA, 2020f).

3.2.1. Exposition aux facteurs de stress biomécaniques

L'automatisation et la numérisation pourraient influencer l'exposition biomécanique dans des proportions diverses, en fonction des technologies, des emplois, des secteurs, des formes d'emploi et des stratégies de mise en œuvre des TIC. D'une manière générale, l'exposition aux **travaux physiques pénibles** et aux risques ergonomiques devrait diminuer avec la numérisation de l'économie (EU-OSHA, 2021h).

Les robots et les cobots qui permettent de compenser le poids, de masquer l'inertie et d'amplifier la force réduiront l'exposition à **des forces élevées, à des mouvements répétitifs et aux travaux en hauteur ou à des postures inconfortables**. Il sera possible de réduire l'exposition biomécanique dans diverses situations professionnelles à haut risque de TMSLT, à savoir la manutention manuelle et les mouvements répétitifs énergiques des épaules, dans les secteurs de l'industrie manufacturière, de la logistique, de la construction et de l'agriculture. En outre, les robots peuvent remplacer les tâches présentant le plus grand risque d'accidents du travail graves ou mortels, même dans les petites entreprises.

Des dispositifs d'assistance passifs ou actifs portés à même le corps (exosquelettes professionnels) pourraient réduire la charge mécanique appliquée sur le bas du dos (par exemple, un robot de soutien lombaire) et les épaules (par exemple, un exosquelette actif au niveau supérieur)

lorsque l'automatisation n'est pas disponible ou possible (EU-OSHA, 2019d, 2020a). Ces dispositifs d'assistance actifs/passifs peuvent réduire la **charge de travail physique** (sur le dos ou l'épaule), mais peuvent avoir des effets physiologiques (par exemple, augmentation des efforts cardiovasculaires, inconfort local) et psychosociaux (par exemple, manque d'acceptabilité sociale, stigmatisation) néfastes (Theurel et al., 2018).

La numérisation de la tâche et l'utilisation intensive des appareils numériques devraient réduire l'exposition au **travail physique lourd et aux mouvements énergiques** dans l'industrie manufacturière et les secteurs des services (EU-OSHA, 2018, 2019b, 2021b; Diebig, 2020; Neumann et al., 2021).. Cependant, la réduction des risques biomécaniques sera probablement appliquée de manière inégale selon les situations de travail, et l'exposition biomécanique pourrait même augmenter chez certaines catégories de travailleurs (Degryse, 2016). Par exemple, plusieurs enquêtes ont montré que les travailleurs des entrepôts employés dans les grands centres de distribution du commerce électronique — où les commandes sont prélevées dans les entrepôts, emballées puis livrées sous **la pression du temps et sous surveillance constante** (solution vocale) — présentent un risque particulièrement élevé de TMSLT (Degryse, 2016; EU-OSHA, 2020f; Huws et al., 2020; Bérastégui, 2021). Il en va de même pour la livraison de colis lorsque les travailleurs ne peuvent pas prêter suffisamment attention à la manière correcte de soulever les colis pour éviter les TMS en raison du rythme trop rapide de la livraison contrôlée par des systèmes de surveillance basés sur des algorithmes/l'IA. Dans les chaînes de production pilotées par l'IA, la réduction de la charge de travail physique peut être associée à une **répétitivité accrue et à un manque d'occasions de faire des pauses** (travail léger très répétitif), ce qui réduit le gain du point de vue du risque de TMSLT.

Le travail sur plateforme pourrait avoir des effets ambivalents sur le risque de TMSLT:

- réduction de l'exposition biomécanique pour les travailleurs indépendants hautement qualifiés qui télétravaillent sur des «plateformes de travail indépendant (free-lance) en ligne» et, dans une moindre mesure, pour les travailleurs participatifs («plateformes de travail participatif») qui effectuent des micro-tâches numériques très répétitives (par exemple, le nettoyage ou l'étiquetage d'ensembles de données);
- augmentation de la charge de travail physique et du risque d'accident pour les indépendants travaillant sur des «plateformes de services physiques à la demande» et chargés de tâches physiquement exigeantes, telles que la livraison de repas (par exemple Deliveroo), le nettoyage (par exemple Helpline) ou les services mécaniques (par exemple YourMechanic), sous la pression du temps et sous contrôle permanent des performances (Bérastégui, 2021).

Les nouvelles formes de travail sédentaire, telles que les activités de «contrôle et de suivi à l'écran» dans les secteurs de la production ou les plateformes en ligne, le télétravail et le travail à domicile dans les secteurs des services, devraient augmenter le temps passé en **position assise**, étant donné que 25 % des hommes et 31 % des femmes étaient assis tout le temps ou la plupart du temps en Europe en 2015 (Eurofound, 2016). De nombreux espaces de travail à domicile ne sont pas adaptés à une utilisation prolongée ou conformes sur le plan ergonomique à la réglementation sur les équipements à écran de visualisation, ce qui entraîne des douleurs chroniques et des TMS. L'exécution de tâches à dominante visuelle sans pause induit des **postures statiques contraintes prolongées** du tronc, du cou et des membres supérieurs, ce qui augmente le risque de douleurs musculaires chroniques (Visser et van Dieën, 2006; EU-OSHA, 2020b). En outre, la tendance au travail sédentaire pourrait réduire le niveau d'exercice quotidien et la dépense énergétique, contribuant, en association ou non avec une alimentation non équilibrée, à un risque accru de **surpoids, d'obésité et de diabète**, augmentant ainsi également le risque de TMSLT (EU-OSHA, 2020b).

3.2.2. Exposition à des facteurs de risque psychosociaux et organisationnels

Les nouvelles formes de travail et la numérisation renforceront les modifications actuelles des schémas d'exposition aux risques sur le lieu de travail, augmentant le nombre de travailleurs européens exposés à des facteurs psychosociaux, à une surcharge cognitive et à d'autres formes de charge mentale (Berg-Beckhoff et al., 2017; Diebig, 2020; EU-OSHA, 2020f; Kotera et Correa Vione, 2020; Bérastégui, 2021).

La réduction escomptée de la charge de travail physique peut être contrebalancée dans certaines situations de travail par une augmentation de la répétitivité des tâches, de la charge de travail cognitive et des exigences psychosociales induites par le suivi permanent des performances des travailleurs (contrôle et surveillance électroniques) et la gestion algorithmique des ressources humaines. Cela influencera dans des proportions diverses les **principaux facteurs de risque organisationnels et psychosociaux des TMSLT** (Berg-Beckhoff et al., 2017; Diebig, 2020; Borle et al., 2021).

Intensité du travail: L'économie numérique devrait encore accroître l'intensification du travail observée en Europe au cours des dernières décennies dans la plupart des secteurs et des professions (EU-OSHA, 2018). L'expansion de l'IA, des TIC, de la fabrication intelligente, de l'automatisation avancée et des pratiques de gestion reposant sur des algorithmes devrait améliorer la productivité. Toutefois, l'optimisation de l'attribution des tâches des travailleurs et la maximisation des charges de travail cognitives et physiques pourraient entraîner une intensification du travail et une surcharge physique et cognitive (EU-OSHA, 2019b).



La proportion de travailleurs subissant une surcharge cognitive, une fatigue numérique, un épuisement mental et diverses formes de «**stress technologique**» (c'est-à-dire des réactions psychosociales cognitives, affectives et comportementales négatives à l'utilisation des TIC) devrait augmenter (Berg-Beckhoff et al., 2017). En 2015, environ 9 % des travailleurs européens utilisaient les TIC en dehors des locaux de l'employeur, 2 % télétravaillaient principalement à domicile et 7 % effectuaient exclusivement un travail mobile fondé sur les TIC. Ces derniers et les télétravailleurs ont connu une plus grande intensité de travail et, par conséquent, des niveaux de stress plus élevés (41 % contre 25 %) (Eurofound, 2016). L'intensification du travail induite par la numérisation semble agir comme médiateur de l'effet mental négatif de l'utilisation des TIC plutôt que l'utilisation des TIC en soi (Borle et al., 2021).

La numérisation crée des «emplois de haute technologie» créatifs et très exigeants sur le plan mental («emplois numériques de premier plan») tout en offrant une grande autonomie aux travailleurs hautement qualifiés. En raison de l'intensification du travail induite, ces travailleurs peuvent être exposés à un travail statique prolongé de faible intensité, ce qui entraîne une augmentation de l'apparition et/ou une persistance de douleurs axiales non spécifiques. À l'autre extrémité de l'éventail des professions, le nombre de travailleurs effectuant des mouvements répétitifs et/ou énergiques, qui les exposent à un risque élevé de TMSLT, augmentera avec la multiplication des «galériens numériques» effectuant des tâches répétitives physiquement et mentalement exigeantes, sans marge de manœuvre opérationnelle (par exemple, les livreurs de colis, les magasiniers du commerce électronique, les «Turcs mécaniques» travaillant sur des plateformes numériques) (Degryse, 2016; EU-OSHA, 2018; McKinsey Global Institute, 2020).

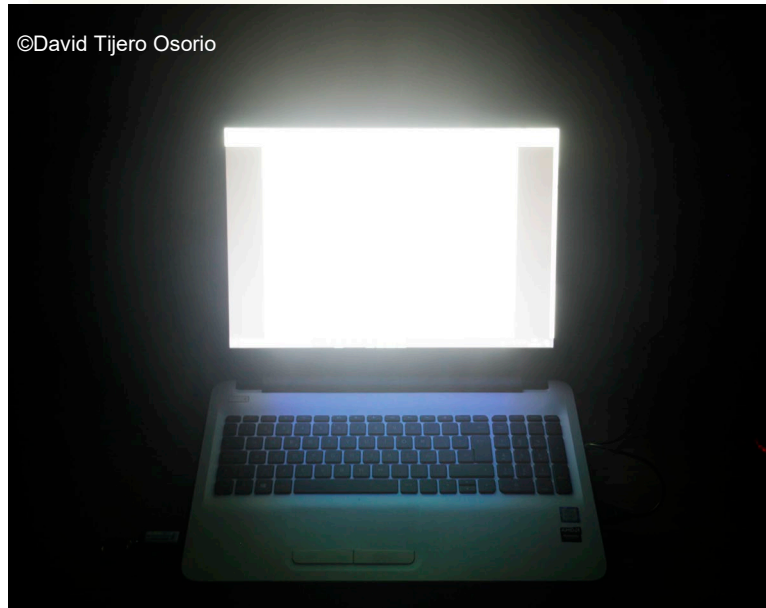
Comme déjà observé chez les travailleurs de plateforme, la gestion algorithmique expose de nombreux travailleurs à la fois à une surcharge quantitative due à des rythmes de travail effrénés et à une sous-charge qualitative due à la décomposition des tâches en une myriade de micro-tâches simples au **contenu de travail pauvre** réalisées par des travailleurs participatifs dans les secteurs des services et de l'industrie (Bérasstégui, 2021). Une **demande psychologique trop élevée** (par exemple, surcharge cognitive, pression émotionnelle), une dimension majeure du modèle «exigences-contrôle du travail», affectera donc un nombre croissant de travailleurs européens, même dans les professions manuelles et peu qualifiées. Une latitude décisionnelle et une formation suffisantes permettront probablement de contrebalancer les effets néfastes de la charge de travail psychosociale chez les travailleurs hautement qualifiés. À l'inverse, la **demande psychologique** excessive combinée à un faible contrôle du travail exposera les travailleurs moins qualifiés à une **situation de «job strain»**, produisant un stress professionnel et ayant par la suite des effets synergiques avec les facteurs de stress biomécaniques pour augmenter le risque de TMSLT (Roquelaure, 2018; EU-OSHA, 2020f). Sur les plateformes de

micro-travail ou dans les activités de surveillance à l'écran, et plus généralement dans les emplois peu qualifiés, le «job strain» peut être renforcé par la sous-charge qualitative liée à la **monotonie du travail**, l'ennui et l'insatisfaction professionnelle conduisant à une détresse psychologique susceptible d'augmenter l'incidence/la chronicité des TMSLT (Vargas-Prada et Coggon, 2015; Diebig, 2020).

Autonomie et contrôle du travail: Dans les formes d'emploi traditionnelles, les organisations du travail tayloriennes rigides, telles que le travail à la chaîne et la production au plus juste, offrent aux travailleurs peu de marge de manœuvre opérationnelle et de latitude décisionnelle pour faire face à la variabilité inhérente à leurs situations de travail (Roquelaure, 2018). Comme le montre l'EWCS de 2015, les travailleurs mobiles dont le travail est fondé sur les TIC et les télétravailleurs ont connu une plus grande autonomie au travail et une plus grande autonomie du temps de travail (Eurofound, 2016). Cependant, la numérisation des industries manufacturières et des services peut soit renforcer soit diminuer l'autonomie et la marge de manœuvre opérationnelle des travailleurs, en fonction de la conception ergonomique et des stratégies de mise en œuvre non seulement de l'automatisation (interaction homme-robot), de l'IA et des TIC, mais aussi des pratiques de gestion.

L'autonomie offerte par les appareils numériques, tels que les ordinateurs portables, les tablettes et les smartphones, les montres intelligentes et les lunettes intelligentes, qui permettent aux gens de travailler presque en tout lieu/à tout moment, peut être paradoxale, car la plus grande indépendance peut être associée au sentiment d'être contraint de travailler partout ou tout le temps (Borle et al., 2021). Bien que les travailleurs indépendants puissent avoir choisi le travail sur plateforme pour gagner en autonomie, ceux qui sont engagés dans un travail déterminé par la plateforme sur place ont en réalité une autonomie

©David Tijero Osorio



limitée pour décider de leurs tâches, de leur temps de travail, de leur lieu de travail et de l'organisation du travail, même lorsqu'ils sont indépendants (De Groen et al., 2018). De même, le sentiment d'autonomie des travailleurs pourrait être paradoxal en raison du besoin de contrôle permanent des systèmes, de l'ambiguïté des rôles et du manque d'implication dans la prise de décisions qui affectent directement leurs activités ou l'utilisation de leurs compétences (Bérestégui, 2021; EU-OSHA, 2021b).

Un manque d'autonomie peut également survenir dans le contexte de la numérisation: les travailleurs ont progressivement moins le contrôle de leur travail dans de nombreux secteurs manufacturiers et des services, où les systèmes d'IA et les robots répartissent les tâches et dictent le rythme de travail, et où la gestion algorithmique surveille les performances et envoie un retour d'information instantané lorsque celles-ci ne sont pas conformes aux objectifs attendus. Dans l'industrie manufacturière, l'expansion des robots collaboratifs avec prise de décision automatisée ou semi-automatisée influençant les travailleurs de la chaîne de montage pourrait être une manière déguisée de réintroduire les anciens principes de gestion tayloriens («taylorisme numérique»), en réduisant la marge de manœuvre opérationnelle, comme la microgestion, dissimulée derrière le miroir des nouvelles technologies. Par exemple, le modèle taylorien de la chaîne de montage n'a pas totalement disparu dans les méthodes de fabrication agiles telles que la fabrication par taille de lots. Grâce à l'automatisation renforcée par l'IA et aux environnements de réalité virtuelle, cela signifie que les travailleurs de la chaîne de montage peuvent effectuer sur place de nouvelles tâches apprises instantanément et exécutées uniquement le temps nécessaire à la fabrication de commandes spécifiques au fur et à mesure de leur arrivée. De telles situations de travail, combinant une très faible latitude de décision et des exigences psychosociales élevées sous la pression du temps, peuvent être pires que des tâches similaires dans le travail à la chaîne traditionnel. Un niveau élevé de «job strain» est attendu dans ce type de fabrication agile, avec des risques accrus de TMSLT, quel que soit le niveau de stress biomécanique (EU-OSHA, 2020f). En outre, certaines formes de «taylorisme numérique» s'étendent à des secteurs et à des types d'emplois

dans le secteur des services et à de nombreux emplois de bureau qui ne faisaient pas l'objet d'une gestion taylorienne par le passé, suite à l'expansion de la gestion algorithmique et de la surveillance numérique.

Mauvaises relations sociales au travail: L'automatisation et la gestion algorithmique dans plusieurs professions et emplois vont augmenter le nombre de personnes travaillant à distance, souvent individuellement sans contact avec leurs collègues, voire en concurrence avec ces derniers. Le télétravail à temps plein peut entraîner un **isolement physique et social** (Oakman et al., 2020) et, malgré l'hyperconnectivité, réduire les interactions sociales au travail, en particulier les interactions informelles, que ce soit avec des collègues ou des cadres (EU-OSHA, 2021c). L'absence de contre-mesures de gestion et le travail isolé avec un accès restreint à l'échange informel d'informations, notamment le télétravail à domicile obligatoire, peuvent être préjudiciables du point de vue de l'apprentissage informel, du soutien instrumental, de l'engagement organisationnel, de l'intégration sociale et émotionnelle, et de la confiance organisationnelle entre collègues et cadres. Les situations psychosociales exposant les travailleurs à un **faible soutien social** (iso-), associées à des exigences psychologiques élevées et à un faible contrôle du travail (job strain) - augmenteront les situations «professionnelles iso-strain» à plus haut risque de stress professionnel et de TMSLT (Hauke et al., 2011). Cependant, comme pour le travail sur plateforme, nous manquons encore de données sur l'ampleur du phénomène et sur la mesure dans laquelle les travailleurs numériques manquent de différents types de soutien (comme le mentorat professionnel, l'encadrement et le soutien collégial des tâches) et de différentes sources (superviseurs, collègues, organisation) (Bérestégui, 2021).

Préoccupations éthiques, absence de récompense et justice organisationnelle: L'expansion de la gestion numérique des ressources humaines (RH), telle que l'«analytique des employés», remet en question la valeur accordée au bien-être des salariés. Le passage de la relation traditionnelle cadre-travailleur à une gestion à distance et algorithmique, avec une surveillance numérique permanente des performances (par exemple, l'enregistrement des frappes au clavier et le suivi des courriels, des appels téléphoniques et de l'utilisation de l'internet) et des comportements [par exemple, le suivi de la localisation et des mouvements à l'aide d'un système de positionnement global (GPS), de l'identification par radiofréquence (RFID), de la télévision en circuit fermé (CCTV), de capteurs, de webcams, de dispositifs portables], ainsi que la notation à l'aide d'une interface de plateforme, encourage les relations de pouvoir asymétriques. Cette surveillance numérique intrusive peut générer des tensions et miner les relations de travail, y compris pour les personnes exerçant des professions traditionnellement mobiles et habituées à plus d'autonomie et de discrétion (Eurofound, 2020b). Par exemple, les livreurs ou les techniciens de maintenance, qui disposaient auparavant d'un degré considérable d'autonomie organisationnelle, sont désormais traçables via leur GPS avec une évaluation continue de leurs itinéraires, arrêts et détours (Degryse, 2016). En outre, le suivi permanent en temps réel peut également introduire une dynamique de chasse et ajouter des pressions sur les travailleurs pour qu'ils atteignent des objectifs de performance (Eurofound, 2020b).

Le manque d'informations sur le processus décisionnel dans l'attribution des tâches et les procédures d'évaluation du travail peut entraîner un sentiment de manque d'équité (De Groen et al., 2018; Eurofound, 2020b; Bérestégui, 2021). Cela peut affecter la confiance des travailleurs dans l'organisation (**confiance organisationnelle**) et les sentiments de **justice organisationnelle**, et cela peut contribuer à l'apparition de TMSLT (Pekkarinen et al., 2013; Juvani et al., 2016; Buruck et al., 2019).

Des **préoccupations éthiques** avec des conflits psychologiques de valeurs peuvent survenir en raison d'un déséquilibre entre ce qui est exigé au travail et les valeurs professionnelles, sociales ou personnelles des salariés. Bien que cela ne soit pas nouveau, l'expansion des rémunérations injustes et des incohérences procédurales dans l'économie numérique peut renforcer le sentiment de **déséquilibre effort/récompense** (c'est-à-dire le salaire, la reconnaissance, la sécurité de l'emploi et les opportunités de carrière) (Siegrist et al., 2019). Un tel manque de «réciprocité sociale» a été reconnu comme un facteur de risque de TMSLT (Koch et al., 2014). En outre, les travailleurs participatifs peuvent souffrir d'une **identité professionnelle fragile** en raison d'un manque de sens au travail et de bons modèles, ce qui les rend plus susceptibles de subir un stress professionnel (Bérestégui, 2021).

Précarité de l'emploi: Bien que l'emploi standard (emploi permanent à temps plein fondé sur le droit du travail) reste dominant (Eurofound, 2020d), des enquêtes européennes récurrentes montrent une augmentation de **la diversité et de la précarité des formes d'emploi** (travail à temps partiel, travail temporaire et autres formes d'emploi précaire, comme les contrats «zéro heure») en réponse à la flexibilité accrue sur le marché du travail. Les environnements de travail en constante évolution, suite aux pratiques de restructuration, de sous-traitance et d'externalisation des entreprises, entraînent une

incertitude persistante quant à l'avenir de l'emploi et le sentiment de ne pas être en mesure de faire face aux changements. Ce sont là des sources majeures de stress psychosocial pour la plupart des travailleurs, en particulier ceux des catégories professionnelles les plus faibles. Ce phénomène sera aggravé dans l'économie numérique par les nouvelles formes d'emploi et les «**carrières sans frontières**» offrant plusieurs postes dans plusieurs organisations et un travail transitoire avec un manque de formation et de possibilités de développement des compétences permettant une évolution de carrière (McKinsey Global Institute, 2020).

Les statistiques sur les travailleurs numériques sont rares, mais des données récentes suggèrent qu'entre 0,5 % et 3 % des adultes ont gagné un revenu par des intermédiaires en ligne au Royaume-Uni et en Allemagne, et leur nombre est actuellement probablement en forte croissance (Eurofound et OIT, 2017). Cependant, le travail sur plateforme reste souvent occasionnel, et la plupart des travailleurs de plateforme exerçaient leurs activités complémentaires dans leur domaine de compétence (par exemple, nettoyage, garde d'enfants, livraison, services de taxi, services d'entretien domestique), apportant un complément de salaire mineur. Bien que la minorité de travailleurs de plateforme professionnels n'effectuant que du travail de plateforme (environ 10 %) soit en pleine croissance, il reste difficile d'isoler les travailleurs de plateforme en tant que type particulier de travailleur (Huws et al., 2020).

Selon le modèle de l'économie des «petits boulots», les emplois peuvent être décomposés en tâches distinctes (ou «petits boulots») et confiés à des personnes possédant des compétences spécialisées et travaillant en tant qu'indépendants. La plupart des missions s'effectuent sur de courtes périodes, exposant les travailleurs qui effectuent de «petits boulots», même ceux qui sont hautement qualifiés, à des sentiments persistants d'insécurité de l'emploi et de stress psychosocial (Bérestégui, 2021). En effet, ces emplois se distinguent des conditions d'emploi standard non seulement par la relation formelle employeur-salarié (ou client-indépendant) (par exemple, la répartition des salariés, le partage des activités, le travail basé sur des chèques, le travail réparti entre plusieurs activités, l'emploi collaboratif), mais aussi par les modes de travail (par exemple, la gestion intérimaire, le travail occasionnel) (Degryse, 2016; OCDE, 2018; Eurofound, 2020d). La plupart des travailleurs effectuant de «petits boulots» sont traités comme des indépendants, mais cela peut devenir un **faux travail indépendant** lorsque les travailleurs sont soumis à des relations de subordination et de dépendance avec le demandeur et/ou la plateforme (Bérestégui, 2021).

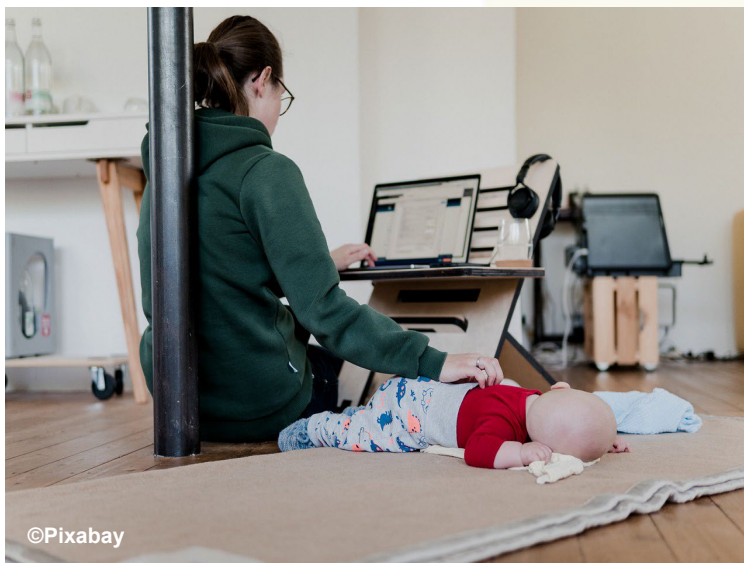
La charge émotionnelle au travail: Parmi les salariés de l'UE, 41 %, principalement des femmes, travaillent en contact direct, en face à face, avec le public (clients, utilisateurs, patients) (Eurofound, 2020a). Ces emplois qui supposent une assistance constante à la clientèle et des relations publiques sont connus pour être exigeants sur le plan émotionnel (Eurofound et OIT, 2019). Une autre composante majeure du travail à charge émotionnelle est la surveillance permanente et l'évaluation publique. On l'observe dans de nombreux «emplois standard» où un système de notation associé à des récompenses/pénalités a été introduit, mais cette évaluation publique permanente est consubstantielle au travail sur plateforme (par exemple, les plateformes de commande de course). **Cacher ses sentiments**, «garder en toutes circonstances une parfaite maîtrise de soi et avoir en permanence une attitude positive» est essentiel pour conserver une bonne note («cinq étoiles») et préserver son employabilité future. À l'instar des travailleurs traditionnels du service public et des soins, les nouveaux travailleurs des services physiques à la demande (par exemple, ceux qui travaillent pour Uber ou Deliveroo) sont souvent exposés à des relations déloyales et conflictuelles avec les clients et les demandeurs (Bérestégui, 2021). Ces **comportements sociaux préjudiciables**, et dans une situation pire, **la violence et l'intimidation**, peuvent être liés aux TMSLT, probablement en partie par l'effet médiateur de la détresse psychologique (EU-OSHA, 2020f).

Temps de travail/limites floues entre travail et vie personnelle: Le travail numérique, le travail mobile et le télétravail déclenchent des effets contradictoires sur la santé et le bien-être, puisque les mêmes travailleurs peuvent faire état de conséquences ergonomiques et sanitaires à la fois positives et négatives. Selon l'EWCS de 2015, les utilisateurs de TIC, notamment les travailleurs mobiles dont le travail est fondé sur les TIC ou les télétravailleurs à domicile, travaillent plus souvent pendant de **longues heures** (plus de 48 heures par semaine) que les autres travailleurs (28 % contre 14 %). Dans l'ensemble, ils se plaignent plus souvent (26 % contre 18 %) d'un **mauvais équilibre entre vie professionnelle et vie privée** (Eurofound, 2016).

Ces longues durées de travail — et, plus encore, la disponibilité «24 heures sur 24, 7 jours sur 7» — génèrent un chevauchement entre travail rémunéré et non rémunéré, ainsi qu'une interférence entre vie professionnelle et vie privée, ce qui entraîne une intensification du travail avec des frontières floues entre les espaces et les heures dédiés au travail et ceux réservés à la vie privée (Eurofound et OIT,

2017). Les horaires de travail atypiques et l'altération de l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée en raison des technologies numériques qui contraignent les travailleurs à travailler à tout moment et en tout lieu peuvent entraîner une augmentation des niveaux de stress psychosocial. Le télétravail régulier à domicile ou le travail numérique occasionnel ont moins de conséquences négatives que le travail numérique à forte mobilité. Les longues heures de travail, ainsi que le travail en dehors du temps de travail et le conflit entre vie professionnelle et vie privée, sont susceptibles d'augmenter les TMSLT (EU-OSHA, 2020f). En ce qui concerne les effets positifs de l'utilisation des TIC et du télétravail, les travailleurs, notamment ceux qui occupent des emplois professionnels et qui ont des niveaux d'ancienneté plus élevés ayant choisi ces formes de travail, font état d'une plus grande **autonomie** pour organiser le temps de travail en fonction des besoins et des préférences de chaque travailleur. Toutefois, cela dépend du caractère volontaire ou non du télétravail et du degré d'accord informel entre l'employé et le cadre, qui est déterminé par l'attitude de la direction à l'égard du télétravail. En outre, le télétravail réduit le **temps de trajet** entre le domicile et le lieu de travail, ainsi que l'exposition à des embouteillages stressants (Eurofound et OIT, 2017).

Du point de vue du genre, l'EWCS de 2015 montre qu'il y a une part plus importante d'hommes effectuant un TMTIC (54 % des hommes contre 46 % des femmes) (Eurofound et OIT, 2017). Dans les



©Pixabay

différents types d'arrangements en matière de TMTIC, les hommes étaient plus nombreux en tant que salariés très mobiles effectuant un TMTIC et en tant qu'indépendants effectuant un TMTIC que les femmes, et les femmes étaient plus nombreuses à télétravailler régulièrement à domicile que les hommes, tandis que la proportion des deux sexes était presque égale en ce qui concerne le TMTIC occasionnel (Eurofound et OIT, 2017). Les femmes ont tendance à mettre à profit plus souvent que les hommes les possibilités offertes par les nouvelles technologies et les modes de travail plus flexibles pour concilier travail et obligations familiales, principalement en

pratiquant le télétravail à domicile. En cas de télétravail, les femmes ont tendance à travailler moins longtemps que les hommes et semblent parvenir à un équilibre légèrement meilleur entre vie professionnelle et vie privée (Eurofound et OIT, 2017).

Les inégalités entre les sexes restent une réalité dans l'économie numérique: les femmes représentent environ un travailleur de plateforme sur trois et leur salaire horaire représente en moyenne environ deux tiers de celui des hommes (Bérestégui, 2021). Une enquête de l'OIT menée en 2015 et 2017 montre que de nombreuses femmes combinent le travail participatif avec les responsabilités familiales et préfèrent travailler le soir et la nuit (OIT, 2020).

La question de savoir si la numérisation comblera ou creusera les écarts entre les hommes et les femmes sur le marché du travail dépendra, dans une large mesure, des politiques des pouvoirs publics et des entreprises. La spécialisation et la division du travail, avec l'importance croissante des services, de la sous-traitance et de la flexibilité du travail, peuvent diminuer la qualité des emplois, ce qui se traduit par une proportion plus élevée de femmes exécutant des micro-tâches numériques répétitives et peu qualifiées (par exemple, dans les centres d'appels participatifs) et des tâches physiquement exigeantes dans le secteur des services (par exemple, le nettoyage). Cependant, de « nouvelles » opportunités d'emploi dans les professions liées aux STIM (c'est-à-dire les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques, par exemple les développeurs de logiciels, les analystes de données, les spécialistes de l'imagerie médicale) peuvent être créées dans des secteurs traditionnellement féminins, tels que les services aux entreprises, la santé, l'éducation et les services sociaux (OCDE, 2017).

En résumé, si la numérisation de l'économie influencera l'exposition aux principaux facteurs de risques de TMSLT, **les risques de TMSLT qui en découlent** sont difficiles à prévoir, car ils dépendront des secteurs économiques, des professions, des positions socio-économiques et du contexte de gestion

spécifique, c'est-à-dire du degré d'autonomie accordé aux travailleurs (Berg-Beckhoff et al., 2017; Diebig, 2020; Borle et al., 2021).

3.3. Incidence de la pandémie de COVID-19

La pandémie de COVID-19 a eu une incidence d'une ampleur et d'une portée exceptionnelles, affectant la situation socio-économique et la santé de millions de personnes dans l'UE (en septembre 2020, plus de 2,2 millions d'habitants de l'UE avaient contracté le virus).

La crise de la COVID-19 a fortement affecté les marchés du travail en Europe, et il faudra peut-être des années pour que l'emploi retrouve son niveau d'avant la crise (McKinsey Global Institute, 2020). Le ralentissement économique de 2020 a menacé la **sécurité de l'emploi** et les **perspectives de carrière** de millions de salariés mis au chômage partiel ou licenciés dans différents secteurs (par exemple, l'hôtellerie et les services de restauration, l'industrie manufacturière, le commerce de détail, les voyages et le commerce). Selon l'enquête en ligne «Vivre, travailler et COVID-19» réalisée en mai 2020, 8 % des personnes travaillant pour un employeur et 13 % des indépendants ont perdu leur emploi (Eurofound, 2020c). La crise de la COVID-19 a accru les inégalités en matière d'emploi et de conditions de travail, avec des conséquences négatives plus importantes pour les jeunes travailleurs, les femmes, les travailleurs peu et moyennement qualifiés et les indépendants (OIT, 2021). La COVID-19 a exacerbé une situation déjà fragile pour les travailleurs sur plateforme (par exemple, arrêts de travail dus à l'auto-isolément, absence de paiement des congés maladie) (ETUI et CES, 2020). Les travailleurs les plus susceptibles d'être affectés par l'automatisation à long terme sont également ceux qui sont les plus exposés à la pandémie de COVID-19, et la crise pourrait accélérer certains déplacements dans plusieurs secteurs clés (par exemple, le commerce de gros et de détail) (McKinsey Global Institute, 2020). Outre les incidences sur la carrière et les finances, le ralentissement économique peut entraîner un **isolement social**, une **détresse émotionnelle** (par exemple, l'incertitude quant aux options et aux opportunités de carrière futures) et des **troubles psychologiques** (par exemple, une anxiété accrue) (Giorgi et al., 2020; Kramer et Kramer, 2020; Nimrod, 2020).

La pandémie de COVID-19 a eu, et continuera à avoir, une influence considérable sur l'organisation du travail, la culture du travail et les **conditions de travail** en Europe. La pandémie a accéléré les tendances qui avaient déjà cours concernant la migration du travail vers des environnements en ligne ou virtuels (EU-OSHA, 2021f).

Les recommandations en faveur de la distanciation sociale ont stimulé les changements émergents dans les pratiques de travail, comme le travail à domicile, le travail en équipe virtuelle, le leadership et la gestion virtuels; la proportion d'Européens **pratiquant le télétravail** a soudainement augmenté pour atteindre 40 % en avril 2020 (CCR, 2020). Depuis lors, le travail sédentaire à domicile est devenu la norme pour des millions de travailleurs dans l'Union européenne. Il se peut que cette nouvelle expérience du **travail à domicile** change les perspectives professionnelles en matière de travail à distance et virtuel. De fait, le télétravail ne concernait qu'une minorité de travailleurs (5 %) en 2019, principalement dans les secteurs à forte intensité de TIC et de connaissances et dans les professions hautement qualifiées, avant la crise (CCR, 2020). Dans de nombreux pays de l'UE, plus de la moitié des travailleurs qui ont commencé à travailler à domicile depuis la pandémie n'avaient aucune expérience préalable du télétravail. Il est frappant de constater que le travail à domicile était obligatoire pour la plupart des salariés, en vertu des impératifs de distanciation sociale, ce qui contraste avec les télétravailleurs qui pratiquaient déjà volontairement le télétravail, rendant difficile la généralisation des conclusions antérieures sur l'incidence du télétravail (Kniffin et al., 2021). La COVID-19 a accéléré l'expansion des **communications électroniques** synchrones ou non, des discussions en direct et des réunions électroniques (par exemple, la vidéoconférence Zoom) entre les membres d'équipes géographiquement dispersées, ainsi que le **travail en équipes virtuelles**. Les travailleurs des équipes virtuelles peuvent ne pas bénéficier de la richesse de communication, du partage créatif des idées et du soutien social dont bénéficient les équipes en face à face. Le télétravail à domicile et le travail en équipe virtuelle sont susceptibles d'exposer les travailleurs à des niveaux plus élevés de **détresse psychosociale** et de **présentisme** (Steidelmüller et al., 2020; Kniffin et al., 2021).

La pandémie de COVID-19 a modifié fondamentalement certains secteurs ou chaînes d'approvisionnement, accéléré des tendances qui avaient déjà cours dans certains secteurs et ouvert des possibilités d'émergence de nouvelles industries. Par exemple, la pandémie a renforcé le marché

des logiciels et des webcams utilisés pour surveiller les activités sur ordinateur et prendre des photos par webcam des salariés travaillant à distance à intervalles réguliers afin de contrôler leur disponibilité et leur présence devant l'ordinateur (CCR, 2020). Globalement, la COVID-19 est susceptible d'exacerber l'**intensité du travail** entre les secteurs, renforçant les tendances générales produites par la numérisation de l'économie. Outre la réduction des heures de travail dans certains secteurs et professions, de nombreux travailleurs ont dû faire face à une augmentation de la charge de travail et du stress psychosocial. Cela a concerné en premier lieu les travailleurs «essentiels» ou «indispensables à la vie», notamment les femmes (par exemple, le personnel médical des urgences et le personnel des supermarchés), mais aussi les travailleurs des services plus qualifiés (par exemple, l'éducation, l'information et la communication, et les activités financières et d'assurance) (Eurofound, 2020c; OIT, 2021). En ce sens, la pandémie de COVID-19 a constitué un «test de résistance» pour la SST dans l'Union, révélant plusieurs déficiences structurelles du système réglementaire, de nombreux travailleurs étant eux-mêmes exposés au SRAS-CoV-2 (à l'origine de la COVID-19) et aux risques psychosociaux qui y sont liés (ETUI et CES, 2020).

4. Implications en ce qui concerne l'évaluation des risques, la surveillance, les approches préventives et l'intervention

La numérisation entraînera des défis nouveaux et émergents en matière de SST, mais aussi des opportunités, en fonction de la manière dont la technologie est mise en œuvre, gérée et réglementée. L'un des principaux défis pour la surveillance et la prévention des TMSLT est de suivre le rythme des progrès technologiques et organisationnels rapides qui entraînent des risques nouveaux et émergents.

4.1. Évaluation et surveillance des risques

La **surveillance épidémiologique** repose sur des données actualisées concernant l'ampleur des nouvelles formes de travail et de la numérisation et leur incidence sur la santé et le bien-être des travailleurs, en fonction des secteurs industriels, des professions, des catégories professionnelles et des groupes à risque (par exemple, les travailleurs âgés et handicapés) (EU-OSHA, 2020d). La surveillance épidémiologique devrait utiliser des méthodes quantitatives et qualitatives pour être adaptée à la diversité des facteurs de risque dans des populations de travailleurs plus diverses, dispersées et en constante évolution (Bérestégui, 2021).

L'**évaluation des risques des situations de travail** constitue une étape majeure de l'intervention préventive. Cependant, elle est un moyen pour atteindre une fin, et non une fin en soi, et nécessite la mise en œuvre de mesures préventives et correctives. Selon la littérature scientifique, les TMSLT résultent de multiples facteurs de risque, notamment des facteurs de risque biomécaniques et des facteurs psychosociaux et organisationnels (EU-OSHA, 2020e, 2020f). La dimension multifactorielle des TMSLT suggère l'adoption d'une approche intégrée et multiniveaux de l'évaluation des risques, couvrant à la fois les risques physiques et psychosociaux, et ce non seulement au niveau de la situation de travail de l'individu (niveau micro), mais aussi au niveau de l'unité de production (ou du bureau) (niveau méso) et de l'entreprise (niveau macro). L'évaluation des risques devrait faire intervenir activement la main-d'œuvre afin de garantir l'évaluation des activités professionnelles réelles (Roquelaure, 2016; EU-OSHA, 2020e; 2021d).

Il est nécessaire d'élaborer des outils ou des approches procédurales adaptés pour surveiller tous les risques spécifiques liés à la numérisation (travail virtuel, télétravail, modes de travail flexibles, etc.) et leur incidence sur l'exposition aux facteurs biomécaniques et psychosociaux des TMSLT. L'évaluation des risques pour les télétravailleurs ou les travailleurs à distance est particulièrement difficile (par exemple, il faut se rendre au domicile du travailleur ou évaluer les risques hors des locaux de l'employeur). Cela nécessite des approches judicieuses et innovantes (EU-OSHA, 2019b, 2021b) faisant intervenir le travailleur, par exemple en développant des technologies numériques (comme une application) que le travailleur doit utiliser pour effectuer l'évaluation ou des appels vidéo pour montrer le poste de travail. Un système de surveillance intelligent utilisant des dispositifs de surveillance miniaturisés mobiles, intégrés ou non dans les équipements de protection individuelle (EPI), pourrait permettre de surveiller en temps réel les risques ergonomiques et la santé musculosquelettique au niveau individuel. Grâce aux mégadonnées et à une matrice d'exposition professionnelle, les données individuelles peuvent être fusionnées pour fournir une évaluation des risques aux niveaux méso ou macro (Madsen et al., 2018; EU-OSHA, 2020c). Toutefois, en ce qui concerne l'utilisation de ces données dans les RH, la surveillance numérique soulève des questions concernant les problèmes

éthiques liés à la collecte et à l'utilisation de ces données sur la participation des travailleurs et de leurs représentants et concernant les stratégies de mise en œuvre pratique (EU-OSHA, 2021b).

4.2. Prévention et gestion des TMSLT

Jusqu'à présent, la plupart des interventions visant à traiter les TMSLT ont porté sur les facteurs de risque physiques (EU-OSHA, 2020e). Souvent, les programmes d'intervention unique (mise en œuvre spécifique de mesures techniques, organisationnelles ou de formation) n'ont pas permis de prévenir



©David Tijero Osorio

les TMSLT, **alors que les interventions à composantes multiples** (couvrant les exigences physiques et psychologiques, et portant sur les aspects ergonomiques et organisationnels du travail) semblent être les plus efficaces (Driessen et al., 2010; Kennedy et al., 2010; Roquelaure, 2018; Stock et al., 2018; EU-OSHA, 2021d). Ce sera probablement le cas dans le contexte spécifique de la numérisation, même si l'amélioration des propriétés ergonomiques des appareils numériques sera toujours utile. Les interventions ne devraient donc pas se concentrer uniquement sur les technologies numériques en soi, mais également prendre en considération leur utilisation dans les pratiques de travail réelles, ainsi

que les interactions entre les différents facteurs contextuels de la situation de travail. Le plan de prévention devrait tenir compte du fait que les facteurs organisationnels et psychosociaux peuvent, en plus de contribuer éventuellement au problème, apporter une partie de la solution (EU-OSHA, 2021g). Par exemple, un soutien positif de la part des collègues et des cadres peut contribuer à compenser l'effet négatif d'autres facteurs (comme les périodes de forte demande). En outre, certains facteurs peuvent agir à la fois sur les risques physiques et psychosociaux. Par exemple, le fait d'accorder une plus grande liberté individuelle dans la programmation des temps de pause (lorsque cela est possible) peut contribuer directement à réduire les tensions physiques, mais peut aussi donner un plus grand sentiment de contrôle personnel (EU-OSHA, 2021g).

Les interventions participatives, qui font intervenir la main-d'œuvre dans a) la compréhension de la situation (par exemple, comment les technologies numériques sont utilisées dans une situation de travail particulière et comment elles peuvent entraîner des exigences élevées) et b) le développement de solutions, semblent être la conception d'intervention la plus efficace lorsqu'elle est intégrée dans une culture d'entreprise fortement orientée vers la prévention (EU-OSHA, 2021d, 2021e). La conduite d'une telle intervention requiert des compétences de haut niveau en ergonomie, ainsi que suffisamment de temps et de stabilité dans l'organisation du travail pour mettre en œuvre une intervention efficace. Par ailleurs, certaines précautions doivent être prises pour évaluer correctement les facteurs de risque psychosociaux (par exemple, la justice organisationnelle). Cela nécessite une ouverture et une honnêteté de la part de la main-d'œuvre, et des mesures appropriées devraient être mises en place pour sauvegarder et protéger la confidentialité individuelle (EU-OSHA, 2021g).

La stratégie de mise en œuvre est une question essentielle dans le contexte de la numérisation, car l'intervention préventive est difficile à mettre en œuvre dans un environnement économique et organisationnel en constante évolution. L'évaluation des risques devrait être suivie a) d'une analyse stratégique des possibilités de transformation de la situation de travail et b) de la mobilisation de ressources humaines et économiques suffisantes au niveau de l'entreprise pour veiller à ce que les modifications apportées au travail et aux systèmes de travail soient réellement introduites et maintenues. La communication et la collaboration/participation constituent un autre aspect essentiel pour garantir que le changement est expliqué et répercuté en cascade au sein du personnel. L'expérience pratique suggère que les changements introduits ou appliqués sans une telle participation pourraient être contre-productifs et entraîner un ressentiment et un manque d'engagement et de coopération (EU-OSHA, 2021g).

Les technologies numériques et les nouvelles formes de travail créent de nouveaux risques en matière de SST mais peuvent également offrir des possibilités d'améliorer la prévention des TMSLT de diverses manières:

- réduction des tâches physiquement exigeantes (exosquelette, par exemple) et répétitives ou routinières (robots et cobots, par exemple);
- capacité à fournir (dans certains cas) des niveaux plus élevés d'autonomie et de flexibilité;

- réduction du temps de trajet domicile-travail grâce au télétravail;
- meilleur accès au marché du travail pour les travailleurs vieillissants, les travailleurs handicapés et les travailleurs ayant des responsabilités familiales (Degryse, 2016).

Les systèmes de surveillance intelligents et les EPI peuvent être utilisés pour des **interventions numériques avancées**. Ces TIC peuvent fournir des informations en temps réel sur le niveau des paramètres psychophysiologiques et comportementaux, tels que la charge de travail physique (par exemple, lors de tâches ardues de solution vocale) et le niveau de fatigue et de stress (par exemple, en cas de télétravail prolongé). Grâce à des interventions préventives adaptées à l'IA, des conseils peuvent être donnés en temps réel pour influencer le comportement des travailleurs et prévenir d'éventuels problèmes de SST (EU-OSHA, 2020c). Toutefois, la faisabilité et l'efficacité de ces interventions numériques doivent être évaluées.

La formation en matière de SST est une question essentielle pour prévenir les TMSLT et promouvoir la santé et le bien-être au travail. La numérisation peut également offrir des possibilités de **formation en matière de SST** plus efficaces à l'intention des praticiens et des travailleurs, afin d'actualiser leurs compétences en fonction de l'expansion du travail numérique et des environnements virtuels (EU-OSHA, 2021b, 2021h). Toutefois, bien qu'utiles, la «formation» à la «nouvelle économie numérique» et l'investissement dans les compétences et les qualifications ne suffiront probablement (en soi) à prévenir les TMSLT (Degryse, 2016).

4.3. Réglementation et politiques publiques

Les technologies numériques et les nouvelles formes de travail, ainsi que l'économie de plateforme en ligne, créent de nouveaux défis pour la protection du travail et la gestion de la SST. Cependant, la numérisation de l'économie peut offrir une occasion d'améliorer la SST si elle est correctement réglementée. Un défi majeur consistera à mettre à jour les **réglementations et politiques existantes en matière de SST** au niveau européen ou national afin de les adapter à une main-d'œuvre plus dispersée et diversifiée (formes d'emploi, lieu de travail, temps de travail flexible, etc.) pour garantir une surveillance et une prévention omniprésentes et efficaces de la SST. Compte tenu de la complexité et de l'évolution du travail numérique, les réglementations et les politiques publiques traditionnelles risquent d'être à la traîne par rapport aux changements de pratique consécutifs aux conditions de travail nouvelles et émergentes. Outre l'adaptation nécessaire de la réglementation de l'Union en matière de SST, certaines formes de politique, telles que les normes et les accords volontaires des partenaires sociaux, peuvent être utiles, comme le montre le récent accord-cadre sur la numérisation (Partenaires sociaux européens, 2020).

Avec l'évolution des hiérarchies au sein des entreprises et de nombreux travailleurs qui se dirigent eux-mêmes ou sont gérés à distance par l'IA, il sera probablement plus malaisé de déterminer qui est chargé de la SST et comment celle-ci devrait être surveillée et réglementée. Des environnements de travail flexibles et des technologies numériques mobiles présentent un défi de taille pour la SST, car de nombreux environnements de ce type ne sont pas adaptés du point de vue ergonomique, mais les employeurs maîtrisent peu ces éléments. Un élément essentiel à prendre en compte est la responsabilité des employeurs et des travailleurs, ainsi que la protection sociale, compte tenu de l'augmentation du nombre de travailleurs indépendants. Dans la plupart des États membres, l'application de la législation en matière de SST dépend de l'existence d'une relation de travail, ce qui est plus difficile à établir pour les travailleurs des plateformes en ligne (EU-OSHA, 2019a). Dans la pratique, de nombreux travailleurs effectuant de «petits boulots» et travailleurs intermittents ne sont actuellement pas couverts par les règlements et institutions du travail standard (notamment les règlements sur les salaires minimums, la sécurité et la santé et le temps de travail), ce qui peut avoir des conséquences négatives sur la qualité des emplois et les inégalités (OCDE, 2018). Comme le soulignent les syndicats, l'économie numérique peut favoriser une **déréglementation insidieuse et le non-respect du droit du travail** (la relation de travail, les contrats de travail, les conventions collectives, les salaires, etc.) non seulement pour les nouvelles formes d'emplois, mais aussi pour les emplois «classiques» (Degryse, 2017).

En ce qui concerne le télétravail, l'accord-cadre sur le télétravail signé au niveau de l'UE (juillet 2002) précise que les employeurs ont les mêmes responsabilités en matière de SST pour les télétravailleurs à domicile que pour tout autre travailleur, y compris l'identification et la gestion des risques professionnels (voir EU-OSHA, 2021c pour plus de détails). L'expansion du travail à domicile ou hors des locaux de l'employeur suscite des inquiétudes quant à l'atteinte à la vie privée et au droit des

salariés à la déconnexion. Même si les télétravailleurs peuvent devoir se connecter pour pouvoir travailler, cela ne devrait pas impliquer qu'ils consentent à une surveillance ou un contrôle continu en dehors des heures de travail (Eurofound, 2020b).

La révision des **directives sur la SST**, à savoir les directives concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour les lieux de travail (89/654/CEE) et relatives au travail sur des équipements à écran de visualisation (90/270/CEE), peut ouvrir des possibilités d'élargir leur champ d'application afin d'améliorer la protection de la SST et la prévention des TMSLT pour tous les travailleurs utilisant de nouveaux appareils numériques (par exemple, ordinateurs portables, smartphones, tablettes), indépendamment du lieu de travail (par exemple, locaux de l'employeur, télétravail mobile à domicile) et du type d'organisation du travail (par exemple, emplois classiques, plateformes en ligne).

Indemnisation pour les TMSLT: Les TMSLT des membres supérieurs sont l'une des principales causes de demandes d'indemnisation dans l'Union, avec des différences importantes au niveau des taux de reconnaissance entre les États membres. Dans la plupart des pays, les critères d'indemnisation ne font référence qu'à des troubles spécifiques, comme la tendinite de la coiffe des rotateurs ou le syndrome du canal carpien, et à des facteurs de risque biomécaniques dans un contexte de «surmenage des tissus mous périarticulaires». En général, les cas de TMSLT non spécifiques, tels que les douleurs à l'épaule ou à la nuque, couramment observés chez les travailleurs effectuant un travail statique prolongé de faible intensité au cours de tâches exigeantes sur le plan visuel et cognitif, ne remplissent pas les critères d'indemnisation. Un nombre croissant de TMSLT non spécifiques devrait apparaître dans le contexte de la numérisation du travail, ce qui ouvre la voie à une révision des critères d'indemnisation des TMSLT dans la plupart des États membres.

5. Conclusion

Le monde du travail évolue rapidement, ce qui nécessite des stratégies innovantes et une réglementation appropriée pour accompagner les changements au niveau des technologies, de l'organisation du travail et des formes d'emploi et limiter leurs incidences sur la SST. La numérisation et la robotisation de l'économie ont été renforcées par la pandémie de COVID-19, ce qui a accéléré la diffusion de nouvelles formes de travail, l'intensification du travail et la fragmentation de la main-d'œuvre dans bon nombre de professions et de secteurs industriels. Les lieux de travail classiques ont également évolué en raison de la possibilité de travailler à tout moment et en tout lieu à l'aide de dispositifs numériques et virtuels tout en développant de nouvelles compétences.

Les technologies numériques et les nouvelles formes de travail représentent des opportunités et des défis pour les décideurs politiques, les entreprises et les travailleurs. De fait, si les technologies numériques et les nouvelles formes d'organisation du travail constituent une opportunité pour les travailleurs hautement qualifiés et capables de s'adapter, elles représentent un défi et sont potentiellement sources de TMSLT, de stress psychosocial et de mal-être pour les travailleurs moins qualifiés ou moins enclins au changement. Néanmoins, le risque de TMSLT, de stress psychosocial et de mal-être ne devrait pas être négligé, même pour les travailleurs hautement qualifiés, car leur haut degré d'autonomie peut dans certains cas les inciter à «choisir» de passer de longues heures en télétravail sans pauses appropriées. Par conséquent, s'il est utile d'accorder une attention particulière aux travailleurs peu qualifiés, la gestion de l'entreprise en matière de SST devrait impliquer tous les travailleurs, et devrait contrôler et ajuster, si nécessaire, leurs conditions de travail, mais aussi fournir une formation adéquate afin de protéger la sécurité et la santé de tous les travailleurs.

La prévention et la gestion des TMSLT doivent être adaptées en permanence à l'évolution des technologies numériques et aux changements organisationnels. Il convient de promouvoir des modèles d'intervention innovants afin de les adapter aux populations diverses, dispersées et en évolution qui travaillent dans des environnements en constante mutation. Il s'agit en particulier d'une prévention intégrée visant à réduire l'incidence des TMSLT ainsi que leurs conséquences du point de vue de la persistance, de la récurrence et de l'invalidité qui en résulte. La gestion des TMSLT (y compris les programmes de réadaptation) devrait être adaptée à l'économie numérique et aux nouvelles formes de travail tout en bénéficiant des technologies numériques pour faciliter leur mise en œuvre. En outre, les entreprises et les professionnels de la SST devront élaborer et mettre en œuvre des stratégies innovantes et adaptées pour former les travailleurs, promouvoir leur santé et leur bien-être, y compris pour les travailleurs âgés et les travailleurs précaires, et soutenir l'employabilité des nouvelles générations de travailleurs dans le nouveau monde numérique du travail.

6. References

- Amiri S, Behnezhad S. Association between job strain and sick leave: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Public Health* 2020; 185: 235-242.
- Bérestégui P. *Exposure to Psychosocial Risk Factors in the Gig Economy: A Systematic Review*. Report No 2021-01. Brussels: European Trade Union Institute; 2021, p. 124. Available from: <https://www.etui.org/sites/default/files/2021-02/Exposure%20to%20psychosocial%20risk%20factors%20in%20the%20gig%20economy-a%20systematic%20review-2021.pdf>
- Berg-Beckhoff G, Nielsen G, Ladekjær Larsen E. Use of information communication technology and stress, burnout, and mental health in older, middle-aged, and younger workers — results from a systematic review. *Int J Occup Environ Health* 2017; 23(2): 160-171.
- Borle P, Boerner-Zobel F, Voelter-Mahlknecht S, Hasselhorn HM, Ebener M. The social and health implications of digital work intensification. Associations between exposure to information and communication technologies, health and work ability in different socio-economic strata. *Int Arch Occup Environ Health* 2021; 94(3): 377-390.
- Buruck G, Tomaschek A, Wendsche J, Ochsmann E, Dörfel D. Psychosocial areas of worklife and chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2019; 20(1): 480.
- da Costa BR, Vieira ER. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. *Am J Ind Med* 2010; 53(3): 285-323. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19753591>
- Davezies P. Souffrance au travail, répression psychique et troubles musculo-squelettiques. Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé. 2013. Available from: <http://pistes.revues.org/3376>
- De Groen WP, Kilhoffer Z, Lenaerts K, Mandl I. *Employment and Working Conditions of Selected Types of Platform Work*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2018. Available from: <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2018/employment-and-working-conditions-of-selected-types-of-platform-work>
- Degryse C. *Digitalisation of the Economy and Its Impact on Labour Markets*. Working Papers Report No 2016-02. Brussels: European Trade Union Institute; 2016. Available from: <https://www.etui.org/sites/default/files/ver%20%20web%20version%20Working%20Paper%202016%2002-EN%20digitalisation.pdf>
- Degryse C. *Shaping the World of Work in the Digital Economy*. Foresight brief. Brussels: European Trade Union Institute; 2017. Available from: https://www.etui.org/sites/default/files/Foresight%20brief_01_EN_web.pdf
- Diebig M, Müller A, Angerer P. Impact of the digitization in the industry sector on work, employment, and health. In Theorell T (ed.), *Handbook of Socioeconomic Determinants of Occupational Health*. Cham, Switzerland: Springer Nature; 2020, pp. 305-319.
- Driessen MT, Proper KI, van Tulder MW, Anema JR, Bongers PM, van der Beek AJ. The effectiveness of physical and organisational ergonomic interventions on low back pain and neck pain: a systematic review. *Occup Environ Med* 2010; 67(4): 277-285.
- Eatough EM, Way JD, Chang C-H. Understanding the link between psychosocial work stressors and work-related musculoskeletal complaints. *Appl Ergon* 2012; 43(3): 554-563.
- Eijkelhof BHW, Huysmans MA, Bruno Garza JL, Blatter BM, van Dieën JH, Dennerlein JT, et al. The effects of workplace stressors on muscle activity in the neck-shoulder and forearm muscles during computer work: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Appl Physiol* 2013; 113(12): 2897-2912.
- ETUI, ETUC. *Benchmarking Working Europe 2020*. Brussels: European Trade Union Institute and European Trade Union Confederation; 2020. Available from: <https://www.etui.org/fr/publications/benchmarking-working-europe-2020>
- EU-OSHA. OSHwiki: Social support at work. OSHwiki; 2013. Available from: https://oshwiki.eu/wiki/Social_Support_at_Work
- EU-OSHA. *Protecting Workers in the Online Platform Economy an Overview of Regulatory and Policy Developments in the EU*. European Agency for Safety and Health at Work; 2017. Available from: <https://doi.org/10.2802/918187>

- EU-OSHA. *Foresight on New and Emerging Occupational Safety and Health Risks Associated Digitalisation by 2025 — Final report*. European Agency for Safety and Health at Work; 2018. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated/view>
- EU-OSHA. *Digitalisation and Occupational Safety and Health (OSH): An EU-OSHA Research Programme*. European Agency for Safety and Health at Work; 2019a. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-osh-eu-osha-research-programme/view>
- EU-OSHA. *OSH and the Future of Work: Benefits and Risks of Artificial Intelligence Tools in Workplaces*. European Agency for Safety and Health at Work; 2019b. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/osh-and-future-work-benefits-and-risks-artificial-intelligence-tools-workplaces>
- EU-OSHA. *The Fourth Industrial Revolution and Social Innovation in the Workplace*. European Agency for Safety and Health at Work; 2019c. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/fourth-industrial-revolution-and-social-innovation-workplace/view>
- EU-OSHA. *The Impact of Using Exoskeletons on Occupational Safety and Health*. European Agency for Safety and Health at Work; 2019d. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/impact-using-exoskeletons-occupational-safety-and-health/view>
- EU-OSHA. *Third European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks — ESENER 3*. European Agency for Safety and Health at Work; 2019e. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/third-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-3/view>
- EU-OSHA. *Work-related Musculoskeletal Disorders: Prevalence, Costs and Demographics in the EU*. European Agency for Safety and Health at Work; 2019f. Available from: <https://osha.europa.eu/fr/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe/view>
- EU-OSHA. *Occupational Exoskeletons: Wearable Robotic Devices to Prevent Work-related Musculoskeletal Disorders in the Workplace of the Future*. European Agency for Safety and Health at Work; 2020a. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/occupational-exoskeletons-wearable-robotic-devices-and-preventing-work-related>
- EU-OSHA. OSHwiki: Musculoskeletal disorders and prolonged static sitting. OSHwiki; 2020b. Available from: https://oshwiki.eu/wiki/Musculoskeletal_disorders_and_prolonged_static_sitting
- EU-OSHA. *Smart Personal Protective Equipment: Intelligent Protection for the Future*. European Agency for Safety and Health at Work; 2020c. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-personal-protective-equipment-intelligent-protection-future/view>
- EU-OSHA. *Work-related Musculoskeletal Disorders: Facts and Figures — Synthesis Report of 10 EU Member States Reports*. European Agency for Safety and Health at Work; 2020d. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/work-related-musculoskeletal-disorders-facts-and-figures-synthesis-report-10-eu-member/view>
- EU-OSHA. *Work-related Musculoskeletal Disorders: From Research to Practice. What Can Be Learnt?* European Agency for Safety and Health at Work; 2020e. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/work-related-musculoskeletal-disorders-research-practice-what-can-be-learnt/view>
- EU-OSHA. *Work-related Musculoskeletal Disorders: Why Are They Still So Prevalent? Evidence from a Literature Review*. European Agency for Safety and Health at Work; 2020f. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/work-related-musculoskeletal-disorders-why-are-they-still-so-prevalent-evidence/view>
- EU-OSHA. *Developments in ICT and Digitalisation of Work*. European Agency for Safety and Health at Work; 2021a. Available from: <https://osha.europa.eu/en/emerging-risks/developments-ict-and-digitalisation-work>
- EU-OSHA. *Impact of Artificial Intelligence on Occupational Safety and Health*. European Agency for Safety and Health at Work; 2021b. Available from:

<https://osha.europa.eu/en/publications/impact-artificial-intelligence-occupational-safety-and-health/view>

EU-OSHA. OSHwiki: Practical tips to make home-based telework as healthy, safe and effective as possible. OSHwiki; 2021c. Available from:

https://oshwiki.eu/wiki/Practical_tips_to_make_home-based_telework_as_healthy_safe_and_effective_as_possible

EU-OSHA. OSHwiki: Psychosocial risk factors for musculoskeletal disorders (MSDs). OSHwiki; 2021d. Available from:

[https://oshwiki.eu/wiki/Psychosocial_risk_factors_for_musculoskeletal_disorders_\(MSDs\)](https://oshwiki.eu/wiki/Psychosocial_risk_factors_for_musculoskeletal_disorders_(MSDs))

EU-OSHA. *Participatory Ergonomics and Preventing Musculoskeletal Disorders in the Workplace*. European Agency for Safety and Health at Work; 2021e. Available from:

<https://osha.europa.eu/en/publications/participatory-ergonomics-and-preventing-musculoskeletal-disorders-workplace/view>

EU-OSHA. *Teleworking during the COVID-19 Pandemic: Risks and Prevention Strategies*. European Agency for Safety and Health at Work; 2021f. Available from:

<https://osha.europa.eu/en/publications/teleworking-during-covid-19-pandemic-risks-and-prevention-strategies/view>

EU-OSHA. *The Association between Psychosocial Risk Factors at Work and the Occurrence and Prevention of Musculoskeletal Disorders*. European Agency for Safety and Health at Work; 2021g.

EU-OSHA. *The Future of Working in a Virtual Environment and OSH*. European Agency for Safety and Health at Work; 2021h.

Eurofound. *Sixth European Working Conditions Survey: Overview Report*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions; 2016. Available from:

<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2016/working-conditions/sixth-european-working-conditions-survey-overview-report>

Eurofound. *At Your Service: Working Conditions of Interactive Service Workers*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020a. Available from:

https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef20016_en.pdf

Eurofound. *Employee Monitoring and Surveillance: The Challenges of Digitalisation*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020b. Available from: <http://eurofound.link/ef2008>

Eurofound. *Living, Working and COVID-19*. COVID-19 series. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020c. Available from:

https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef20059_en.pdf

Eurofound. *New Forms of Employment: 2020 Update*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020d. Available from:

<https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2020/new-forms-of-employment-2020-update>

Eurofound, ILO. *Working Anytime, Anywhere: The Effects on the World of Work*. Luxembourg: Publications Office of the European Union and the International Labour Office; 2017.

Available from: <http://eurofound.link/ef1658>

Eurofound, ILO. *Working Conditions in a Global Perspective Joint ILO-Eurofound Report*.

Luxembourg: Publications Office of the European Union and the International Labour Office; 2019. Available from: <https://doi.org/10.2806/870542>

European Social Partners. *European Social Partners Autonomous Framework Agreement on Digitalisation*. BusinessEurope, SMEUnited, European Centre of Employers and Enterprises providing Public Services (CEEP) and the European Trade Union Confederation (ETUC); 2020. Available from: https://www.etuc.org/system/files/document/file2020-06/Final%2022%2006%2020_Agreement%20on%20Digitalisation%202020.pdf

Felknor SA, Streit JMK, Chosewood LC, McDaniel M, Schulte PA, Delclos GL, et al. How will the future of work shape the OSH professional of the future? A workshop summary. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(19): 7154.

Giorgi G, Lecca LI, Alessio F, Finstad GL, Bondanini G, Lulli LG, et al. COVID-19-related mental health effects in the workplace: a narrative review. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(21): 7857.

- Hauke A, Flaspöler E, Reinert D. Proactive prevention in occupational safety and health: how to identify tomorrow's prevention priorities and preventive measures. *Int J Occup Saf Ergon* 2020; 26(1): 181-93.
- Hauke A, Flintrop J, Brun E, Rugulies R. The impact of work-related psychosocial stressors on the onset of musculoskeletal disorders in specific body regions: a review and meta-analysis of 54 longitudinal studies. *Work & Stress* 2011; 25(3): 243-256.
- Hayden JA, Wilson MN, Riley RD, Iles R, Pincus T, Ogilvie R. Individual recovery expectations and prognosis of outcomes in non-specific low back pain: prognostic factor review. *Cochrane Database Syst Rev* 2019; 2019(11).
- Heneghan NR, Rushton A. Understanding why the thoracic region is the 'Cinderella' region of the spine. *Man Ther* 2016; 21: 274-276.
- Huws U. The algorithm and the city: platform labour and the urban environment. *Work Organ Labour Glob* 2020; 14(1): 7-14. Available from: <https://www.jstor.org/stable/10.13169/workorgalaboglob.14.1.0007>
- Huws U, Spencer N, Syrdal D, Holts K. *Work in the European Gig Economy: Research Results from the UK, Sweden, Germany, Austria, the Netherlands, Switzerland and Italy*. Foundation for European Progressive Studies; 2020. Available from: [https://researchprofiles.herts.ac.uk/portal/en/datasets/work-in-the-european-gig-economy-research-results-from-the-uk-sweden-germany-austria-the-netherlands-switzerland-and-italy\(3ac5a6a2-1e89-409a-9df4-94e27a4eff8e\).html](https://researchprofiles.herts.ac.uk/portal/en/datasets/work-in-the-european-gig-economy-research-results-from-the-uk-sweden-germany-austria-the-netherlands-switzerland-and-italy(3ac5a6a2-1e89-409a-9df4-94e27a4eff8e).html)
- ILO. Digital Labour platforms and the future of work towards decent work in the online world. Geneva: International Labour Office; 2020. Available from: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_645934.pdf
- ILO. *ILO Monitor: COVID-19 and the World of Work. Seventh edition. Updated Estimates and Analysis*. Geneva: International Labour Office; 2021. Available from: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/briefingnote/wcms_767028.pdf
- Johansson H, Arendt-Nielsen L, Bergenheim M, Blair S, Van Dieen J, Djupsjöbacka M, et al. *Epilogue: An Integrated Model for Chronic Work-related Myalgia 'Brussels Model'*. 2003. Available from: [http://vbn.aau.dk/en/publications/epilogue\(39712b90-002c-11da-b4d5-000ea68e967b\).html](http://vbn.aau.dk/en/publications/epilogue(39712b90-002c-11da-b4d5-000ea68e967b).html)
- JRC. Telework in the EU before and after the COVID-19: where we were, where we head to. JRC Science for Policy Brief. Joint Research Centre; 2020. Available from: https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc120945_policy_brief_-_covid_and_telework_final.pdf
- Juvani A, Oksanen T, Virtanen M, Elovainio M, Salo P, Pentti J, et al. Organizational justice and disability pension from all-causes, depression and musculoskeletal diseases: a Finnish cohort study of public sector employees. *Scand J Work Environ Health* 2016; 42(5): 395-404.
- Kennedy CA, Amick BC, Dennerlein JT, Brewer S, Catli S, Williams R, et al. Systematic review of the role of occupational health and safety interventions in the prevention of upper extremity musculoskeletal symptoms, signs, disorders, injuries, claims and lost time. *J Occup Rehabil* 2010; 20(2): 127-162.
- Kniffin KM, Narayanan J, Anseel F, Antonakis J, Ashford SP, Bakker AB, et al. COVID-19 and the workplace: implications, issues, and insights for future research and action. *Am Psychol* 2021; 76(1): 63-77.
- Koch P, Schablon A, Latza U, Nienhaus A. Musculoskeletal pain and effort-reward imbalance — a systematic review. *BMC Public Health* 2014; 14: 37.
- Kotera Y, Correa Vione K. Psychological impacts of the new ways of working (NWW): a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(14).
- Kozak A, Schedlbauer G, Wirth T, Euler U, Westermann C, Nienhaus A. Association between work-related biomechanical risk factors and the occurrence of carpal tunnel syndrome: an overview of systematic reviews and a meta-analysis of current research. *BMC Musculoskelet Disord* 2015; 16(1): 231.
- Kraatz S, Lang J, Kraus T, Münster E, Ochsmann E. The incremental effect of psychosocial workplace factors on the development of neck and shoulder disorders: a systematic review of longitudinal studies. *Int Arch Occup Environ Health* 2013; 86(4): 375-395.

- Kramer A, Kramer KZ. The potential impact of the Covid-19 pandemic on occupational status, work from home, and occupational mobility. *J Vocat Behav* 2020; 119: 103442.
- Lang J, Ochsmann E, Kraus T, Lang JWB. Psychosocial work stressors as antecedents of musculoskeletal problems: a systematic review and meta-analysis of stability-adjusted longitudinal studies. *Soc Sci Med* 2012 ;75(7): 1163-1174.
- McKinsey Global Institute. The future of work in Europe: automation, workforce transitions and the shifting geography of employment. 2020. Available from: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-of-work-in-europe>
- 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): 752-758.
- Mansfield M, Thacker M, Sandford F. Psychosocial risk factors and the association with carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Hand (NY)* 2018; 13(5): 501-508.
- Martinez-Calderon J, Flores-Cortes M, Morales-Asencio JM, Luque-Suarez A. Pain-related fear, pain intensity and function in individuals with chronic musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *J Pain* 2019; 20(12): 1394-1415.
- Neumann WP, Winkelhaus S, Grosse EH, Glock CH. Industry 4.0 and the human factor — a systems framework and analysis methodology for successful development. *Int J Prod Econ* 2021; 233: 107992. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527320303418>
- Nimrod G. Technostress in a hostile world: older internet users before and during the COVID-19 pandemic. *Aging Ment Health* 2020; 1-8.
- Oakman J, Kinsman N, Stuckey R, Graham M, Weale V. A rapid review of mental and physical health effects of working at home: how do we optimise health? *BMC Public Health* 2020; 20(1): 1825.
- OECD. *Going Digital: The Future of Work for Women*. Policy brief on the future of work. Organisation for Economic Co-operation and Development; 2017. Available from: <https://www.oecd.org/employment/Going-Digital-the-Future-of-Work-for-Women.pdf>
- OECD. *The Emergence of New Forms of Work and Their Implications for Labour Relations*. Issues note. Organisation for Economic Co-operation and Development; 2018. Available from: <http://www.oecd.org/g20/topics/employment-education-and-social-policies/OECD-Note-on-The-emergence-of-new-forms-of-work.pdf>
- Pekkarinen L, Elovainio M, Sinervo T, Heponiemi T, Aalto A-M, Noro A, et al. Job demands and musculoskeletal symptoms among female geriatric nurses: the moderating role of psychosocial resources. *J Occup Health Psychol* 2013; 18(2): 211-219.
- Prakash KC, Neupane S, Leino-Arjas P, von Bonsdorff MB, Rantanen T, von Bonsdorff ME, et al. Work-related biomechanical exposure and job strain as separate and joint predictors of musculoskeletal diseases: a 28-year prospective follow-up study. *Am J Epidemiol* 2017; 186(11): 1256-1267.
- Robelski S, Sommer S. ICT-enabled mobile work: challenges and opportunities for occupational health and safety systems. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(20). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7602556/>
- Roquelaure Y. Promoting a shared representation of workers' activities to improve integrated prevention of work-related musculoskeletal disorders. *Safe Health Work* 2016; 7(2): 171-174.
- Roquelaure Y. *Musculoskeletal Disorders and Psychosocial Factors at Work*. Brussels: European Trade Union Institute; 2018, p. 82. Report No 142. Available from: <https://www.etui.org/sites/default/files/EN-Report-142-MSD-Roquelaure-WEB.pdf>
- Roquelaure Y, Garlandezec R, Rousseau V, Descatha A, Evanoff B, Mattioli S, et al. Carpal tunnel syndrome and exposure to work-related biomechanical stressors and chemicals: findings from the Constances cohort. *PLoS ONE* 2020; 15(6): e0235051.
- Rugulies R, Krause N. Effort-reward imbalance and incidence of low back and neck injuries in San Francisco transit operators. *Occup Environ Med* 2008; 65(8): 525-533.
- Siegrist J, Wahrendorf M, Goldberg M, Zins M, Hoven H. Is effort-reward imbalance at work associated with different domains of health functioning? Baseline results from the French CONSTANCES study. *Int Arch Occup Environ Health* 2019; 92(4): 467-480.

- Steidelmüller C, Meyer S-C, Müller G. Home-based telework and presenteeism across Europe. *J Occup Environ Med* 2020; 62(12): 998-1005.
- Stock SR, Nicolakakis N, Vézina N, Vézina M, Gilbert L, Turcot A, et al. Are work organization interventions effective in preventing or reducing work-related musculoskeletal disorders? A systematic review of the literature. *Scand J Work Environ Health* 2018; 44(2): 113-133.
- Taib MFM, Bahn S, Yun MH. The effect of psychosocial stress on muscle activity during computer work: comparative study between desktop computer and mobile computing products. *Work* 2016; 54(3): 543-555.
- Theurel J, Desbrosses K, Roux T, Savescu A. Physiological consequences of using an upper limb exoskeleton during manual handling tasks. *Appl Ergon* 2018; 67: 211-217.
- van der Molen HF, Foresti C, Daams JG, Frings-Dresen MHW, Kuijter PPFM. Work-related risk factors for specific shoulder disorders: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med* 2017; 74(10): 745-755.
- Vargas-Prada S, Coggon D. Psychological and psychosocial determinants of musculoskeletal pain and associated disability. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2015; 29(3): 374-390.
- Visser B, van Dieën JH. Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2006; 16(1): 1-16.
- Westgaard RH, Winkel J. Occupational musculoskeletal and mental health: significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems — a systematic review. *Appl Ergon* 2011; 42(2): 261-296. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687010000967>

Auteur: Yves Roquelaure, Université d'Angers

Gestion du projet: Malgorzata Milczarek, Maurizio Curtarelli

Le présent document a été commandé par l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA). Son contenu, y compris tout avis et/ou conclusion exprimé, n'engage que ses auteurs et ne reflète pas nécessairement l'avis de l'EU-OSHA.