

LA ROBOTIQUE ET L'AUTOMATISATION DE POINTE: QUELS RISQUES ET POSSIBILITES POUR LA SECURITE ET LA SANTE AU TRAVAIL?

L'émergence de nouvelles technologies, telles que les systèmes robotiques avancés capables d'interagir étroitement avec les humains, a relancé le débat sur le potentiel d'automatisation des emplois et des tâches ainsi que sur ses conséquences sur la sécurité et la santé au travail (SST). Les évolutions rapides et les nouvelles formes d'interaction entre l'homme et la technologie sont sources de nouvelles possibilités et de nouveaux défis en matière de SST parallèlement à cette évolution technologique. La robotique avancée offre le potentiel d'un changement qualitatif des possibilités et des défis en matière de SST, voire de la création de bénéfices et de risques entièrement nouveaux. Une meilleure compréhension tant des facteurs établis en matière de SST en ce qui concerne l'interaction entre l'homme et la technologie, que des nouvelles connaissances scientifiques axées sur les systèmes robotiques, permet de recenser des influences importantes sur les risques et les possibilités, ainsi que des facteurs spécifiquement pertinents pour la robotique avancée et les cobots.

L'état de la robotique de pointe

La combinaison de l'intelligence artificielle, ou des algorithmes intelligents, avec des dispositifs robotiques accélère le niveau d'autonomie et de fonctionnalités robotiques. Plus il y a d'intégration des logiciels fondés sur l'IA dans le matériel robotique, plus nous observons, par exemple, un comportement évolutif élaboré, en particulier dans des environnements non structurés ou dans le traitement du langage naturel. Toutefois, les systèmes robotiques non fondés sur l'IA présentent déjà diverses capacités avancées et sont également repris à cet égard. Un certain nombre de technologies robotiques avancées différentes, capables d'interagir avec l'homme, sont abordées dans une littérature scientifique de haute qualité. Elles peuvent être classées en fonction de leur destination ainsi que de caractéristiques distinctes telles que la mobilité. Pour l'automatisation des tâches physiques, les **robots industriels** sont les plus fréquents. Selon la norme ISO de l'Organisation internationale de normalisation (ISO 8373:2012), un robot industriel est un «système commandé automatiquement, multi-applicatif, reprogrammable, polyvalent, manipulateur et programmable sur trois axes ou plus», qui peut être fixe ou mobile. Cette définition est également adoptée par la Fédération internationale de la robotique (IFR). La **robotique de manipulation à distance**, utilisée par exemple dans les opérations de maintenance à distance, constitue un autre type de systèmes robotiques. Un deuxième groupe notable abordé dans la littérature scientifique est celui des **robots médicaux**. Les robots médicaux pour l'automatisation des tâches physiques désignent des systèmes tels que les **déambulateurs robotiques**^{1, 2} pour les soins aux personnes âgées ou handicapées, ainsi que la **thérapie assistée par robot** pour la rééducation de la fonction d'équilibre après un accident vasculaire cérébral³. Les robots médicaux conçus pour transporter et soulever des patients, parfois appelés **robots infirmiers**, en sont encore à leur phase initiale de développement. Dans le domaine de la **fabrication**, l'intégration croissante des outils logiciels fondés sur l'IA dans le matériel robotique conduit à de nouvelles générations de systèmes robotiques. Outre les finalités spécifiques, le degré de mobilité a également été utilisé pour classer les systèmes robotiques. L'intégration de robots mobiles ou de **véhicules autonomes (VA)** peut être observée dans un certain nombre d'environnements de travail. Les robots gagnent en autonomie, notamment dans le **domaine de la logistique et de l'entreposage**.

La forme d'interaction entre l'homme et les robots est décrite en termes de **collaboration, de coopération et de coexistence**. La coexistence décrit une réunion épisodique entre l'homme et les robots au cours de laquelle l'interaction est limitée dans le temps et dans l'espace. Les participants ne partagent aucun objectif commun dans leur travail et leurs actions sont sans rapport sur le plan temporel. Un exemple de coexistence sur le lieu de travail est celui d'un robot de transport passant devant un surveillant dans un entrepôt. La coopération et la collaboration décrivent des interactions plus étroites entre les humains et les robots, dans lesquelles ils partagent un objectif et les tâches sont fiables sur le plan temporel. Dans le cadre d'un travail coopératif, les deux parties œuvrent à la réalisation d'un objectif commun global, mais la répartition des tâches entre l'homme et le robot est claire. Chacune travaille sur différentes sous-tâches du résultat final et la répartition des sous-tâches est déterminée à l'avance. La collaboration peut être considérée comme la forme d'interaction la plus étroite. Des actions humaines

¹ Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., & Hauer, K. (2016). Evaluation studies of robotic rollators by the user perspective: A systematic review. *Gerontology*, 62(6), 644-653. <https://doi.org/10.1159/000444878>

² Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., Bauer, J. M., & Hauer, K. (2018). A systematic review of study results reported for the evaluation of robotic rollators from the perspective of users. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(1), 31-39. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1278470>

³ Zheng, Q. X., Ge, L., Wang, C. C., Ma, Q. S., Liao, Y. T., Huang, P. P., & Rask, M. (2019). Robot-assisted therapy for balance function rehabilitation after stroke: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 95, 7-18. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.03.015>

et robotiques se produisent simultanément sur le même objet. Par exemple, l'assistance au levage des patients crée une forme d'interaction collaborative. L'humain et le robot poursuivent un objectif commun et une coordination immédiate s'impose. Les sous-tâches sont réparties en permanence et, si nécessaire, adaptées à la situation.

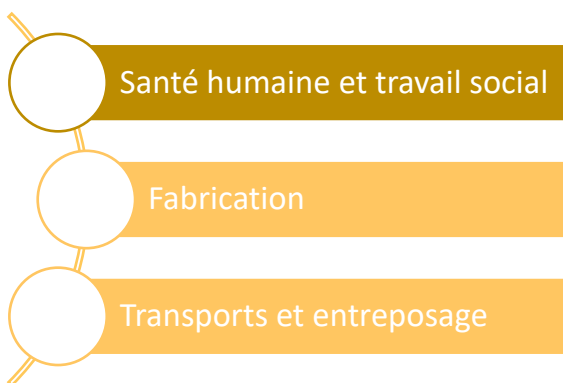
Incidence sur les tâches, les emplois et les secteurs

Comme on peut s'y attendre, la plupart des tâches physiques touchées par l'automatisation de la robotique avancée sont liées aux objets. Toutefois, certaines tâches physiques concernées par l'automatisation des tâches sont également liées à la personne. Un exemple, qui se produit dans différents secteurs (médecine, fabrication et construction), mais qui est automatisé ou assisté également par différents types de systèmes robotiques, est la tâche consistant à soulever des objets, voire des personnes. Cet exemple montre comment une même tâche relève de différents secteurs et des divers emplois qui y sont associés. Les tâches qui seront plus susceptibles d'être automatisées sont des

tâches répétitives et routinières. Ces tâches peuvent être programmées et codées et l'on peut élaborer un système qui tire les enseignements de ces données en utilisant les techniques d'IA. Par conséquent, les tâches physiques routinières et moins complexes sont plus susceptibles d'être remplacées. Il pourrait y avoir un risque de **destruction d'emplois**, en particulier pour les emplois **peu qualifiés** présentant des niveaux élevés de répétitivité et de routine. Signalons, pour introduire un léger contraste, que de **nombreuses tâches physiques routinières** ont déjà été automatisées par la mécanisation et qu'il peut rester moins de tâches à automatiser. L'utilisation de robots collaboratifs est même **susceptible de créer davantage d'emplois**. Ces systèmes sont susceptibles de combiner la force de l'homme avec celle des machines. Associer des humains à des robots peut accroître la productivité et donc profiter à l'organisation, qui, à son tour, est en mesure d'investir davantage et de créer de nouveaux emplois. Toutefois, dans le même temps, ces systèmes peuvent accomplir la tâche de plus d'un travailleur humain à la fois. Par conséquent, nous observerons une évolution vers une situation dans laquelle un être humain orchestre plusieurs systèmes robotiques.

L'analyse des tâches physiques automatisées parmi les secteurs révèle un nombre élevé de tâches automatisées ou assistées dans le secteur de **la santé humaine et de l'action sociale**. La majorité de ces tâches se retrouvent dans les **activités hospitalières**.

Figure 1: Les trois secteurs les plus courants pour l'automatisation des tâches physiques (selon la littérature scientifique)



Le secteur **manufacturier** est le deuxième secteur où ces nouvelles technologies sont le plus répandues. Dans le secteur manufacturier, **l'industrie automobile** est souvent citée comme la principale industrie concernée. Cependant, le secteur de **la santé humaine et du travail social** est légèrement plus représenté dans la littérature scientifique, ce qui pourrait toutefois être dû à un biais de publication. Le secteur **des transports et de l'entreposage** est aussi analysé assez fréquemment dans la littérature scientifique et mentionné également par des experts. Les secteurs de **la construction** et de **l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche** sont moins souvent traités dans la littérature scientifique, mais sont mis en avant par les experts. Les applications robotiques sont particulièrement utiles pour remplacer ou soutenir des travailleurs dans des tâches impliquant la manipulation de charges lourdes (par exemple des grues automatisées). Les

secteurs de **l'agriculture, la sylviculture et la pêche** connaissent un assez fort développement en matière de systèmes autonomes, et l'innovation liés à ces technologies progresse rapidement dans ce secteur.

Dimensions pertinentes en matière de SST dans l'interaction homme-robot

Sur la base de recherches préalables, quatre dimensions différentes de l'interaction homme-robot, qui peuvent être associées à différents risques et possibilités liés à la SST, ont été recensées: la **répartition des fonctions ou des tâches**, la **conception des tâches**, la **conception des interactions** ainsi que **l'exploitation et la supervision**. Ces dimensions ne sont pas strictement distinctes et dépendent les unes des autres.

Répartition des fonctions et conception des tâches

L'automatisation elle-même est un continuum où différentes fonctions peuvent être automatisées à des degrés divers⁴. Au fur et à mesure que les capacités de la robotique avancée progressent, nous pouvons observer une évolution des processus traditionnels de répartition des tâches vers des processus plus dynamiques. Un certain nombre d'aspects psychologiques sont à prendre en considération, qui peuvent être influencés par la répartition des tâches ad hoc en temps réel, tels que **la perception du contrôle des processus, l'effort mental, la perception de l'équité, l'identité des tâches** et l'acceptation du résultat de la répartition, les flux et l'efficacité personnelle ou la satisfaction⁵. La flexibilité dans l'exécution des tâches tant de l'homme que du robot nécessite un très haut degré de développement technologique. **La répartition des fonctions ou des tâches** pourrait devenir plus dynamique, étant donné que les systèmes robotiques offrent la promesse d'une utilisation flexible. Dans l'hypothèse d'une maturité technologique appropriée et de cas d'utilisation adaptés pour une telle application, non seulement le résultat d'un processus de répartition des fonctions, mais aussi le processus lui-même, engendreront des risques et des possibilités en matière de SST, qui sont examinés dans la section correspondante ci-après. Une conséquence directe du processus de répartition est la tâche restante (contenu de l'emploi) pour l'homme. L'une des principales caractéristiques de la conception des tâches de travail, qui peut elle-même imposer des risques et des possibilités en matière de SST, est liée à la quantité et à la qualité de la latitude de décision ou du **contrôle du travail** pour le travailleur humain.

Conception des interactions

Les aspects de conception robotique et la conception des interactions peuvent être liés à l'apparence extérieure et à la représentation du système robotique, au comportement robotique et au mouvement ou à l'interaction, ainsi qu'aux styles et canaux de communication. Dans le domaine du mouvement robotique, les aspects comportementaux tels que la vitesse, l'accélération et la décélération, les trajectoires, les stratégies d'approche ou de passage entrent en ligne de compte. La communication entre l'homme et la robotique avancée peut être conçue à des degrés divers. Des recherches ont été menées sur la comparaison des effets des différents canaux de communication, par exemple sur l'efficacité de la combinaison de plusieurs modalités telles que le geste et la parole⁶. D'autres tentatives se concentrent sur des scénarios d'interaction verbale spécifiques, par exemple lorsque des systèmes robotiques demandent de l'aide au partenaire d'interaction humain⁷. Ces différents aspects de la conception des interactions sont associés, à des degrés divers, aux risques et aux possibilités en matière de SST. La similitude dans la recherche interaction-conception réside dans la tentative de déterminer des attributs et des caractéristiques qui permettent une interaction fluide et naturelle. L'objectif général est d'accroître le sentiment de **bien-être, d'acceptation, de confiance, d'émotions positives** et d'une **expérience ou d'un flux de travail positif de l'utilisateur**⁸. De même, les niveaux dysfonctionnels de **charge de travail, d'irritation, de tension ou de perturbations** ne sont pas induits par l'interaction, mais devraient être réduits dans la mesure du possible. Toutefois, les aspects de conception robotique ne sont pas des considérations autonomes, mais doivent toujours tenir compte du contexte et de la tâche concernés. Par exemple, les exigences en matière d'interaction diffèrent entre un robot lié aux soins de santé et un robot industriel.

La responsabilité et l'obligation de rendre compte doivent être clarifiées en ce qui concerne l'interaction homme-robot. Les travailleurs doivent être conscients des capacités et des limites d'un robot.

⁴ Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 30(3), 286-297. <https://doi.org/10.1109/3468.844354>

⁵ Tausch, A., Kluge, A., & Adolph, L. (2020). Psychological effects of the allocation process in human-robot interaction – A model for research on ad hoc task allocation. *Frontiers in Psychology*, 11, 2267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564672>

⁶ Berg, J., & Lu, S. (2020). Review of interfaces for industrial human-robot interaction. *Current Robotics Reports*, 1(2), 27-34. <https://doi.org/10.1007/s43154-020-00005-6>

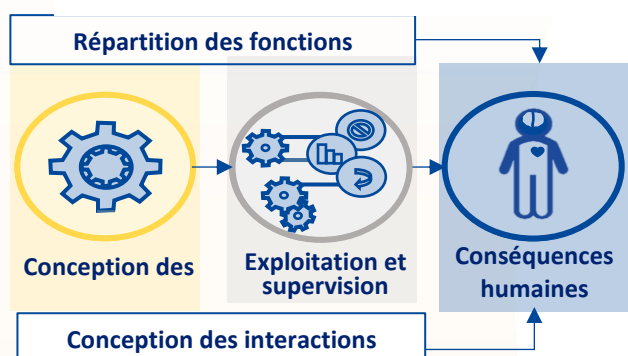
⁷ Backhaus, N., Rosen, P. H., Scheidig, A., Gross, H. M., & Wischniewski, S. (septembre 2018). Somebody help me, please?! Interaction design framework for needy mobile service robots. *2018 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)* (p. 54-61). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ARSO.2018.8625721>

⁸ Honig, S. S., & Oron-Gilad, T. (2018). Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development. *Frontiers in Psychology*, 9, 861. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00861>

Exploitation et supervision

La dimension de l'exploitation et de la supervision d'un système peut être considérée comme une conséquence directe du processus de répartition des fonctions et de la conception spécifique des interactions⁹. En raison de la nouveauté relative des systèmes robotiques interagissant étroitement avec les humains sur le lieu de travail, il est inévitable que la main-d'œuvre soit inexpérimentée et peu habituée à de telles interactions. Lorsque l'on devient plus familier de ces systèmes, leur caractère de nouveauté diminue à mesure que les idées préconçues concernant leurs capacités et comportements évoluent vers une vision plus réaliste¹⁰. Nomura et ses collègues ont constaté que les attitudes négatives à l'égard des systèmes robotiques diminuent à mesure que les expériences d'interaction avec les robots augmentent. Des niveaux élevés d'**autonomie des robots** ont également été associés à un sentiment de **responsabilité** moindre en ce qui concerne la tâche à accomplir¹¹. Par conséquent, une conception et un comportement robotiques transparents sont essentiels pour prévenir d'éventuels risques tels qu'un sentiment de responsabilité et redevabilité moindre à l'égard du système. En outre, dans les environnements où les opérateurs doivent effectuer des tâches non automatisées tout en supervisant l'automatisation, un certain **relâchement de la vigilance** peut être observé¹². Il est donc important de reconnaître le niveau de charge mentale que peut entraîner l'exploitation et la supervision d'un système robotique et de l'inclure dans toute réflexion visant à introduire dans un environnement de travail une supervision et une exploitation multitâches.

Figure 2: Dimensions de l'interaction homme-robot



Possibilités en matière de SST

L'introduction de systèmes robotiques avancés sur le lieu de travail peut ouvrir aux travailleurs un certain nombre de possibilités liées à la SST. En ce qui concerne la **répartition des fonctions ou des tâches**, un certain nombre d'aspects psychologiques doivent être pris en considération, tels que la perception du contrôle des processus, l'effort mental, la perception de l'équité, l'identité des tâches et l'acceptation du résultat de la répartition, les flux et l'efficacité personnelle ou la satisfaction¹³. Toutefois, si la répartition des tâches est bien effectuée, elle peut améliorer la performance du système, **réduire les erreurs, optimiser la charge de travail, accroître la motivation, la satisfaction et le bien-être**. En outre, la **confiance** et l'**acceptation** sont susceptibles d'augmenter, étant donné que les attitudes sont influencées par l'exposition à un système¹⁴.

Le principe du «contrôle par des humains» constitue une ligne directrice de conception importante dans l'interaction homme-robot afin d'éviter une baisse des niveaux de contrôle du travail.

La notion de **contrôle du travail**, qui inclut les dimensions de la latitude de décision, du calendrier et du contrôle de la méthode en soi, a une longue histoire en psychologie du travail. Les effets positifs que le contrôle du travail peut avoir sur le bien-être, la motivation, la satisfaction et la santé mentale des travailleurs, en particulier en contribuant à compenser des exigences professionnelles élevées, sont très bien décrits dans la littérature scientifique^{15, 16, 17}. La possibilité pour les travailleurs d'effectuer certaines tâches avec un système robotique flexible pourrait être l'occasion d'**accroître le niveau de contrôle du travail** lorsqu'ils suivent certaines

⁹ Robelski, S., & Wischniewski, S. (2018). Human-machine interaction and health at work: a scoping review. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 5(2), 93-110. <https://doi.org/10.1504/IJHFE.2018.092226>

¹⁰ Sanders, T., Kaplan, A., Koch, R., Schwartz, M., & Hancock, P. A. (2019). The relationship between trust and use choice in human-robot interaction. *Human Factors*, 61(4), 614-626. <https://doi.org/10.1177/0018720818816838>

¹¹ Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., Yamada, S., & Kato, K. (2011). Attitudes toward robots and factors influencing them. In K. Dautenhahn & J. Saunders (Eds.), *New Frontiers in Human-Robot Interaction* (p. 73-88). John Benjamins Publishing. <https://doi.org/10.1075/ais.2.06nom>

¹² Parasuraman, R., & Manzey, D. H. (2010). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors*, 52(3), 381-410. <https://doi.org/10.1177/0018720810376055>

¹³ Tausch, A., Kluge, A., & Adolph, L. (2020). Psychological effects of the allocation process in human-robot interaction – A model for research on ad hoc task allocation. *Frontiers in Psychology*, 11, 2267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564672>

¹⁴ Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., De Visser, E. J., & Parasuraman, R. (2011). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human Factors*, 53(5), 517-527. <https://doi.org/10.1177/0018720811417254>

¹⁵ Karasek, R. A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job design. *Administrative Science Quarterly*, 24, 285-308. <https://doi.org/10.2307/2392498>

¹⁶ Karasek, R. A. (1998). Demand/control model: A social, emotional, and physiological approach to stress risk and active behaviour development. In J. M. Stellman (Ed.), *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (p. 34.06-34.14). Organisation internationale du travail (OIT).

¹⁷ Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The job demands-resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22, 309-328. <https://doi.org/10.1108/02683940710733115>

recommandations en matière de conception¹⁸. Le principe du «contrôle par des humains» devrait être considéré comme une ligne directrice de conception de premier plan. Assurer une transparence suffisante du système, voire permettre des stratégies d'interaction individualisées, peut garantir une interaction fluide.

Outre les aspects psychologiques, la robotique avancée peut également avoir une incidence positive sur le **bien-être physique et la sécurité** des travailleurs. L'utilisation de tels systèmes dans des environnements de travail risqués et dangereux est une opportunité manifeste qu'il convient de souligner. Premièrement, les systèmes robotiques donnent la possibilité de soustraire complètement les humains à ces milieux défavorables. Deuxièmement, en particulier dans les tâches d'assemblage et de levage, les systèmes robotiques peuvent **améliorer la santé physique** liée aux troubles musculo-squelettiques. Outre ces facteurs, la réduction des tensions physiques ou des travaux défavorables offre une nouvelle perspective concrète en matière de SST¹⁹.

Risques en matière de SST

Les risques associés à la répartition des fonctions comprennent un certain nombre de conséquences humaines telles que des **effets de relâchement de vigilance**, des **biais décisionnels**, une **conscience réduite de la situation**, une **charge de travail mentale déséquilibrée**, une **méfiance** et une **dépendance excessive**. En ce qui concerne la **conception des tâches** découlant du processus de répartition des fonctions, en particulier le risque de **faibles niveaux de contrôle du travail**, qui est également associé à de **faibles niveaux de sentiment de contrôle**, il convient de mettre en évidence de **bas niveaux d'efficacité personnelle**, de **satisfaction**, de **motivation** et de **bien-être**. Des niveaux élevés d'**autonomie des robots** sont également associés au risque de **baisse du sentiment de contrôle** et du sentiment de **responsabilité** à l'égard de la tâche. Un **couplage étroit** entre le travailleur et la tâche du robot risque en outre d'accroître le **stress**.

En outre, l'absence de principes de conception est associée à des effets néfastes. En particulier, la demande d'une conception et d'un comportement robotiques transparents est essentielle pour prévenir d'éventuels risques tels qu'un **sentiment de responsabilité** et de **redevabilité moindre**, une **dépendance excessive ou insuffisante** ainsi qu'un **sentiment d'aliénation** ou de **perte de contrôle**.

L'automatisation (ou semi-automatisation) des tâches précédemment exécutées par l'homme pourrait aussi, à terme, déboucher sur de nouvelles structures de formation d'équipe. Un risque possible pourrait être une **diminution du soutien social perçu**, étant donné que l'interaction avec les membres de l'équipe humaine pourrait diminuer. Toutefois, ce phénomène n'est pas encore précisément traité dans la littérature scientifique.

L'application de systèmes robotiques peut risquer de **réduire encore davantage les niveaux de contrôle du travail**. Les travailleurs peuvent avoir le sentiment de **ne faire qu'assister le travail du robot**. Les faibles niveaux de contrôle et de dépendance à l'égard des systèmes robotiques sont également connus sous le nom de couplage technologique dans la littérature scientifique²⁰. Un couplage étroit et non flexible des tâches humaines aux performances robotiques pourrait **réduire la flexibilité de l'exécution des tâches** et augmenter le **taux de travail déterminé par la machine**. Ces deux aspects sont susceptibles d'être associés à un certain nombre d'effets psychosociaux néfastes, tels que **l'épuisement émotionnel**, **la nervosité ou l'irritabilité**, **une santé mentale globalement détériorée** et **une satisfaction intrinsèque au travail moindre**¹⁹. Il peut en résulter un **sentiment de ne faire qu'assister le travail du robot** et une **diminution de la valeur subjective** de son propre travail. Toutefois, si les limites des tâches et des systèmes ne sont pas clairement définies, on risque de laisser une trop grande importance au contrôle du travail ou à la marge de décision, ce qui peut à nouveau entraîner une diminution du bien-être ou du stress.

Le risque potentiel d'**intensification du travail** par l'introduction de la robotique avancée est étroitement lié au couplage technologique si le temps consacré par les ressources humaines à l'accomplissement des tâches dans le nouveau système de travail est insuffisamment réparti. En outre, il existe un risque potentiel d'**effets de déqualification**. Étant donné que les systèmes robotiques exécutent une partie du travail, les travailleurs n'accomplissent plus toutes les tâches et ne comprennent donc plus l'ensemble du processus. La **réduction de la diversité des compétences** est également abordée dans la polarisation potentielle des emplois²¹. En substance, elle indique que, pour les emplois nécessitant un faible niveau de compétences, en raison de

¹⁸ Rosen, P. H., & Wischniewski, S. (juillet 2017). Task design in human-robot-interaction scenarios – Challenges from a human factors perspective. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (p. 71-82). Springer, Cham.

¹⁹ Sen, A., Sanjog, J., & Karmakar, S. (2020). A comprehensive review of work-related musculoskeletal disorders in the mining sector and scope for ergonomics design interventions. *IJSE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 8(3), 113-131. <https://doi.org/10.1080/24725838.2020.1843564>

²⁰ Corbett, J. M. (1987). A psychological study of advanced manufacturing technology: The concept of coupling. *Behaviour & Information Technology*, 6(4), 441-453. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/01449298708901855>

²¹ Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. *Journal for Labour Market Research*, 49(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12651-016-0200-6>

l'automatisation des tâches routinières complexes, l'emploi sera axé sur des tâches encore plus simples, plutôt que de permettre à l'homme d'accomplir des tâches qui nécessitent un niveau de compétences plus élevé.

Un phénomène commun lié à l'automatisation des tâches est le relâchement de la vigilance en matière d'automatisation. L'effet est moindre lorsque la fiabilité de l'automatisation ne reste pas constante mais varie dans le temps. Toutefois, l'incohérence des performances du système pourrait **avoir une incidence négative sur la confiance** dans le système robotique. Un deuxième phénomène d'automatisation bien étudié et bien documenté, abordé dans la littérature scientifique, est le **risque de biais d'automatisation** et deux types d'erreurs connexes, à savoir les erreurs d'omission et de commission. Les erreurs d'omission se produisent si l'utilisateur ne répond pas à une situation critique concernant une fonction d'alerte²². Les erreurs de commission sont liées à des recommandations spécifiques du système d'automatisation et sont décrites comme le fait de suivre les conseils du système bien qu'ils soient incorrects. Pour éviter ce type de risque, les travailleurs doivent faire preuve d'un niveau de confiance adéquat envers le système robotique, sans dépendance excessive ni négligence à son égard. Il est donc essentiel que les travailleurs soient conscients des capacités exactes du système robotique.

Une répartition et une conception inadéquates des tâches peuvent principalement être associées à des risques psychosociaux tels que la diminution du bien-être, l'épuisement émotionnel, la nervosité ou l'irritabilité. Les défaillances mécaniques de la robotique peuvent causer un préjudice physique.

Les **erreurs et les défaillances mécaniques** constituent un autre facteur de risque. Les mouvements imprévus peuvent éventuellement causer un préjudice physique à l'opérateur. Par conséquent, il convient d'envisager des limites à la force de contact. Ce type d'erreurs de contrôle peut se produire tant au stade de la conception qu'au stade de l'exploitation et elles sont souvent attribuées à un dysfonctionnement du logiciel, mais peuvent également être causées par une erreur humaine. Afin d'éviter les erreurs mécaniques, une installation et un entretien électriques appropriés doivent être assurés, ainsi qu'une formation adéquate des opérateurs afin d'éviter et, si nécessaire, de désamorcer la situation.

Le risque de **crainte de la perte d'emploi** peut être naître notamment si les travailleurs n'ont aucune expérience des systèmes robotiques et si les processus visant à les introduire n'intègrent pas cette crainte. Pour atténuer ce risque, il peut être utile d'associer les travailleurs dès le début du processus d'introduction du système sur le lieu de travail. Certains travailleurs ne percevront pas ces systèmes comme une technologie potentiellement bénéfique, mais comme un risque pour leur emploi, ce qui peut susciter des craintes de chômage et d'insécurité financière²². Reichert et Tauchmann étudient les niveaux de détresse psychologique chez les travailleurs en situation de précarité professionnelle et ont constaté une **détérioration de leur santé psychologique**²³. Par ailleurs, les effets de la précarité de l'emploi sont exacerbés pour les travailleurs souffrant de problèmes de santé mentale préexistants. Les travailleurs occupant des postes supérieurs craignent moins les robots au travail que les travailleurs manuels, les ouvriers et les personnes ayant un niveau d'éducation inférieur²⁴. Kozak et ses collègues insistent sur la nécessité de poursuivre la mise en œuvre de politiques de développement des compétences permettant à la main-d'œuvre de lutter à la fois contre les pertes réelles d'emplois et contre la crainte subjective d'une telle perte. Fournir aux travailleurs de nouvelles compétences pourrait en même temps faciliter leur adaptation aux exigences du nouvel environnement de travail dans une économie numérique et leur donner un sentiment subjectif de sécurité²⁵.

²² McClure, P. K. (2018). "You're fired," says the robot: The rise of automation in the workplace, technophobes, and fears of unemployment. *Social Science Computer Review*, 36(2), 139-156. <https://doi.org/10.1177/0894439317698637>

²³ Reichert, A. R., & Tauchmann, H. (2011). *The causal impact of fear of unemployment on psychological health* (n° 266). In T. K. Bauer (Ed.), *Ruhr Economic Papers*. <http://hdl.handle.net/10419/61355>

²⁴ Dekker, F., Salomons, A., & Waal, J. V. D. (2017). Fear of robots at work: the role of economic self-interest. *Socio-Economic Review*, 15(3), 539-562. <https://doi.org/10.1093/ser/mwx005>

²⁵ Kozak, M., Kozak, S., Kozakova, A., & Martinak, D. (2020). Is fear of robots stealing jobs haunting European workers? A multilevel study of automation insecurity in the EU. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17493-17498. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2160>

Recommandations

L'introduction de la robotique avancée sur le lieu de travail nécessite une prise en considération approfondie à la fois des risques et des possibilités potentiels en matière de SST.

Les principales dimensions qui présentent des risques et des possibilités potentiels en matière de SST s'agissant de l'interaction homme-robot sont **la répartition des fonctions et la conception des tâches, la conception des interactions** ainsi que **l'exploitation et la supervision**. Ces dimensions doivent être considérées à des degrés variables et sont légèrement orientées vers certaines parties prenantes. Toutefois, l'application d'un système robotique spécifique au sein d'un système de travail nécessite de prêter attention à toutes les dimensions visées. Par conséquent, il est nécessaire d'encourager et de permettre les échanges et l'acquisition des enseignements des parties prenantes concernées, telles que le concepteur, l'intégrateur de systèmes, le comité d'entreprise et les travailleurs.

L'un des facteurs permettant une mise en œuvre réussie des systèmes robotiques est la **participation** des travailleurs. Ce facteur est important pour plusieurs raisons. Il peut réduire la crainte de la perte d'emploi et accroître davantage l'acceptation du système. En outre, la mise en œuvre de politiques de **développement des compétences** pour la main-d'œuvre devrait être envisagée pour lutter à la fois contre les pertes réelles d'emplois et contre la crainte subjective d'une telle perte.

L'accent mis sur le perfectionnement ou la reconversion des travailleurs dans le processus d'automatisation permettra de lutter également contre le sentiment que le travailleur ne fait qu'assister le travail du robot.

Les principes de conception des interactions existants, la conception des tâches, le partage des responsabilités et l'obligation de rendre des comptes devraient être sérieusement pris en considération lors de la création de nouveaux systèmes de travail. Il convient d'éviter une détermination par le système robotique du rythme de travail ou l'absence de possibilités d'interruption. Le **principe du «contrôle par des humains»** devrait être considéré comme une ligne directrice de conception de premier plan valable à différents niveaux, qu'il s'agisse de l'individu en interaction avec le robot ou des parties prenantes concernées. En outre, le **principe de «transparence»** se révèle d'une importance majeure. Les actions et décisions, ainsi que les capacités des systèmes et les limites des robots avancés, doivent être transparentes pour l'être humain et pouvoir lui être expliquées. Là encore, ce principe peut s'appliquer à l'interaction directe et individuelle ainsi qu'à différents niveaux, telle que la transparence organisationnelle globale relative au système robotique.

Auteurs: Patricia Helen Rosen, Institut fédéral de la sécurité et de la santé au travail (BAuA), Eva Heinold, Institut fédéral de la sécurité et de la santé au travail (BAuA), Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL, Dr Sascha Wischniewski, Institut fédéral de la sécurité et de la santé au travail (BAuA).

Gestion du projet: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA).

La présente note d'orientation a été commandée par l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA). Son contenu, y compris les opinions et/ou conclusions exprimées, n'engage que les auteurs et ne reflète pas l'avis de l'EU-OSHA.

Ni l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail ni aucune personne agissant au nom de l'Agence n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations données ci-après.

© Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, 2023

Reproduction autorisée, moyennant mention de la source.

Toute utilisation ou reproduction de photos ou de tout autre matériel dont l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail ne possède pas les droits d'auteur requiert l'autorisation préalable des titulaires des droits en question.