

# La robotique de pointe, l'intelligence artificielle (IA) et l'automatisation des tâches: définitions, utilisations, politiques et stratégies et sécurité et santé au travail

Synthèse

Auteurs: Patricia Helen Rosen, Institut fédéral allemand de santé et sécurité au travail (BAuA); Eva Heindl, Institut fédéral allemand de santé et sécurité au travail (BAuA); Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; Phoebe Moore, Université de Leicester, School of Business; Sascha Wischniewski, Institut fédéral allemand de santé et sécurité au travail (BAuA)

Direction de projet: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA)

La présente synthèse a été réalisée à la demande de l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA). Son contenu, y compris les avis et conclusions qui peuvent y être exprimés, n'engage que ses auteurs et ne reflète pas nécessairement l'opinion 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.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Méthodologie .....</b>	<b>3</b>
2.1	Focalisation sur la nature des tâches.....	3
2.2	Définitions des systèmes fondés sur l'IA.....	3
2.3	Principales technologies fondées sur l'IA.....	4
2.4	Taxonomie des systèmes fondés sur l'IA et de l'automatisation des tâches .....	4
<b>3</b>	<b>Cartographie des usages actuels et potentiels .....</b>	<b>5</b>
3.1	Automatisation des tâches cognitives .....	5
3.1.1	Types de technologies .....	5
3.1.2	Répartition sectorielle .....	6
3.1.3	Tâches et emplois concernés .....	6
3.2	Automatisation des tâches physiques .....	7
3.2.1	Types de technologies .....	7
3.2.2	Répartition sectorielle .....	7
3.2.3	Tâches et emplois concernés .....	8
3.3	Impact des tâches – Évaluation et implications en matière de SST .....	8
<b>4</b>	<b>Aperçu des politiques et stratégies.....</b>	<b>9</b>
4.1	Niveau européen .....	9
4.1.1	Réglementation.....	9
4.1.2	Stratégies, programmes, initiatives et campagnes .....	9
4.1.3	Lacunes et besoins .....	10
4.1.4	Niveau national .....	10
4.1.5	Stratégies, programmes, initiatives et campagnes.....	11
4.1.6	Lacunes et besoins .....	11
<b>5</b>	<b>Résumé et conclusion .....</b>	<b>11</b>
	<b>Références .....</b>	<b>12</b>

## 1 Introduction

Le présent document résume les types et les définitions des systèmes fondés sur l'intelligence artificielle (IA) et de la robotique de pointe pour l'automatisation des tâches. À cet effet, une taxonomie complète a été élaborée afin de fournir un cadre pour l'analyse des implications en matière de santé et de sécurité au travail tout au long des efforts de recherche de l'EU-OSHA. En outre, ce rapport expose les utilisations actuelles et potentielles des systèmes fondés sur l'IA et de la robotique de pointe pour l'automatisation des tâches, leur répartition sectorielle, ainsi qu'une description des tâches les plus concernées. Enfin, ce document donne un aperçu des politiques et des stratégies définies aux niveaux national et international en ce qui concerne l'automatisation des tâches au moyen de systèmes fondés sur l'IA et de la robotique de pointe.

## 2 Méthodologie

Pour mener à bien ces travaux, une revue systématique de la littérature scientifique a été réalisée dans trois domaines spécifiques pertinents, doublée d'une analyse de la littérature grise. Le présent rapport s'appuie en outre sur une consultation des points focaux nationaux de l'EU-OSHA ainsi que sur des entretiens approfondis menés auprès d'experts. La revue systématique de la littérature scientifique a principalement servi à recenser les technologies, les tendances actuelles et les différents usages des systèmes d'automatisation des tâches. Ces revues étaient fondées sur une catégorisation opérant une distinction entre les **tâches physiques** et **cognitives**. Les principaux domaines couverts étaient l'intelligence artificielle (IA), l'interaction homme-robot (IHR) et l'automatisation des tâches. Au total, 3 975 résultats ont été examinés, dont 183 contenaient des informations pertinentes pour ce projet. Un certain nombre d'entretiens approfondis ont été menés pour compléter ces résultats. Une consultation du réseau des points focaux<sup>1</sup> de l'EU-OSHA a été réalisée, laquelle a fourni des informations sur la réglementation, les politiques, les stratégies, les initiatives et les programmes relatifs aux systèmes fondés sur l'IA et à la robotique de pointe pour l'automatisation des tâches et la SST. Le questionnaire a été distribué aux points focaux nationaux des 27 États membres ainsi qu'aux quatre pays de l'AELE. Treize pays ont répondu au questionnaire. Les lacunes restantes dans les données ont été comblées, dans la mesure du possible, par la littérature grise.

### 2.1 Focalisation sur la nature des tâches

La priorité accordée aux tâches plutôt qu'au travail constitue une approche valide, puisque les technologies (automatisation) aident ou remplacent des fonctions individuelles dans des missions spécifiques. Le contenu de la tâche peut être défini comme *l'objet* produit ou transformé dans le processus de travail (Bisello et al., 2019). Les méthodes et outils sont définis comme *la manière* dont les tâches sont accomplies. L'idée de contenu et d'outil sera incluse dans notre taxonomie. Nous utiliserons les catégories relatives aux **objets**, aux **informations** et aux **personnes**, se fondant uniquement sur la finalité du travail, conformément au programme prioritaire «Santé et sécurité au travail dans le monde numérique du travail» établi par l'Institut fédéral allemand de santé et de sécurité au travail (Tegtmeier et al., 2019). Pour accomplir différentes tâches, des fonctions cognitives, telles que le traitement de l'information, et des actions physiques, notamment la manipulation d'objets, sont nécessaires. En conséquence, notre taxonomie intègre le niveau plus abstrait des **tâches cognitives** ou **physiques**, lesquelles peuvent alors être liées à des objets, à des informations et à des personnes dans une mesure variable, ainsi que leurs combinaisons.

### 2.2 Définitions des systèmes fondés sur l'IA

L'assistance ou la substitution de fonctions afin d'accomplir différentes tâches s'appuie sur des systèmes fondés sur l'IA qui présentent diverses caractéristiques technologiques. Il n'existe pas de définition unique de l'IA ou des systèmes basés sur l'IA qui soit communément acceptée par les universitaires, les professionnels ou les décideurs politiques. Nous incorporons les définitions de deux principales parties prenantes, à savoir l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et la Commission européenne. Ces deux définitions figurent dans le rapport complet.

---

<sup>1</sup> <https://osha.europa.eu/en/about-eu-osha/national-focal-points>

Les concepts de systèmes fondés sur l'IA ont en commun que les systèmes perçoivent leur environnement d'une manière ou d'une autre, analysent les informations et agissent en conséquence. En ce qui concerne l'assistance et/ou la substitution des tâches cognitives et physiques, ainsi que leur différent niveau d'occurrence dans les tâches relatives aux objets, aux informations et aux personnes, un aspect déterminant de la distinction entre les systèmes fondés sur l'IA réside dans leur capacité à effectuer des manipulations ou des actions physiques dans leur environnement. En outre, nous élargissons la taxonomie à certaines technologies qui relèvent du champ d'application lorsqu'elles abordent la question de l'automatisation de tâches qui ne sont pas strictement fondées sur l'IA. Ces technologies présentent souvent des capacités très avancées, mais, d'un point de vue purement technique, elles n'intègrent pas de véritable intelligence artificielle. C'est souvent le cas, par exemple, des systèmes robotiques collaboratifs. Par conséquent, nous avons qualifié les catégories possibles du niveau dorsal de notre cadre comme étant, d'une part, **fondées sur l'IA** et, de l'autre, **complexes et non fondées sur l'IA**.

### 2.3 Principales technologies fondées sur l'IA

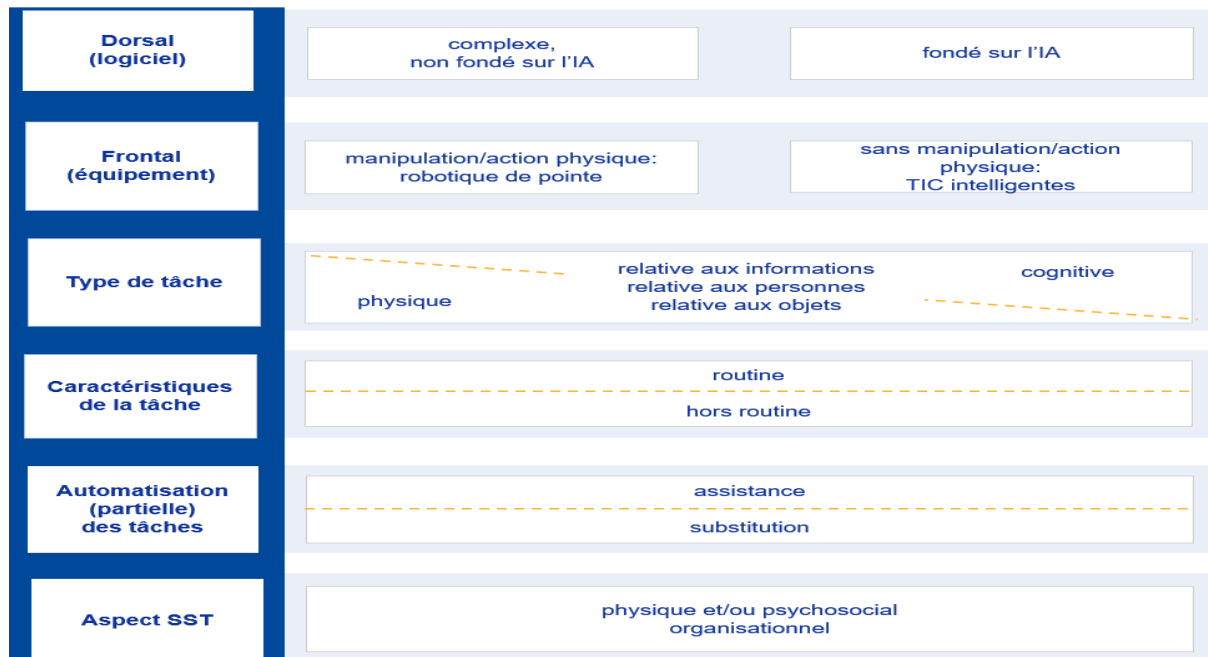
Pour étudier les effets de l'automatisation des tâches et ses répercussions sur la santé et la sécurité au travail, il est utile d'examiner de plus près des évolutions technologiques spécifiques. L'un des principaux domaines est celui de la robotique. Les nouveaux types de systèmes sont souvent appelés cobots, ou robots collaboratifs. Toutefois, ils ne comprennent que les formes d'interaction de la coopération et de la collaboration (Onnasch et al., 2016). Dans la **forme d'interaction** de la **coexistence**, les actions de l'homme et du robot sont proches, mais sans rapport temporel. La forme d'interaction de la **coopération** montre des humains et des robots travaillant en étroite collaboration, leurs actions sont dépendantes du temps, mais pas simultanées. La troisième forme d'interaction, celle de la **collaboration**, peut être considérée comme la forme d'interaction la plus proche. Puisque nous incluons toute forme d'interaction entre les humains et les systèmes robotiques, nous qualifierons ces systèmes de **robots intelligents ou évolués**.

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) modernes (ou innovantes) sont principalement déployées pour prendre en charge ou remplacer les tâches cognitives qui ne nécessitent pas de manipulation physique d'objets ou de personnes. Les équipements en question peuvent aller des **ordinateurs de bureau** et des **appareils mobiles (smartphones, tablettes)** à des **dispositifs portables** tels que des **montres intelligentes** ou des **lunettes intelligentes**. En fonction de la complexité des algorithmes ou du degré d'intelligence artificielle, les deux systèmes sont en mesure de prendre en charge différents niveaux de fonctions ainsi que les actions nécessaires pour mener à bien la tâche concernée. C'est la combinaison du dorsal (logiciel) spécifique et du frontal (équipement) technologique individuel qui crée de nouveaux défis et de nouvelles possibilités en matière de SST.

### 2.4 Taxonomie des systèmes fondés sur l'IA et de l'automatisation des tâches

Les technologies elles-mêmes ne sont pas les seules à avoir une incidence sur la SST à des niveaux potentiellement différents: l'utilisation de systèmes fondés sur l'IA pour l'automatisation de tâches crée de nouveaux systèmes de travail ou apporte des modifications à ceux qui existent déjà. Afin de fournir des conseils utiles en matière de prévention, de politique et de pratique concernant les systèmes de technologies de l'information et de la communication fondés sur l'IA et les robots intelligents sur le lieu de travail, notre taxonomie intègre les trois dimensions **physique, psychosociale** et **organisationnelle de la santé et de la sécurité**. Des systèmes robotiques non basés sur l'IA sont inclus, étant donné que de nombreux systèmes robotiques de pointe, qui sont déjà disponibles, fonctionnent sans l'IA. Les défis et perspectives spécifiques en matière de SST associés à ces systèmes seront étudiés dans le cadre des activités ultérieures liées au projet.

Figure 1: Taxonomie des systèmes fondés sur l'IA et de la robotique de pointe pour l'automatisation des tâches



Source: auteur

### 3 Cartographie des usages actuels et potentiels

L'étude de la diffusion des technologies révèle une grande variété de systèmes et d'applications disponibles qui ne sont pas toujours affectés à l'exécution d'une tâche spécifique. Par conséquent, une approche purement technologique pour traiter les risques et les avantages connexes en matière de SST n'est pas suffisante.

#### 3.1 Automatisation des tâches cognitives

##### 3.1.1 Types de technologies

###### *Systèmes fondés sur l'IA pour l'automatisation des tâches cognitives*

En ce qui concerne l'automatisation des tâches cognitives à l'aide de systèmes fondés sur l'IA, la revue systématique de la littérature scientifique de haute qualité révèle que la plupart des études se concentrent sur l'exploration de différents types de **logiciels automatisés**. Les outils logiciels automatisés font référence à diverses applications dans des domaines variés, tels que les examens en ligne (Butler-Henderson et Crawford, 2020) et les applications d'apprentissage (p. ex., Davis, 2018), les systèmes de commentaires destinés aux apprenants (Deeva et al., 2021), les outils d'essai logiciel (Garousi et Mantyla, 2016), la récupération et l'indexation automatiques d'informations scientifiques (p. ex., Golub et al., 2016), les systèmes d'informations cliniques (Govindan et al., 2010) ou encore les outils de modélisation des processus d'entreprise (Zafar et al., 2018). Presque tous les systèmes fondés sur l'IA pour l'automatisation des tâches cognitives peuvent être définis comme une forme de logiciel automatisé, mais certains d'entre eux peuvent faire l'objet d'une distinction plus fine.

Dans le domaine médical, en particulier, de nombreuses recherches de grande qualité sont consacrées aux **dispositifs médicaux automatisés** tels que les systèmes en circuit fermé, qui sont utilisés par exemple pour la surveillance des paramètres vitaux, ou bien les systèmes de diagnostics automatisés. D'autres groupes de technologies se distinguent, à l'image des **systèmes d'aide à la décision** (DSS, de l'anglais *decision support system*). D'autres études notables, quoiqu'en nombre réduit par rapport aux systèmes DSS, se penchent sur certains types de systèmes de **traitement du langage naturel** (NLP, de l'anglais *natural language processing*). Les autres systèmes décrits, dans une moindre mesure, concernent les **agents conversationnels, également appelés chatbots** (ou dialogueurs), et l'**exploitation de données**.

### **Systèmes robotiques pour l'automatisation des tâches cognitives**

Outre le grand nombre d'applications logicielles, les **robots pédagogiques** et **sociaux** forment une autre catégorie technologique notable utilisée pour l'automatisation des tâches cognitives. Celle-ci est abordée à la fois dans la littérature scientifique et par les experts. Les **robots d'assistance sociale**, par exemple, sont utilisés dans les soins aux personnes âgées pour accroître les émotions positives ou l'engagement thérapeutique (Bemelmans et al., 2012). La question de l'**anthropomorphisme** dans les **systèmes humanoïdes** est prise en considération, notamment dans le domaine des robots sociaux. Certains des systèmes robotiques susmentionnés peuvent également être décrits comme des **robots de service**. Des systèmes humanoïdes sont fréquemment présents dans les applications de service, puisqu'ils sont spécialement conçus à des fins d'interaction directe.

#### **Techniques d'IA et utilisations futures**

Dans la littérature scientifique relative aux systèmes fondés sur l'IA, certaines procédures (statistiques) spécifiques en matière d'IA peuvent être identifiées comme des groupes dignes d'intérêt. Les techniques le plus souvent abordées dans la littérature scientifique de haute qualité sont les **réseaux neuronaux**, en particulier les réseaux neuronaux convolutifs (Dallora et al., 2019; Wäldchen et Mäder, 2018; Xiao et al., 2018). D'autres techniques d'IA qui méritent d'être mentionnées en relation avec l'automatisation des tâches cognitives sont les machines à vecteurs de support, les arbres de décision, les algorithmes génétiques ou de regroupement, l'apprentissage profond ou encore l'autoapprentissage.

Comme l'indiquent les experts interrogés, de nouveaux systèmes d'automatisation des tâches cognitives sont adoptés très rapidement et sont fortement axés sur **le traitement et l'analyse des données**. Selon l'avis des experts, **l'internet des objets (IdO)**, c'est-à-dire l'interconnexion des appareils et des systèmes, est considéré comme la technologie la plus disruptive. En ce qui concerne les **utilisations futures**, les experts considèrent que la prochaine étape consistera à **enregistrer les informations et les données issues du déploiement à long terme** d'un système permettant de générer des ensembles de données plus larges. L'extraction de modèles à partir d'ensembles de données plus vastes afin d'anticiper l'évolution des conditions est prévue comme application en conditions réelles.

#### **3.1.2 Répartition sectorielle**

L'analyse de la répartition sectorielle des systèmes fondés sur l'IA pour l'automatisation des tâches cognitives révèle que la catégorie la plus remarquable selon le code de la NACE Rév. 2.0 (nomenclature statistique des activités économiques dans l'Union européenne) correspond au secteur **de la santé humaine et de l'action sociale**. La majorité des études examinées portent sur des systèmes du secteur de la santé humaine et des services sociaux. En particulier, le domaine de la médecine est fréquemment mentionné par les experts ainsi que par les points focaux nationaux. Une grande partie de la littérature scientifique est consacrée à **l'éducation**. Les experts soulignent la pertinence de ce secteur, mais les réponses de la consultation des points focaux nationaux ne le mentionnent pas explicitement. De l'avis des experts et comme l'indiquent les points focaux, le secteur des **activités financières et d'assurance** joue un rôle important. Ils affirment que l'automatisation du secteur bancaire est notable et devrait encore augmenter. Le secteur des **activités professionnelles, scientifiques et techniques** est principalement abordé dans la littérature scientifique, à un degré remarquable. Cet aspect est, dans une certaine mesure, soutenu par les experts, et l'omniprésence des systèmes fondés sur l'IA dans ce secteur est conforme aux conclusions susmentionnées concernant la large distribution des systèmes logiciels automatisés. Le secteur **de l'information et de la communication** est couvert, dans une moindre mesure, par la littérature scientifique. Il est toutefois mentionné dans la consultation des points focaux nationaux.

#### **3.1.3 Tâches et emplois concernés**

La littérature scientifique aborde toute une série de tâches cognitives que remplissent les systèmes fondés sur l'IA. Il existe deux types de tâches largement représentés dans cette littérature. La première tâche fréquemment prise en charge par les systèmes fondés sur l'IA consiste à **fournir un diagnostic médical**. Elle est fortement liée aux informations. Cette constatation reflète les résultats susmentionnés concernant la forte prévalence des systèmes d'aide à la décision dans le secteur de la santé humaine et de l'action sociale. Les tâches cognitives, telles que l'établissement d'un diagnostic, peuvent être effectuées en partie par des systèmes fondés sur l'IA. Toutefois, les experts indiquent que cette démarche s'inscrit en complément du travail du médecin.

La deuxième tâche fréquemment rapportée concerne l'**aide à l'apprentissage** dans le cadre de l'enseignement. Cette tâche relative aux personnes est souvent prise en charge par des logiciels automatisés ou des systèmes de traitement du langage naturel (NLP). Un certain nombre de tâches liées au **traitement linguistique et textuel** sont abordées dans la littérature scientifique. Le **codage**, l'**indexation** et la **classification des informations** y sont, entre autres, fréquemment mentionnés. Récemment, le nombre de systèmes fondés sur l'IA capables de production linguistique, comme la création de contenus textuels, de production vocale, comme la lecture, voire de production linguistique en temps réel, comme la traduction, a augmenté.

Les experts mettent l'accent sur un phénomène également abondamment traité dans la littérature scientifique, sous le terme de «polarisation de la structure de l'emploi»: les tâches qui requièrent un profil de qualification intermédiaire sont touchées par l'automatisation, ce qui fait que les emplois évoluent de telle sorte que l'automatisation créera un nombre croissant d'emplois plus qualifiés et d'emplois peu qualifiés (Goos et Manning, 2007; Goose et al., 2009).

## 3.2 Automatisation des tâches physiques

### 3.2.1 Types de technologies

L'automatisation des tâches physiques fait le plus souvent appel aux **robots industriels**. Sur la base des chiffres de vente des fournisseurs de robots, la Fédération internationale de robotique (IFR, pour *International Federation of Robotics*) indique qu'en 2019, 4,8 % des unités de robot industriels installées étaient des **cobots**. Un deuxième groupe notable qui est traité dans la littérature scientifique est celui des robots médicaux. Comme indiqué dans la section consacrée à l'automatisation des tâches cognitives, il existe des systèmes robotiques qui sont utilisés pour les soins médicaux, par exemple soutenant l'engagement ou la formation thérapeutique. Les **robots médicaux** pour l'automatisation des tâches physiques font référence à des systèmes tels que les déambulateurs robotiques (Werner et al., 2016; Werner et al., 2018) utilisés dans la prise en charge des personnes âgées ou handicapées ainsi que dans la thérapie assistée par robot pour la rééducation de l'équilibre après un accident vasculaire cérébral (Zheng et al., 2019). Les robots médicaux conçus pour transporter et soulever des patients, parfois appelés **robots infirmiers**, en sont encore aux premières phases de leur développement. D'autres robots médicaux, plus répandus, circulent de manière autonome dans les hôpitaux pour effectuer des tâches de transport. Les robots chirurgicaux assistent le chirurgien pendant les tâches opérationnelles en ajustant la lumière, en réduisant le tremblement ou en agrandissant des structures. L'intégration de **robots mobiles** ou de **véhicules autonomes** dans n'importe quel environnement soulève un certain nombre de questions. Ces systèmes sont couramment déployés pour réaliser des tâches de nettoyage autonomes dans différents environnements tels que les grands magasins, dans les usines ou dans les hôpitaux. Les robots sont de plus en plus autonomes, en particulier dans les domaines de la **logistique** et de l'**entreposage**. On trouve des applications robotiques autonomes déjà très bien développées dans l'industrie agricole (EU-OSHA, 2020).

Les experts estiment que, dans des domaines tels que la **conduite autonome**, nous assisterons probablement, au cours des dix prochaines années, à une semi-automatisation plutôt qu'à une automatisation complète. Les entreprises ont commencé à mettre au point des robots de livraison qui circulent dans les rues pour assurer les **livraisons du dernier kilomètre**. À long terme, les experts voient même le potentiel de changements en ce qui concerne les transports publics. Dans le domaine de la fabrication, l'intégration croissante des outils logiciels fondés sur l'IA dans le matériel robotique ne conduit pas seulement à de nouvelles générations de systèmes robotiques, mais aussi à de **nouveaux modèles économiques**. Le modèle de **robot en tant que service** (RaaS, pour *robot-as-a-service*), par exemple, prévoit la location de robots avec option d'achat. La maintenance, les mises à niveau et les prestations sont effectuées à distance par le fournisseur.

### 3.2.2 Répartition sectorielle

L'analyse sectorielle des tâches physiques automatisées révèle un nombre élevé de tâches automatisées ou assistées dans le secteur de la **santé humaine et de l'action sociale**. Ici, la majorité des tâches a trait aux **activités hospitalières**. Deuxièmement, l'**industrie manufacturière** est fortement touchée. Cela se reflète non seulement dans la littérature scientifique, mais aussi dans le discours des experts ainsi que dans la consultation des points focaux nationaux. Les experts ont convenu que le secteur manufacturier est prédominant en ce qui concerne le déploiement de la robotique de pointe et que, en dehors de celui-ci, son déploiement est plus faible. Dans le secteur manufacturier, l'**industrie automobile** est désignée comme la principale industrie concernée. Toutefois, le secteur de la **santé**



**humaine et de l'action sociale** est légèrement plus représenté dans la littérature scientifique, ce qui pourrait être dû à un biais de publication. Le secteur **des transports et de l'entreposage** est également très fréquemment abordé dans la littérature scientifique et souvent mentionné par les experts. Les secteurs de la **construction et de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche** sont moins fréquemment observés dans la littérature scientifique, mais soulignés par les experts. Le Japon joue un rôle de premier plan dans le déploiement en ce qui concerne plus particulièrement la construction. Selon les experts, le déploiement dans le secteur de la construction est plus difficile car un chantier de construction est moins structuré. Les secteurs **de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche** sont relativement développés en ce qui concerne les systèmes autonomes, et l'innovation de ces technologies y progresse rapidement.

### 3.2.3 Tâches et emplois concernés

Compte tenu de la nature des tâches physiques, la plupart de ces tâches concernées par l'automatisation des systèmes fondés sur l'IA sont liées aux objets. Dans le domaine médical, outre le **levage**, un certain nombre de systèmes offrent d'autres formes d'**aide au déplacement**, comme la marche. Les autres tâches physiques fortement touchées par les systèmes robotiques sont le **nettoyage** ou le **transport**. Comme l'ont indiqué la plupart des experts, les tâches plus susceptibles d'être automatisées sont **répétitives** et **routinières**. Ces tâches peuvent être programmées et codées. De plus, il est possible de construire un système qui tire les enseignements de ces données en utilisant des techniques d'IA. Par conséquent, les tâches physiques simples sont plus susceptibles d'être remplacées. Les experts estiment qu'il existe un potentiel de destruction d'emplois, en particulier parmi les **emplois peu qualifiés** présentant des niveaux élevés de répétitivité et de caractéristiques de routine.

De l'avis de certains experts, l'utilisation de robots collaboratifs est même susceptible de créer davantage d'emplois. Associer des humains à des robots peut accroître la productivité, ce qui profite à l'entreprise, qui, à son tour, est en mesure d'investir davantage et de créer de nouveaux emplois. Nous observerons probablement une évolution vers une situation où un être humain orchestrera plusieurs systèmes robotiques.

## 3.3 Impact des tâches – Évaluation et implications en matière de SST

En ce qui concerne l'omniprésence des systèmes et leur utilisation, un léger biais de publication est observé dans la littérature scientifique. La médecine et les sciences de l'éducation sont toutes deux des disciplines ambitieuses en matière de publication et sont donc légèrement surreprésentées dans la littérature scientifique.

Selon les experts, les nouvelles technologies peuvent avoir une incidence positive sur la santé et la sécurité au travail, selon la plupart des parties prenantes, en particulier en ce qui concerne les emplois dits «3 D» (*dirty, dull and dangerous* – **sales, ennuyeux et dangereux**). En ce qui concerne plus spécifiquement les tâches physiques (relatives aux objets et aux personnes) prises en charge par la robotique de pointe, les experts interrogés abordent principalement des questions relatives à la dimension physique de la SST. Par exemple, la réduction des **risques physiques** est souvent mentionnée par les experts. Les systèmes fondés sur l'IA peuvent également contribuer à se débarrasser des **tâches cognitives routinières défavorables et répétitives**, ce qui rend le travail plus intéressant pour les employés. En ce qui concerne plus particulièrement la gestion de la SST, les experts estiment que, lorsque les systèmes fondés sur l'IA **modifient la nature d'une tâche exécutée par les travailleurs**, les nouveaux risques pour la santé et la sécurité (liés à la tâche modifiée) risquent de ne pas être évalués de manière adéquate.

Les entretiens d'experts ainsi que les résultats de la consultation des points focaux nationaux confirment un point de vue couramment trouvé dans la littérature scientifique. Les tâches ou les emplois impliquant des missions plus codifiables seront remplacés plus rapidement. Par ailleurs, les experts décrivent un processus de renforcement des compétences et de déqualification des postes à l'avenir. Il peut y avoir un risque de déqualification lorsque des systèmes fondés sur l'IA sont utilisés pour exécuter certaines tâches. Les experts font valoir que la **déqualification** apparaît plutôt au niveau de la main-d'œuvre, mais pas au niveau personnel.

En ce qui concerne l'incidence sur le bien-être psychologique des travailleurs, les experts estiment qu'il existe un risque que les systèmes autonomes fondés sur l'IA soit hautement automatisé, voire autonome dans une certaine mesure et qu'ils dictent une ligne d'action au travailleur. Dans ce cas, les travailleurs

risquent d'éprouver une **perte de contrôle** négative sur leur propre travail. Les systèmes d'apprentissage dynamique et adaptatifs comportent en outre le risque que les résultats ne soient pas totalement **prévisibles** étant donné que la machine change de comportement en fonction du traitement de l'information. L'imprévisibilité des systèmes peut **réduire la confiance** et **nuire à l'acceptation des utilisateurs**.

## 4 Aperçu des politiques et stratégies

### 4.1 Niveau européen

La plupart des parties prenantes imposent certaines exigences ou demandent le respect de certains principes en ce qui concerne les systèmes fondés sur l'IA. Le principe qui rencontre le plus grand consensus est la **transparence du système**, qui est abordée dans presque toutes les initiatives. En outre, l'explicabilité est également mise en évidence. La **robustesse technique** ainsi que le **respect des droits de l'homme**, la **diversité** et la **non-discrimination** des systèmes fondés sur l'IA sont fréquemment inclus. La **confidentialité** et la **gouvernance des données** sont également soulignées.

#### 4.1.1 Réglementation

En Europe, il existe actuellement deux directives principales qui s'appliquent aux technologies et aux lieux de travail et qui constituent donc également la base législative des systèmes fondés sur l'IA et de la robotique de pointe pour l'automatisation des tâches. La première d'entre elles, la **directive 2006/42/CE relative aux machines**, s'applique aux produits faisant l'objet d'une introduction sur le marché de l'Union pour la première fois. En 2018, l'évaluation de cette directive a conclu qu'elle était globalement adaptée aux technologies numériques.

La deuxième, à savoir la **directive-cadre 89/391/CEE sur la SST**, recense les principes généraux de prévention (p. ex., éviter et évaluer les risques) et expose les obligations qui incombent aux travailleurs et à leurs employeurs. Bien qu'elle ne soit pas spécifiquement rédigée pour les systèmes d'IA et la robotique de pointe, compte tenu de sa large couverture, elle peut également être appliquée aux risques inhérents aux systèmes fondés sur l'IA.

Toutefois, en 2021, l'intelligence artificielle étant un domaine d'importance stratégique, la Commission européenne a lancé une nouvelle proposition législative horizontale: une proposition de **législation sur l'IA**. Celle-ci comprend une **classification des systèmes d'IA à haut risque** ainsi qu'un chapitre sur les **exigences applicables aux systèmes d'IA à haut risque**.

#### 4.1.2 Stratégies, programmes, initiatives et campagnes

En 2020, l'**Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)** a lancé la plateforme «Observatoire de l'IA», qui fournit une base de données des politiques en matière d'intelligence artificielle du monde entier. Cette plateforme fournit des informations sur les domaines d'action en matière d'IA, explore plus de 600 initiatives stratégiques dans plus de 60 pays et présente les dernières tendances et données sur l'évolution de l'IA. D'autre part, l'OCDE présente cinq principes complémentaires fondés sur des valeurs pour une IA digne de confiance sur la plateforme (OECD.AI, 2021). Les principes de l'IA axée sur le facteur humain ont été adoptés par le G20, comme indiqué dans la déclaration ministérielle du G20 sur le commerce et l'économie numérique.

En 2020, la **Confédération européenne des syndicats (CES)** a publié sa «Résolution sur les stratégies européennes en matière d'intelligence artificielle et de données», centrée sur l'intelligence artificielle au niveau européen (CES, 2020). Parmi les messages clés de ce document, la CES avance que de solides stratégies européennes en matière d'IA et de données devraient «fournir un cadre européen légal et responsabilisant basé sur les droits de l'homme, et donc incluant les droits du travail et des syndicats ainsi que des règles éthiques.» La résolution propose en outre que «le principe selon lequel "l'être humain garde le contrôle" doit s'appliquer aux travailleurs et aux cadres.»

L'**Institut syndical européen (ETUI)** a publié une note de prospective intitulée «Une législation européenne sur la robotique et l'intelligence artificielle?», qui cible à la fois l'IA et la réglementation robotique au niveau européen. Ce document examine les aspects réglementaires des technologies existantes et futures, en attirant l'attention sur plusieurs questions clés telles que la visibilité, l'imputabilité et la responsabilité de toutes les parties prenantes (ETUI, 2017). Dans un deuxième document de prise de position, intitulé «Le travail à l'ère de l'IA – pourquoi la réglementation est nécessaire pour protéger les

travailleurs», l'ETUI suggère que l'UE doit mettre en place un cadre éthique et juridique adéquat pour travailler avec l'IA.

En 2020, l'**accord-cadre des partenaires sociaux européens sur la numérisation** a été conclu par BusinessEurope, l'Union européenne de l'artisanat et des petites et moyennes entreprises (UEAPME), le Centre européen des employeurs et entreprises fournissant des services publics (CEEP) et le CES (et le comité de liaison EUROCADERS/CEC). Ledit accord présente un engagement commun des partenaires à «optimiser les avantages et à relever les défis de la numérisation dans le monde du travail» (CES, 2020).

Alors que le CES et l'ETUI abordent des exigences spécifiques en vue d'une éventuelle future législation et réglementation, ce point de vue est contrasté par le document de stratégie de **BusinessEurope** intitulé «Robotics and automation – BusinessEurope strategy paper.» (BusinessEurope, 2018). Ils se concentrent sur la robotique de pointe en Europe et plaident pour une évaluation critique de la réglementation existante afin de déterminer si tous les cadres en place sont appropriés pour permettre une utilisation et un développement responsables de la robotique.

En tant que représentante de l'industrie, la **Fédération internationale de robotique (IFR)** a lancé un rapport sur les «programmes mondiaux de recherche et de développement dans le domaine de la robotique» (IFR, 2020). L'objectif de ce rapport est de donner une vue d'ensemble de l'orientation et des investissements gouvernementaux sur les principaux marchés mondiaux de la robotique. Cette publication rassemble et synthétise des initiatives et des programmes internationaux en matière de robotique de pointe. Son analyse approfondie porte sur trois régions du monde (Asie, Europe et Amérique) et sur les pays correspondants. Le rapport présente **en détail les programmes de recherche et de développement dans le domaine de la robotique de chaque pays et région**, y compris le contexte, le budget de financement ou l'autorité d'émission.

Du côté des gouvernements, le **Conseil européen** – Conseil de l'Union européenne a inclus certains contenus liés aux systèmes d'IA dans son nouveau programme stratégique pour l'UE 2019-2024 (Conseil européen, 2019). Il s'agit notamment de travailler sur tous les aspects de la révolution numérique et de l'intelligence artificielle: les infrastructures, la connectivité, les services, les données, la réglementation et les investissements. Ils ont également publié le «plan coordonné pour le développement et l'utilisation de l'intelligence artificielle "made in Europe".» En 2020, la **Commission européenne** a publié un livre blanc intitulé «Intelligence artificielle – Une approche européenne axée sur l'excellence et la confiance.»

### 4.1.3 *Lacunes et besoins*

D'une manière générale, les réponses recueillies au travers des points focaux nationaux ne mettent pas en évidence de lacunes ou de besoins particuliers en ce qui concerne la réglementation au niveau européen en matière de protection des travailleurs. En particulier, la directive-cadre sur la SST est perçue de manière positive. Tous les nouveaux dangers et risques sont dûment couverts par la directive 2006/42/CE relative aux machines en ce qui concerne les équipements sur le lieu de travail. En revanche, l'absence de mise en œuvre et d'application correctes de la directive relative aux machines est perçue comme un problème plus important. La législation ne peut être efficace que lorsqu'elle est correctement appliquée.

### 4.1.4 *Niveau national*

Lors de la consultation des points focaux nationaux, seuls quelques pays font état d'initiatives spécifiques dans le domaine de la réglementation nationale juridiquement contraignante concernant **les systèmes fondés sur l'IA tels que la robotique de pointe ou les TIC intelligentes et la santé et sécurité au travail**.

L'**Autriche** fait état d'un débat spécifique sur la robotique de pointe qui pourrait déboucher sur une norme nationale (internationale) juridiquement contraignante. Les **Pays-Bas** indiquent qu'en ce qui concerne la robotique intelligente, il existe de nombreuses plateformes de discussion (obligatoires) issues de la directive relative aux machines pour les inspecteurs, les partenaires industriels, les bureaux de normalisation, etc. La **Finlande** indique que le traitement des données relatives aux TIC intelligentes est inclus dans la préparation de nombreuses mises à jour législatives, mais à un niveau plus général.

#### 4.1.5 Stratégies, programmes, initiatives et campagnes

Au sein des États européens, on retrouve différents programmes sectoriels, diverses lignes directrices des partenaires sociaux ou recommandations formulées par les principaux acteurs ou par le gouvernement. Un aperçu des stratégies, programmes et/ou initiatives nationaux sélectionnés présentés par les parties prenantes est exposé en détail dans le rapport.

#### 4.1.6 Lacunes et besoins

En ce qui concerne les lacunes et les besoins au niveau national, les réponses de la consultation des points focaux nationaux indiquent que de nombreux pays semblent manquer d'activités nationales à différents niveaux. L'écart entre la réglementation existante et son application adéquate est également corroboré par certaines réponses des points focaux, qui indiquent que des lignes directrices claires pour les différentes industries sont peu développées et que les recherches sont pour la plupart centrées sur l'aspect technologique et ne tiennent pas compte de la SST.

## 5 Résumé et conclusion

En ce qui concerne l'automatisation des **tâches cognitives**, l'analyse de la littérature scientifique ainsi que les entretiens approfondis menés auprès d'experts révèlent une prédominance des systèmes logiciels élaborés dans le domaine des systèmes d'aide à la décision et de la reconnaissance des modèles, en particulier dans les **tâches basées sur la parole et la langue**. Les systèmes fondés sur l'IA pour l'automatisation des tâches cognitives sont le plus souvent présents dans le secteur de la **santé humaine et de l'action sociale**, en particulier dans le domaine de la **médecine**. Il existe d'importants mouvements de numérisation dans ce secteur, mais il convient de ne pas négliger une légère surreprésentation due à un biais de publication dans la littérature médicale scientifique. En ce qui concerne les tâches spéciales, il apparaît clairement que **celles axées sur l'information**, en particulier, présentent un fort potentiel d'utilisation des systèmes fondés sur l'IA. Très souvent, ces systèmes prennent en charge l'établissement d'un **diagnostic médical**. En outre, diverses **tâches de communication** sont prises en charge ou remplacées par des systèmes fondés sur l'IA. L'utilisation du traitement du langage naturel et des agents conversationnels est fréquemment observée. Par ailleurs, l'utilisation de **systèmes robotiques pour l'automatisation des tâches cognitives** et de celles relatives aux informations et aux personnes est frappante. Ces systèmes peuvent prendre en charge des **tâches d'apprentissage**, de **prestation de services** et d'**actions thérapeutiques** telles que le renforcement de l'engagement à l'égard d'un traitement. En ce qui concerne l'automatisation des **tâches physiques**, diverses applications robotiques sont disponibles. Le secteur **manufacturier**, en particulier, utilise depuis longtemps les systèmes robotiques pour un certain nombre de tâches liées aux objets, telles que le **levage**, l'**assemblage**, le **soudage** ou la **peinture**. Toutefois, la littérature scientifique et la consultation d'experts révèlent également une large application des systèmes robotiques dans le secteur **de la santé humaine et de l'action sociale**. Dans ce domaine, mais pas exclusivement, les tâches de **levage** ou l'**aide générale au mouvement**, le **transport** ou le **nettoyage** sont principalement pris en charge ou remplacés par des robots ou des exosquelettes évolués. Quel que soit le secteur concerné, les résultats indiquent que les **tâches de routine** sont les plus touchées par les systèmes fondés sur l'IA et la robotique de pointe.

Au niveau européen, la plupart des stratégies, campagnes ou initiatives portent principalement sur des exigences globales auxquelles l'IA en général devrait satisfaire et présentent des principes sur lesquels devraient reposer les cadres ou réglementations potentiels en matière d'intelligence artificielle. Toutefois, leurs objectifs diffèrent légèrement. La **confidentialité des données**, l'**équité**, la **responsabilité** et la **transparence** sont les aspects les plus frappants abordés par les différentes parties prenantes. Néanmoins, ces valeurs et principes sont, dans une certaine mesure, également liés aux questions de SST, dans un sens plus large plutôt qu'à un niveau spécifique.

Au niveau national, presque tous les pays font état d'une forme d'activité juridiquement non contraignante liée aux systèmes fondés sur l'IA et à la robotique de pointe. Au sein des pays de l'Union, on retrouve différents programmes sectoriels, diverses lignes directrices des partenaires sociaux ou recommandations formulées par les principaux acteurs ou le gouvernement. Néanmoins, la plupart des pays déclarent également manquer d'activités. Ce résultat peut être considéré comme frappant, car il va dans le sens de ce que l'on appelle souvent un «écart entre la théorie et la pratique». Au niveau plus global, il existe un grand nombre de campagnes, d'actions, de stratégies et de visions.

Les entretiens menés auprès d'experts ont révélé plusieurs possibilités et défis en matière de SST liés à l'utilisation de systèmes fondés sur l'IA et de la robotique de pointe pour l'automatisation des tâches. La **réduction des risques physiques** est souvent mise en avant par les experts. En particulier, l'utilisation de systèmes robotiques pour des tâches physiquement pénibles peut être bénéfique et offrir un potentiel d'amélioration à long terme. L'ergonomie physique peut être optimisée **en diminuant les mauvaises postures** dans différents environnements. Une meilleure gestion des charges de travail lourdes et une efficacité accrue pourraient également **réduire le stress perçu**. Les systèmes fondés sur l'IA peuvent également contribuer à se débarrasser des **tâches cognitives routinières défavorables et répétitives**, ce qui rendrait le travail plus intéressant pour les employés. Les TIC intelligentes pourraient permettre de **réduire le stress** en améliorant la planification des effectifs au sein des équipes et entre elles, ainsi qu'en améliorant le flux de travail.

Toutefois, les niveaux élevés de comportement autonome des systèmes présentent également un certain nombre de risques. En ce qui concerne l'incidence sur le bien-être psychologique des travailleurs, les experts estiment qu'il existe un risque que les systèmes autonomes fondés sur l'IA dans une certaine mesure et qu'ils **dictent une ligne d'action** au travailleur. Dans ce cas, les travailleurs risquent d'éprouver une **perte de contrôle** négative sur leur propre travail. L'**imprévisibilité** des systèmes peut aussi **réduire la confiance et nuire à l'acceptation de la technologie par les utilisateurs**. En ce qui concerne plus particulièrement la gestion de la SST, les experts estiment que, lorsque les systèmes fondés sur l'IA **modifient la nature d'une tâche exécutée par les travailleurs**, les nouveaux risques pour la santé et la sécurité (liés à la tâche modifiée) risquent de ne pas être évalués de manière adéquate. Les experts conviennent que la sensibilisation des travailleurs et des supérieurs hiérarchiques est essentielle, associée à une formation approfondie des employés sur la manière de gérer les systèmes fondés sur l'IA.

## Références

- Bemelmans, R., Gelderblom, G. J., Jonker, P. et De Witte, L. (2012). Socially assistive robots in elderly care: A systematic review into effects and effectiveness. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(2), 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2010.10.002>
- Bisello, M., Peruffo, E., Fernández-Macías, E. et Rinaldi, R. (2019). How computerisation is transforming jobs: Evidence from the Eurofound's European Working Conditions Survey (n° 2019/02). JRC Working Papers Series on Labour, *Education and Technology*.
- BusinessEurope (2018). Robotics and Automation [document de prise de position]. [https://www.business-europe.eu/sites/buseur/files/media/position\\_papers/internal\\_market/2018-04-09\\_robotics\\_and\\_automation.pdf](https://www.business-europe.eu/sites/buseur/files/media/position_papers/internal_market/2018-04-09_robotics_and_automation.pdf)
- Butler-Henderson, K. et Crawford, J. (2020). A systematic review of online examinations: A pedagogical innovation for scalable authentication and integrity. *Computers & Education*, 104024. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104024>
- Dallora, A. L., Anderberg, P., Kvist, O., Mendes, E., Diaz Ruiz, S. et Sanmartin Berglund, J. (2019). Bone age assessment with various machine learning techniques: A systematic literature review and meta-analysis. *PloS one*, 14(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220242>
- Davis, R. O. (2018). The impact of pedagogical agent gesturing in multimedia learning environments: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 24, 193-209. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.05.002>
- Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M. et De Weerd, J. (2021). A review of automated feedback systems for learners: classification framework, challenges and opportunities. *Computers & Education*, 162, 104094. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104094>
- ETUI (2020). Une législation européenne sur la robotique et l'intelligence artificielle? Institut syndical européen (ETUI, European Trade Union Institute). <https://www.etui.org/publications/foresight-briefs/a-law-on-robotics-and-artificial-intelligence-in-the-eu>

- EU-OSHA – Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, «*Review of the future of agriculture and occupational safety and health (OSH)*», 2020, p. 35-41. Disponible en ligne sur: [https://osha.europa.eu/sites/default/files/Review\\_%20future\\_Agriculture\\_OSH.pdf](https://osha.europa.eu/sites/default/files/Review_%20future_Agriculture_OSH.pdf)
- Conseil européen – Conseil de l'Union européenne (2019). Un nouveau programme stratégique pour l'Union européenne. <https://www.consilium.europa.eu/media/39914/a-new-strategic-agenda-2019-2024.pdf>
- Commission européenne (2018). Évaluation de la directive relative aux machines. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/29232>
- Commission européenne, groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle (2019). A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines. Commission européenne.
- Commission européenne (2019). Excellence and Trust in AI – Brochure. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/excellence-and-trust-ai-brochure>
- Commission européenne (2020). Intelligence artificielle – Une approche européenne axée sur l'excellence et la confiance. [https://commission.europa.eu/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust\\_en](https://commission.europa.eu/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en)
- Commission européenne (2021). Législation sur l'intelligence artificielle. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence-artificial-intelligence>
- Confédération européenne des syndicats (CES) (2020). Résolution de la CES sur les stratégies européennes en matière d'intelligence artificielle et de données. <https://www.etuc.org/en/document/resolution-european-strategies-artificial-intelligence-and-data>
- Directive 89/391/CEE du Conseil du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail. Conseil de l'Union européenne. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A31989L0391>
- Garousi, V. et Mäntylä, M. V. (2016). When and what to automate in software testing? A multi-vocal literature review. *Information and Software Technology*, 76, 92-117. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.04.015>
- Govindan, M., Van Citters, A. D., Nelson, E. C., Kelly-Cummings, J. et Suresh, G. (2010). Automated detection of harm in healthcare with information technology: a systematic review. *BMJ Quality & Safety*, 19(5), 1-11. <https://doi.org/10.1136/qshc.2009.033027>
- Goos, M. et Manning, A. (2007). Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain. *The review of economics and statistics*, 89(1), 118-133. <https://doi.org/10.1162/rest.89.1.118>
- Goos, M., Manning, A. et Salomons, A. (2009). Job Polarization in Europe. *The American Economic Review*, 99(2), 58-63. <http://www.jstor.org/stable/25592375>
- Fédération internationale de robotique (IFR) (2020). World Robotics R&D Programs. <https://ifr.org/r-and-d>
- OCDE (2019). AI Principles overview. <https://www.oecd.ai/wonk/a-first-look-at-the-oecds-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policymakers>
- OECD.AI (2021). Base de données STIP Compass. <https://stip.oecd.org/stip/>
- Onnasch, L., Maier, X. et Jürgensohn, T. (2016). Mensch-Roboter-Interaktion – Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle. *baua: Fokus*. <https://doi.org/10.21934/baua.fokus20160630>
- Tegtmeier, P., Rosen, P. H., Tisch, A. et Wischniewski, S. (2019). Sicherheit und Gesundheit in der digitalen Arbeitswelt. *[Compte rendu de la conférence d'automne de la Société allemande pour l'ergonomie]*. GfA-Press.
- Wäldchen, J. et Mäder, P. (2018). Machine learning for image based species identification. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(11), 2216-2225. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13075>

- Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A. et 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%2F000444878>
- Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., Bauer, J. M. et 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>
- Xiao, L., Bahri, Y., Sohl-Dickstein, J., Schoenholz, S. et Pennington, J. (juillet 2018). Dynamical isometry and a mean field theory of cnns: How to train 10,000-layer vanilla convolutional neural networks. *International Conference on Machine Learning*, 5393-5402. PMLR.
- Zheng, Q. X., Ge, L., Wang, C. C., Ma, Q. S., Liao, Y. T., Huang, P. P. et 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>

**L'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA)**

contribue à faire de l'Europe un lieu de travail plus sûr, plus sain et plus productif. L'Agence mène des activités de recherche et de développement, diffuse des informations fiables, équilibrées et impartiales en matière de sécurité et de santé, et organise des campagnes de sensibilisation à l'échelle de toute l'Europe. Créée par l'Union européenne en 1994 et établie à Bilbao, en Espagne, l'Agence réunit des représentants de la Commission européenne, des gouvernements des États membres, des organisations d'employeurs et de travailleurs, ainsi que des experts réputés des États membres de l'Union et au-delà.

**Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail**

Santiago de Compostela 12

48003 – Bilbao, Espagne

Courriel: [information@osha.europa.eu](mailto:information@osha.europa.eu)

<https://osha.europa.eu>