



Ministère des solidarités et de la santé
Ministère du travail
Ministère de l'éducation nationale
Ministère des sports

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT D'INSPECTEURS
DU TRAVAIL
SESSION 2018**

Mardi 6 mars 2018

de 8h00 à 12h00 (heure métropole)

1^{ère} épreuve d'admissibilité : durée quatre heures, coefficient 3

Rédaction, à partir d'un dossier se rattachant aux questions de travail ou d'emploi et de formation professionnelle, d'une note permettant de vérifier les qualités de rédaction, d'analyse et de synthèse du candidat ainsi que son aptitude à dégager des solutions appropriées.

Sujet :

Votre directeur doit intervenir à la chambre de commerce et d'industrie (CCI) au cours d'un forum régional intitulé « les robots dans l'entreprise ».

Il vous demande une note sur ce sujet, note qui devra notamment mettre en lumière les enjeux de cette thématique et ses liens avec les missions de la DIRECCTE.

IMPORTANT : dès la remise du sujet, les candidats sont priés de vérifier la numérotation et le nombre de pages du dossier.

Il est rappelé au candidat que sa copie ainsi que les intercalaires doivent rester anonymes (pas de nom, de numéro, ni de signe distinctif). Les brouillons ne seront pas corrigés.

Éléments composant le dossier :

Ce dossier contient 41 pages

Document 1	Extrait du code travail	Pages 1 à 2
Document 2	Extrait du code du travail	Page 3
Document 3	« Ce que prévoit le décret sur la fusion des instances de personnel » par Enrique Moreira avec AFP Les Echos / 30 décembre 2017	Pages 4 et 5
Document 4	« L'agriculture 2.0 sème espoirs et doutes » Santé & travail n° 100 / octobre 2017	Pages 6 à 8
Document 5	Extraits du plan « France Robots Initiatives » porté par le ministère du redressement productif et le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche / mars 2013	Pages 9 à 14
Document 6	« Un cadre légal en matière de robotique est nécessaire » Entretien avec Mady Delvaux, députée démocrate socialiste luxembourgeoise Actualités de la Commission européenne / 12 janvier 2017	Pages 15 et 16
Document 7	« Une coopération humains-robots envisagée non sans heurts » Extrait du dossier « Demain le travail » par Michel Héry, chargé de mission à l'Institut national de recherche et de sécurité Santé & travail n° 100 / octobre 2017	Page 17
Document 8	Guide de prévention à destination des fabricants et des utilisateurs Pour la mise en œuvre des applications collaboratives robotisées / Edition 2017 Ministère du travail	Pages 18 à 20
Document 9	« Les robots, le chômage et les emplois de 2030 » Par Jérôme Colombin – Radio France / 10 mai 2015	Page 21
Document 10	Financer un projet d'amélioration des conditions de travail Ministère du travail, des relations sociales, de la famille et de la solidarité / Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail / Fonds pour l'amélioration des conditions de travail	Pages 22 et 23
Document 11	Propositions du Club des partenaires et de Cap Digital vis-à-vis du plan robotique Cap-digital / Club des Partenaires du GDR Robotique / janvier 2013	Pages 24 à 27

.../...

Document 12	« Robots collaboratifs et robots traditionnels : les 5 différences clés » Article issu du site www.generationrobots.com « Tutoriels en robotique » 22 janvier 2015	Pages 28 et 29
Document 13	Extraits « L'homme au travail et le robot : une relation à inventer » Institut national de recherche et de sécurité Hygiène et sécurité au travail n°231/ juin 2013	Page 30
Document 14	Les principaux types de robots utilisés dans le monde du travail Les principaux secteurs professionnels susceptibles de recourir aux robots collaboratifs Hygiène et sécurité au travail n°231 / juin 2013	Page 31
Document 15	« Les robots vont-ils vraiment voler nos emplois ? » Par Annabelle Laurent – 20 minutes / 25 janvier 2017	Pages 32 et 33
Document 16	Extraits « Les robots attaquent nos boulots » Par Dominique Nora – Le Nouvel Observateur / 9 avril 2015	Page 34
Document 17	Responsable d'études sur les interactions homme / machine En lien avec les nouvelles technologies Institut national de recherche et de sécurité	Page 35
Document 18	Extrait « Les robots ont remplacé les humains dans 25% des usines de munitions en Chine » site iatranshumanisme.com / 6 janvier 2018	Pages 36 et 37
Document 19	Extraits « Le Parlement européen préconise la création d'une taxe robot » Par Pauline Château – Le Figaro / 13 janvier 2017	Pages 38 et 39
Document 20	« Taxer les robots : une solution pour compenser les futures pertes de revenus ? » Par Xavier Oberson – L'Annuel de l'OCDE 2017	Pages 40 et 41

Chemin :

Code du travail

- ▶ Partie législative
 - ▶ Quatrième partie : Santé et sécurité au travail
 - ▶ Livre VI : Institutions et organismes de prévention
 - ▶ Titre Ier : Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail
 - ▶ Chapitre II : Attributions

Section 2 : Consultations obligatoires.

Article L4612-8

Modifié par LOI n° 2015-994 du 17 août 2015 - art. 16 (V)

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Dans l'exercice de leurs attributions consultatives, le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail et l'instance temporaire de coordination mentionnée à l'article L. 4616-1 disposent d'un délai d'examen suffisant leur permettant d'exercer utilement leurs attributions, en fonction de la nature et de l'importance des questions qui leur sont soumises.

Sauf dispositions législatives spéciales, un accord collectif d'entreprise conclu dans les conditions prévues à l'article L. 2232-6 ou, en l'absence de délégué syndical, un accord entre l'employeur et le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail ou, le cas échéant, l'instance temporaire de coordination mentionnée à l'article L. 4616-1 ou, à défaut d'accord, un décret en Conseil d'Etat fixe les délais, qui ne peuvent être inférieurs à quinze jours, dans lesquels les avis sont rendus, ainsi que le délai dans lequel le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail transmet son avis au comité d'entreprise lorsque les deux comités sont consultés sur le même projet.

A l'expiration de ces délais, le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail et, le cas échéant, l'instance temporaire de coordination mentionnée à l'article L. 4616-1 sont réputés avoir été consultés et avoir rendu un avis négatif.

Article L4612-8-1

Modifié par LOI n° 2015-994 du 17 août 2015 - art. 16 (V)

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est consulté avant toute décision d'aménagement important modifiant les conditions de santé et de sécurité ou les conditions de travail et, notamment, avant toute transformation importante des postes de travail découlant de la modification de l'outillage, d'un changement de produit ou de l'organisation du travail, avant toute modification des cadences et des normes de productivité liées ou non à la rémunération du travail.

Article L4612-8-2

Créé par LOI n° 2015-994 du 17 août 2015 - art. 16 (V)

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail peut faire appel à titre consultatif et occasionnel au concours de toute personne de l'établissement qui lui paraîtrait qualifiée.

Article L4612-9

Modifié par LOI n°2015-994 du 17 août 2015 - art. 18

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est consulté sur le projet d'introduction et lors de l'introduction de nouvelles technologies mentionnés à l'article L. 2323-29 sur les conséquences de ce projet ou de cette introduction sur la santé et la sécurité des travailleurs.

Dans les entreprises dépourvues de comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, les délégués du personnel ou, à défaut, les salariés sont consultés.

Article L4612-10

Modifié par LOI n°2015-994 du 17 août 2015 - art. 18

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est consulté sur le plan d'adaptation établi lors de la mise en œuvre de mutations technologiques importantes et rapides prévues à l'article L. 2323-30.

Article L4612-11

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est consulté sur les mesures prises en vue de faciliter la mise, la remise ou le maintien au travail des accidentés du travail, des invalides de guerre, des invalides civils et des travailleurs handicapés, notamment sur l'aménagement des postes de travail.

Article L4612-12

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est consulté sur les documents se rattachant à sa mission, notamment sur le règlement intérieur.

Article L4612-13

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Indépendamment des consultations obligatoires prévues par la présente section, le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail se prononce sur toute question de sa compétence dont il est saisi par l'employeur, le comité d'entreprise et les délégués du personnel.

Article L4612-14

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Lorsqu'il tient de la loi un droit d'accès aux registres mentionnés à l'article L. 8113-6, le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est consulté préalablement à la mise en place d'un support de substitution dans les conditions prévues à ce même article.

Article L4612-15

Modifié par Ordonnance n°2011-91 du 20 janvier 2011 - art. 11

Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Dans les établissements comportant une ou plusieurs installations soumises à autorisation au titre de l'article L. 512-1 du code de l'environnement ou soumise aux dispositions des articles L. 211-2 et L. 211-3, des titres II à VII et du chapitre II du titre VIII du livre II du code minier, les documents établis à l'intention des autorités publiques chargées de la protection de l'environnement sont portés à la connaissance du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail par l'employeur, dans des conditions déterminées par voie réglementaire.

Chemin :

Code du travail

- ▶ Partie législative
 - ▶ Deuxième partie : Les relations collectives de travail
 - ▶ Livre III : Les institutions représentatives du personnel
 - ▶ Titre II : Comité d'entreprise
 - ▶ Chapitre III : Attributions
 - ▶ Section 1 : Attributions économiques
 - ▶ Sous-section 5 : Consultations et informations ponctuelles du comité d'entreprise
 - ▶ Paragraphe 1 : Organisation et marche de l'entreprise
 - ▶ Sous-paragraphe 2 : Introduction de nouvelles technologies

Article L2323-30

- ▶ Modifié par LOI n°2015-994 du 17 août 2015 - art. 18
- ▶ Abrogé par Ordonnance n°2017-1386 du 22 septembre 2017 - art. 1

Lorsque l'employeur envisage de mettre en oeuvre des mutations technologiques importantes et rapides, il établit un plan d'adaptation.

Ce plan est transmis, pour information et consultation, au comité d'entreprise en même temps que les autres éléments d'information relatifs à l'introduction de nouvelles technologies.

Le comité d'entreprise est régulièrement informé et consulté sur la mise en oeuvre de ce plan.

Liens relatifs à cet article

Cité par:

Code du travail - art. L4612-10 (VD)

Codifié par:

Ordonnance n°2007-329 du 12 mars 2007

Anciens textes:

Code du travail - art. L2323-14 (VT)

Code du travail - art. L432-3 (AbD)

Ce que prévoit le décret sur la fusion des instances du personnel

Les Echos Le 30/12/2017

La fusion des instances du personnel d'une entreprise dans un seul « comité social économique » (CSE) entrera en vigueur au 1er janvier. Le décret publié ce samedi fixe son organisation et le nombre d'élus.

Adieu comité d'entreprise, délégué du personnel et autre comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT). A compter du 1^{er} janvier, toutes les instances représentatives du personnel au sein des entreprises fusionneront en un seul « comité social économique », comme le prévoit le décret publié ce samedi au Journal officiel (JO).

Ce dernier a été rédigé en application des ordonnances réformant le Code du travail. Il précise les modalités de fonctionnement du CSE ainsi que le nombre d'élus qu'il regroupera. Un nombre en baisse dans certaines entreprises.

Les mêmes compétences

Selon ce texte, le comité social économique sera donc obligatoire dans les entreprises de plus de 50 salariés et il conserve les mêmes compétences que les instances qu'il remplace. A savoir : la représentation des salariés auprès de l'employeur, la prévention des risques professionnels et l'amélioration des conditions de travail, ainsi que la gestion d'oeuvres sociales et culturelles dans l'entreprise... Le CSE pourra également exercer des recours en justice.

Par ailleurs, une commission santé, sécurité et conditions de travail, de type CHSCT, subsistera dans les entreprises de plus de 300 salariés. En dessous de ce chiffre, elle sera maintenue dans les établissements de type Seveso ou nucléaire.

Moins de représentants, plus d'heures

Le décret stipule également que le comité social économique bénéficiera d'autant d'heures de délégations que les anciennes instances. En revanche, celles-ci seront réparties entre moins d'élus, notamment dans les grandes entreprises. Moins nombreux, ces représentants du personnel devraient normalement disposer de plus d'heures de délégation.

Dans le détail, une entreprise de 3.000 salariés n'a plus que 25 élus dans son CSE, contre 28 auparavant dans ses instances séparées. La différence est de 10 élus pour une entreprise de 5.250 salariés (29 élus, contre 39 avant), de 20 élus pour une entreprise de 8.500 salariés (33 élus, contre 53), et de 26 élus pour les entreprises de 10.000 salariés (35 élus, contre 61). Enfin, en dessous de 3.000 employés, le nombre de représentants reste stable.

Un « conseil d'entreprise »

Les ordonnances voulues par le gouvernement stipulent également qu'il sera possible, par accord majoritaire, d'intégrer les délégués syndicaux au comité social économique. Ce « conseil d'entreprise » viendrait alors remplacer le CSE et bénéficierait de la compétence de négociation des délégués syndicaux. Par ailleurs, une sixième ordonnance, adoptée fin décembre, donne au conseil d'entreprise la compétence de négocier également des plans de sauvegarde de l'emploi.

Dans ce cas, les élus participant aux négociations disposeront d'un nombre d'heures de négociation qui s'ajouteront à celles prévues dans le CSE.

Enfin, un deuxième décret publié également ce samedi, fixe six modèles de lettres que l'employeur peut utiliser pour notifier son licenciement à un salarié. Ces lettres recouvrent les motifs suivants : disciplinaire ; pour inaptitude ; non-disciplinaire ; économique individuel ; économique pour des petits licenciements collectifs (entreprises jusqu'à 50 salariés) ; et pour de grands licenciements (plus de 10 licenciements sur une même période de 30 jours dans une entreprise de plus de 50 salariés).

Enrique Moreira avec AFP

L'agriculture 2.0 sème espoirs et doutes

Si elles réduisent les risques physiques, les innovations technologiques développées dans le secteur agricole peuvent en générer d'autres : charge mentale accrue, perte d'autonomie ou de sens du travail, etc. Avec la crainte d'une disparition du métier de paysan.

Bienvenue dans la ferme du futur ! Dans quelques décennies, les tâches dangereuses, sales et difficiles pourraient être de lointains souvenirs pour des agriculteurs épaulés par la robotique, l'automatisation et, de façon plus générale, par les nouvelles technologies. Des organismes de recherche comme l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) travaillent aujourd'hui, avec l'appui d'équipementiers, au développement de solutions robotiques au sein d'une plate-forme, RobAgri, dont l'un des enjeux est l'« amélioration des conditions de travail ». Une initiative qui s'inscrit dans le cadre du plan Agriculture-Innovation 2025, lancé en 2016 par les ministères de la Recherche et de l'Agriculture.

Une révolution, l'innovation technologique dans l'agriculture ? Pas tout à fait. « Cette profession se souvient que le tracteur est entré dans les cours des fermes en même temps que la machine à laver et associe la modernisation à un mouvement émancipateur », rappelle François Purseigle, sociologue spécialiste du monde agricole et professeur à l'École nationale supérieure agronomique de Toulouse (Ensat). Les agriculteurs qui s'installent

aujourd'hui, en majorité de jeunes hommes détenteurs d'un BTS, ont une appétence pour les nouvelles technologies, susceptibles de donner une image plus valorisante de leur profession et de résoudre des problèmes de main-d'œuvre, mais aussi de diminuer les troubles musculo-squelettiques (TMS), responsables, selon la Mutualité sociale agricole (MSA), de 93 % des maladies professionnelles du secteur agricole en 2013.

ROBOTS DE TRAITE

C'est dans le secteur de l'élevage que la robotique est le plus développée. « Les contraintes y sont en effet particulièrement importantes, surtout dans le domaine de la production laitière, qui exige une activité sept jours sur sept toute l'année », explique Michel Berducat, ingénieur de recherche à l'Irstea. Des machines distribuent automatiquement l'alimentation ou facilitent le paillage. Mais l'un des équipements les plus répandus est le robot de traite, présent actuellement dans une ferme sur deux au moment de l'installation. L'éleveur n'a plus à poser et enlever manuellement les godets trayeurs sur chaque vache matin et soir (manipulations qui entraînent des tendinites de l'épaule et du coude) : les vaches viennent à leur guise se faire

traire automatiquement. A défaut de dispenser l'éleveur de toute présence, ce robot lui donne plus de souplesse dans l'organisation de son emploi du temps.

L'exemple type de la technologie idéale ? Pas si sûr. L'éleveur paie souvent l'allègement de ses tâches physiques par une charge mentale accrue. « Le robot mesure plusieurs dizaines de paramètres – qualité et quantité de lait, état sanitaire de la vache, etc. – et envoie des alertes pour signaler ceux qui sortent des normes, mais aussi le décrochage d'un manchon ou le blocage du système par un animal, expose Nathalie Hostiou, chercheuse à l'Institut national de la recherche agronomique (Inra). Ces alertes pouvant être transmises jour et nuit à l'éleveur via son téléphone portable, elles peuvent lui donner l'impression d'être tout le temps dérangé.

Certains éleveurs font le choix de vendre le robot pour revenir au système de traite classique. »

Quel que soit le type d'élevage et d'animal, des capteurs de toutes sortes se développent. Certains évaluent la santé de l'animal par l'analyse de sa rumination, son activité, sa voix, etc. Autant de données que l'éleveur peut consulter même à distance, ce qui incite à ne jamais décrocher. D'autres innovations, en revanche, peuvent diminuer la charge mentale, comme les capteurs indiquant un vêlage imminent ou des chaleurs. « Les entreprises commercialisant ces technologies mettent en avant que les éleveurs peuvent s'occuper de plus d'animaux en moins de temps, en se concentrant sur ceux qui demandent une atten-

« Les vendeurs poussent à un surinvestissement, avec pour résultat une fragilisation psychologique des paysans dont ils n'assument pas les conséquences. »

> *tion spécifique* », signale Nathalie Hostiou.

Moins en pointe, les cultures ne sont cependant pas en reste, avec là encore l'argument de la diminution de la pénibilité. Des machines récoltent les betteraves, des robots désherbent, des brouettes automatiques suivent le vigneron. Si le robot de cueillette n'en est encore qu'à l'étape du prototype, les tracteurs sont déjà équipés de nombreux cap-

teurs et de caméras, complétés par des moniteurs en cabine. Des systèmes de guidage par GPS calculent avec une précision centimétrique le chemin que doit suivre l'engin pour semer, traiter, récolter ou effectuer des

demi-tours en bout de champ. « *Les conducteurs n'ont plus à toucher le volant*, rapporte Loïc Mazenc, doctorant en sociologie à l'Institut national polytechnique de Toulouse. *Leur travail est transféré à la machine, ce que tous ne vivent pas forcément bien.* » Les salons professionnels présentent d'ores et déjà des tracteurs sans cabine, entièrement autonomes et capables d'aller seuls dans les parcelles, ce que la réglementation interdit.

A terme, un éloignement de l'engin pourrait pourtant représenter un bénéfice pour la santé des cultivateurs. « *Selon les données de la MSA, les équipements agricoles, dont les vibrations sont à l'origine de TMS, sont aussi accidentogènes*, souligne Vincent Tardieu, journaliste scientifique et auteur d'un ouvrage sur l'agriculture connectée (voir « A lire »). *En 2013, 33 % des décès chez les salariés et 31 % chez les non-salariés étaient liés aux machines.* » Certaines technologies pourraient réduire l'exposition aux risques toxiques

liés aux produits phytosanitaires, les équipements de protection individuelle n'étant pas suffisamment efficaces. « *Données satellitaires et drones se combineraient pour établir des cartographies de l'état de la végétation et les besoins en azote, afin de réaliser un traitement non plus uniforme sur la parcelle, mais spécifique à l'échelle intraparcellaire, parfois au mètre, voire à la dizaine de centimètres près* », décrit Vincent Tardieu. A l'avenir, des robots pulvérisateurs devraient éloigner le cultivateur du produit. « *Davantage que l'épandage, la phase où il est le plus en contact avec les produits est celle de la préparation de la bouillie*, précise Nicolas Tricot, chargé de recherche à l'Irstea. *La robotisation de cette étape éliminerait le risque de contamination de la personne.* »

DES TERRES SANS PAYSANS ?

Comme dans l'élevage, les évolutions en cours s'accompagnent d'une augmentation de la charge mentale pour le dirigeant ou le salarié, dont chaque tâche tout au long de la journée peut être évaluée par un logiciel, comme l'a observé Loïc Mazenc dans une exploitation maraîchère. Ces transformations actuelles et à venir dessinent également une agriculture où le travail humain se trouve en forte réduction. Aux Etats-Unis, selon Sophie Devienne, ingénieure agronome et enseignante à Agro-ParisTech, des équipements permettent l'élevage de 2 000 porcs en même temps, le travail étant réduit à la surveillance ; et depuis les années 1990, un cultivateur peut exploiter seul une ferme de 400 à 500 hectares.

Ces technologies font craindre à certains la disparition de la profession, les robots gérant à l'avenir de façon autonome la production végétale, mais aussi animale, ce qui poserait des problèmes éthiques. On peut déjà

aujourd'hui parler d'une mutation du métier vers un rôle de superviseur. « *D'ici vingt ou trente ans, les agriculteurs pourraient n'avoir plus qu'à valider de leur bureau ce que proposeraient des outils d'aide à la décision complètement automatisés* », estime Nicolas Tricot. Or la question de la perte de sens de l'activité se pose tout particulièrement dans une profession marquée par un taux de suicide trois fois plus élevé que chez les cadres. Porte-parole de la Confédération paysanne et éleveur, Laurent Pinatel témoigne : « *Si je fais ce métier, c'est pour être au contact des animaux, regarder si les épis de blé sont mûrs. Déléguer à des robots le lien avec la vie animale et végétale me paraît aller à contresens du métier de paysan.* »

Les capteurs génèrent pléthore de données, un *big data* agricole qu'entendent exploiter des start-ups pour les revendre sous forme de services... aux agriculteurs. « *Ces évolutions s'accompagnent d'une dépossession des savoirs et*

des savoir-faire, ainsi que d'une prolétarianisation d'agriculteurs en perte d'identité et de maîtrise », déplore Julien Reynier, chargé du développement de l'Atelier paysan, une coopérative d'auto-construction qui veut donner à chacun les moyens de réaliser les outils dont il a besoin. L'accès à ces technologies implique en effet plus de dépendance vis-à-vis de prestataires, avec les risques psychosociaux associés à cette diminution de l'autonomie.

Ces technologies *push* (sans demande préexistante) ont souvent un coût élevé, alors que le secteur subit déjà un fort endettement, générant une pression psychique importante. Un guidage par satellite coûte ainsi entre 15 000 et 25 000 euros, une arracheuse de betteraves, 400 000 euros. Et un robot de traite, 150 000 euros. « À 300 euros la tonne de lait, cela fait beaucoup de lait à traire pour le payer, commente Laurent Pinatel. Les vendeurs de rêve poussent à un surinvestissement, avec pour

résultat une fragilisation psychologique des paysans dont ils n'assument pas les conséquences. On vend à ces derniers la modernité comme valorisation, et c'est un piège qui se referme sur eux. »

« UNE DANGEREUSE FUITE EN AVANT »

Le temps gagné d'un côté est consacré à la création d'autres activités pour générer un complément financier... afin de rembourser le nouvel emprunt. « Cela peut devenir une dangereuse fuite en avant, où l'outil fait le projet et non l'inverse », avertit Vincent Tardieu. Cette tendance accroît encore la dualité entre de grandes exploitations, équipées des dernières technologies et tentées de se développer davantage pour rentabiliser ces investissements, et de petites exploitations, bio ou alternatives, qui veillent à maîtriser leurs charges.

Néanmoins, le recours aux innovations peut passer par d'autres canaux. « À l'Atelier paysan, les agriculteurs conçoivent

avec l'aide d'ingénieurs les machines low tech adaptées à leurs pratiques, indique Julien Reynier. Les plans de 40 outils sont diffusés sur notre site Internet en open source. Ils permettent de s'affranchir de la chimie ou d'atténuer la pénibilité. Un autre outil de travail pour les paysans est possible, appropriable, réparable, à la mesure des projets agroécologiques qui maintiennent l'emploi au pays. » Vincent Tardieu conclut : « Par le collectif, les agriculteurs vont sélectionner les outils qui leur rendent un réel service. Mais il faut absolument les accompagner pour établir des diagnostics sérieux et indépendants de leurs besoins réels, ce qu'on ne peut pas attendre de constructeurs s'inscrivant dans une logique de marché. L'équipement en nouvelles technologies peut aussi s'étendre par des acquisitions partagées au sein de coopératives d'utilisation de matériel agricole, les Cuma, ou par le développement des entreprises de travaux agricoles. La messe n'est pas dite. » # Corinne Renou-Nativel

Plan « France Robots Initiatives » de Mars 2013

Porté par le Ministère du Redressement productif et le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

(Extraits)

La robotique constitue une nouvelle frontière et peut être la prochaine grande révolution industrielle, comparable à l'Internet, avec un marché estimé pour la seule robotique de service, à 100 milliards d'euros en 2020 par la Commission européenne, un marché multiplié par 30 en 10 ans.

La robotique est traditionnellement divisée en deux segments, la robotique industrielle, marché mature dominé par les Japonais, les Américains et les Allemands, et la robotique de service (à usage personnel ou professionnel), marché émergeant au potentiel de croissance considérable (le marché pourrait atteindre 26 milliards de dollars¹ dès 2015).

La frontière traditionnelle entre la robotique industrielle et robotique de service tend cependant à s'estomper avec le développement des usages industriels de la robotique de service comme de la robotique industrielle mobile, le partage de nombreuses briques technologiques ou l'émergence de la « cobotique » ou robotique collaborative. Dans de nombreux pays, l'un sert le développement de l'autre, la robotique industrielle servant le plus souvent de terreau au développement de la robotique de service.

À l'image d'Internet ou des *Key Enabling Technologies* (KET), la robotique est un champ technologique diffusant qui va avoir un impact important en termes de création d'emplois directs et indirects (quelques dizaines de milliers d'emplois en France dans 5 à 10 ans). Elle est au croisement de plusieurs secteurs : mécatronique, électronique, optronique, logiciel embarqué, énergie, nanomatériaux, intelligence artificielle, connectique... La robotique a vocation à investir tous les domaines : transport, industrie, logistique, agriculture, santé, loisir, défense, éducation...

Toutes les grandes nations industrielles font de la robotique un ressort de croissance présente ou future et d'innovation, qu'il s'agisse de robotiser les industries et de construire l'usine du future, ou de prendre place dans la grande révolution de la robotique de service. Au cœur de leurs préoccupations, deux enjeux majeurs se dégagent distinctement : i/ la compétitivité industrielle des entreprises², c'est-à-dire *in fine* le maintien et même la relocalisation de la production et de l'emploi industriel. ii/ les grands défis sociétaux de notre temps : santé, autonomie, éducation, vieillissement au travail, mobilité... et que la robotique de service contribuera à surmonter.

Depuis plusieurs années déjà, le Japon, la Corée et les États Unis ont lancé des programmes ambitieux destinés à prendre les premières places dans la compétition mondiale. La Commission européenne pour sa part lancera cette année un partenariat public-privé dans le domaine de la robotique afin d'aider les sociétés implantées en Europe à augmenter leur part du marché mondial de la robotique industrielle mais aussi de service. La France y prendra toute sa part.

Si la France manque d'acteurs dominants de dimension mondiale tels ABB, FANUC Robotics, KUKA, ou Motoman, elle dispose cependant d'acteurs performants en matière de robotique industrielle (par exemple concepteur et fabricant de robots Stäubli) et peut compter sur des intégrateurs et des équipementiers de haut niveau comme CIMLEC Industries, Actenium ou Clemessy, sur des ETI de pointe positionnées sur des marchés très spécialisées telles RECIF Technologies (robots de manipulation de wafers silicium), BA-Systems (chariots logistiques) ou ECA Robotics (drones de surface, drones sous-marines, robots terrestres, ...), tandis qu'EADS, Thalès ou EDF ont lancé des programmes de recherche importants. La France peut aussi compter sur des acteurs académiques de très haut niveau reconnus internationalement³ (Mines, SUPELEC, CEA, INRIA...) ainsi que sur quelques dizaines de *start up* technologiques

(1) Source : Erdyn.

(2) Malgré la baisse des prix des robots, la densité de robots par employé de production est 1,5 fois moins élevée en France qu'en Allemagne dans l'automobile et quatre fois moins élevée dans l'industrie hors automobile (33 000 robots en France et 150 000 en Allemagne). Le sous-équipement en robots industriels traverse l'ensemble des filières industrielles françaises.

(3) La France occupe le troisième rang mondial en matière de publications sur la robotique.

dont les plus avancées suscitent l'admiration de leurs pairs à l'étranger : Aldébaran, Gostaï, Induct, RB3D ou Robosoft... La France est enfin forte de pôles de compétitivité mondiaux ou à vocation mondiale travaillant sur la robotique, notamment *Images et Réseaux* en Bretagne, *Minalogic et Imaginov* en Rhône-Alpes, *Cap Digital* à Paris, *ViaMeca* en Auvergne et *Aerospace Valley* en Aquitaine...

La France présente ainsi tous les atouts pour prendre une place de leader en Europe et dans le monde en matière de robotique, il lui faut cependant surmonter cinq freins : i/ un transfert technologique des académiques vers l'industrie encore insuffisant et rendu difficile par le manque d'acteurs industriels de taille suffisante ; ii/ des marchés insuffisamment identifiés qui ne parviennent pas à motiver les investissements nécessaires pour l'industrialisation des démonstrateurs ; iii/ une nécessité de pérenniser, de clarifier et d'augmenter le soutien public à la R&D et à l'industrialisation de l'offre ; iv/ une mobilisation encore insuffisante des investisseurs privés ; v) une filière émergente qui manque de visibilité et de structuration.

Dans ce contexte, une action unissant pouvoirs publics et partenaires privés et s'inscrivant dans la durée doit permettre de structurer, d'aider à développer la filière et de créer les conditions propices à l'émergence d'un marché à long terme. Le plan **France Robots Initiatives** se propose d'y apporter des réponses en consolidant un portefeuille cohérent d'actions couvrant tout le champ nécessaire : de la structuration de la filière à l'accompagnement de la croissance des PME et ETI innovantes, en passant par le soutien à la formation, à la R&D et à l'innovation.

La France se fixe pour objectif de compter parmi les cinq nations leader de la robotique dans le monde d'ici à l'horizon 2020 particulièrement en matière de robotique de service à usage personnel et professionnel, de développer une offre française mondiale en matière de robotique et de machines intelligentes et d'accroître ses parts dans un marché en forte croissance dans les années à venir.

6 **La robotique au service de la compétitivité des entreprises**

... / ...

La productivité globale des facteurs a peu progressé en France au cours de la dernière décennie du fait de l'insuffisance d'investissements de productivité (le numérique des entreprises et la robotisation sont clairement en retard) et d'innovation dans le processus de production⁵. **La robotisation de notre appareil productif est un enjeu majeur de compétitivité** souligné dans le rapport Gallois comme dans le Pacte pour la Compétitivité, la Croissance et l'Emploi. **Elle permet de sauvegarder de la production industrielle, des emplois, de prévenir les délocalisations et est un levier central dans les processus de relocalisation d'activité**, programme prioritaire du gouvernement. En effet, démonstration est faite depuis longtemps qu'il existe une relation entre taux d'emplois industriels dans l'économie et taux de robotisation. Les nations les plus industrialisées d'Europe, comme l'Allemagne ou l'Italie sont aussi les plus robotisées⁶. Enfin, **une course de vitesse est désormais engagée avec les pays émergents qui, face à la croissance des salaires, ont engagé un mouvement important de robotisation pour conserver leurs avantages compétitifs**. Désormais, la Chine robotise son appareil productif plus rapidement que le nôtre.

Start PME

Start PME

Le projet Start PME, c'est quatre actions : 1° Prospection des PME. Cette phase a pour objet d'informer et de sensibiliser les PME sur les enjeux liés à la robotisation de leur procédé de production ; 2° Diagnostic des PME. A l'issue du pré diagnostic, les entreprises sélectionnées par le comité d'évaluation bénéficieront d'un diagnostic technico-économique personnalisé de 5 journées visant à la mise en œuvre d'un projet de robotisation ; 3° Aide à l'investissement robotique des entreprises. Cette phase comporte deux volets : la formalisation opérationnelle du projet de robotisation d'une part, le financement de l'acquisition des cellules robotisées à hauteur de 10 % d'autre part ; 4° Etude d'impact nationale destinée aux pouvoirs publics pour mesurer l'efficacité de l'action.

Des besoins importants de robotisation dans de nombreuses PME existent encore en matière d'applications spécifiques (perçage/assemblage), conditionnement, robotisation de lignes de production. Mais les chefs d'entreprise restent généralement rétifs à l'idée d'investir dans un robot, synonyme de destruction d'emplois et la base industrielle française est insuffisante avec deux ETI fabricantes de robots, Stäubli (à capitaux suisses-Faverges-74), et SEPRO Industrie (La Roche sur Yon-85) dans le domaine spécifique de la plasturgie. Pourtant des laboratoires développent des prototypes innovants qui pourraient être utilisés par des PME à condition qu'existe l'accompagnement nécessaire. Dans cette perspective, le projet START PME vise à mettre en place un plan d'accompagnement à la robotisation ayant pour cible principale les PME-PMI robotisant pour la première fois avec une priorité aux projets de robotisation conduisant à préserver ou à développer l'emploi.

Il s'agit de sensibiliser dans les grandes filières industrielles utilisatrices de robots, près de 750 PME-PMI pour accompagner à terme en investissement 250 projets avec comme objectifs concrets : augmentation de la productivité, amélioration de la qualité des produits, diminution de la pénibilité de certaines tâches, préservation ou développement de l'emploi.

Il s'agit de sensibiliser dans les grandes filières industrielles utilisatrices de robots, près de 750 PME-PMI pour accompagner à terme en investissement 250 projets avec comme objectifs concrets : augmentation de la productivité, amélioration de la qualité des produits, diminution de la pénibilité de certaines tâches, préservation ou développement de l'emploi.

(5) 34 500 robots industriels, avec une moyenne d'âge élevée, sont en service en France, contre 62 000 en Italie et 150 000 en Allemagne.

(6) Positive Impact of Industrial Robots on Employment, Etude de Metra Martech pour la Fédération Internationale de Robotique, février 2011.

La filière automobile par le biais de la plate-forme automobile fait de la robotisation l'une des voies d'amélioration de la consolidation de la sous-traitance du secteur et le moyen de garantir aux grands clients la compétitivité de leurs fournisseurs grâce à une meilleure efficacité opérationnelle.

Une action sectorielle sera mise en œuvre selon la méthode déterminée dans le cadre du programme Start PME et dans le cadre du plan automobile. L'action pourrait permettre l'installation de **100 cellules robotisées** dans la filière automobile parmi les sous-traitants. L'État apportera 2 millions d'euros au soutien de cette action.

Robotiser la filière automobile pour restaurer la compétitivité de la filière

Les nouvelles technologies de production sont un enjeu majeur de compétitivité pour nos entreprises, elles sont aussi un terrain privilégié de coopération entre les deux familles de la robotique. La « cobotique » ou machine intelligente destinée notamment aux PME, qui permet de faire cohabiter humains et robots, sera un terrain privilégié de recherche collaborative afin de faire émerger une offre française dans ce domaine.

Cobotique et machines intelligentes

Bien que les premières expérimentations en cobotique datent de plus de 10 ans, les applications industrielles se sont limitées à des fonctions de compensation ou de guidages virtuels. La conception de systèmes de comanipulation performants reste aujourd'hui un défi pour de nombreux secteurs industriels où la collaboration de l'opérateur avec le robot est requise (nucléaire, aéronautique...) afin de pallier les défauts intrinsèques des robots (cinématique des bras, vitesses et raideurs élevées).

Il s'agit d'allier les compétences et l'expérience acquise de la robotique industrielle d'une part et de la robotique de service d'autre part afin de répondre par une technologie toujours plus avancée aux exigences des producteurs du monde entier :

- des robots plus innovants intégrant plus d'intelligence dans leur comportement et plus précis (au micron) ;
- des robots plus flexibles pour répondre aux variations brutales de charges et surtout à la diversité croissante des modèles, à la généralisation de la personnalisation des produits et à la réduction de leur durée de vie ;
- des robots prenant en compte des exigences de production durable et d'amélioration continue des conditions de travail ;
- des robots plus simples d'utilisation et plus attrayants.

Le volet « cobotique » du plan **France Robots Initiatives** sera l'un des terrains privilégiés de collaboration entre les différentes familles de la robotique, les laboratoires de recherche et les industriels. Un groupe de travail dédié sera mis en place afin d'engager un programme de travail en commun.

Les offres d'Oseo, (BPI) permettent d'accompagner les projets de robotisation des entreprises. La palette est large et couvre l'ensemble des besoins, que ce soit sous la forme de garanties de **prêts bancaires, de crédits bail ou de prêts mezzanines.**

Le crédit bail est particulièrement bien adapté pour le financement de matériel, les prêts mezzanines permettant de financer en complément les dépenses immatérielles telles que : l'ingénierie, la formation, l'adaptation du proces-

Oseo : une offre de financement des robots

sus de fabrication, la place bancaire bénéficiant d'une délégation de décision pour la garantie des financements inférieurs à 100 k€ (convention TPE). La BPI portera une attention toute particulière au financement des projets de robotisation et plus généralement d'automatisation des procédés.

Prêts numériques

Afin d'encourager les investissements des PME et des ETI dans des outils susceptibles de les rendre plus compétitives, le gouvernement mobilisera 300 M€ de prêts bonifiés destinés à financer l'investissement des entreprises engagées dans des projets structurants de déploiement de solutions numériques. Dans ce cadre **la numérisation des process de production lié à la robotisation des chaînes de production sera éligible.**

Ces prêts seront consentis par la Banque Publique d'Investissement, soutenue par le Commissariat général à l'investissement. Ils permettront une modernisation des entreprises, par un enrichissement numérique du produit ou du processus de production.

« Un cadre légal en matière de robotique est nécessaire »

Actualités de la Commission européenne – 12 janvier 2017

Entretien avec Mady Delvaux, députée démocrate socialiste luxembourgeoise.

Des drones aux robots industriels, la robotique et l'intelligence artificielle font de plus en plus partie de notre quotidien. Comment répondre aux nouveaux défis juridiques et éthiques liés à ces technologies ? Dans un rapport débattu et voté en session plénière cette semaine, les députés demandent la mise en place d'un cadre légal à l'échelle européenne. Nous avons rencontré Mady Delvaux, députée démocrate socialiste luxembourgeoise en charge du dossier, pour en savoir plus.

Quels sont les différents types de robots concernés par ce rapport ?

Le texte concerne les véhicules autonomes, les drones, les robots industriels, les robots de soins ou encore les robots de divertissement. Il ne se penche pas sur les robots pouvant être utilisés comme des armes.

On entend par robot une machine physique équipée de capteurs et interconnectée à son environnement dans le but d'échanger et d'analyser des données.

Il faut s'attendre à ce que la prochaine génération de robots soit de plus en plus autonome en matière d'apprentissage.

Que signifierait concrètement la création d'une personnalité juridique ou d'un statut légal des robots et de l'intelligence artificielle ?

L'émergence de robots de plus en plus autonomes nécessite une réflexion autour de nouvelles solutions. Dans ce rapport, nous demandons à la Commission européenne de se pencher sur certaines pistes.

L'une d'entre elles serait de conférer aux robots une « personnalité électronique » limitée, au moins pour les cas où une compensation est nécessaire. Il s'agirait du même principe que celui dont nous disposons actuellement pour les entreprises. Cette solution mettrait néanmoins du temps à voir le jour.

Ce dont nous avons besoin dès maintenant, c'est un cadre légal pour les robots actuellement disponibles sur le marché ou qui le seront au cours de la prochaine décennie.

En attendant, sur qui devrait reposer la responsabilité civile en cas de dommage ? Sur le fabricant, le propriétaire, l'utilisateur ?

Nous sommes face à deux possibilités. Le principe de la responsabilité stricte propose que le fabricant soit responsable car il est le mieux placé pour limiter de potentiels dommages. Si nécessaire, il peut se tourner vers ses fournisseurs.

La seconde option serait de mettre en place une évaluation des risques avec des tests au préalable et une forme de compensation à laquelle toutes les parties pourraient contribuer.

Nous proposons également la création d'un régime d'assurance obligatoire, au moins pour les «gros» robots.

Votre rapport se penche également sur l'aspect social de la robotique, notamment sur la question de l'attachement émotionnel aux robots de soins. Que proposez-vous ?

Il faut rappeler aux gens que le robot n'est pas un être humain et qu'il n'en sera jamais un. S'il peut montrer de l'empathie, il n'en ressent pas. Nous ne voulons pas de robots qui ressembleraient de plus en plus aux humains, comme c'est le cas au Japon par exemple.

Nous avons donc proposé la création d'une charte visant à empêcher les personnes de devenir émotionnellement dépendantes à leurs robots.

À quel point est-il urgent de légiférer en matière de robotique ?

Pour une fois, nous pourrions établir des principes à l'échelle européenne et un cadre légal commun avant que chaque État membre ne mette en œuvre sa propre législation. Une standardisation en la matière pourrait également profiter à l'industrie : pour rester à la pointe en matière de robotique, l'Europe doit disposer de normes communes.

Sur la question de la responsabilité, les clients doivent être certains de disposer d'une forme d'assurance en cas de dommage. L'enjeu clé est celui de la sécurité, mais aussi de la protection des données : les robots ne fonctionnent pas sans échange de données, ce qui pose la question de l'utilisation de toutes ces informations.

Les robots pourraient créer des emplois dans certains domaines et en détruire dans d'autres, en remplaçant par exemple des personnes peu qualifiées. Comment résoudre ce problème ?

Je pense qu'il s'agit là du plus grand défi pour notre société et nos systèmes éducatifs. Nous ne savons pas à l'heure actuelle comment la situation va évoluer. Je suppose qu'il existera toujours des emplois peu qualifiés. Les robots ne vont pas remplacer les hommes : ils travailleront en coopération avec eux, en les aidant par exemple à transporter des marchandises lourdes.

Nous demandons à la Commission européenne de suivre cette évolution et d'analyser dans quels secteurs l'utilisation des robots détruit des emplois, pour que nous soyons préparés à tous les types de scénarios.

Ce rapport contient également un point controversé au sujet de l'instauration d'un revenu universel et du changement des systèmes de sécurité sociale. Si de nombreuses personnes perdent leur emploi à cause des robots, il faudra leur assurer une vie décente. Nous invitons les États membres à y réfléchir.

Par Michel Héry, chargé de mission à l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité)

Une coopération humains-robots envisagée non sans heurts

Les progrès rapides de la robotisation font que les barrières de séparation physique actuellement mises en place entre robots et travailleurs pourraient disparaître dans les années à venir, en vue de collaborations plus étroites et plus actives. En Allemagne, une des branches de la DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), fédération allemande des organismes d'assurance des accidents du travail, a donné des mandats de recherche et émis des recommandations concernant l'identification des risques liés à ces collaborations.

Une des études menées dans ce cadre a suggéré l'inscription, dans la normalisation internationale relative aux machines,

de deux nouvelles catégories de blessures :

– les blessures légères et sans conséquences qui peuvent guérir totalement sans traitement médical – contusions, légers hématomes ou enflures –, l'épiderme ne devant être ni écorché, ni pénétré ;

– les lésions restant au-dessous du seuil d'apparition de la douleur.

L'objectif est de considérer les contacts ne provoquant aucune douleur comme inoffensifs en matière d'évaluation des risques. Il serait donc implicitement admis qu'un robot puisse heurter un travailleur, pourvu que le dommage se limite à des contusions, légers hématomes ou enflures. Il ne semble pas

être venu à l'esprit des auteurs de cette étude que, au-delà de la violence physique, le fait qu'un humain soit heurté par une machine puisse être psychologiquement inacceptable. A titre d'exemple, si cela intervenait entre deux travailleurs autrement que de façon purement accidentelle et exceptionnelle, des modifications de l'organisation du travail seraient entreprises afin d'éviter la répétition de tels incidents.

« **Acceptation** ». En France, le Syndicat des machines et technologies de production (Symop) a publié un livre blanc consacré au droit de la robotique. On peut y lire la recommandation suivante : « *Acceptation des chocs (détermination*

des seuils d'acceptabilité sociale et de détermination du risque) ». Avec des arguments eux aussi chocs : « *Aujourd'hui, les risques d'accident sont admis notamment pour les voitures. Pourquoi ne pas admettre et accepter un tel risque pour les robots ?* » Ou encore : « *La tolérance des êtres humains aux défauts est nulle. L'attente envers les machines est supérieure à celle des êtres humains. Socialement, l'homme n'est pas capable d'accepter que le robot puisse se tromper et blesser. [...] Cela nécessite une évolution progressive de la société. Le cadre légal et réglementaire ne doit donc pas devancer l'acceptation humaine mais doit l'accompagner.* » #

M. H.

Guide de prévention à destination des fabricants et des utilisateurs

Pour la mise en œuvre des applications collaboratives robotisées

Edition 2017



Préface

La robotique industrielle se développe à travers des applications nouvelles et variées. Parmi celles-ci, certaines applications robotisées collaboratives ont pour objet et effet de faire travailler l'homme et le robot à des tâches complémentaires dans un espace de travail partagé. Elles constituent un modèle de production en devenir, porteur d'amélioration des conditions de travail, de flexibilité de l'appareil productif et de qualité des produits mais également de risques qu'il y a lieu d'évaluer de manière la plus concise et selon une méthode partagée.

Dans ces nouvelles situations de travail dont les contours sont variés, l'interaction de l'opérateur et du robot nécessite une analyse approfondie, afin de définir et mettre en place les mesures de prévention adaptées. D'un point de vue juridique, cette analyse s'inscrit dans le cadre de la directive 2006-42-CE relative aux machines, opérante pour couvrir les applications collaboratives robotisées. Cette directive permet en effet de traiter le risque mécanique sous l'angle d'une suppression du contact ou d'une réduction des risques liés à ce dernier.

Destiné aux fabricants, aux utilisateurs et à tous les acteurs de la prévention, le présent guide de prévention a pour but de les accompagner dans la réalisation et l'installation des applications collaboratives robotisées.

Après une présentation du cadre général de mise en œuvre, ce guide aborde de manière plus spécifique, la démarche de prévention applicable, en s'appuyant sur un exemple concret d'application industrielle.

Ce document a été élaboré par le ministère du travail avec l'appui de l'institut national de recherche et de sécurité, dans le cadre d'un groupe de travail mandaté par la commission spécialisée « équipements et lieux de travail » du conseil d'orientation des conditions de travail. Il est le résultat d'une fructueuse collaboration avec les experts issus de l'industrie (constructeurs de robots, intégrateurs, centres techniques, organisations professionnelles), des entreprises utilisatrices, des organismes d'inspection, de normalisation et le concours d'Eurogip et de la Direccte Grand-Est.

Dans ce domaine émergent et innovant, il représente une première étape de la réflexion et de l'action de prévention. Je vous invite à le parcourir et à le faire connaître auprès des fabricants, des utilisateurs et des organismes de prévention, afin de permettre sa diffusion rapide et ainsi de faciliter les échanges entre professionnels, au sein des entreprises, des instances de travail et de coopération nationales et européennes afin que soient mis en œuvre de manière opérationnelle les principes généraux de prévention qui constituent notre « doctrine commune ».

Le directeur général du travail

Yves Struillou

Table des matières

Lexique	6
Préambule	7
1. Introduction	8
1.1- Généralités sur les nouvelles technologies robotisées	8
1.2 - Cadre de l'étude	9
2. Démarche d'intégration	9
2.1 - Présentation de la démarche d'intégration proposée par les normes	9
2.2 - Les <i>éléments de sécurité</i> liés à la mise en œuvre d'une application collaborative robotisée	12
2.3 - Articulation des <i>éléments de sécurité</i>	16
3. Démarche de prévention pour la conception d'une application collaborative robotisée	16
3.1 - Aspects généraux et objectifs réglementaires	16
a - Champ d'application	16
b - L'Analyse des risques	17
3.2 - Choix des <i>éléments de sécurité</i> appropriés pour une application collaborative robotisée	20
a - Identification d'une application collaborative robotisée	20
b - Identification des phénomènes dangereux du système robot	20
c - Identification des situations dangereuses	21
d - Détermination des mesures de prévention adaptées aux risques	21
e - L'utilisation de l' <i>élément de sécurité</i> n°4 dans une application collaborative robotisée	22
3.3 - Points de vigilance sur la mise en œuvre des <i>éléments de sécurité</i>	23
4. Exploitation et maintenance	24
4.1 - la gestion des applications collaboratives robotisées dans l'entreprise : les obligations de l'employeur	24
4.2 - les reconfigurations prévues à la conception	25
4.3 - les modifications des systèmes robotisés	26
5 - Présentation d'une application collaborative robotisée	27
5.1 - Cadre de l'exemple	27
5.2 - Identification de l'application collaborative robotisée	27
5.3 - Identification des phénomènes dangereux du système robot	30
5.4 - Détermination des mesures de prévention adaptées aux risques	31
Annexe I - Responsabilité juridique des acteurs économiques	33
AI.1 - Obligations réglementaires du fabricant du robot	35
AI.2 - Obligations réglementaires de l'intégrateur du système robot	37
AI.3 - Obligations réglementaires de l'employeur	38
Annexe II – Informations d'utilisation à transmettre entre les différents acteurs économiques	39
Bibliographie	50

Les robots, le chômage et les emplois de 2030

Selon plusieurs études, la révolution de la robotique va détruire des millions d'emplois. Mais d'autres seront créés.

Par Jérôme Colombin - Radio France

publié le 10/05/2015

Ce n'est pas un fantasme, c'est une projection tout à fait réaliste. Selon une étude, près de 50%(47%) des emplois aux Etats-Unis sont menacés par la robotisation. En France, on parle de 42%et de 3 millions d'emplois détruits dans les 10 ans qui viennent.

Des robots partout

Quels sont les emplois menacés ? Tous ! Ou presque... Car il existe toutes sortes de robots : robots industriels qui fabriquent des voitures, qui préparent les colis dans les entrepôts, les robots logiciels qui écrivent des articles de presse et autres robots médecins ou même les robots qui -demain - fabriqueront des robots. La liste est infinie. Partout, où il y a des tâches répétitives, il y aura demain des robots. Il y a même des robots qui peuvent aller au delà des tâches répétitives comme les véhicules autonomes. Un exemple : les chauffeurs de taxis détestent le service de co-voiturage Uber ? Qu'ils se préparent à le haïr encore plus puisque Uber se dit très intéressé par l'achat de voitures autonomes qui nous conduiront d'un point à un autre sans chauffeur. Même le métier d'acteur de films pornographiques serait en voie de disparition car il pourrait être remplacé par des robots !

Facteur de développement

On peut tenter de résister, de retarder l'échéance, comme le fit la reine Elisabeth au 16ème siècle, ainsi que le rappellent LesEchos.fr, en tentant de s'opposer aux métiers à tisser pour préserver le travail des ouvriers. Cependant, toute résistance est inutile car on ne reviendra pas en arrière. Certains, comme l'entrepreneur Rafik Smati, qui vient de lancer son mouvement Objectif France, dénoncent même le mutisme total des pouvoirs publics face à ce changement. Histoire de n'affoler personne, on préfère éviter le sujet. Pourtant, la révolution robotique - la « rovolution », comme dit Bruno Bonnell, président du Syndicat Français de la Robotique - est également porteuse d'espairs. En Italie et en Allemagne (pays bien plus robotisés que nous), elle a permis de relocaliser des activités économiques. Même la Chine ne peut pas lutter contre les robots en terme de coûts de la main d'œuvre.

Les emplois de demain

Il y a aussi tous les métiers de demain induits par la robotique et le numérique. 60% d'entre eux n'existent pas encore. Exemples : architecte numérique, ingénieur spécialisé dans les organes artificiels, gestionnaire de données inutilisées ou même – ça existe déjà - dragueur professionnel pour célibataires hyperactifs qui n'ont pas le temps d'aller sur les sites de rencontre.

FINANCER UN PROJET D'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL

Le Fonds pour l'amélioration des conditions de travail (Fact) a pour objet de promouvoir et soutenir, au moyen d'une aide financière versée sous forme de subvention, des projets d'expérimentation sur le champ de l'amélioration des conditions de travail.

➤ Qui peut bénéficier d'une subvention du Fact ?

- Les entreprises ou associations dont l'effectif est inférieur à 300 salariés ;
- Les organisations professionnelles ou interprofessionnelles de branches nationales ou leur représentation régionale ou locale.

Les structures publiques ne sont pas concernées par ce dispositif.

➤ Quelles modalités d'action ?

Les projets éligibles s'inscrivent dans une démarche d'action, soit :

- Individuelle d'accompagnement direct d'une entreprise ou d'une association de moins de 300 salariés ;
- Collective(s) territoriale(s) interprofessionnelle(s) ;
- Collective(s) sectorielle(s) territoriale(s) ou nationales(s).

Ces démarches sont nécessairement participatives. Les institutions représentatives du personnel ou, à défaut, les salariés doivent être informés du contenu du projet qui fera l'objet d'une subvention du Fact et être associés à sa mise en œuvre.

➤ Quelles actions peuvent être financées par le Fact ?

Le Fact finance des **projets innovants ou d'expérimentation**¹ en lien avec les **priorités et les objectifs opérationnels** qui ont été définis par l'Anact avec l'Etat et les partenaires sociaux pour la période 2014 – 2017 dans le contrat d'objectifs et de performances (COP), à savoir :

- Favoriser et accompagner les expérimentations en matière de qualité de vie au travail ;
- Renforcer la prévention des risques professionnels et encourager les politiques de promotion de la santé au travail ;
- Prévenir la pénibilité afin de favoriser un maintien durable en emploi et la qualité des parcours professionnels ;
- Faire monter les acteurs de l'entreprise en compétence sur les questions de management du travail ;
- Orienter le processus de production des méthodes et des outils pour répondre aux attentes des entreprises du territoire ou de la branche professionnelle.

1 Des projets innovants ou d'expérimentation

Un projet innovant

ou d'expérimentation mobilise une stratégie d'action et des réponses nouvelles et ambitieuses, au regard du contexte spécifique de l'entreprise, du secteur d'activité ou du territoire concerné, pour répondre à des besoins en lien avec l'amélioration des conditions de travail.

La notion d'expérimentation

renvoie à la volonté d'impulser, dans le cadre d'un dialogue social rénové et/ou d'une approche participative, une dynamique d'échange et d'action sur les conditions de travail.

Des actions de valorisation et de diffusion des acquis du projet sont à prévoir.

➤ Comment faire pour solliciter le Fact ?

Sur la base des priorités annuelles d'affectation du Fact, l'Anact organise des appels à projets afin de recueillir les dossiers de demande d'aide financière.

Ces appels à projets sont communiqués en début de chaque année sur les sites de l'Anact et des Aract et relayés par les partenaires institutionnels et opérationnels du réseau Anact – Aract, deux mois avant la date limite de dépôt des candidatures.

Propositions du Club des Partenaires et de Cap Digital vis-à-vis du plan robotique

1- La Robotique de service : une nouvelle opportunité industrielle

Le rapport Pipame sur la robotique du 12 avril 2012 indique que « le marché global de la robotique de service est aujourd'hui porteur d'un potentiel très important. Il est accepté par tous les analystes que les marchés visés sont – pour beaucoup – en émergence, et que l'incertitude porte sur le rythme de développement de ces marchés. ».

Ce marché émergent est évalué au niveau mondial à 16 milliards de dollars. L'Europe représente 33% de ce marché (5 milliards). En Europe, l'Allemagne est en position de leader sur le créneau de la robotique industrielle, l'Italie bien placée en robotique médicale. La France arrive en troisième position avec un CA de 600 M\$, soit 12% seulement du marché européen.

Les marchés de la robotique de service sont de trois types :

- a) Des marchés de masse, très orientés vers le grand public, ce marché inclut également les objets communicants qui participent à un environnement permettant d'aider les personnes dans leurs tâches quotidiennes ;
- b) Des marchés professionnels, caractérisés par des plus petites séries, et adaptés à des segments de marchés : construction, agriculture, aides médicales, aides à l'enseignement ...
- c) Des marchés de robots spécifiques, pour lesquels les robots sont produits en très petites quantités : industrie nucléaire, défense et antiterrorisme, divertissements...

Selon les analyses de la Commission européenne, les marchés de la robotique domestique et professionnelle vont connaître une croissance de 40% dans les années à venir. Cette locomotive de croissance, de productivité et de compétitivité a un impact global positif sur l'emploi : on estime que pour un million de robots industriels construits et installés, ce sont trois millions d'emplois qui ont été créés ou préservés.

Ces marchés se caractérisent par des produits intégrant de nombreuses technologies matérielles et logicielles avec de fortes capacités de communication. Un robot s'intègre généralement dans un système plus vaste (domotique pour le grand public, système de contrôle ou de production pour les filières industrielles...). Il est à noter que les capacités cognitives d'un robot peuvent être locales ou dans le « cloud », à l'image de certaines applications de smart phone.

Ces nouveaux marchés nécessiteront de mettre en place, outre des chaînes de production, des services d'assistance permettant en particulier de comprendre les besoins clients, leurs difficultés éventuelles, et de faire évoluer les premiers produits en tenant compte des retours.

Il nous paraît essentiel pour cette nouvelle industrie de créer un marché national afin de développer et de tester les produits en France avant d'étendre les ventes au niveau mondial suivant une stratégie de déploiement des supports de vente. Les phases d'expérimentations à large échelle sont donc essentielles pour mener à bien les futurs projets et passer ainsi de la R&D, aux produits, et aux services.

2- Comment créer une filière robotique ?

La force de la France en robotique est liée à ses laboratoires de recherche de renommée mondiale, ainsi qu'à l'action de quelques acteurs industriels clés. La création d'une véritable politique de filière repose sur notre capacité à fédérer les acteurs et les parties prenantes autour de quelques objectifs stratégiques pour la compétitivité.

Nous distinguerons deux sous-filières :

- celle des marchés grand-public, pour laquelle il conviendrait de soutenir les industriels de l'électronique grand public français, la valeur ajoutée des produits robotiques ou communicants permettant de viser des produits haut de gamme pouvant être produits en France.

- celle des marchés professionnels, pour laquelle nous proposons de cibler les marchés dans lesquels l'industrie doit s'engager, en réunissant dès maintenant, dans une initiative nationale, toute la chaîne des acteurs et parties prenantes : donneurs d'ordre et acheteurs, industriels producteurs, designers, laboratoires de recherche.

A titre d'exemple, si le marché de la construction est reconnu comme un marché cible, il conviendrait de réunir les grandes sociétés de la construction et des travaux publics afin d'élaborer, avec les industriels de la robotique et les équipes de recherche pertinentes, un plan de développement, de test sur chantier et d'équipement à 5 ans.

3- Quelles actions pour y arriver ?

La situation de la France au niveau de sa recherche et de son industrie Robotique peut se résumer de la manière suivante :

- Le tissu industriel est essentiellement constitué de PME établies ou en création qui n'ont pas la masse critique pour arriver au stade réellement industriel sur de multiples marchés (taille, capacité financière, capacités d'innovation ...)

- Les grands acteurs industriels restant en France, tels ceux du secteur de l'automobile, ne semblent pas intéressés par ces nouveaux marchés, contrairement à ce que nous pouvons observer par exemple au Japon ;

- La recherche académique est reconnue au niveau mondial mais la transformation des connaissances en valeur ajoutée dans les entreprises n'est pas maîtrisée.

L'amélioration de cette situation passe par un certain nombre d'actions :

- En premier lieu, il est nécessaire de définir les marchés prioritaires pour lesquels la puissance publique et les grands donneurs d'ordre concentreront leurs aides.

- Il est ensuite primordial de faire des choix au niveau européen voir international, de standards ou de « plates-formes » matérielles et logicielles afin d'y concentrer la R&D et les développements des PME. Ces plates-formes doivent avoir une ambition nationale et internationale et peuvent être conduites en collaborations internationales.

Les industriels de la robotique, qui sont aujourd'hui des PME ou des TPE, ont besoin d'une recherche partenariale efficace, de transferts technologiques venant des laboratoires, et surtout de moyens financiers permettant de développer des preuves de concept et permettant de mettre sur les marchés des produits qui pourraient être obtenus par collaboration avec des donneurs d'ordre cibles. La croissance de ces PME ne pourra se faire sans apports de capitaux, et donc l'accès à des fonds qui pourraient être en particulier de type « corporate » liés aux grands donneurs d'ordre.

La création de start-up issues de laboratoires pourrait être également incitée afin de dynamiser cette industrie nouvelle (grâce à des fonds d'origination par exemple comme à Boston au MIT ou à Boston University).

Sur l'aspect recherche partenariale, les actions suivantes pourraient être déclinées :

- Créer une instance de réflexion et d'animation sur les programmes liés aux marchés prioritaires choisis au niveau national
- Regrouper les brevets liés à la robotique au sein de France Brevets et faciliter les transferts technologiques en impliquant les SATT pour disposer de règles standards aux principaux organismes de recherche.
- Organiser des appels à projets regroupant donneurs d'ordre, industriels et chercheurs et impliquant des phases de tests et d'évaluations en vraie grandeur dans le domaine économique visé
- Orienter une part des financements de la recherche vers le design, les usages, l'acceptabilité, la psychologie en favorisant des travaux communs entre chercheurs et acteurs privés de ces domaines (design, sociologie, anthropologie...) et les chercheurs et industriels en robotique.
- Mettre en place des appels à petits projets collaboratifs courts pour les start-up et TPE/PME (subventions de l'ordre de 100 k€) qui ne peuvent pas se positionner sur les grands appels à projets pour des raisons de fonds propres trop limités.

Nous recommandons également de lancer annuellement trois « défis » permettant de sélectionner des sociétés et laboratoires capables de poursuivre des recherches plus avancées ou capables de passer certaines innovations à un stade industriel.

Ces défis seraient définis avec un objectif d'applications génériques et multi-domaines, présentant des perspectives de retombées sur des marchés cibles.

Les domaines applicatifs de la robotique étant très larges, plusieurs « défis » pourraient être lancés. Voici quelques exemples :

1. Un défi orienté vers le robot compagnon qui peut regrouper les marchés de l'assistance aux personnes âgées, du handicap mais aussi du robot personnel (surveillance, jeux, éducation, tâches domestiques,...) avec des travaux technologiques communs et sur les usages.
2. Un défi orienté vers la robotique industrielle pour les PME et la cobotique. La robotisation des PME nécessite pour une part des développements de nouveaux produits : des acteurs français pourraient en profiter pour émerger vis à vis des acteurs majeurs existants.
3. Un défi sur la robotique agricole afin d'inciter des acteurs industriels à se positionner. C'est un des plus gros marchés de la robotique en Allemagne et aux USA (voir le plan Obama).
4. Un défi sur la robotique dans les transports: transports automatisés sur courte distance, conduite automatique ou semi automatique d'un véhicule (urbain, autoroute) avec une expérimentation à grande échelle dans des centres urbains ou industriels.
5. Un défi de robotique de rééducation et sur l'aide au handicap (prothèse, exosquelette). Ces domaines utilisent des technologies assez proches et de plus, ouvrent également sur des applications dans l'aide au travail, le militaire,...

Enfin, afin de piloter/coordonner le plan robotique, nous suggérons de créer un comité sectoriel spécifique, en tant qu'instance de réflexion et d'animation du domaine, qui pourrait intervenir :

- sur l'établissement d'objectifs stratégiques pour les acteurs français, en fonction des atouts nationaux dans un contexte européen et mondial
- sur l'organisation de la recherche partenariale en robotique,
- sur la mise en place et le suivi d'appel à projets spécifiques
- sur la communication et la dissémination à mener pour valoriser le secteur de la robotique auprès des donneurs d'ordre et des utilisateurs
- sur l'aide au transfert technologique vers les PME
- sur la mise en place des défis
- sur l'identification d'axes de recherche et développement nécessitant des aides publiques en liaison avec les organismes en charge de ces programmes (OSEO, ANR, DGCIS, ...).
- sur les nouveaux besoins en formation

Ce comité intégrerait les principales structures de la recherche et de l'industrie et notamment le Club des Partenaires Industriels du GDR Robotique, le pôle Cap Digital, d'autres pôles ou clusters couvrant une thématique liée à la robotique et les syndicats professionnels SYMOP et SYROBO ainsi que des représentants des principaux donneurs d'ordre.

Les signataires

Cap Digital : Cap Digital est le pôle de compétitivité des contenus et services numériques. Il regroupe plus de 650 entreprises, 50 universités et grandes écoles, 15 investisseurs. Il intègre une communauté des acteurs de la Robotique de Service et de l'Internet des Objets (Cap Robotique) forte de plus de 50 membres. Il a soutenu ces dernières années la création de nombreux projets de R&D du domaine de la Robotique.

Contact : patrick.cocquet@capdigital.com

Club de Partenaires Industriels du GDR Robotique :

Le club, de par ses participants, couvre les domaines de la robotique industrielle, la robotique de service professionnel et la robotique de service personnel. Il a pour vocation première de favoriser les relations et les actions entre la recherche et l'industrie et d'intervenir, dans la mesure du possible sur des orientations de la recherche industrielle et sur la structuration de celle-ci vis à vis d'organismes tels que l'ANR, la DGCIS et l'Europe via une feuille de route en cours d'élaboration.

Contact : robert.millet@orange.fr

Robots collaboratifs et robots traditionnels : les 5 différences clés.

Article issu du site www.générationrobots.com

Cette entrée a été publiée dans « Tutoriels en robotique » le 22 jan 2015.

Les robots collaboratifs, ou «cobots» (contraction de «robots» et de «collaboratif») sont définitivement une tendance lourde des nouvelles évolutions de la robotique.

Exit les robots lourds et imposants enfermés dans leur cage pour des raisons de sécurité, place aux robots collaboratifs !

Cet article de blog vous aidera à faire la distinction entre ces deux types de robots : les robots collaboratifs et les robots industriels traditionnels. Voici donc leurs 5 différences clés !

Des robots partenaires des humains

Car il s'agit bien de robotique collaborative, avec des robots conçus pour travailler avec les humains et non pour les humains, à la différence des robots industriels classiques.

Avec cette nouvelle génération de robots, on oublie les cages pour faire place à une interaction réelle.

Un « cobot » agit comme un assistant, et intervient de façon ciblée sur des tâches complexes et délicates qui ne sont pas automatisables. Il dispose également de caractéristiques d'apprentissage.

Le robot est désormais capable de prendre un objet, de le donner à un humain, dans un environnement de coopération qui contraste avec les robots plus traditionnels.

Un exemple concret : imaginez une ligne de montage automobile où un robot peut monter une roue, un autre monter le capot, pendant que les ouvriers travaillent à côté sur des tâches à plus forte valeur ajoutée. Un gain en précision et qualité.

Leur permettant de se concentrer sur leur cœur de métier

Sur le lieu de travail, les robots collaboratifs vont avoir pour mission de prendre en charge des tâches pénibles (manipuler en sécurité des pièces chaudes ou encombrantes) ou à très faible valeur ajoutée. Les techniciens pourront ainsi se concentrer sur leur cœur de métier et apporter d'avantage de valeur ajoutée.

On peut ainsi repositionner l'intelligence humaine sur d'autres aspects de la chaîne de production.

Des robots plus sûrs

Conçus pour travailler à côté de leurs collègues humains, les robots collaboratifs sont dotés de fonctionnalités permettant une collaboration sans heurts. Le robot Baxter de la société Rethink Robotics est ainsi équipé de capteurs de détection lui permettant de savoir à tout instant où se trouvent ses opérateurs.

Baxter est aussi programmé pour arrêter immédiatement son travail s'il représente un quelconque danger pour une personne se trouvant à proximité. On évite ainsi la mise en place d'enceintes sécurisées, les fonctionnalités de sécurité du « cobot » étant conçues pour qu'il puisse opérer parmi les humains.

Flexibles et évolutifs

Une autre différence clé des robots collaboratifs est leur facilité de programmation. Alors que les robots industriels classiques demandent des compétences avancées en programmation informatique, les robots collaboratifs se distinguent par leurs facultés d'apprentissage.

Par exemple, pour apprendre une nouvelle tâche au robot Baxter, l'opérateur effectuera les mouvements requis avec les bras du robot, qui se souviendra de ces gestes et pourra les répéter. Cette approche révolutionnaire d'apprentissage par le geste est une technique que des opérateurs novices peuvent maîtriser rapidement.

Le robot Baxter, conçu par Rodney Brooks, dispose d'une plate-forme pour le développement logiciel (SDK) en open-source, permettant à ses utilisateurs de créer un large éventail d'applications personnalisées.

Cet avantage majeur lui confère davantage de flexibilité.

Et plus économiques

Cette flexibilité permet aux robots collaboratifs de ne pas être cantonnés à une tâche unique mais d'être intégrés dans de multiples projets, ce qui permet un bien meilleur retour sur investissement.

Ils peuvent être facilement reprogrammés, déplacés (par exemple en le montant sur une plateforme mobile) et redéployés sur différentes étapes de la chaîne de production ! L'élimination des barrières de sécurité (les fameuses cages) permet également de faire des économies, car ces dispositifs sont plutôt onéreux ! Avec la robotique collaborative, cette contrainte disparaît, le robot étant équipé de caméras et de capteurs qui scrutent son environnement en permanence. Dès qu'il détecte un humain, il s'immobilise !

L'homme au travail et le robot : une relation à inventer.

INRS – Hygiène et sécurité au travail n0231 – Juin 2013
(Extraits)

La recherche en prévention

Les travaux actuels de recherche s'orientent principalement sur l'interaction entre le robot, l'environnement et surtout l'utilisateur. Dans le champ de la prévention, les recherches portent principalement, pour l'ensemble des robots, sur :

- les moyens mécaniques de rendre les robots moins dangereux, en limitant la force des impacts (robots à masse faible, actionneurs à raideur variable);
- la commande du robot (commande du robot en effort/capteurs d'efforts, technique d'évitement de collisions);
- les moyens de perception de l'environnement (détection par vision, capteurs tactiles).

Des réponses ont ainsi été apportées par les concepteurs des robots de nouvelle génération, avec pour objectif d'éliminer les dommages causés lors d'une collision entre une partie du robot et l'utilisateur. Par exemple, une des solutions pour réduire ces dommages est d'utiliser des actionneurs électriques à raideurs variables qui permettent d'augmenter la compliance des articulations des robots travaillant à proximité de l'homme, c'est-à-dire permettre au robot d'avoir un comportement souple en cas de collision. Les éléments compliant permettent de découpler l'inertie de la partie en collision du reste du robot.

Les systèmes de commande ont également fait l'objet d'innovations. Pour faciliter le mouvement de leurs axes dans un environnement fixe et connu, les robots industriels classiques sont généralement commandés en position. Dans le cadre de la robotique collaborative et en l'absence de dispositif de détection capable d'arrêter le robot, ce type de commande est inadapté et peut s'avérer dangereux. Il s'agit alors, en plus de l'asservissement de position, d'agir sur l'asservissement des efforts exercés par le robot sur l'environnement extérieur afin de détecter d'éventuelles collisions.

Enfin, les recherches portent sur les systèmes de détection de collision entre homme et robot. L'une des solutions consiste à utiliser des capteurs de contact ou de proximité. Associés à un système de commande adapté, ils permettent de stopper l'action du robot avant ou dès le début d'une collision avec l'utilisateur. Parallèlement, des travaux de recherche proposent d'équiper le robot d'un système de vision capable de détecter la proximité avec l'utilisateur, pour commander le mouvement en vue d'éviter les collisions. D'autres solutions (encore au stade de recherche) s'attachent à anticiper les mouvements de l'utilisateur grâce à des modèles prédictifs afin d'optimiser l'évitement de collisions.

Les problématiques de prévention en SST

L'introduction de ces nouveaux robots dans différents secteurs (cf. Encadré 2) ne va pas sans poser des questions de santé et de sécurité liées à la présence d'hommes et de robots dans un même espace de travail, soit pour travailler côte à côte, soit pour interagir avec ou sans contact physique [5, 6].

Les principaux risques pour la sécurité des opérateurs sont d'ordre mécanique (collision, happement, écrasement...). Dans une démarche de prévention classique, ce risque doit être supprimé : une collision entre un robot et un opérateur n'est pas admissible. D'autres approches pragmatiques revendiquent, pour les robots collaboratifs, un certain niveau de collision possible. Se pose alors la question des forces d'impacts admissibles.

L'utilisation de robots collaboratifs induit également des risques pour la santé de l'utilisateur, en particulier :

- les troubles musculosquelettiques (TMS) : Les promoteurs de certains types de robot collaboratif (le Cobot par exemple) axent leur communication sur la réduction des TMS. Il reste cependant à s'assurer que le recours à de tels équipements réduise réellement les TMS et qu'il ne soit pas source d'autres TMS. Mis à part le soulagement que l'on peut attendre du support du poids de l'outil et de la multiplication d'effort, à ce jour, aucune étude ne donne la preuve de la réduction de TMS issue de l'utilisation de robots d'assistance physique;

- l'acceptabilité et les risques psychosociaux : L'homme étant amené à agir en coactivité avec le robot, des questions peuvent se poser concernant :
 - l'appréhension de certaines personnes face à une machine,
 - la dépendance à la technologie pour réaliser une tâche,
 - la crainte de perdre certains repères et des compétences techniques,
 - la sensation d'une diminution de l'autonomie par l'utilisateur,
 - la stigmatisation de la diminution des capacités...

L'utilisation de robots d'assistance devra être acceptée par la profession et les partenaires sociaux. Parmi les blocages possibles, des considérations d'ordre économique ou éthique, comme la crainte d'une robotisation de l'homme au travail ou son maintien coûte que coûte au travail, pourraient être avancées;

- la charge mentale : Pour une situation de travail donnée, une réduction de charge physique pour l'opérateur ne doit pas engendrer de charge mentale supplémentaire. Le découplage entre l'outil et la main de l'opérateur, qui existe sur les robots d'assistance physique de type Cobot, peut, par exemple, engendrer une surcharge mentale chez l'utilisateur afin de contrôler le robot et doser l'effort nécessaire pour la réalisation correcte de sa tâche.

ENCADRÉ 1

LES PRINCIPAUX TYPES DE ROBOTS UTILISÉS DANS LE MONDE DU TRAVAIL

- **Les robots industriels** sont des machines automatisées permettant de déplacer des objets, destinées à être utilisées dans les applications d'automatisation industrielle. Leur commande est automatique, reprogrammable, multi-applications. Ils peuvent être programmés suivant trois axes ou plus et peuvent être fixes ou mobiles. (cf. ISO 10218-1) [1].
- **Les robots de service professionnel** sont des « robots de service utilisés pour une tâche commerciale, habituellement par un opérateur qualifié » (cf. ISO 8373) [2]. Tous

les robots se substituant à l'homme pour réaliser des tâches dans le cadre professionnel entrent donc dans cette catégorie : robots de nettoyage de lieux publics, robots de distribution dans les hôpitaux, etc. En lien avec la télé-opération, ces robots pourront aussi être utilisés dans le monde professionnel pour éviter des expositions à certains risques, par exemple dans des environnements agressifs.

- **Les robots d'assistance physique** sont « destinés à aider une personne à exécuter des tâches requises, en

complétant ou en augmentant ses capacités physiques. Les robots d'assistance physique sont conçus pour permettre à une personne faible ou âgée de remplir les mêmes fonctions qu'une personne valide, ainsi que pour augmenter les performances d'un **utilisateur valide** » (cf. ISO/DIS 13482) [3]. Ils peuvent être utilisés pour aider l'utilisateur à réaliser des tâches qu'il n'est plus capable de réaliser à cause de l'âge ou d'un handicap, mais aussi pour qu'un utilisateur valide réalise des tâches (répétitives, pénibles...) qui surpassent ses capacités.

Hygiène et sécurité du travail - n°231 - juin 2013

ENCADRÉ 2

LES PRINCIPAUX SECTEURS PROFESSIONNELS SUSCEPTIBLES DE RECOURIR AUX ROBOTS COLLABORATIFS

- **L'industrie.** Les robots industriels collaboratifs permettent de combiner les performances des robots (précision, puissance, endurance) avec les capacités et compétences humaines (intelligence, variabilité des gestes). L'industrie pourra aussi utiliser des robots d'assistance physique à guidage manuel (cf. Encadré 3) en vue d'éviter les TMS sur des tâches pour lesquelles les outils utilisés sont lourds.
- **La logistique.** Ce secteur pourrait, par exemple, faire appel à des aides robotisées pour le port de charges lourdes ou utiliser des robots mobiles.
- **Le BTP.** Certains robots d'assistance ou les exosquelettes pourraient trouver des applications dans ce secteur d'activité.
- **L'aide à la personne.** De nombreux laboratoires développent des prototypes de robots pour aider les soignants à soulever des personnes.

Les robots vont-ils vraiment voler nos emplois?

A quel point les robots transformeront-ils le marché de l'emploi? Seul un devin saurait répondre, car les estimations des économistes divergent...

Annabelle Laurent - Publié le 25/01/17 - 20 minutes

Taxons les robots. C'est l'idée de Benoît Hamon. L'ex-ministre de l'Education, désormais favori pour être le candidat du PS à la présidentielle, part de la logique suivante: «Des robots remplacent les travailleurs, mais la création de la richesse continue d'augmenter. Il faut que cette richesse finance la protection sociale.»

Inspiré par le rapport de l'eurodéputée Mady Delvaux, Hamon compte sur «la taxe robots» pour financer en partie son fameux revenu universel, et fait de la «robolution» son principal argument pour le légitimer.

«On parle robots, mais les robots sont nécessaires dans une économie», rétorquait lors d'un déplacement vendredi dernier... François Hollande. «Il est pour nous très important que les entreprises puissent investir avec des machines, avec des robots, avec ce que l'on appelle l'industrie du futur», d'autant qu'il faut «des personnels qualifiés pour les servir», a poursuivi le président sortant, cristallisant en quelques mots le débat insoluble: oui, les robots détruisent des emplois, mais ils en créent aussi.

Associez «robots» et «emploi», et voyez surgir immédiatement... une menace ? Une chance ? Difficile d'y voir clair, tant les études, dont les chiffres font alternativement les gros titres depuis quelques années, annonçant de 10 à 50% d'emplois détruits à moyen terme, se contredisent. Surtout quand l'une se focalise sur les robots et l'autre sur le «numérique» en général, et sans forcément tenir compte des nouveaux emplois créés.

3, 2, 1, robolution

3 millions de salariés menacés?

Le 8 janvier sur France Inter, Benoît Hamon citait «un rapport qui, pour la France, estime que plus de 3 millions d'emplois d'ici à 2025 seraient menacés». Comme le souligne Les Echos, Hamon est allé puiser la plus alarmiste des estimations existantes dans le rapport de Roland Berger publié en octobre 2014: le cabinet de conseil en stratégie qui affirmait en effet que d'ici à 2025, 20% des tâches pourraient être automatisées, menaçant ainsi la suppression de 3 millions de salariés en France, en premier lieu dans les secteurs de l'agriculture, du bâtiment, des services aux entreprises et aux particuliers...

Or non seulement le chiffre de 3 millions correspondait au «pire scénario» et à l'hypothèse haute du rapport, mais la méthodologie, décriée à l'époque, ne tenait pas compte des emplois créés, et considérait l'automatisation des professions dans leur ensemble et non celle des tâches isolées (en considérant donc qu'au sein d'une profession, les emplois sont identiques). La méthodologie était tirée du travail de deux chercheurs d'Oxford selon lesquels l'automatisation menaçait 47% des emplois aux Etats-Unis.

... ou 2,4 selon l'OCDE ?

En mai 2016, des experts de l'OCDE ont analysé à leur tour l'impact de la robotisation en se focalisant sur les tâches isolées, et abouti à la conclusion suivante: seulement 9 % des travailleurs français présenteraient «un risque élevé de substitution», c'est à dire susceptibles d'être remplacés par une machine. Soit tout de même 2,4 millions d'emplois.

... ou 1,49 selon le Conseil d'orientation pour l'emploi ?

Début 2017, l'estimation des emplois détruits par la robotisation chutait encore davantage, dans les conclusions du rapport du Conseil d'orientation pour l'emploi: celui-ci affirme que « moins de 10 % des emplois cumulent des vulnérabilités qui pourraient en menacer l'existence dans un contexte d'automatisation», soit une menace réelle pour 1,49 million de salariés.

En première ligne : les agents d'entretien, qui représentent 21% des métiers les plus « exposés » à la robotisation, puis « les caissiers et employés de services divers » (13%). Notons que le Conseil d'orientation pour l'emploi est une instance d'expertise qui dépend du Premier ministre.

Et les nouveaux emplois ?

«Les pays qui ont le plus de robots (le Japon, la Corée, l'Allemagne et la Suède) sont aussi ceux qui ont le moins de chômage chez eux. Ce sont aussi ceux qui ont le plus d'emploi industriels. Alors que les pays sous-équipés en robots, comme la France, sont ceux où l'industrie est la plus faible et où le chômage est le plus élevé», notait lundi sur RTL le journaliste économique François Lenglet, souhaitant combattre «l'illusion la plus courante en matière d'économie, celle qui veut que les robots créent le chômage».

Les caisses automatiques remplacent les caissières, des machines remplacent des ouvriers, les camions autonomes remplacent les chauffeurs... Mais les robots créent parallèlement de l'emploi, et les études ont en effet tendance à le négliger.

«Intégrer des robots dans l'industrie, c'est en réalité LA solution pour maintenir notre capital et nos emplois industriels!», estime pour sa part le SYMOP (Syndicat des machines et technologies de production), qui souligne que l'implantation de robots peut augmenter la productivité donc générer des embauches.

Début 2016, le Forum économique mondial estimait que 5 millions d'emplois seraient détruits dans le monde d'ici à 2020, du fait de la 4ème révolution industrielle qui inclut «les développements en matière d'IA, robotique, nanotechnologie, impression 3D, génétique et biotechnologie», mais en précisant bien: la disparition de 7,1 millions d'emplois «à travers l'automatisation ou la désintermédiation», «surtout chez les cols blancs (travail de bureau) et les tâches administratives», devrait être compensée «par la création de 2,1 millions d'emplois nouveaux, principalement dans les domaines spécialisés, tels l'informatique, les mathématiques et l'ingénierie».

L'Intelligence Artificielle n'épargnera pas les emplois qualifiés

L'avantage de cette étude est qu'elle inclut les développements en matière d'intelligence artificielle. Le Conseil d'orientation pour l'emploi considère également que si «l'hypothèse d'une destruction massive d'emplois est loin d'être avérée», il faut se préparer à ce que «50% de la nature des emplois mutent sous l'influence de l'IA».

C'est justement sur ce point qu'a lourdement insisté le 19 janvier au Sénat, lors d'une table ronde sur l'intelligence artificielle, Laurent Alexandre, dans une intervention abondamment relayée et déjà vue près de 800.000 fois sur Facebook.

«L'intelligence artificielle aura dépassé les meilleurs radiologues avant 2030», promet Laurent Alexandre, ex-chirurgien, cofondateur de Doctissimo, transhumaniste et expert des nouvelles technologies.

«Nous avons un problème de reconversion qui dépasse le problème des chauffeurs routiers et des emplois non qualifiés», insiste-t-il. «Le lien entre qualification des emplois et le risque d'automatisation est beaucoup plus complexe que ce qu'on imaginait il y a encore dix ans, quand on raisonnait robots au lieu de raisonner IA.»

Comment en effet négliger l'IA quand on constate que dès le mois de mars, 34 salariés japonais d'une société d'assurance seront remplacés par Watson, l'intelligence artificielle d'IBM?

Dossier « Les robots attaquent nos boulots »
Par Dominique Nora
Le Nouvel Observateur 09 avril 2015
(Extraits)

FOURMIS BIONIQUES ET EXOSQUELETTES

Ces « *immigrants du futur* », comme les a baptisés le magazine « *The Economist* », n'ont pas encore l'intelligence ou l'apparence des héros de « *Real*

Humans », la série télévisée suédoise. Mais les laboratoires du monde entier peaufinent des prototypes dignes de la science-fiction : fourmis bioniques qui déplacent des objets, chiens-robots qui guident les aveugles, automates-mules trébuchant de lourdes charges sur des terrains escarpés, mouches-drones espionnes ou exosquelettes qui rendent leur mobilité aux handicapés. Sans oublier, bien sûr, des voitures automatiques qui vont nous conduire là où nous voudrions, sans avoir besoin de notre intervention.

A nouveaux savoir-faire, nouveaux investisseurs : les géants du numérique sont entrés dans la danse. Comme le japonais Softbank, qui a pris, en 2012, le contrôle du concepteur français des humanoïdes Nao et Pepper. Ou le colosse américain Google, qui se prépare à dominer ce secteur : depuis deux ans, il a racheté coup sur coup huit start-up de robotique ou d'intelligence artificielle aux Etats-Unis (Boston Dynamics...), au Japon (Schafte) et en Grande-Bretagne (Deepmind). C'est dans ces laboratoires que sont développés des « animaux » électroniques fascinants, qui se déplacent à quatre pattes sur n'importe quel terrain, pour seconder les soldats. Le groupe californien a encore annoncé, la semaine dernière, un partenariat avec Johnson&Johnson sur la robotique médicale, un domaine où le français Medtech fait figure de challenger mondial, avec son robot Rosa, qui opère le cerveau.

Si l'on ajoute à cette percée sur l'aspect mécanique les progrès fulgurants des systèmes d'intelligence artificielle, il devient clair que ces machines ne servent plus seulement à aider l'homme ; elles le remplacent, d'ores et déjà, dans bon nombre de travaux manuels et – désormais – intellectuels (voir page 41). Nos économies sauront-elles créer autant de nouveaux emplois que ce tsunami robotique va en

détruire ? Le débat sur le chômage technologique ne fait que commencer (voir page 42).

L'USINE DU FUTUR

Où sont utilisés ces nouveaux robots ? « *Le marché industriel continuera à dominer, suivi par les applications militaires, commerciales et grand public* », explique Meldon Wolfgang (voir graphique). Dans les usines, la robotique de pointe est en train de provoquer un nouveau choc de productivité, affirme une récente étude du BCG (1), qui prévoit une baisse du prix des robots de 22% entre 2015 et 2025, pour une efficacité en hausse de 5% par an. « *Connectés et capables de résoudre des problèmes complexes, les robots avancés pourront traiter 25% des tâches en 2025, contre seulement 10% aujourd'hui* », souligne Olivier Scalabre, directeur associé du BCG à Paris. Pour cet expert, « *la robotique avancée est l'un des composants de l'usine intelligente, qui sera aussi transformée par l'impression 3D, l'analyse des données massives ou la mise en réseau des fournisseurs et partenaires* ». Au hit-parade des secteurs les plus gourmands en robots, on trouve la machinerie lourde, les transports, les ordinateurs et l'électronique. Mais l'automatisation n'est plus l'apanage des pays industriels qui l'ont inventée, comme le Japon ou les Etats-Unis : elle conquiert les pays moins développés, à mesure que les salaires y progressent. Dès 2017, un robot sur trois sera installé en Chine, selon la Fédération internationale de la Robotique (voir page 40).

Même les petites unités de production sont concernées. Vendus de 25 000 à 35 000 euros pièce, les « cobots » mettent en effet la robotisation à la portée des PME. « *Alors que les automates traditionnels ne savaient agir que sur un objet placé à un endroit ultra-précis, au millimètre près, les robots collaboratifs, eux, adaptent leurs gestes à un environnement moins structuré* », explique Jérôme Laplace de Génération Robots. Ils peuvent donc être amortis rapidement sur de petites séries. Déjà, les milliers de « bras intelligents » de Universal Robots, le concurrent danois de Rethink, conditionnent des plateaux d'œufs en Italie, piquent de la viande sur des brochettes en Allemagne, ou inspectent la qualité des expéditions de Nordic Sugar dans les pays Baltes...

Liste des offres d'emploi

En cours de recrutement

Le site de l'INRS propose une liste d'offres d'emploi en cours de recrutement. Il est possible de postuler en ligne ou de déposer une candidature spontanée.

Responsable d'études sur les interactions homme/machine en lien avec les nouvelles technologies

Poste
<ul style="list-style-type: none"> ■ Date de l'annonce : 07/07/2017 ■ Intitulé du poste : Responsable d'études sur les interactions homme/machine en lien avec les nouvelles technologies (H/F) ■ Mission/Activités : Au sein du département Homme au Travail, le laboratoire Ergonomie et Psychologie appliquée à la Prévention développe des recherches sur les acteurs, outils et pratiques de prévention. Au sein de ce laboratoire composé de 10 personnes, vos missions seront de : <ul style="list-style-type: none"> - Mener des recherches dans le domaine des risques pour la santé ou la sécurité des multiples situations de coopération et d'interaction entre l'homme et la machine. Ces recherches concerneront les technologies robotiques et cobotiques, les objets connectés, la réalité augmentée ... Elles porteront par exemple sur l'acceptabilité par l'homme de la machine, la perception des rôles respectifs de l'opérateur et du robot dans la tâche à accomplir et stratégies d'ajustement, les prises de décisions, la gestion des incidents par l'opérateur, la charge cognitive induite par la co-présence de plusieurs générations de cobots. - Valoriser ces travaux sur un plan scientifique (communications, publications) et technique (actions de conseil) en lien avec les acteurs de la prévention des risques professionnels. ■ Rattachement : Au responsable du laboratoire Ergonomie et Psychologie appliquées à la Prévention (EPAP)

Profil recherché
<ul style="list-style-type: none"> ■ Formation : Doctorat en sciences humaines (ergonomie, psychologie cognitive ou psychologie appliquée) ■ Compétences : Maîtrise des méthodologies de recherche en analyse ergonomique de l'activité. Compétences en ergonomie et psychologie cognitive exigées. De premiers travaux réalisés dans le domaine des interactions homme machine seraient

<https://iatranshumanisme.com>. Article du 6/01/2018

Les robots ont remplacé les humains dans 25% des usines de munitions en Chine

La Chine a commencé à remplacer les travailleurs de ses usines de munitions par des robots. Cette avancée permettra de réduire le nombre d'accidents subis par les travailleurs humains, et a déjà augmenté la production de munitions dans le pays.

La Chine est un pays qui mène la charge quand il s'agit d'adopter la robotique et l'intelligence artificielle. L'année dernière, le pays a vu le premier robot dentiste opérer avec succès sur un patient, et il est prévu de construire un poste de police sans humains, alimenté par l'IA, dans une grande ville. Les deux développements montrent des signes de progrès de la Chine pour devenir un leader mondial de l'IA d'ici 2030.

Etre un leader dans l'intelligence artificielle, signifie également utiliser cette technologie sur le marché du travail pour remplacer les travailleurs humains. Récemment, la Chine l'a fait en utilisant l'automatisation pour augmenter son approvisionnement en bombes et en obus d'artillerie.

Dans une déclaration au South China Morning Post (SCMP), Xu Zhigang, chercheur à l'Institut d'automatisation de Shenyang de l'Académie chinoise des sciences, a déclaré que près de 25% des usines de munitions chinoises ont été remplacées par des « machines intelligentes ». Chose intéressante, la Chine ne s'est pas tournée vers l'IA simplement parce qu'elle veut mener l'adoption de l'IA. C'était plutôt parce que les usines manquaient de gens qui voulaient réellement travailler dans des environnements aussi dangereux.

« Quel que soit le salaire offert, les jeunes ne sont tout simplement pas intéressés à travailler dans une usine de munitions de l'armée de nos jours », a déclaré Xu. Personne ne peut vraiment les blâmer d'être méfiants à l'égard du travail. Selon le SCMP, citant des « articles de recherche publiés dans des revues universitaires chinoises », un nombre important d'accidents s'est produit ces dernières années, certains entraînant des accidents du travail ou même la mort.

Les problèmes de sécurité étaient si grands que les 20 à 30 usines construites au cours des 60 dernières années sont situées dans des endroits reculés, ou dans des régions où la population est beaucoup plus faible.

« Une étincelle pourrait conduire à une énorme explosion et réduire l'usine à un cratère », a déclaré Xu. « Le risque d'incendie était notre plus grand défi. Il planait sur ma tête comme une épée ».

Même avant que les accidents ne soient pris en compte, les travailleurs étaient exposés à des produits chimiques nocifs lors de l'assemblage des munitions, ce qui les obligeait à porter des masques et des gants. Inutile de dire que ce n'est pas le travail le plus invitant, et celui qui est probablement le mieux adapté pour l'automatisation.

Depuis l'introduction de l'automatisation dans les usines, l'IA – équipée de mains et d'yeux artificiels – a été presque 5 fois plus productive que les travailleurs humains et peut assembler

diverses munitions, y compris des obus d'artillerie, des bombes guidées, et des roquettes avec le genre d'efficacité et de perfection avec lesquelles luttent les travailleurs humains. Ils ne se fatiguent pas non plus, ce qui est un plus pour toute industrie qui cherche à mettre en œuvre la robotique. Avec une productivité quelque peu limitée par l'approvisionnement en matières premières, Xu a déclaré que l'augmentation de la productivité tomberait probablement entre 100 et 200 pour cent « au minimum ».

« Les robots peuvent libérer les travailleurs des emplois risqués et répétitifs dans le processus de fabrication de bombes », a déclaré le professeur Huang Dexian, du département d'automatisation de l'université Tsinghua, au SCMP. « Cela créera de nouveaux emplois tels que l'optimisation du contrôle, la maintenance du matériel et les mises à niveau techniques. Cela nous donnera une force de défense plus forte, plus saine et plus heureuse. »

Malgré les améliorations apportées par l'IA à la sécurité, il est juste de s'inquiéter de leur inclusion dans le processus de fabrication des munitions. Bien que Xu ait noté que la Chine n'était pas dans une situation où elle « se préparait à une guerre et remplissait ses arsenaux à une vitesse vertigineuse », les nouvelles capacités de production du pays pourraient inciter d'autres pays à produire des armes à un rythme plus rapide ou les encourager à accélérer le développement de leurs propres projets d'IA par peur d'être dépassés. La Russie, par exemple, aurait construit un missile contrôlé par l'IA et prévoit de faire des véhicules (terrestres et aériens) sans pilote (UGV-UAV) à l'intelligence artificielle entièrement autonome. Les États-Unis, quant à eux, veulent utiliser l'IA pour renforcer leurs capacités de collecte de renseignements, et ont testé avec succès un F-16 autonome en avril dernier.

Il est vrai que l'automatisation peut améliorer la productivité et avoir des impacts positifs sur la société, mais les experts mettent en garde que nous devrions également nous méfier de la façon dont nous prenons l'automatisation sans plans appropriés. Jon Wolfsthal, qui était directeur du contrôle des armements au Conseil de sécurité nationale sous Barack Obama, a suggéré à la société de faire preuve de prudence, en disant que les avantages possibles ... sont infinis, mais les risques aussi.

Les robots chinois vont tripler leur capacité de production de bombes et de munitions d'ici 2028

Le Parlement européen préconise la création d'une «taxe robot»

Par Pauline Chateau – Le Figaro – 13 janvier 2017

(extraits)

Un rapport incite la Commission européenne à légiférer sur l'usage de la robotique et de l'intelligence artificielle. Il invite notamment à réfléchir sur l'idée d'un «impôt sur le travail réalisé par les robots». Une idée défendue en France par Benoît Hamon, candidat à la primaire de gauche.

Ce n'est pas de la science-fiction: la robotique et l'intelligence artificielle semblent bel et bien donner des sueurs froides aux législateurs européens. La commission des affaires juridiques du Parlement a en effet adopté une résolution jeudi. Se fondant sur le rapport rédigé par la vice-présidente de la commission, Mady Delvaux, cet amendement incite, très fortement, la Commission européenne à préparer une directive pour encadrer l'essor de la «robolution».

«De plus en plus de domaines touchant nos vies quotidiennes sont concernés par la robotique», explique l'eurodéputée luxembourgeoise, dans un communiqué. «Pour faire face à cette réalité et garantir que les robots sont et restent au service de l'Homme, nous avons besoin de créer de toute urgence un cadre juridique européen». «L'innovation ne doit être encouragée qu'à condition de défendre simultanément les droits inaliénables de l'Homme», renchérissent les parlementaires dans le rapport.

1,49 million d'emplois menacés en France

Le rapport appelle notamment Bruxelles à créer une nouvelle agence européenne pour la robotique et l'intelligence artificielle. Véhicules autonomes, drones, robots industriels... L'objectif est de définir des «critères de classification des robots» afin d'établir «un registre des robots». En outre, la commission propose un code de conduite éthique volontaire pour déterminer la responsabilité «des conséquences de la robotique sur les aspects sociaux, sur l'environnement et sur la santé humaine». Afin de combler tout vide juridique, les auteurs recommandent un système d'assurance obligatoire et un fonds pour garantir le dédommagement total des victimes d'accidents causés par des voitures autonomes.

Mais l'une des inquiétudes majeures reste le travail. Dans l'industrie et les services, les robots sont nombreux à prendre le pas, menaçant certaines professions. À titre indicatif, la France compte 126 robots industriels pour 10.000 employés dans l'industrie manufacturière et 1004 robots pour 10.000 employés dans l'industrie automobile, selon les derniers chiffres de la Fédération internationale de la robotique. 1,49 million d'emplois sont «très exposés» aux mutations technologiques, et risquent ainsi d'être supprimés en France, selon un rapport du Conseil d'orientation pour l'emploi, publié jeudi.

La «taxe robot»...

Pour endiguer cette tendance, la commission des affaires juridiques propose, entre autres, une solution pour le moins radicale: une «taxe robot». «L'éventuelle application d'un impôt sur le travail réalisé par des robots ou d'une redevance d'utilisation et d'entretien par robot doit être examinée dans le contexte d'un financement visant au soutien et à la reconversion des chômeurs dont les emplois ont été réduits ou supprimés, afin de maintenir la cohésion sociale et le bien-être social», spécifie le rapport. Mais sur quels critères se fonder pour l'établir? Parmi les amendements, le rapport européen avance l'idée d'obliger les entreprises à «notifier l'étendue et la part de la contribution de la robotique à leurs résultats financiers, à des fins de fiscalité et de calcul des cotisations sociales». Un tel outil pourrait éventuellement permettre de calculer la fameuse taxe.

Un secteur conséquent et sceptique

Cette résolution européenne marque un nouveau pas en avant. Déjà en mai dernier, l'eurodéputée luxembourgeoise et la commission des affaires juridiques avaient lancé une réflexion autour du statut des robots, dans un projet de motion. Ce dernier préconisait de les doter de «droits et de devoirs bien précis». Mais d'un point de vue législatif, cette nouvelle batterie d'amendements est encore loin d'être adoptée. Elle sera présentée à l'hémicycle au complet, probablement en février. Si elle est effectivement adoptée, la Commission européenne sera obligée de se pencher sur le sujet.

Il reste également difficile d'établir si ces mesures, et notamment la «taxe robot», deviendront effectives. Contacté par *Le Figaro*, le Syndicat des machines et technologies de production (Symop), qui regroupe 270 entreprises, s'indigne qu'un tel impôt puisse être envisagé, puisqu'elle reviendrait «à pénaliser l'industrie et les services». «Le Parlement européen part d'un principe erroné, qui est qu'il n'y a pas de croissance et que les robots détruisent automatiquement des emplois», s'indigne Jean Tournoux, délégué général du Symop, au *Figaro*. «Le vrai sujet, c'est de s'attaquer aux gains de productivité et à la performance économique. Or les robots permettent de les améliorer». Toujours selon le Symop, il convient d'une part d'adapter les formations aux opportunités offertes par les robots. D'autre part, «les industriels doivent créer la demande par l'offre, en investissant», selon Jean Tournoux.

Par ailleurs, la robotique représente un secteur conséquent, au sein de l'Union européenne. Il pesait un quart de la production mondiale dans le domaine de la robotique industrielle et 50% des parts de marché de la robotique de services professionnels en 2012, selon la Commission européenne. La Fédération internationale de la bureautique prévoit une croissance annuelle des ventes de 14%, en moyenne, entre 2017 et 2019. La France a vendu 3500 robots, en 2016, et compte moins de 10.000 emplois dans ce secteur. A titre de comparaison, la Chine a commercialisé 6500 robots, l'année passée.

Document 20

Taxer les robots : une solution pour compenser les futures pertes de revenus ?

X. Oberson - L'Annuel de l'OCDE 2017

Le développement de l'intelligence artificielle, et des robots en particulier, devrait avoir des conséquences majeures sur le marché du travail. La robotisation n'est plus cantonnée à l'industrie, mais gagne également le secteur des services. Aujourd'hui, les robots peuvent remplacer des avocats, des médecins, des banquiers, des travailleurs sociaux, des infirmiers, voire des artistes. Si leur impact réel sur l'emploi divise encore les économistes, il semble qu'il faille déjà réfléchir à des solutions. De fait, la destruction massive de postes de travail qui semble se profiler pourrait avoir un double effet négatif en termes de fiscalité : d'une part, une perte conséquente de recettes fiscales et de contributions sociales et, d'autre part, des besoins accrus de ressources publiques, en raison du nombre croissant de personnes sans emploi.

Plusieurs études ont commencé à se pencher sur le statut juridique des robots. Dans un rapport publié en février 2017, le Parlement européen envisage par exemple la création d'une personnalité juridique qui leur serait propre. Au vu de l'intérêt suscité par cette question, pourquoi ne pas élargir le débat à la fiscalité des robots ?

Notre analyse suggère que l'instauration d'une taxe sur l'utilisation des robots pourrait constituer une solution intéressante face aux effets de la robotisation sur le marché du travail. En substance, le fait d'attribuer aux robots une personnalité juridique pourrait donner lieu à l'émergence d'une « capacité contributive électronique », qui devrait être reconnue à des fins fiscales. Après tout, il est arrivé par le passé que des États introduisent de nouvelles formes de personnalité juridique lorsque les circonstances l'exigeaient. On pourrait donc très bien conférer aux robots un statut fiscal spécifique.

Pour autant, la taxation des robots soulève des problématiques complexes, à l'échelle nationale comme internationale.

Il faudrait d'abord s'entendre sur une définition claire des robots. Le rapport de l'UE propose de s'appuyer sur diverses caractéristiques, telles que l'autonomie, la capacité d'auto-apprentissage et l'adaptation. Nous considérons pour notre part que la forme ne doit pas entrer en ligne de compte (la définition doit couvrir les robots, les *bots* et autres types de machines faisant appel à l'intelligence artificielle) ; en revanche, l'autonomie devrait être un critère essentiel. Surtout, la définition devrait mettre l'accent sur les incidences des robots sur le travail humain. Et se justifier du point de vue économique, technologique et constitutionnel.

Il conviendrait ensuite d'examiner différents types d'imposition. Première piste : taxer les robots en calculant un salaire hypothétique correspondant à ce qu'un être humain aurait perçu pour un travail équivalent. Le revenu théorique équivaldrait alors à l'avantage économique découlant de l'utilisation de robots plutôt que de main-d'œuvre humaine. Autre solution, plus simple : appliquer un montant forfaitaire représentant une approximation de la capacité contributive des robots. Dans un premier temps, la capacité de payer l'impôt serait attribuée à l'employeur ou au propriétaire des robots ; les avancées technologiques devraient par la suite permettre de reconnaître une capacité contributive propre aux robots, qui pourraient, à terme, être soumis aux contributions sociales.

Troisième piste intéressante : assujettir les activités des robots à la TVA. À première vue, le principe de neutralité devrait prévaloir. La TVA s'appliquerait alors de la même façon pour des activités comparables, qu'elles soient effectuées par des robots ou des êtres humains. Toutefois,

l'évolution de la nature des activités des robots pourrait rendre les comparaisons de plus en plus difficiles, appelant à l'instauration d'une règle spécifique. On pourrait également envisager d'appliquer une taxe (objective) sur les robots eux-mêmes, à l'instar de celles sur les voitures, bateaux ou avions. Cette solution aurait toutefois l'inconvénient de s'appuyer sur une vision dépassée, occultant le lien entre l'utilisation des robots et le remplacement des travailleurs.

Une nouvelle idée fait depuis peu son chemin, en faveur d'un système fiscal n'opérant pas de distinction entre robots et travailleurs humains. Certains spécialistes plaident par exemple en faveur d'une « taxe sur l'automatisation », fondée sur le ratio entre le chiffre d'affaires et l'effectif des entreprises. Plus le nombre de robots rapporté au chiffre d'affaires est élevé, plus le montant de la taxe augmente.

L'imposition des robots pose des problèmes qui dépassent les frontières nationales et appellent une analyse globale, tenant compte des travaux sur la fiscalité menés à l'échelle internationale par l'OCDE et l'ONU. De fait, l'attribution d'une capacité contributive aux robots exigerait probablement de revoir la mise en œuvre des règles d'imposition des conventions fiscales et des règles de fixation des prix de transfert.