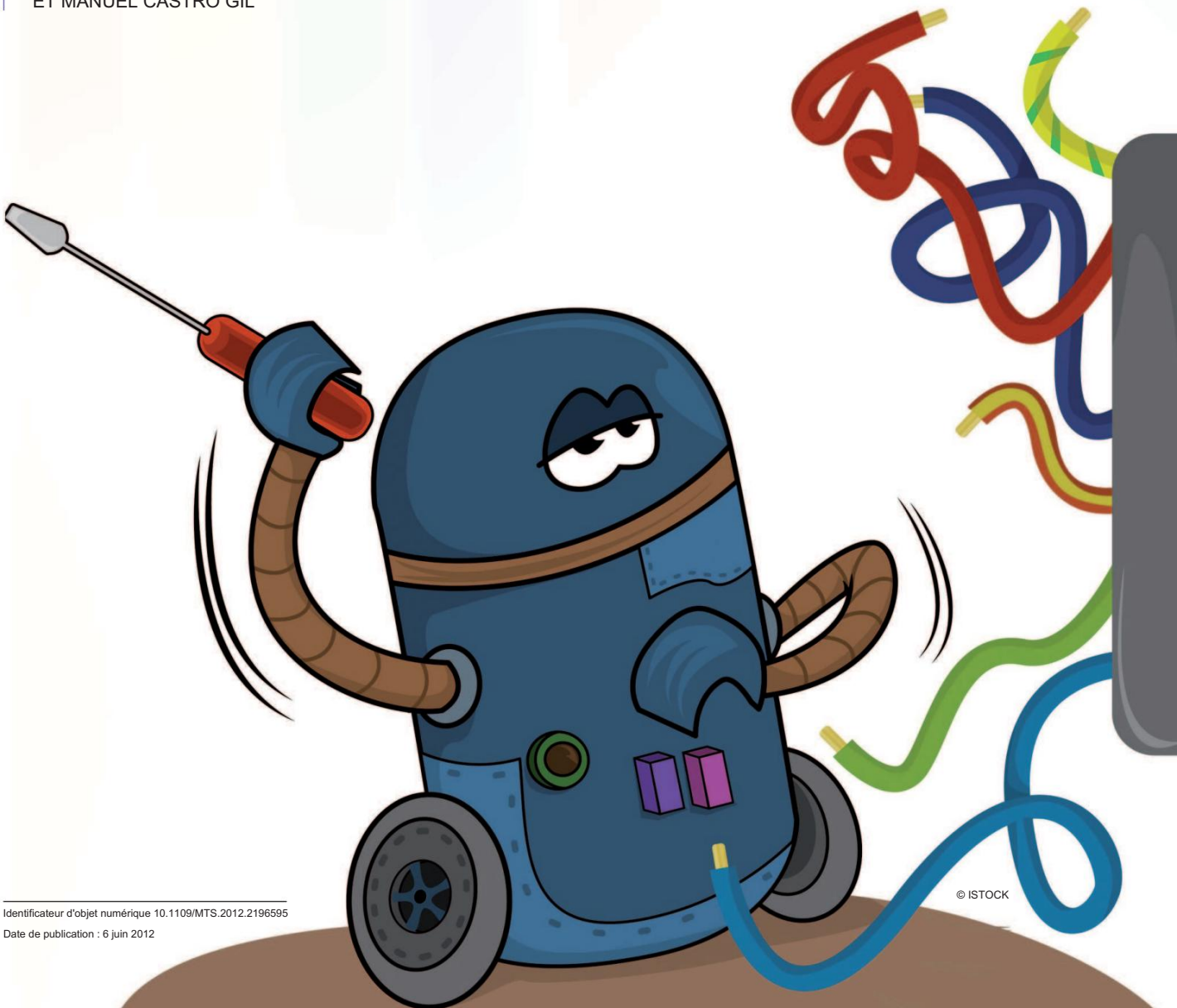


Robotics, the New Industrial Revolution

L'ALLEMAND CARRO FERNANDEZ, SERGIO MARTIN GUTIERREZ,
ELIO SANCRISTOBAL RUIZ, FRANCISCO MUR PEREZ,
ET MANUEL CASTRO GIL



© ISTOCK

Identificateur d'objet numérique 10.1109/MTS.2012.2196595
Date de publication : 6 juin 2012

Res obots deviennent une partie importante de la « nouvelle technologie sociale nologie » défini par Hirai [1], où trouver un robot

dans n'importe quel environnement devient de plus en plus courant. Alors que nous sommes habitués à trouver des robots dans différents environnements tels que les supermarchés, les crèches (par exemple, les animaux de compagnie robotisés), les hôpitaux (par exemple, pour la chirurgie) ou à la maison (par exemple, les robots aspirateurs), l'environnement qui a encore le plus de robots est l'industrie (par exemple, l'industrie automobile). Pour cette raison, de nombreuses études sont nécessaires pour trouver les mécanismes appropriés pour intégrer les robots à tous les niveaux de notre société. Nous devons considérer les questions sous plusieurs angles, tels que l'histoire, la littérature, l'économie, la culture, les développements technologiques, l'électronique, l'informatique ou l'industrie. Les conclusions obtenues nous aideront à réaliser l'intégration la plus positive et la plus bénéfique des robots avec les humains.

La littérature de science-fiction a renforcé deux aspects fondamentaux de la relation entre les robots et les humains : le destructeur, proposé par Karel Capek (en fait, par son frère Josef) dans la première apparition historique du mot « robot » [2], [3] , et le constructif, renforcé par les romans d'Isaac Asimov [4]. L'un et l'autre commencent à être appréciés aujourd'hui dans l'industrie.

Des aspects tels que la sécurité et la réduction des risques, et sur le lieu de travail, l'augmentation de la productivité, de l'efficacité et l'amélioration des conditions de travail, ont conduit les entreprises à augmenter progressivement l'automatisation et l'introduction de robots sur le lieu de travail. Ce processus n'est pas toujours bien accueilli par les travailleurs. La peur d'être licencié, les inquiétudes face à l'évolution des conditions de travail, la peur du changement en général ou l'ignorance de ce que peut entraîner le travail avec des robots sont autant de problèmes qui peuvent empêcher la modernisation d'une entreprise.

L'automatisation [5] est un concept beaucoup plus large que l'introduction de robots sur le lieu de travail. En effet, les robots

font partie – dans de nombreux cas la partie la plus visible – du processus d'automatisation. Dans cet article, nous nous référons principalement aux robots lorsque nous parlons d'automatisation. Habituellement, les employés s'opposent à l'introduction d'équipements robotiques sur le lieu de travail. Cette menace n'est pas discutée aussi ouvertement lorsque nous nous référons simplement à l'implantation de nouvelles vannes, capteurs, minuteriers, machines, ordinateurs, approvisionnement en eau, irrigation, alimentation électrique ou infrastructure de télécommunication. Le conflit ne surgit que dans le cas d'un équipement robotique qui imite ou développe ouvertement le travail précédemment effectué par un travailleur humain. Un tel conflit doit être évité si l'on veut faciliter l'installation des robots sur le lieu de travail et leur acceptation par les travailleurs.

Actuellement, les entreprises évaluent les risques liés à l'introduction de la robotique dans leur activité manufacturière [6], car cela peut entraîner la destruction d'emplois et conditionner le comportement des travailleurs et des syndicats [7].

Notre objectif est de montrer que l'automatisation, à elle seule, ne garantit pas dans tous les cas une augmentation des profits des entreprises. Dans le même temps, son interdiction ne garantit pas la préservation des emplois. Nous traverserons l'histoire, examinerons la sécurité et la productivité des travailleurs utilisant les technologies d'automatisation, explorerons les nouvelles caractéristiques de l'industrie d'aujourd'hui, présenterons deux clés : la flexibilité et l'adaptabilité ; et finalement tirer des conclusions.

Révolution industrielle et robots

L'introduction des machines a été l'un des événements les plus importants de la révolution industrielle. Entre autres impacts, positifs et négatifs, l'introduction de la machinerie a entraîné une augmentation significative de la productivité, permettant à l'industrie de répondre aux demandes croissantes de la société au début du capitalisme. Ce processus a facilité une consommation généralisée, réduit les coûts de production et stimulé l'économie mondiale.

Le processus d'automatisation a été rapide et continu dans le monde entier car la concurrence sur le marché international en plein essor l'exigeait. En fait, seules les entreprises qui se sont modernisées les premières, avant leurs concurrentes, ont pu survivre. Le processus de modernisation et d'automatisation a conduit à la création de syndicats [8]. Il y avait un besoin émergent de protéger les emplois et une quête croissante d'un lieu de travail plus favorable et d'un meilleur salaire (ou d'un salaire quelconque parce que, parfois, les travailleurs ne travaillaient que pour les repas quotidiens). Les industries ont commencé à évaluer leur productivité et ont commencé à se faire concurrence à partir de la fondation d'un capitalisme croissant.

De même, la situation des travailleurs a commencé à s'améliorer grâce à l'automatisation. La productivité et les salaires des travailleurs ont augmenté. À l'époque, personne ne doutait que le changement était une amélioration générale.

Aujourd'hui, près de deux siècles plus tard, alors que le capitalisme est remis en cause par la crise économique mondiale, la simple évocation de l'introduction de nouveaux robots dans l'industrie automobile [9] ou dans la construction génère la méfiance des travailleurs et provoque des protestations syndicales car beaucoup considèrent les robots comme une menace pour leur travail.

Cependant, une meilleure intégration homme-machine [10] nécessite de faciliter l'exécution du travail au quotidien et de réduire les accidents du travail et les accidents du travail causés par un effort physique excessif ou un stress. Ces nouveaux robots industriels doivent être vus comme un autre outil, comme un tournevis, un stylo, un ordinateur ou un ascenseur.

Cette approche ne vise pas à réduire les coûts par des licenciements ou des remplacements. En fait, il poursuit l'augmentation de la productivité, l'amélioration des compétences de la main-d'œuvre et, éventuellement, l'augmentation de la valeur ajoutée de l'industrie dans laquelle ils opèrent.

Sécurité, efficacité et productivité

Lorsque les entreprises introduisent des robots dans un processus de production ou une activité industrielle, la sécurité est le plus souvent une

fonction en surbrillance. L'utilisation de robots dans des activités à haut risque pour l'être humain (c. . Cependant, même dans ces situations, dans la plupart des cas, un être humain gère le robot par télécommande, l'amenant à effectuer les tâches à la place d'un travailleur humain.

« Efficience » et « productivité » sont-elles des cas similaires ? Sont-ils renforcés par l'utilisation de robots ? La réponse pour ces variables n'est pas si claire.

Une partie de la méfiance générée à l'égard des robots dans la société est due à un certain nombre d'hypothèses erronées. Abordons ici quelques-unes de ces idées fausses.

- L'introduction de robots réduit les coûts de production [10] : Cette affirmation peut être vraie à moyen et long terme, mais elle ne l'est pas à court terme. En effet, l'introduction d'un robot dans le processus de fabrication implique des coûts de mise en œuvre inhabituellement élevés. Ces coûts de mise en œuvre comprennent ceux liés aux installations, à l'adéquation environnementale, à la formation des employés, aux tests initiaux et aux ajustements de démarrage. Les coûts de démarrage incluront également la maintenance et la formation des opérateurs – pour que les ouvriers maîtrisent les activités d'encadrement et de surveillance, et pour qu'ils puissent maintenir les équipements en parfait état de fonctionnement.
- L'utilisation de la robotique augmente la production et les bénéfices [10] : Lorsqu'une entreprise introduit un robot et automatise un système de production, elle vise à augmenter la production. Cependant, l'introduction d'équipements robotisés n'implique pas nécessairement un gain de productivité en raison des coûts élevés de mise en œuvre de l'installation et de l'exploitation du nouvel équipement à court terme. Cela est dû à la

Les êtres humains sont une partie fondamentale de l'industrie, et l'automatisation devrait se faire avec leur acceptation.

raisons décrites dans le premier alinéa – et aussi parce que l'augmentation de la production et de l'efficacité n'implique pas que la demande augmente de la même manière. Dans un contexte d'économie en contraction où la demande diminue, une augmentation de la production ne signifiera que la saturation des magasins et de nouvelles marchandises restant en stock, entraînant des pertes directes pour une entreprise. ■ Un robot réduit le nombre de travailleurs

[10] : Cette affirmation n'est pas toujours vraie. Ce que cela implique réellement, c'est que l'utilisation de robots augmente la formation des travailleurs. Dans un processus d'assemblage, il peut y avoir plusieurs employés dont le travail n'implique que l'utilisation d'une seule machine à assembler. L'introduction d'un robot pour réaliser des assemblages en continu nécessite une formation à son utilisation et à la supervision par les ouvriers. Cela ne signifie pas se passer de tous les travailleurs sauf d'un seul.

Bien que cela puisse se produire dans certains cas, ce n'est pas typique. Ce qui se produit réellement, c'est une modification du travail dans le processus industriel, passant d'un travail manuel et répétitif à un travail de surveillance avec moins de charge de travail physique. Cette transition se produit sans réduction de salaire et, dans de nombreux cas, se traduit en fait par une augmentation de salaire en raison du fardeau accru des responsabilités dans le nouveau lieu de travail.

■ Un robot n'a pas besoin de personnes : à l'heure actuelle, cette affirmation [13] n'est pas vraie. Un robot est dépendant à tout moment. Les réglages, les logiciels, le matériel, la mécanique, la maintenance et le contrôle de la qualité ne sont que quelques-uns des services nécessaires dont un robot a besoin pour fonctionner correctement.

emploi. En fait, seule l'expérience humaine est capable de capter le processus industriel [14] et de le transformer en logiciel pour améliorer le comportement des robots. Le robot a

besoin d'êtres humains pour que tout fonctionne correctement.

■ Les coûts sont moins élevés pour un robot que pour un employé : C'est peut-être vrai à moyen et long terme, mais en réalité recycler et former un être humain coûte beaucoup moins cher que modifier ou remplacer un robot industriel en raison de leurs coûts élevés d'installation et d'adaptation à l'environnement [15].

■ La robotique augmente l'efficacité :

La recherche d'un équilibre entre la production et les coûts définit l'efficacité. L'introduction de la robotique dans l'industrie peut contribuer à accroître l'efficacité, mais cela nécessite une bonne intégration des robots dans le processus de production, ce qui ne peut être réalisé que par la formation des travailleurs pour garantir le bon fonctionnement des robots. Si l'entreprise dispose d'un personnel qualifié qui connaît les limites et les possibilités du robot avec lequel il travaille, il facilitera son utilisation et son efficacité augmentera. Si, au contraire, les employés ne connaissent pas leur nouvel outil de travail ou le rejettent, l'efficacité diminuera, mettant en danger la sécurité et diminuant la production sur le lieu de travail.

Une bonne formation des travailleurs doit s'accompagner d'un processus d'intégration des robots à utiliser. La formation et l'intégration contribueront à maximiser les avantages de l'introduction de la robotique dans l'industrie.

Faire des déclarations concrètes sur les effets positifs et négatifs.

La décision d'introduire un robot dans un processus métier ne vise en aucun cas à supprimer l'activité humaine dans le processus.

l'introduction de la robotique dans une entreprise est difficile. La décision d'acheter et d'installer une nouvelle machine n'est pas simple, c'est plutôt un processus qui nécessite une intégration. En fait, « intégration » est le mot clé : intégration au travail, intégration des travailleurs et des robots qui complètent ou aident, et intégration par une meilleure formation des travailleurs existants. En bref, introduire un robot impliquera une étude détaillée des conditions actuelles de l'entreprise et des conséquences qui seront générées en raison des changements qui se produiront. L'introduction doit être un processus réfléchi et doit inclure l'évaluation de différents facteurs : techniques, économiques, psychologiques et sociaux. Si tous les facteurs sont évalués correctement, les chances d'une intégration réussie et de l'efficacité de la production ultérieure augmenteront.

La décision d'introduire un robot dans un processus d'entreprise nécessite un équilibre entre la sécurité, l'efficacité, la productivité et le coût et ne cherche en aucun cas à supprimer l'activité humaine dans le processus, mais à l'adapter à un nouveau processus de production, en augmentant la sécurité et l'efficacité du travail.

La nouvelle révolution industrielle

Nous sommes confrontés à un nouveau paradigme mené par la télématique, la robotique et l'utilisation durable et efficace des ressources industrielles [16]. Mais où est l'être humain ? Les robots peuvent-ils éliminer l'ouvrier industriel ?

Les travailleurs peuvent-ils être déplacés vers l'arrière-plan dans l'industrie ? Plus tôt, nous avons souligné les raisons pour lesquelles une entreprise pourrait proposer l'introduction d'un robot dans le processus de production. Ensuite, nous étudierons les raisons pour lesquelles une main-d'œuvre ou un syndicat pourrait résister à cette introduction.

Nous sommes à nouveau confrontés à l'attitude « destructrice » ou « constructive » évoquée au début de cet article. Cette section va plus en détail et distingue les raisons conduisant à l'un ou l'autre point de vue dans chaque cas.

■ Différences culturelles : L'image que les pays de l'Est (par exemple, le Japon ou la Corée) ont des robots tend à être plus « constructive » [17], amicale et orientée service que l'image dans les pays occidentaux, par exemple, les États-Unis et L'Europe. En Asie de l'Est, les enfants sont exposés à la bande dessinée manga [18], où les robots (méchas) ont toujours un rôle défini d'un point de vue anthropomorphique, et sont montrés en train d'accomplir un travail qui frise parfois l'héroïsme. L'exposition des enfants à ce point de vue est très utile pour mener à cette perspective constructive à l'âge adulte. En revanche, la vision occidentale des robots, reflétée en partie dans la littérature occidentale (par exemple, HG Wells [19]), les bandes dessinées traditionnelles (par exemple, la série Matrix) ou les films (par exemple, Terminator) [20], présente les robots comme une machinerie destructrice à visée négative, qui ne se traduit pas par une image d'intégration, mais tout le contraire.

■ Différences économiques : Pays - Les entreprises à revenu élevé par habitant tendent à rechercher des améliorations de la production, des coûts environnementaux réduits, des améliorations des conditions de travail et des processus industriels améliorés [21]. Pour atteindre ces objectifs, ces pays utilisent la robotique. En revanche, les pays en développement, qui ont de faibles revenus et recherchent la croissance et la survie de la manière la moins coûteuse possible, généralement

utiliser la main-d'œuvre la moins chère qui existe sur le marché : hommes, femmes et parfois enfants. Ces pays n'envisagent pas du tout l'utilisation de robots.

■ Différences de conception ou d'image : un robot sera toujours mieux accepté lorsque son image extérieure paraîtra plus conviviale [22]-[24]. L'utilisation de formes qui imitent les êtres humains, les animaux proches de notre culture (c. formes. Des problématiques longtemps admises dans les robots de services et de loisirs doivent également être généralisées à la robotique industrielle.

Bien que la tendance soit de considérer les robots industriels comme un autre outil de travail, nous devons nous rappeler que les robots fonctionneront dans une équipe de production avec des personnes comme un élément fondamental du bon fonctionnement des choses. Nous devons également réaliser qu'avec le concept d'« image », la manière dont l'utilisation et la mission des robots sont présentées aux travailleurs sera essentielle à leur acceptation rapide. Le merchandising y joue également un rôle clé. En fait, il existe d'importantes études sur les arguments pour et contre les robots de type humain. Il existe de nombreux robots d'assistance à image humaine dans des secteurs tels que le tourisme, les services et le divertissement. Dans ces cas, les craintes que des robots remplacent les humains au travail ont augmenté. Cependant, contrairement à un humain, un robot pourrait être déconnecté ou affecté par un dysfonctionnement [25].

De manière générale, lorsque l'on parle des réponses des syndicats à la robotique industrielle, on se heurte à des tendances culturelles et d'image. Nous supposons que d'autres questions économiques ont déjà été négociées et convenues par les divers comités lors de réunions d'affaires pertinentes. Dans cet esprit, nous

doit aborder les caractéristiques nécessaires d'une proposition introduisant un robot sur le lieu de travail. Nous devons décider quel travail doit être assigné à l'employé et quel travail doit être assigné au robot.

Où est l'Etre Humain ?

Un robot effectuera le travail répétitif, désagréable ou dangereux, ou qui demande plus d'effort physique. Les humains devraient superviser ou effectuer un travail qui demande moins d'effort physique.

L'introduction d'un robot dans une industrie est souvent coûteuse. L'utilisation d'un robot est justifiée car elle vise à accroître la sécurité de certaines activités, ce qui se traduit par un meilleur lieu de travail pour les travailleurs. Un robot peut travailler de plus longues heures et n'a pas les limites d'un être humain. Par conséquent, de nouvelles équipes supplémentaires seront créées, ce qui entraînera la nécessité pour le nouveau personnel d'effectuer ces équipes supplémentaires, ce qui facilitera à moyen terme la création de nouveaux emplois [26].

Si les employés comprennent la nouvelle situation, ils apprendront à voir le robot comme un nouvel outil. Passer d'un marteau

hydraulique à un joystick ou de certains travaux dans le cadre d'une chaîne de montage à l'utilisation d'une console pour surveiller le robot devrait être bien accueilli par le personnel de l'entreprise et faciliter le processus d'intégration des équipements automatisés.

Les robots peuvent-ils éliminer le travailleur industriel ?

Un problème se pose lorsque le travailleur croit que le robot le remplacera définitivement, c'est-à-dire la peur d'être rendu superflu. Un argument utilisé [10] par les syndicats pour empêcher ou entraver l'introduction de robots dans une entreprise est précisément de soutenir que l'utilisation de robots entraînera le licenciement de nombreux travailleurs. Cette croyance est enracinée en raison de l'histoire des effets de l'ancienne révolution industrielle. Mais le même principe ne s'applique pas aujourd'hui si nous cherchons vraiment à trouver un équilibre entre automatisation, efficacité et productivité.

C'est le paradigme de la nouvelle révolution industrielle. L'introduction de robots dans l'industrie vise à accroître les compétences des travailleurs et à garantir leur emploi. Une entreprise n'est pas mise à niveau pour augmenter sa productivité (l'utilisation de robots ne garantit pas cette prémisse [10]), mais pour augmenter son efficacité. Cette augmentation ne peut être atteinte s'il n'y a pas de sécurité d'emploi ; les travailleurs doivent avoir l'expérience nécessaire pour comprendre les possibilités, les caractéristiques, les limites, les pannes possibles et les besoins de maintenance du nouveau robot avec lequel ils opèrent.

L'obtention de qualifications supérieures nécessite une formation, du temps pour s'exercer dans le nouvel emploi. et du temps pour que tout soit optimisé, ce qui oblige les travailleurs à rester dans un emploi dans la durée. De telles qualifications ne seraient pas possibles si les travailleurs étaient constamment remplacés.

De même, on peut affirmer qu'il est également possible de contracter des services de maintenance temporaires. Il est possible que la plupart des nouveaux équipements d'entretien ou de révisions périodiques suivent ce système. Cependant, on ne peut pas en dire autant des corrections de base du robot ou de sa surveillance, ni même des éventuels besoins de réparation urgente. Dans une industrie ou dans une usine, tout accroc dans le processus de production génère des millions de pertes monétaires. Les entreprises ne peuvent pas attendre qu'une entreprise de maintenance corrige un dysfonctionnement.

Il est beaucoup plus rentable à moyen et long terme d'avoir des salariés formés pour suivre l'équipe tout au long de son fonctionnement. Le personnel doit accumuler de l'expérience et des compétences pour résoudre les problèmes le plus rapidement possible; cela inclut le personnel dont le travail consiste simplement à observer le fonctionnement du robot pour détecter les pannes potentielles qui pourraient aller

passé inaperçu si son fonctionnement n'était revu qu'occasionnellement.

Cette nécessité contribuera à assurer la stabilité des contrats, facilitera la reconversion des travailleurs et dissipera la crainte d'être remplacé par l'introduction de robots dans le processus de production.

Parfois, la peur de l'inconnu ralentit la modernisation et l'amélioration d'un processus. Cela se produit [17] fréquemment dans l'intégration de la robotique. La solution à ce problème est une explication claire aux travailleurs de ce qui va changer, quelle étape du processus sera affectée et comment, et surtout comment le changement affectera à la fois le travailleur et l'entreprise.

Des travailleurs mécontents ou craintifs qui voient leurs collègues licenciés au détriment de l'automatisation se traduiraient par un remplacement de travail médiocre

Parfois, la peur de l'inconnu ralentit la modernisation et l'amélioration d'un processus.

et réduire l'efficacité. Pour éviter les conflits, les travailleurs doivent avoir des informations claires et comprendre que les robots sont des outils pour augmenter l'efficacité.

Les travailleurs ne considèrent pas un tournevis ou un ampèremètre comme une menace pour leur travail. Pour éviter les problèmes d'intégration, le même concept doit être appliqué à l'automatisation.

La nouvelle révolution industrielle doit reposer sur l'intégration plutôt que sur le remplacement, sur la coopération plutôt que sur la confrontation, et sur la transparence plutôt que sur le secret. Une plus grande fidélité des travailleurs résulte de l'amélioration de l'efficacité et de l'intégration, et la fourniture d'informations claires et véridiques aidera les travailleurs à considérer les robots comme un outil à utiliser. En conséquence, les travailleurs réaliseront tout le potentiel des robots et leur besoin d'être protégés et entretenus comme tout autre outil du processus de production. Cet état d'esprit contribuera à assurer l'emploi car il améliore la compétitivité de l'entreprise

dans son secteur, augmentant la probabilité d'en tirer profit et de maintenir l'entreprise sur le marché.

Les travailleurs peuvent-ils être déplacés vers l'arrière-plan dans l'industrie ? Les travailleurs craignent également d'être relégués à l'arrière-plan du processus de production [10]. La principale préoccupation dans ce cas n'est pas la perte d'emplois, mais le fait que le processus devenant centralisé sur le robot, les travailleurs deviennent de simples serveurs dont le travail consiste à entretenir et réparer les robots pour s'assurer qu'ils seront toujours en bon état. Cependant, cette hypothèse n'est pas correcte. Le travail de supervision demande plus qu'une simple compétence ou une assistance technique. Le concept de supervision devrait inclure les concepts suivants :

- Analyse de la capacité du robot : Il faut vérifier que l'équipement robotisé répond aux spécifications initiales et déterminer le temps qu'il faut pour atteindre la capacité de production optimale. Nous devons connaître les limitations imposées par le fabricant et le temps de traitement dans chacune des activités effectuées par l'équipement robotique.
- Des outils complémentaires adaptés pour faire leur travail : Certaines étapes de production nécessitent l'ajout d'outils complémentaires. Concernant ces outils, il est important de s'assurer que les coûts restent les mêmes, de vérifier le temps nécessaire pour ajouter les outils et d'effectuer une analyse technique de l'efficacité des outils, le tout dans le but d'améliorer l'équipement robotique.

- Vérification du lieu de travail de l'équipe : Les travailleurs doivent s'assurer que le lieu de travail répond à des conditions de sécurité adéquates pour l'équipement robotique et pour l'interaction avec le superviseur humain. Ces conditions peuvent inclure la propreté, la minimisation de la charge statique, etc., et sont spécifiées par le fabricant de l'équipement. Ces enquêtes sur les conditions peuvent, parfois, s'arrêter op

ration de l'équipement robotique, une décision qui doit être prise par le superviseur.

- Situations techniques dans lesquelles l'ordinateur est utilisé avec le robot : le travailleur doit surveiller l'évolution de l'équipe et compléter les ajustements de maintenance en temps opportun par des ajustements quotidiens pour réduire l'usure de l'équipement, lui permettant de rester en service plus longtemps.
- Possibilité de remplacement ou de réparation : Si nécessaire, le travailleur doit évaluer les coûts de la réparation et si elle peut être effectuée par le superviseur ou une autre expertise interne au sein de l'entreprise – ou si une référence extérieure est nécessaire. Dans ce dernier cas, les travailleurs doivent déterminer si le remplacement de l'équipement est nécessaire et en justifier les raisons.

- Analyse de la conformité aux attentes de l'équipement robotique : Tout au long de ce processus, le superviseur sera responsable de vérifier que l'équipement robotisé effectue le travail pour lequel il a été conçu avec l'efficacité attendue.

- Etablissement de limites à la capacité de production des robots : Une équipe de robots a une limite maximale à ne pas dépasser pour des raisons de sécurité. Les superviseurs doivent connaître ce maximum et doivent l'éviter. Si une capacité accrue est nécessaire, le superviseur doit proposer des solutions alternatives ou informer les techniciens qualifiés du risque afin de déterminer les mesures à prendre.

- Ajustements nécessaires pour assurer la pérennité de l'équipement robotique : les superviseurs doivent recevoir une formation leur apprenant à corriger les états inefficaces, à ajuster les systèmes pour qu'ils fonctionnent correctement et à éviter les situations à risque. Ils doivent apprendre à signaler tous les incidents, même ceux déjà corrigés, ou rechercher une assistance technique plus qualifiée si nécessaire.

L'introduction de la robotique n'entraînera pas le déplacement des travailleurs vers l'arrière-plan ; à l'inverse, les travailleurs deviendront les principaux superviseurs de l'équipement robotique.

Profitant de leur expérience antérieure dans ce travail, ils seront qualifiés pour comprendre, ajuster et entretenir l'équipement et les robots au besoin.

Encore une fois, cela invoque le concept d'un « outil ». Le robot fait partie d'un lieu de travail et y fonctionnera comme un outil. Le robot sera souvent plus puissant que les outils existants et nécessitera une plus grande attention pour assurer son bon fonctionnement, mais sera toujours contrôlé et surveillé par des êtres humains. Un rôle de supervision implique une qualification plus élevée qui entraîne une plus grande responsabilité. Plus de responsabilités peuvent signifier un meilleur poste et un salaire proportionné.

L'automatisation devrait être positive tant pour l'industrie que pour ses employés, à condition qu'ils soient prêts à s'adapter à la nouvelle situation et à maintenir l'entreprise à l'avant-garde lors de la conception de l'intégration d'équipements robotisés dans le processus de production.

Adaptabilité et flexibilité : les nouveaux travailleurs industriels – Formation contre répétition

Pourquoi parle-t-on des ouvriers de l'industrie ? L'industrie compte des syndicats très puissants tant en Europe qu'aux États-Unis. De plus, la menace de substitution est plus élevée dans ce secteur que dans les autres.

Cependant, une conséquence possible de la crise financière et économique internationale actuelle est la recherche d'une nouvelle structure économique industrielle basée sur l'automatisation rationnelle. Ainsi, s'il n'y a pas de travailleurs, il n'y a pas de consommation, et s'il n'y a pas de consommation, alors il n'y a pas besoin d'augmenter la production car il n'y aura pas de demande. La solution consiste à utiliser des robots pour améliorer les conditions de travail [27] et « motiver » les travailleurs à accroître leurs qualifications, leur formation [28]–[30] et leur responsabilité.

Pourquoi l'entraînement versus la répétition ? Dans le passé, le travail à la chaîne était répétitif, ennuyeux et risqué [31]. Désormais, avec les nouveaux processus d'automatisation, les travailleurs améliorent leur formation technique afin de gérer les robots, d'améliorer et de modifier leurs modes de fonctionnement, de détecter et de résoudre les problèmes [32]. La formation place l'ouvrier industriel à une nouvelle étape de la production.

Cette intégration permettra au travailleur de prendre le contrôle du robot [33] ou de l'équipe de robots [34], d'effectuer des tâches qui représentaient autrefois un risque pour le travailleur et d'accomplir le travail plus rapidement, plus facilement et avec moins d'effort physique. L'acceptation de ce nouveau rôle de « gestionnaire » ou de « superviseur » empêchera le travailleur de percevoir le robot comme une menace et facilitera l'image du robot comme un nouvel outil de travail utile.

Cette situation augmentera la responsabilité des travailleurs, renforcera l'estime de soi, facilitera la compréhension des travailleurs de l'environnement de l'entreprise et évitera que leur vie professionnelle ne se limite à une simple succession d'actes répétitifs rappelant la naissance de la révolution industrielle.

De plus, les robots assumeront le rôle répétitif et les travailleurs deviendront leurs superviseurs, facilitant l'intégration grâce à deux mécanismes :

- L'ouvrier n'est plus menacé par l'introduction du robot car il est situé au-dessus de celui-ci. Le travailleur est le superviseur, et ce fait se reflétera dans les améliorations économiques et de sécurité. Plus le travailleur connaît le robot, plus il pourra en assurer le bon fonctionnement, ce qui facilite son intégration.

- Le métier de formateur se pose. Au début, le formateur appartiendra à l'entreprise qui fournit l'équipement automatisé, mais plus tard, les travailleurs eux-mêmes peuvent passer d'un superviseur à un

poste de formation dans l'entreprise, présentant une nouvelle opportunité de promotion pour un travailleur qui effectuait auparavant un travail simple et répétitif sans grande possibilité d'évolution.

Les travailleurs doivent avoir un état d'esprit flexible. D'une part, ils doivent être ouverts au changement. Dans certains cas, un superviseur de technicien d'assemblage passera à un nouveau rôle de superviseur d'outillage pour faciliter son travail.

Pour s'assurer que l'employé comprend son nouveau rôle, il doit comprendre les nouvelles conditions de travail, ses chances de promotion et ses nouvelles responsabilités.

Les travailleurs doivent être flexibles pour s'adapter aux changements qui, dans certains cas, peuvent survenir après des années de travail répétitif. L'impact de la formation est ici important, et c'est là que l'entreprise doit s'efforcer de comprendre les positions conservatrices ou immobiles des travailleurs et les transformer en nouvelles opportunités et avantages.

Mais après avoir effectué ce travail, qui n'est parfois pas facile, nous avons le besoin d'adaptabilité. Un employé peut accepter un changement de rôle et recevoir une formation adéquate, mais il doit aussi être impliqué dans son nouvel emploi.

C'est ce que signifie l'adaptabilité. Cette adaptation n'est généralement pas facile. Les travailleurs peuvent s'adapter à une nouvelle situation en quelques jours, ou cela peut prendre des mois pour que les employés se sentent à l'aise.

Pendant cette période, il est essentiel que l'entreprise surveille en permanence le travailleur. Se sentir soutenu à tout moment aidera les travailleurs à s'adapter à leurs nouvelles responsabilités. Les travailleurs doivent sentir qu'ils ne sont pas seuls face à l'équipement robotique [35] et qu'ils apprennent une nouvelle activité, bien que étroitement liée à leurs expériences passées.

Cette nouvelle approche peut être proposée pour contrer les critiques d'un syndicat concernant la perte d'emplois et les substitutions massives de main-d'œuvre. L'entreprise industrielle offre maintenant la sécurité de l'emploi, la formation et la possibilité de promotion. En retour, le

le travailleur doit assumer de nouvelles responsabilités avec un salaire correspondant. Si les entreprises utilisent cette approche dès le début, les possibilités d'intégrer des robots et des humains dans un environnement d'équipe augmenteront sans réticence insurmontable.

L'ignorance peut conduire à la peur

Les êtres humains sont une partie fondamentale de l'industrie et l'automatisation devrait se faire avec leur acceptation. Un manque d'information et l'ignorance peuvent conduire à la peur, mais cette peur peut être surmontée en utilisant une communication honnête basée sur le respect et la confiance.

Du point de vue du travailleur, deux peurs claires existent :

- La perte d'emplois est le principal argument utilisé par les syndicats pour rejeter les équipements robotiques.
- Les travailleurs craignent également d'être relégués à l'arrière-plan dans l'industrie.
- Le présent article cherche à éliminer ces craintes en proposant une nouvelle approche basée sur deux points tout aussi convaincants :
 - L'introduction du robot dans l'entreprise doit être transparente et l'implication des salariés doit être recherchée.

- Les travailleurs doivent être formés et promus en fonction de leurs nouvelles responsabilités.

En suivant ces critères, il est possible d'entamer des négociations productives avec une chance significative de succès.

Le succès passera par l'intégration d'équipements robotiques et d'équipes humaines sur le lieu de travail.

Lorsque cette intégration aura lieu, l'entreprise récoltera tous les bénéfices des deux parties et l'efficacité de la production augmentera. Le chemin ne sera pas facile, mais s'il est fait correctement et en recherchant l'implication de tous les travailleurs, ce sera un chemin solide vers un résultat positif.

Transparence, communication, implication, formation et intégration sont des concepts clés pour

la production industrielle pour profiter de la technologie robotique existante et de l'expérience des travailleurs.

En gardant ces concepts clés à l'esprit, il est possible de coordonner les humains et les robots, en les guidant vers le même objectif.

Les aspects culturels, sociaux, historiques et économiques seront essentiels pour évaluer le point de départ de l'automatisation proposée. De plus, l'image du robot et ses tendances plus ou moins anthropomorphes seront importantes. Cependant, le processus d'intégration ne sera facilité que par la transparence. Si la transparence n'existe pas, la difficulté d'assurer une bonne relation entre les humains et les robots augmentera et les améliorations du processus de production seront compromises.

Cependant, si l'employé connaît les possibilités et les limites de l'équipement robotique, qu'il apprendra par la formation, il ne verra plus le robot comme une menace et commencera à le voir comme un outil. Lorsque ce changement se produira, les humains comprendront la morale : un robot aura toujours un interrupteur d'arrêt qui peut être manipulé par un être humain à tout moment.

Informations sur l'auteur
Les auteurs travaillent au Département de génie électrique et informatique de l'Université espagnole d'enseignement à distance (UNED), Madrid, Espagne.
Courriel : germancf@ieeee.org, smartin@ieec.uned.es, elio@ieec.uned.es, fmuur@ieec.uned.es, mcastro@ieec.uned.es.

Reconnaissance

Les auteurs reconnaissent le soutien fourni par la section espagnole de l'IEEE et par l'école des sciences de l'ingénieur, l'école d'informatique, le rectorat de l'UNED et la branche étudiante de l'IEEE de l'UNED.

Les auteurs sont particulièrement reconnaissants au Département de génie électrique et informatique (DIEEC) de l'UNED pour son soutien et ses conseils dans la préparation de cet article.

Les références

[1] S. Hirai, « La robotique comme technologie sociale », dans Proc. Int. Conf. on Mechatronics and Automation (Changchun, Chine), 9–12 août 2009, pp. xl–xli.

[2] "Qui a réellement inventé le mot" robot "et qu'est-ce que cela signifie?" [En ligne]. Disponible : <http://capek.misto.cz/english/robot.html>. Consulté le 15 juillet 2010.

[3] « Karel Capek », Wikipédia [En ligne]. Disponible : http://en.wikipedia.org/wiki/Karel_Capek. Consulté le 15 juillet 2010.

[4] "Moi, Robot. Isaac Asimov », Wikipédia [en ligne]. Disponible : http://en.wikipedia.org/wiki/Je_Robot. Consulté en août 2010.

[5] SY Nof, « Automatisation : ce que cela signifie pour nous dans le monde entier », dans Springer Handbook of Automation, SYNof Ed. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, p. 13-52, 2009.

[6] JB Pollack, "Seven questions for the age of robots", présenté au Yale Bioethics Semi nar, janvier 2004.

[7] R. Bischoff et T. Guhl, « L'agenda de recherche stratégique pour la robotique en Europe », IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, non. 1, p. 15-16, mars 2010.

[8] MG Rood, « Fabrication centrée sur l'humain pour le monde en développement », IEEE Tech nology & Society Mag., vol. 13, non. 1, p. 25–32, mars 1994.

[9] G. Schweitzer, « Robots - Chances et défis d'une science clé », dans Proc. 17e Int. Congrès Génie Mécanique – COBEM 2003 (São Paulo, Brésil), 10–14 novembre 2003 [En ligne]. Disponible : http://www.mcgs.ch/web_content/Robotics.pdf, consulté en août 2010.

[10] O. Marin elli, « De l'homme au robot : les conséquences du remplacement de la main-d'œuvre dans l'industrie automobile », Human Change Paper, GEOG331 0101, 20 octobre 2008

[11] RR Murphy, J. Kravitz, SL Stover et R. Shoureshi, « Robots mobiles dans le sauvetage et la récupération des mines », IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 16, non. 2, p. 91–103, juin 2009.

[12] T.-HS Li, Y.-C. Ouy, J.-D. Wu, M.-Y. Hsiao et C.-Y. Chen, « Contrôleurs de stationnement autonomes intelligents multifonctionnels pour robots mobiles ressemblant à des voitures », IEEE Trans. sur l'électronique industrielle, vol. 57, non. 5, pages 1687-1700, mai 2010.

[13] MG Rood, « Technologies de l'information et emploi : vers une nouvelle société », IEEE Technology & Society Mag., vol. 8, non. 3, p. 11-13, septembre 1989.

[14] WMP van der Aalst, « Découverte de processus : capturer l'invisible », IEEE Compu tational Intelligence Mag., vol. 5, non. 1, p. 28–41, février 2010.

[15] C. Smith et HI Christensen, « Robots manipulateurs. Construire un robot haute performance à partir de pièces disponibles dans le commerce », IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 16, non. 4, p. 75–83, décembre 2009.

[16] F.-T. Cheng, W.-H-Tsai, T.-L. Wang, J. C. Yung-Cheng et Y.-C. Su, "Modèle de fabrication électronique avancé, L'importance des systèmes à grande échelle, distribués et orientés objet", IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, non. 1, p. 71–84, mars 2010.

[17] R. Capurro, « Éthique et robotique. Une perspective interculturelle », Steinbeis Transfer Institute – Information Ethics, Allemagne, 13 juillet 2009 ; <http://sti-ie.de>.

[18] S. Krebs, « De l'anticipation des conflits éthiques entre humains et robots au Japon

nese Mangas », Int. Rev. of Information Ethics, vol. 6, décembre 2006.

[19] "La guerre des mondes, HG Wells," Wiki pedia [En ligne]. Disponible : http://en.wikipedia.org/wiki/The_War_of_the_Worlds. Consulté le 15 juillet 2010.

[20] KM Miller, "Alors que nous n'étions pas attentifs," IEEE Technology & Society Mag., vol. 28, non. 1, p. 4, mars 2009.

[21] M. Ford, The Lights in the Tunnel Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future. Acculant, 2009.

[22] J. Dietsch, "Les gens rencontrent des robots sur le lieu de travail," IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, non. 2, p. 17-16, juin 2010.

[23] J. Forlizzi, « Comment les produits robotiques deviennent des produits sociaux : une étude ethnographique des produits robotiques à la maison », [En ligne]. Disponible : <http://goodgestreet.com/docs/forlizziRoomba.pdf>. Consulté le 15 juillet 2010.

[24] R. Mitchell, K. Warwick, WN Browne, MN Gasson et J. Wyatt. « Engager des robots: une sensibilisation innovante pour attirer les étudiants en cybernétique », IEEE Trans. sur l'éducation, vol. 53, non. 1, p. 105–113, février 2010.

[25] F. Grodzinsky, K. Miller et M. Wolf.

« Pourquoi Turing ne devrait pas avoir à deviner », présenté à Asia-Pacific Computing and Philosophie Conf. (Tokyo, Japon), 1-2 octobre 2009.

[26] MS Blumenthal, « L'automatisation programmable et le lieu de travail », IEEE Technology & Society Mag., vol. 4, non. 1, p. 10–15, mars 1985.

[27] HL Jones, S. Rock, D. Burns et S.

Morris, « Robots autonomes dans les applications SWAT : défis de la recherche, de la conception et des opérations », [En ligne]. Disponible : <http://www.spyplanes.com/pdf/SWATapps.pdf>. Consulté le 15 juillet 2010.

[28] S. Das, SA Yost et M. Krishnan, « Une initiative de développement de programmes d'études en mécatronique sur 10 ans : pertinence, contenu et résultats — Partie I », IEEE Trans. sur l'éducation, vol. 53, non. 2, p. 194–201, mai 2010.

[29] M. Krishnan, S. Das et SA Yost, « Une initiative de développement de programmes d'études en mécatronique sur 10 ans : pertinence, contenu et résultats — Partie II », IEEE Trans. sur l'éducation, vol. 53, non. 2, p. 202–208, mai 2010.

[30] WD Cherkasky, « Obscurcir les coûts humains des systèmes experts », IEEE Technology & Society Mag., vol. 14, non. 1, p. 10–20, mars 1995.

[31] G. Bylinsky et A. Hills Moore, « Inva sion of the service robots : Comme les travailleurs humains, les robots se déplacent vers les services – en particulier les emplois que les gens trouvent dangereux ou ennuyeux. Leurs boosters voient un marché beaucoup plus important que dans la fabrication », Fortune Ed. 14 septembre 1987.

[32] MJ Cetron, « Chronologie pour l'avenir : développements potentiels et impacts probables », World Future Society Mag., 2009.

[33] K. Suwanratchatamane, M. Matsumoto et S. Hashimoto, « Système et applications de capteurs tactiles robotiques », IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 57, non. 3, p. 1074–1087, mars 2010.

[34] G. Reinhart et S. Zaidan, "Un cadre générique pour la programmation basée sur les pièces de robots industriels coopérants", dans Proc.2009 Int. Conf. sur la mécatronique et l'automatisation (Changchun, Chine), août 2009, p. 37–42.

[35] RR Murphy, T. Nomura, A. Billard et JL Burke, « Interaction homme-robot », IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 17, non. 2, p. 85–89, juin 2010.