



L'USINE DU FUTUR : VERS L'AVÈNEMENT DE LA ROBOTIQUE

SOMMAIRE

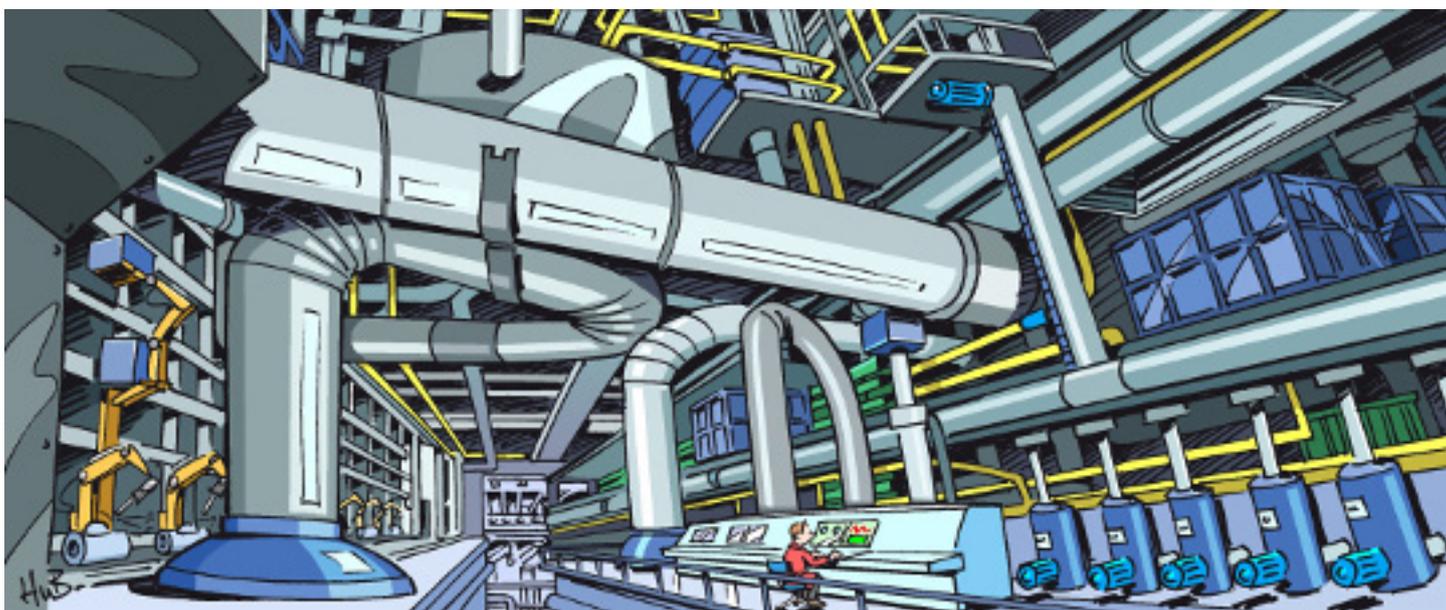
SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	3
LES ROBOTS PIERRE DE VOÛTE DE L'USINE CONNECTÉE	4
▪ L'USINE 4.0, C'EST QUOI ?	4
▪ PIRATAGE : LES VULNÉRABILITÉS DE L'USINE 4.0	6
▪ UNE RELATION HOMME-MACHINE PLUS COLLABORATIVE	7
USINES DU FUTUR : OÙ EN EST-ON AUJOURD'HUI ?	10
▪ TOUR DU MONDE DES FUTURES USINES DU FUTUR	10
▪ QUATRIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : 3 PROJETS D'USINE DU FUTUR	12
LA ROBOTIQUE COLLABORATIVE IN SITU	14
▪ LES ROBOTS PARTENT À LA CONQUÊTE DES ENTREPÔTS	14
▪ LE ROBOT CHARMAN SOUDE LES COQUES DES BATEAUX	16
▪ LE NUMÉRIQUE ET LA ROBOTIQUE, AU SERVICE DE L'AGRICULTURE	17

INTRODUCTION

L'usine du futur fait la part belle aux robots. Au-delà de l'automatisation des chaînes de montage, les interactions entre robots laissent entrevoir la fameuse 4ème révolution industrielle. Mais les obstacles restent nombreux : Quelles limites à la robotique collaborative ? Quid de la sécurité informatique ? Quelles évolutions pour la relation homme-machine ?

LES ROBOTS PIERRE DE VOÛTE DE L'USINE CONNECTÉE

L'USINE 4.0, C'EST QUOI ?



Présentée comme la 4e révolution industrielle, après la mécanisation, la production de masse au 19e siècle et l'automatisation de la production au 20e siècle, elle se caractérise par l'intégration des technologies numériques dans les processus de fabrication.

L'usine connectée permettra-t-elle de rebattre les cartes de la mondialisation ? C'est l'avis d'experts et du gouvernement français qui a lancé en 2013 ses 34 plans de reconquête industrielle. L'usine du futur y est décrite comme un moyen de relancer l'industrie française. Pour relever ce défi, elle s'appuiera sur la convergence entre l'industrie et le monde du numérique. La « smart factory » - ou Usine 4.0 - vise à réaliser de nouveaux gains de compétitivité et à optimiser des consommations par l'efficacité énergétique. La production est notamment maximisée en fonction du coût de l'énergie et de sa disponibilité au cours d'une journée.

En théorie, ce rapprochement ne présente pas d'obstacles majeurs puisqu'il repose, en partie, sur des outils existant

déjà : capteurs, automates, Big data, Internet des objets, Cloud Computing... Dans la pratique, le challenge ne sera peut-être pas aussi facile, car il implique la mise en place d'une nouvelle organisation du mode de production qui donne une plus grande importance au réseau. Connectées entre elles, les machines d'une usine (ou de plusieurs sites) et des capteurs s'échangent des informations. Cette communication continue et instantanée entre les différents outils et postes de travail intégrés dans les chaînes de fabrication et d'approvisionnement permet d'optimiser des processus manufacturiers et d'améliorer la flexibilité afin de s'adapter à la demande en temps réel et de mieux satisfaire les besoins individuels de chaque client.

Pour relever ce défi de la personnalisation des services et des produits, l'usine connectée doit bénéficier d'une logistique parfaitement rodée. C'est l'un des éléments clés de l'Industrie 4.0. L'administration de la chaîne d'approvisionnement (supply chain management, en anglais) concerne notamment le stockage des produits, le transport, les équipements (camion, chariot élévateur...), les fournitures

(emballage, carburants...), la planification et les systèmes d'information et de contrôle de gestion. 26/10/2016

« Cela implique une amélioration des process, des méthodes et des qualifications dans des plates-formes de plus en plus complexes que les industriels doivent gérer de façon plus rapide. Comme il n'est pas possible de stopper une chaîne de production pour en créer une nouvelle, la solution passe par une formule incrémentale qui s'articule autour de deux points-clés. Premièrement, des Proof of Concept (POC) et, deuxièmement, des validations des méthodes retenues pour implémenter ces transformations. Cette solution permet d'y arriver progressivement sans jamais stopper ni retarder l'outil de production », explique Philippe Meleard, vice-président marketing & Communication chez Sogeti High Tech.

Les données représentent l'un des maillons essentiels de cette convergence. « Dans l'industrie, on ne fait pas du Big Data mais du Smart Data. Et le Smart Data, c'est capter la bonne donnée, la transformer (ou la contextualiser) et s'en servir pour optimiser son procédé de fabrication », indique Serge Catherineau, Directeur marketing Industrie automobile, aéronautique et système intégrateur chez Schneider Electric. Et d'après des industriels, ce concept porte déjà ses fruits. « Après être passé par l'étape des chantiers pilotes, nous avons désormais notre site d'Amberg qui regroupe tous les concepts de l'industrie 4.0, et qui a vu sa productivité multipliée par deux en quelques années », affirme Franck Mercier, chargé de mission « digital factory » chez Siemens.

Mais cette (r)évolution industrielle n'est pas qu'une affaire de programmes informatiques. Elle implique également une adaptation de la structure de l'entreprise. « Il y a un déplacement du rôle des managers vers beaucoup plus de transversalités. Avec la convergence du monde industriel et des technologies numériques, le partage des données sera facilité », déclare Philippe Meleard.

Philippe Richard

PIRATAGE : LES VULNÉRABILITÉS DE L'USINE 4.0

Hyper connectée, l'usine du futur doit être capable d'améliorer l'efficacité et la flexibilité de ses chaînes de production grâce à des échanges de données en temps réel. Mais ces multiples flux sont autant de portes d'entrée pour les pirates...

De leur côté, les informaticiens qui travaillaient pour des industriels fréquentaient rarement les ateliers. Chacun de son côté...

Ce cloisonnement n'est plus adapté à l'évolution de l'industrie. Toutes les machines sont directement ou indirectement connectées à des réseaux et en particulier à l'internet. Et lorsqu'elles ne le sont pas, elles peuvent accueillir des clés USB ou des consoles de maintenance qui sont connues pour être des vecteurs majeurs de propagation de codes malveillants. L'idée que des automates et des robots peuvent être isolés est utopique.

L'évolution du monde industriel et l'avènement de l'Industrie 4.0, doivent impérativement s'accompagner d'un changement dans les organisations afin d'y

intégrer la cybersécurité. Les automaticiens et les informaticiens doivent travailler ensemble, car l'industrie du futur repose sur l'interconnexion de ces deux mondes ; ce qui induit une plus grande vulnérabilité.

Quels sont les principaux risques ? Des virus peuvent infecter un serveur hébergeant des données sensibles (quantité de matières premières utilisées, productivité, plan de maintenance...) des robots exploités par une usine. Ces informations peuvent être vendues à des concurrents désireux de connaître le savoir-faire de l'entreprise victime. Autre menace : un code malveillant modifie le fonctionnement d'une machine ce qui pourrait entraîner soit la fabrication de produits défectueux (ou non conformes à la législation) ou blesser des techniciens. Enfin, mécontente

de sa situation, une personne en interne pourrait bloquer la chaîne de fabrication.

Face à ces menaces, la sécurité d'une installation ne se résume plus à des parades logicielles et matérielles visant à repérer et à éradiquer des codes malveillants. Elle doit garantir aussi la fiabilité du transfert d'informations intègres entre différents équipements. Une surveillance et une prévention permanentes des réseaux seront nécessaires pour réduire les risques de cyberattaques sur l'industrie. Objectif : localiser au plus vite une infection virale afin de limiter sa propagation à toute la chaîne de production. La détection rapide d'un piratage permettra soit d'isoler la machine impactée, soit de l'arrêter si son dysfonctionnement entraîne une modification des données.

Mais les contraintes de l'industrie et des entreprises ne sont pas les mêmes. Le cycle de vie des outils est beaucoup plus long dans l'industrie. Cela signifie que les systèmes informatiques doivent pouvoir continuer d'être protégés efficacement, alors même que Microsoft ne supporte plus ni Windows XP ni sa version 2003. L'autre spécificité repose dans le fait que ces systèmes de cybersécurité ne doivent à aucun moment perturber la production ou, pire, provoquer son arrêt inopiné et dans des conditions non standard.

L'usine 4.0 doit relever un défi. Il ne s'agit pas d'appliquer des méthodes éprouvées dans le monde de l'informatique, mais bien de les adapter, de les réinventer au regard de processus industriels complexes et hétérogènes.

Philippe Richard

26/10/2016

UNE RELATION HOMME-MACHINE PLUS COLLABORATIVE

Les innovations dans les domaines de la commande des systèmes et des capteurs permettent de concevoir des robots ayant des capacités de mouvements avancées tout en réagissant avec leurs environnements.

Depuis leur apparition sur les chaînes de production dans les années 1970, les robots industriels ont pris une place de plus en plus importante dans de nombreux secteurs d'activité. Plusieurs avancées techniques les ont rendus indispensables. Demain, ce sera encore plus le cas dans les usines connectées grâce à leurs facultés à s'autoadapter. En s'échangeant des données, ils pourront effectuer différentes tâches selon l'objet à traiter grâce à un système de vision et des capteurs plus évolués.

Ils pourront faire la différence entre des milliers et lancer l'opération qui convient. Mais ils ne remplaceront pas tous les ouvriers. « 8 % des tâches sont aujourd'hui automatisées. Nous estimons qu'avec l'industrie 4.0, ce taux passera à 25 % », estime Olivier Scalabre, directeur associé senior au Boston Consulting Group (BCG).

Autre concept censé optimiser la chaîne de production tout en rassurant les salariés : la robotique collaborative. Appelée aussi « cobotique », un néologisme imaginé en 1999 par Edward Colgate et Michael Peshkin, professeurs à la Northwestern University. Ce sont des machines qui travaillent « avec » des personnes, et non « à leur place ». On distingue plusieurs types de cobots : ceux pilotés par un opérateur situé à proximité immédiate du système, d'autres commandés à plus grande distance (ou téléopérés) et les exosquelettes, sortes de prolongements du corps humain.

Ils peuvent par exemple décharger la personne des tâches les plus complexes ou laborieuses au profit d'opérations à plus forte valeur ajoutée. La production y gagne aussi, car la technologie permet d'accéder à des pièces très petites,

très grandes, trop lourdes ou dont les températures sont trop hautes ou trop basses. Mais la cobotique pourrait aussi d'améliorer les conditions de travail, en prévenant les troubles musculo-squelettiques ou en évitant l'exposition directe du technicien à des environnements dangereux.

À Saclay, en banlieue parisienne, le BCG a aménagé un mini-showroom industriel, baptisé ICO (pour Innovation Center for Operations). Dans l'usine fictive qui représente une ligne d'assemblage de scooters à monter et démonter en permanence, les robots soulèvent les roues.

Mais selon le BCG, cette même ligne de production de scooters pourrait très bien fabriquer des sèche-linge. Un exemple de l'adaptabilité. Mais pour l'instant, ces cobots ne sont pas aussi performants que leurs grands frères industriels. Ce marché devrait évoluer dans les prochaines années au fur et à mesure grâce à l'intégration de nouveaux capteurs et de scanners laser.

Barclay Equity Research table sur 150 000 en 2020 (contre 4 300 unités dans le monde en 2015) car le prix d'un cobot est environ 10 fois moindre que celui d'un robot industriel classique. De quoi séduire des PME de s'équiper...

Cette agilité et cette interaction avec l'environnement impliquent de multiplier les échanges de données en temps réel via des réseaux Ethernet IP, Internet, mais aussi des technologies d'identification optique. Quel que soit l'événement (nouvelle commande, panne de composants, manque d'approvisionnement en matières premières...), il faut que la machine envoie l'information et prenne la décision à la place de l'homme.

Toutes les informations émises ou reçues par le robot devront remonter à un serveur central afin d'optimiser la gestion et la production. Mais « pour piloter finement les ateliers, il faudra donner du sens à un grand nombre d'in-

formations présentes dans les machines et les différents systèmes de productions et d'exploitation. Si l'on n'est pas vigilant, on pourra très vite se noyer sous cette masse de données. La solution passe d'abord par la contextualisation de ces informations. Cette contextualisation ne peut se faire sans la simulation de différents scénarios potentiels qui peuvent se produire sur une ligne de production ou une machine », prévient, dans l'Usine Digitale, Matthieu Lassalle, directeur général de Rockwell Automation France.

Philippe Richard

26/10/2016

USINES DU FUTUR : OÙ EN EST-ON AUJOURD'HUI ?

TOUR DU MONDE DES FUTURES USINES DU FUTUR

A l'occasion de la semaine de l'industrie 2016, le Think Tank, la Fabrique de l'Industrie, publie une synthèse des ambitions et politiques déployées ailleurs dans le monde pour mettre sur les rails les « usines du futur ». Rapide panorama de l'Allemagne à la Chine.

C'est sans conteste l'Allemagne qui a lancé le concept d'Usine du futur, ou Industrie 4.0. Son plan national voit le jour dès 2011 et nombre de pays s'en sont ensuite inspirés. En adaptant à la culture socio-économique locale et au niveau de développement de leur industrie, les trois piliers de l'industrie du futur :

- développement d'une offre technologique liée à l'industrie (centre de recherche, mise en réseaux des acteurs, normalisation),
- modernisation des outils (soutien à la robotisation, accompagnement de la transition numérique)
- et formation (réflexion prospective, cursus spécifiques).

L'Allemagne veut préserver ses points forts

Comme le souligne la [synthèse de la Fabrique de l'Industrie](#), le gouvernement allemand s'est placé « dans un rôle de facilitateur plutôt que de stratège ». Ce sont donc les différentes parties prenantes du monde académique et économique qui ont défini les grandes lignes du plan « Industries 4.0 ». Objectif : préserver l'avance de l'Allemagne en matière de robotique industrielle, d'automatisation, de mise en réseau en s'appuyant sur le savoir-faire du pays : la production de machines et d'équipements industriels haut de gamme.

Corée du Sud : des ambitions chiffrées

Faire passer le nombre d'usines « intelligentes » de 500 à 10 000 d'ici 2020, accompagner 100 000 PME dans leur transformation numérique... Le « Manufacturing Industry Innovation 3.0 Strategy » coréen est précis et ambitieux.

La Corée du Sud ne voudrait pas se faire doubler par la Chine et entend bien diffuser son savoir-faire à tout son tissu industriel. Il faut dire qu'elle a des atouts : le meilleur taux de robotisation du monde (437 robots pour 10 000 employés – contre 323 au Japon ou 282 en Allemagne), des leaders du numérique tels que Samsung et LG, et un très bon niveau de qualification de la main d'oeuvre. Elle met le paquet sur la recherche, notamment vers l'internet de objets et le big data.

Chine : le pays où tout est possible

A peine un an que la Chine a officialisé son entrée en lice dans la course à l'usine du futur avec le plan « Made in China 2025 », lancé en juin 2015. Objectif à long terme : faire du pays le leader de l'industrie mondiale. Première étape : moderniser et robotiser pour « améliorer la compétitivité sur des activités plus haut de gamme ; contourner le problème de la hausse des salaires des ouvriers chinois ; répondre au futur déficit de main-d'oeuvre » explique Thibaud Bidert-Mayer, l'auteur de la synthèse. Un investissement massif pour, par exemple, fabriquer elle-même les robots dont elle a besoin et inventer ses propres standards de communication inter-machines. Reste que le secteur public, toujours à la manœuvre, et le contrôle d'internet induisent une rigidité assez peu propice à l'essor d'une industrie numérique et réactive.

Nouveau Monde et Vieille Europe : renaissance ?

Leur point commun : leur industrie a décliné ses dernières décennies.

Leurs solutions principales : soutenir l'investissement pour l'Europe continentale, promouvoir et structurer la recherche pour les anglo-saxons et favoriser l'interface recherche/industrie (National Network for manufacturing innovation – USA ; plan Catapult – GB).

L'auteur de l'étude note aussi que l'adaptation des compétences reste la plupart du temps le pilier le plus faible des plans nationaux. A l'exception notable du Royaume-Uni et dans une moindre mesure des Etats-Unis, qui, s'appuyant sur un développement par la recherche académique réfléchissent à des cursus et des dispositifs de formation adaptés.

Sophie Hoguein

22/03/2016

QUATRIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : 3 PROJETS D'USINE DU FUTUR

L'usine de demain intégrera des robots de nouvelle génération qui réaliseront des tâches de plus en plus complexes. Ils seront connectés à Internet, en contact avec des puces RFID qui leur transmettront des consignes. Les lignes de productions seront optimisées, les process davantage automatisés. Ajoutez à cela le développement du travail robotique collaboratif et voyez la « quatrième révolution industrielle » pointer le bout de son nez.

L'interface homme-machine ainsi que la robotique sont plus que jamais au cœur de l'usine du futur. Il s'agit d'ailleurs d'un des trente-quatre plans industriels lancés en 2013. Comme il est écrit, « la robotique est une des clés pour maintenir et relocaliser la production et l'emploi industriel en France. » Le gouvernement y croit dur et souhaite, grâce au plan, équiper 250 PME.

Voici quelques-uns de ces projets - pas nécessairement français -, en place, à l'état d'expérimentation où à venir.

Une usine expérimentale pour assembler l'E-Fan

Le premier vol officiel de l'E-Fan, un petit biplace tout électrique a eu lieu il y a à peine un mois à l'aéroport de Bordeaux-Mérignac. Il a semble-t-il enchanté le ministre de l'Économie, du Redressement productif et du Numérique, Arnaud Montebourg, qui l'a décrit comme une « révolution aéronautique ».

L'appareil se destine à un marché ciblé : celui des écoles de pilotage du monde entier. En tout, pas moins de 650 000 pilotes devraient être formés d'ici vingt ans. Cela nécessite donc un paquet d'avions-écoles, 21 000 selon Arnaud Montebourg.

La production de l'E-Fan doit débuter fin 2017 dans une

usine expérimentale, basée à Mérignac. Au sein de sa surface de 1 500 mètres carrés, elle abritera des méthodes de production innovantes, dont la cobotique ou la coopération « entre un opérateur humain et un système robotique » est l'un des points importants avec la réalité augmentée. Ce sont à peu près 80 appareils qui devraient sortir de ses bancs de production tous les ans. La création de l'usine de construction de l'E-Fan pourrait engendrer quelque 350 emplois indirects locaux.

Les robots dirigés par des puces RFID

En mars 2013, le Centre de recherche allemand sur l'intelligence artificielle (DFKI) a présenté au salon Cebit de Hanovre une usine miniature intelligente qu'elle souhaite mettre en place d'ici 2020 ; symbole de la « quatrième révolution industrielle ».

L'usine produira des badges plastiques. À cela, rien d'extraordinaire. Ce qu'il y a d'intéressant en revanche, c'est que chacune de ces pièces est munie d'une puce RFID (radio-identification) permettant à l'objet en cours de fabrication de communiquer avec celui qui le fabrique : en l'occurrence des automates.

Concrètement, cela signifie que les puces RFID peuvent donner des instructions aux machines, comme par exemple la langue que le graveur doit inscrire sur le badge, sa couleur, sa forme... Ainsi la gestion se fait en temps réel et va dans le sens d'une plus grande flexibilité.

L'industrie automobile au rang des pionniers

Les robots industriels sont très répandus dans le secteur automobile. Il semble donc normal qu'ils suivent les progrès technologiques de ces derniers pour les intégrer dans leurs usines. Preuve en est avec le groupe Volkswagen. L'année

dernière, le constructeur automobile a en effet équipé l'un de ses centres de production de moteurs d'un cobot nommé UR5. Ce dernier a pour but d'ôter les tâches pénibles et répétitives, où à faible valeur ajoutée qui incombent généralement aux ouvriers.

Le directeur du secteur Industrie de Siemens France, Vincent Jauneau, estime que le secteur automobile sera un pionnier en ce qui concerne la « quatrième révolution industrielle ». Il entrevoit un futur dans lequel la production sera réactive, rapide et paramétrable. Les robots, lorsqu'ils seront capables d'user à bon escient des données, permettront de réduire les factures énergétiques et augmenter la productivité.

Que devient l'homme ?

Les robots ont de l'avenir, c'est certain. Toutefois, l'usine sans hommes n'est pas pour demain, rassurons-nous. Les robots sont là pour effectuer les tâches répétitives les moins intéressantes, mais nécessitant de la précision. La nouvelle vague de robotisation soulignera au contraire les qualités de nos ingénieurs en leur apportant davantage « de tâches à valeur ajoutée », c'est en tout cas ce que pense l'ancien directeur industriel d'Air Liquide Emmanuel Julien. Quant à Frédéric Sanchez, coresponsable du plan « usines du futur », il dit lutter pour « une usine où l'homme sera placé au cœur, et pas pour des usines totalement automatisées, comme en Allemagne ou au Japon ».

Hommes et robots travaillant conjointement

La collaboration entre opérateur et robot se précise. De grands groupes industriels se penchent sur le sujet. Pour le moment des doutes concernant la sécurité des opérateurs subsistent. En effet, les hommes peuvent-ils travailler à proximité des robots sans danger ? Or, il s'agit d'assurer la sécurité des ouvriers. Pour ce faire, l'idée est de rendre les robots plus intelligents, en les dotant de capteurs, de caméras, de puces RFID afin de bien percevoir les mouvements des opérateurs et d'interpréter leurs intentions.

Et aussi dans les ressources documentaires :

- [Industrialisation des procédés : défis et nouvelles approches](#)

- [Innovations en génie des procédés](#)
- [Modélisation en génie des procédés](#)

26/05/2014

LA ROBOTIQUE COLLABORATIVE IN SITU

LES ROBOTS PARTENT À LA CONQUÊTE DES ENTREPÔTS

Selon le cabinet de conseil Roland Berger, les robots vont rapidement conquérir les entrepôts logistiques. Sans mesures adéquates, cette technologie de rupture pourrait engendrer la destruction de 1,5 million d'emplois directs en Europe, dont 225.000 en France.

Le distributeur américain Walmart teste depuis juin des drones dans ses entrepôts pour effectuer ses inventaires. Ces travailleurs sont indétrônables : ils réalisent l'équivalent de deux mois de travail en une journée. Equipés d'un scanner, ils inventorient des cartons et palettes entreposées afin de mettre à jour les stocks. Le groupe français Hardis Group a lancé le **drone Eyesee**, un drone similaire pour les inventaires et le contrôle des stocks, sans intervention humaine. En aval des entrepôts, le 23 septembre, UPS a annoncé tester l'utilisation de drones pour effectuer des livraisons commerciales dans des endroits éloignés ou difficiles d'accès. Ces annonces ne sont que l'une des nombreuses illustrations de l'impact de la robotique dans la logistique. La course à la robotisation a récemment été lancée par Amazon et les autres géants américains du e-commerce. La fièvre atteindra rapidement l'Europe.

L'étude « *Des robots et des hommes - Pour une vision confiante de la logistique 2025* », réalisée par le cabinet de conseil Roland Berger, début 2016, est catégorique. Si les logisticiens ne préparent pas la transition robotique, 1,5 million d'emplois seraient détruits en zone euro dans la filière, soit plus d'un emploi sur deux. En France, les destructions d'emplois feraient aussi rage. Le pays compte près de 522.000 emplois de manutentionnaires peu qualifiés : 166.000 dans le commerce, 113.000 dans l'industrie manufacturière, 92.000 dans le transport et l'entreposage, 49.000 dans la construction et 101.000 dans les autres secteurs. Sur cet ensemble, 225.000 emplois seraient menacés et presque autant de postes indirects dans les dix

prochaines années.

Malgré cette épée de Damoclès, les **logisticiens** européens n'ont pas encore pris la mesure du danger. Le cabinet relève que « *le sujet reste pour l'instant confidentiel sur le terrain* ». En effet, si 10% des entreprises opérant des entrepôts aux Etats-Unis auraient déjà déployé ou testé ce type de solutions, moins de 2% l'auraient fait en France. « *Veille, pilotes de chariots automatisés, robots de surveillance, drones d'inventaire, les initiatives se multiplient avant tout dans une logique de médiatisation des marques* », note néanmoins le cabinet. Mais plus qu'un effet de mode, les professionnels doivent rapidement prendre conscience de l'ampleur du phénomène « *si l'on veut que les pertes d'emplois soient compensées au niveau macro-économique, et si l'on veut rester un logisticien compétitif* », alerte le cabinet. Ces nouveaux types de **robotisation** collaborative peuvent s'intégrer dans les infrastructures existantes en bonne collaboration avec les opérateurs humains.

A quand la généralisation des robots dans les entrepôts ?

« *La question n'est plus de savoir si les robots feront leur entrée en masse dans les entrepôts mais quand !* », questionne le cabinet. Et il propose une réponse : le seuil de bascule en faveur des solutions robotisées se situerait autour d'un coût complet de 100 à 110.000 euros par unité en France. « *Ce seuil correspond à un investissement générant un retour sur investissement en 3 ans, grâce à un gain de productivité de 20 à 30% dans les pays matures* », précise l'étude. Dès lors, pour le même temps de travail, le coût horaire complet du robot se situe autour de 18 à 20 €, à comparer à un coût moyen humain horaire de 14 à 15 € dans la zone euro, mais déjà de 17 à 18 € en France. Cet horizon n'est plus très loin. Aujourd'hui, le coût complet par unité dépasse encore le plus souvent les 120.000 € par

unité. Mais entre 1990 et 2010, le coût moyen d'une unité robotisée en logistique a été divisé par deux, et a subi une baisse identique entre 2010 et 2015.

Ce calcul serait encore plus favorable aux robots s'il prenait en compte le fait que l'activité des robots n'est pas limitée par les heures de travail légales. A moyen terme, « *l'augmentation de la productivité, l'allongement de la durée de vie des solutions robo-tiques ou la baisse des prix de l'équipement seront favorables à la robotisation, alors que le coût de la main-d'œuvre humaine poursuivra structurellement son inflation* », prévient l'étude.

Comment préparer la transition ?

Les services logistiques sont locaux et la perte d'emplois ne pourra donc pas directement être compensée par l'export. L'amélioration de la qualité de service ne suffira pas non plus. Au final, pour compenser en partie les destructions d'emplois « *l'amélioration de la compétitivité logistique à l'échelle internationale est l'issue la plus tangible* », estime Roland Berger. Car pour développer de nouvelles parts de marché et contrer la destruction des postes de **manutentionnaires**, « *les logisticiens européens devront réussir à attirer sur leur sol national les centres de distribution pour toute ou partie de l'Europe* », analysent les auteurs.

« *C'est en gagnant en compétitivité, grâce à la robotisation notamment, que la logistique française réussira à gagner des parts de marché sur la logistique de ses voisins* » et à créer sur le territoire national des hub logistiques européens. Le seul espoir pour que « *le mal* » devienne « *son propre remède* ». Mais un remède qui ne sera accessible qu'aux plus compétitifs.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

28/09/2016

LE ROBOT CHARMAN SOUDE LES COQUES DES BATEAUX

Testé sur les chantiers de Saint-Nazaire, Charman est un chariot-robotisé qui soude de manière autonome les coques des navires. Développé par l'IRT Jules Verne, il pourrait être industrialisé d'ici à la fin de l'année.

Les robots conquièrent tous les secteurs de l'industrie, y compris la [construction navale](#). C'est en l'occurrence la filière professionnelle empruntée par Charman, dont la tâche consistera à assembler par soudure les morceaux de coques préfabriqués d'un navire. Ce chariot autonome robotisé multifonctions pour applications navales, abrégé en Charman donc, a été élaboré par l'Institut de Recherche Technologique (IRT) Jules Verne, un centre de recherche semi-public dédié à la production industrielle. Des partenaires tels que Bureau Veritas, la DCNS (anciennement Direction des constructions navales) et STX France, constructeur maritime, sont associés au projet, qui a débuté en janvier 2014.

Charman a été conçu pour répondre à plusieurs problématiques de cette industrie. «Ces opérations de soudage sont longues et éprouvantes et Charman a pour vocation de soulager l'opérateur et de prévenir les troubles musculosquelettiques, précise Philippe Piard, responsable du développement des filières navale/énergie au sein de l'IRT Jules Verne. Par ailleurs, les constructeurs rencontrent des difficultés pour recruter des soudeurs en France.» La brochure de l'IRT Jules Verne évoque en supplément la suppression des coûteux échafaudages et la diminution des risques d'accident encourus par les opérateurs, contraints de travailler à plusieurs dizaines de mètres du sol.

Une productivité améliorée de 50%

Ce robot – ou plutôt cobot car c'est un robot collaboratif qui accompagne les professionnels humains - se déplace sur ces parois verticales et métalliques à l'aide de chenilles

magnétiques. L'aimantation résiste à une force d'arrachement d'une quarantaine de kilos, soit le poids de Charman. L'équipement est complété par l'appareillage de soudure et un profilomètre qui mesure le relief de la surface. Autonome, Charman ajuste la trajectoire programmée par l'opérateur et analyse la configuration (épaisseur, chanfrein...) du joint à souder pour optimiser la répartition des cordons de soudure. «Il peut travailler sur des coques de 8 à 25 millimètres d'épaisseur, explique Philippe Piard. Sauf celles des sous-marins, les constructions militaires étant plus exigeantes.» Selon le site internet de l'IRT Jules Verne, la reproductibilité de l'opération est meilleure et la productivité progresse de 50%.

Charman a été évalué en 2015 par STX France, sur le site de Saint-Nazaire. Les essais ont été concluants puisque ce projet pourrait être industrialisé en fin d'année par la société Servisoud, qui commercialise des équipements de soudage. Une deuxième version est toutefois en cours de test. «Les évolutions sont techniques et esthétiques, développe Philippe Piard. Par exemple, un nouveau système de crémaillères permet d'améliorer les déplacements sur des trajectoires horizontales. L'idée, par la suite, serait d'ajouter une caméra et un dispositif de contrôle par ultrasons, afin que Charman puisse aussitôt vérifier la qualité de la soudure.»

Par **Frédéric Monflier**

03/06/2016

LE NUMÉRIQUE ET LA ROBOTIQUE, AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

Les nouvelles technologies, le numérique et la robotique vont révolutionner le métier d'agriculteur. Le salon international de l'agriculture 2016 donne une large place à ces solutions pour une agriculture de précision, plus compétitive, plus respectueuse de l'environnement et facilitant le travail agricole.

Le 29 février, les ministères de l'agriculture, de la recherche et de l'économie ont lancé le plan « Agriculture innovation 2025 ». Parmi 4 priorités, ce plan retient la nécessité de développer le numérique et l'agriculture connectée. La dynamique de recherche de nouvelles technologies de capteurs et de services numériques associés sera amplifiée. « L'appel à projets « Recherche Technologique » financé par le **CASDAR** sera renforcé et atteindra 4 millions d'euros/an, notamment pour développer des bio-capteurs à visée de prévention sanitaire précoce », font savoir les 3 ministères dans un communiqué conjoint.

Par ailleurs, ce plan vise à développer un portail de données agricoles pour faciliter l'accès à un ensemble de données permettant l'émergence de solutions nouvelles pour tous les acteurs de la filière agricole. Les services de l'Etat promettent également d'accompagner les startups agricoles pour mieux les structurer.

Des capteurs au service de l'agriculture

Les nouvelles technologies foisonnent d'applications pour le monde agricole. Informatique embarquée, GPS, applications mobiles, logiciels de gestion pour alléger les tâches administratives, financement participatif, drones, robotisation du travail agricole... sont autant de voies explorées par les agriculteurs !

Une large gamme de capteurs intelligents autonomes, embarqués sur les engins agricoles ou sur des drones, per-

mettent d'optimiser les traitements grâce à une meilleure connaissance des besoins du sol et des plantes.

L'heure du Big data agronomique arrive !

Le traitement de données géolocalisées permet d'évaluer les besoins au quotidien, suivre l'état des sols et gérer les risques. L'agriculteur peut ainsi connaître au mieux les besoins d'arrosage, les besoins spatiaux en engrais ou en produits phytosanitaires, pour ne traiter que les parcelles nécessaires. Par exemple, **Weenat** propose des capteurs connectés permettant de mesurer la température de l'air, l'hygrométrie, la pluviométrie, la température du sol... et fournit l'information météorologique et agronomique à la parcelle en temps réel pour aider à la prise de décision. De son côté, **Ekylibre** fournit un logiciel permettant une gestion complète de l'exploitation via des solutions open source. Par ailleurs, **Picore**, un système embarqué sur les tracteurs permet à l'agriculteur d'optimiser les réglages de son pulvérisateur de produits phytosanitaires. Il peut ainsi facilement réduire les quantités épandues de 15 à 20 %.

Les robots, au service de l'agriculture

Les robots se développent dans les champs et dans les élevages. Les robots de traite sont déjà présents dans 3 800 exploitations agricoles de vaches laitières. Des robots d'alimentation se trouvent dans 7 % des élevages. Ce taux devrait atteindre 10 % d'ici 3 ans. Les robots d'intervention sous serre, en milieu fermé, commencent aussi à s'implanter.

Les chercheurs développent des robots de collecte de données pour l'élevage, la viticulture et l'arboriculture. Ils développent aussi des robots d'entretien (semis, fertilisation, pulvérisation) et des robots d'assistance capables de suivre le pas de l'agriculteur pour lui épargner des tâches rébarbatives. Au Salon de l'agriculture, **Terrena** présente

Oz, un robot de désherbage qui permet de s'affranchir des herbicides. Oz peut désherber mécaniquement 48 rangées de cultures de 100 mètres de long grâce à ses 4 heures d'autonomie.

Des robots autonomes capables d'aider à la récolte des fruits et légumes sont particulièrement attendus par les agriculteurs. **Irstea** démontre les performances du robot **Effibot**, issu du projet Baudet-Rob. Il s'agit d'un robot porteur chargé de transporter du matériel ou des produits en suivant automatiquement l'agriculteur pendant la récolte.

D'autres recherches sont encore en cours. Le projet « jeunes chercheurs » **AdAP2E** vise à réaliser un robot capable de traiter les vignes de manière autonome et d'aider à planifier et contrôler la pulvérisation en temps réel. Le projet **PUMAgri** cherche quant à lui à développer un robot désherbeur d'ici 2023 pour les filières du maraîchage, de la viticulture, de l'arboriculture, voir pour les grandes cultures.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

04/03/2016