

ROBOTIQUE

LE COLLABORATIVE

S'IL NE FALLAIT CITER, QU'UN SEUL ÉQUIPEMENT EMBLÉMATIQUE DE L'INDUSTRIE DU FUTUR, CE SERAIT À L'ÉVIDENCE LE ROBOT COLLABORATIF. ALORS QUE LES INDUSTRIELS NE CESSENT D'AFFIRMER QUE L'HUMAIN EST LA PRÉOCCUPATION MAJEURE DANS L'ÉVOLUTION EN COURS, LA PLACE DE LA ROBOTIQUE DOIT ÊTRE ENTIÈREMENT REPENSÉE.

Mettre l'humain au cœur de l'usine, c'est repenser sa place dans un environnement recelant des conditions de fonctionnement qui peuvent lui être hostile. Il n'existe pas un secteur industriel qui ne traite des composants toxiques ou qui ne manipule des objets dont la perte de contrôle peut aboutir à un accident mortel. Et nombre de machines de production comportent des pièces et des parties mouvantes qui ne peuvent fonctionner qu'à l'abri de barrières ou de carters de protection destinés à garantir la sécurité des opérateurs.

Les robots n'échappent pas à cette règle puisque d'une part, ils transportent des charges qui outre leur poids, peuvent présenter des angles vifs ou des parties coupantes et de l'autre, que le déplacement de leurs parties mobiles s'effectue à des vitesses dangereuses pour l'homme en cas de chocs. Or, c'est précisément la célérité et la répétitivité avec lesquelles les robots sont capables d'accomplir les tâches qui leur sont dévolues, qui les rendent si compétitifs dans l'industrie. Si les robots sont jusqu'à présents des éléments essentiels de l'accroissement de la productivité et donc,



de la compétitivité des entreprises industrielles, ces gains s'effectuent à l'intérieur de cellules sécurisées par des barrières qui confinent les robots dans des îlots inaccessibles à l'homme pendant les phases de travail.

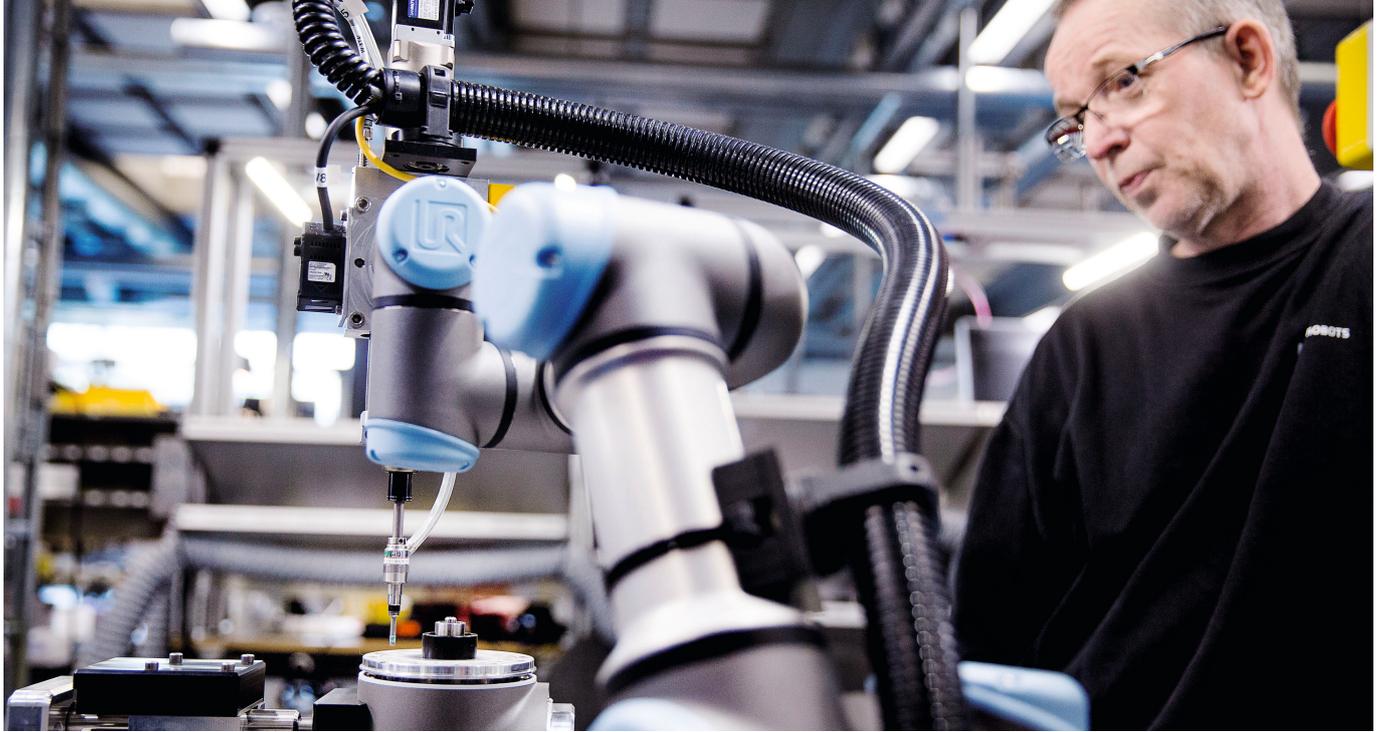
OUBLIER LES MOTS, HARASSANT, POUSSIÉREUX ET DANGEREUX

Le robot est incontestablement doué pour accomplir les tâches répétitives, nécessitant de déployer une force mécanique dont l'homme est incapable ou dont la fréquence ne manquerait pas d'entraîner une fatigue nuisible à sa santé physique.

Imaginons une pièce mécanique de taille moyenne, pesant de 6 à 10 kg et qui subit une opération d'assemblage ou de

contrôle durant de trois à cinq minutes ; à la fin de la journée la charge totale déplacée évolue dans une fourchette comprise entre 0,5 et 1,5 tonne. Ce qui n'est qu'une formalité pour un robot de faible charge, se révèle être une tâche harassante pour un opérateur soumis à la même cadence avec de sérieux risques de développer des troubles musculosquelettiques (TMS) à brève ou moyenne échéance.

Et il n'y a pas que le seul déplacement de charge en cause... un opérateur ou une opératrice qui une journée durant, met en place ou assemble des éléments de faible taille et éventuellement fragiles, va accumuler au fil des heures une fatigue nerveuse, source d'une irritabilité et d'une baisse d'attention qui vont augmenter les erreurs et donc les retards, voire les rejets en fin de chaîne. Là encore, le robot agit sans réfléchir et sans ressentir la fatigue.



La comparaison est encore plus nettement défavorable à l'homme dans les situations qui exposent l'opérateur à la chaleur, à une humidité extrême ou pire encore, à des fumées, des poussières, des particules fines, des solvants, des effluents, des gaz...

INTERAGIR PLUS ÉTROITEMENT AVEC LA MACHINE

Si les robots sont certes capables d'être à la fois rapides, précis et dans une certaine mesure, infatigables, il leur manque les sens et le discernement. Et c'est bien là que l'humain garde la suprématie sur la machine.

Quand bien même un robot serait demain doté de caméras qui lui apportent une vision numérique, le robot reste conçu pour une tâche ou un type de tâches relativement précis. Hors de ce cadre – souvent strict – il dépasse ses capacités d'intervention. L'humain est capable de s'adapter à une infinité de situation, il est inventif et créatif... ce qui n'est évidemment pas le cas de la machine.

Dans une industrie où le seul objectif a été de produire des biens en volume toujours plus importants, plus vite et à des coûts toujours plus faibles, la répétabilité a été le principal moteur du remplacement des ouvriers par les machines.

L'Industrie 4.0 approche la production sous un angle radicalement différent. Ayant intégré les gains de productivité promis par l'automatisation et la robotique, les entreprises se tournent désormais vers une spécialisation, voire une personnalisation des produits qui vont entraîner la multiplication de lots de fabrication différenciés. Partant, il faut à la fois anticiper les modifications que cela nécessite dans les processus et renforcer le suivi des produits tout en ayant, la capacité de réaliser des opérations spécifiques sur quelques dizaines ou même, un seul produit.

Ici, ce sont les capacités de discernement, les facultés de jugement, le bon sens et la sensibilité de l'opérateur ou de l'opératrice qui apportent un

indéniable avantage en termes de productivité mais aussi, dans l'assurance de la conformité et de la qualité du produit fini.

Cette machine, c'est le robot collaboratif ou, cobot. Equipé d'un seul bras ou de deux pouvant agir simultanément, il est positionné à proximité de l'opérateur qui déclenche manuellement une séquence ou intervient directement dans la programmation d'une tâche. Associés à d'autres outils, la robotique collaborative permet de redonner de l'agilité à l'appareil de production et une plus grande flexibilité dans l'organisation des groupes de travail. D'autres techniques de management valorisant la connaissance des intervenants comme le lean, donnent l'opportunité aux salariés de valoriser leur intelligence individuelle et collective pour reprendre l'initiative dans l'optimisation et l'organisation du travail.

Dans la logique de l'Industrie 4.0, la robotique collaborative permet aux entreprises de s'ouvrir à de nouveaux marchés tout en continuant à produire en France. —

Thierry PIGOT

 DE NOUVEAUX MÉTIERS S'OUVRENT AUX FEMMES.



ROBOTIQUE

PRÉHENSEUR, L'INTERFACE ENTRE LE ROBOT ET LE MONDE

IL EXISTE DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DE PRÉHENSEURS QUI VONT DE LA PINCE AUX MANIPULATEURS MAGNÉTIQUES EN PASSANT PAR LES SYSTÈMES À ASPIRATION OU À DÉFORMATION DE LA SURFACE DE CONTACT. LA TENDANCE FORTE QUI EST AUJOURD'HUI DANS LA LIGNE DE MIRE, C'EST ÉVIDEMMENT LA FLEXIBILITÉ.

Pour l'homme, la main est à la fois le plus efficace, le plus fiable et le plus précis des outils. Elle lui apporte l'habileté permettant d'utiliser tous les objets dont il a su s'entourer et ce, quel que soit le niveau de développement de la société à laquelle il appartient.

Il n'y a rien d'étonnant à ce que l'homme cherche à imiter les capacités dont la nature l'a doté lorsqu'il invente des machines. C'est évidemment le cas pour les robots dont l'unité de commande dispose déjà de fonctions logiques et d'une certaine puissance de calcul lui permettant, de réaliser des opérations conditionnelles relativement complexes. Demain, de réels systèmes reposant sur l'intelligence artificielle permettront aux robots de réagir à des situations inhabituelles.

Mais la logique ne peut pas tout. Il faut pour interagir avec l'environnement être en mesure de manipuler des objets. C'est précisément ce que l'on attend au niveau le plus élémentaire d'un robot industriel. Sans rabaisser les exploits réalisés par les ingénieurs en matière de robotique collaborative, il faut bien qu'à l'extrémité d'un bras robotisé, on



trouve un préhenseur permettant répétitivement de saisir des objets pour les déplacer, les positionner, les assembler, les trier, les rejeter, etc.

Qu'il soit de type cartésien, hexapode, poly-articulé à un, voire deux bras ou Scara, le préhenseur remplit le rôle d'interface mécanique ou même, mécatronique entre le robot et l'objet qu'il est chargé de manipuler. Chaque préhenseur doit être adapté à l'application en garantissant la fiabilité de la prise et celle du maintien jusqu'à la dépose de l'objet. En ce sens, le préhenseur a un impact direct sur la performance de la cellule robotisée qui l'utilise.

Dans un grand nombre d'opérations de maintenance, le préhenseur est spécifiquement adapté à la fois à l'application et au produit. Il est cependant possible d'introduire un certain niveau de flexibilité à une telle unité de production, en équipant l'extrémité du bras robotisé d'un équipement permettant de changer l'outil ou le préhenseur automatiquement. Il existe à cette fin, différentes approches mais toutes complexifient la cinématique de la production. Il faut aussi intégrer la durée du changement et éventuellement, l'étalonnage du préhenseur dans le temps de cycle global. L'immobilisation de plusieurs outils et préhenseurs inutilisés pendant parfois de longues périodes, pèse de plus sur le coût de la solution.



Différentes techniques de préhension sont actuellement disponibles pour s'adapter aux besoins et aux produits. Ainsi, le préhenseur s'accommode de la variabilité géométrique du produit à condition qu'il présente des similarités au niveau de ses caractéristiques physiques comme sa dureté, sa rugosité, etc.

DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DE PRÉHENSION

Les préhenseurs pneumatiques sont extrêmement utilisés pour accomplir des mouvements linéaires ou rotatifs. Ils sont alimentés par de l'air comprimé, une énergie réputée coûteuse en raison des pertes importantes qui découlent de sa production mais aussi de son transport et ce, même en présence de microfuites. Un réseau de distribution d'air comprimé nécessite donc une surveillance périodique rapprochée et des opérations de maintenance qu'il faut intégrer dans le coût global de la solution.

Le préhenseur pneumatique est souvent une simple pince à deux positions : elle sera ouverte ou fermée. L'ajustement de la force de serrage s'effectue en contrôlant la pression d'air comprimé. De tels préhenseurs reposent sur une conception simple qui garantit un long cycle de vie. Ils sont aussi faciles à mettre en œuvre et d'un prix d'achat relativement faible puisque fabriqués en grande série. Leurs caractéristiques de montage peuvent être communes à plusieurs familles de produits chez un même constructeur. Parmi les inconvénients fréquemment relevés à leur encontre, on peut mentionner l'encombrement et la nécessité d'immobiliser les pièces afin qu'elles puissent être saisies par le préhenseur avec précision.



Pour sa part, un préhenseur électrique est actionné par un, voire plusieurs moteurs électriques... d'où son appellation. Comme les préhenseurs pneumatiques, leur utilisation principale réside dans l'accomplissement de déplacements linéaires ou rotatifs mais avec la capacité d'adapter facilement par programmation, l'amplitude de la fermeture et de l'ouverture de la pince. De tels préhenseurs ont en revanche une force de serrage limitée mais ils peuvent facilement être équipés d'un capteur qui va permettre d'ajuster la force et la vitesse de serrage. Ils sont donc



 SENSOPART

**VISOR Robotic –
Il parle le même langage
que votre robot.**

- Une interface simple et intuitive avec tous les robots
- Reconnaissance d'objets en quelques clics, directement exploitable par le robot
- N'hésitez pas à nous consulter pour une étude de faisabilité gratuite

largement utilisés dans les applications qui requièrent une certaine précision. Notons encore qu'il est à la fois aisé de distribuer l'énergie électrique et d'en maîtriser les pertes.

On peut remarquer une tendance forte qui est apparue depuis plusieurs mois chez certains grands concepteurs de préhenseurs. Certaines pinces de forme et de puissance équivalentes peuvent être proposées soit en version électrique, soit en version pneumatique avec des caractéristiques de montage absolument similaires, ce qui rend ces pinces totalement interchangeables. Notons encore que certains fournisseurs proposent des préhenseurs à trois doigts couvrant un plus large éventail d'applications.

comportant une ou plusieurs ventouses. Ces dernières sont conçues avec des matériaux qui ne laisseront aucune marque sur les objets déplacés. La forme et la puissance de la dépression qui donnent à la ventouse son efficacité, doivent être parfaitement adaptées aux produits manipulés.

Globalement, il s'agit de préhenseurs de conception relativement simple donc peu coûteux, et qui s'adaptent à la forme, à la taille et à la matière des produits. Il est possible de réaliser un préhenseur par aspiration de grande taille capable de déplacer plusieurs objets similaires en une seule opération pour par exemple, compléter plus rapidement le remplissage d'une palette en y posant des cartons par groupes. En revanche, de tels préhenseurs

pièce manipulée. De l'autre, on trouve des préhenseurs électromagnétiques alimentés par une source d'énergie électrique. C'est la coupure de cette alimentation qui provoque la libération de l'objet.

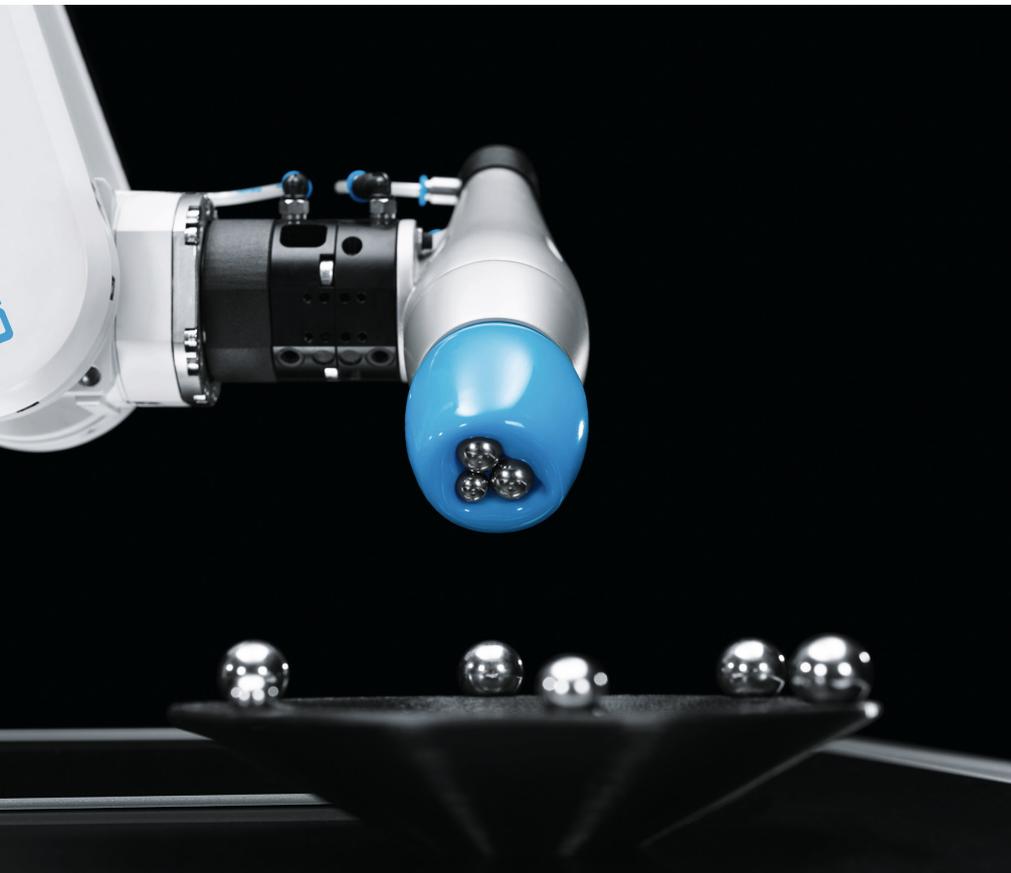
Ces types de préhenseurs ne peuvent évidemment manipuler que des objets contenant des métaux ferreux. Ils requièrent que la surface de contact soit propre et surtout, qu'elle soit exempte de graisse. Le champ magnétique diffusant dans un volume important, il y a le risque que des poussières ferreuses voire des copeaux polluent la surface de contact du préhenseur ou même, adhèrent à la pièce transportée. Une telle situation rendra les déplacements rapides relativement périlleux pour les équipements qui pourraient se trouver dans la trajectoire au cas où la pièce se détacherait du préhenseur.

UN CHOIX GUIDÉ PAR DES IMPÉRATIFS STRICTS

Evidemment, la taille des pièces à manipuler permet de dimensionner celle de la pince qui sera utilisée. Mais elle conditionne aussi la taille de la zone qu'il faut libérer autour de la pièce ainsi que le couple de serrage appliqué par le préhenseur. La forme de la pièce ajoute des contraintes supplémentaires à l'adaptabilité du préhenseur qui peut avoir à s'accommoder de courbes et d'angles mais aussi d'un centre de gravité plus ou moins déporté. Lors du calcul de la force de serrage, il faut tenir compte des obligations de maintien lors des accélérations opérationnelles mais aussi de ce que seront les nécessités lors d'un arrêt d'urgence.

Un autre élément important qui ne doit en aucun cas être négligé est le poids transporté. Dans le choix d'un robot, il faut évidemment sélectionner une capacité de charge adapté qui tiendra compte à la fois du poids de la pièce la plus lourde susceptible d'être manipulée mais aussi et c'est une évidence parfois négligée – du poids du préhenseur choisi. —

Thierry PIGOT



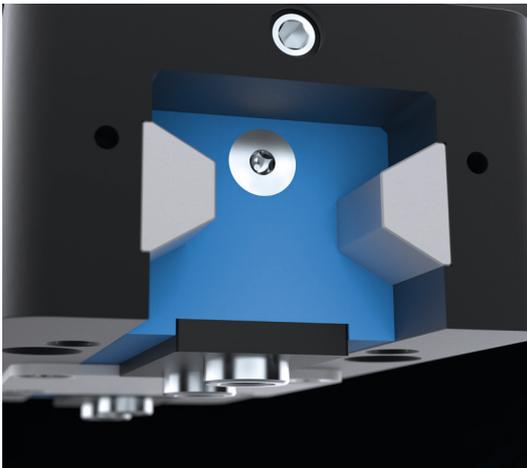
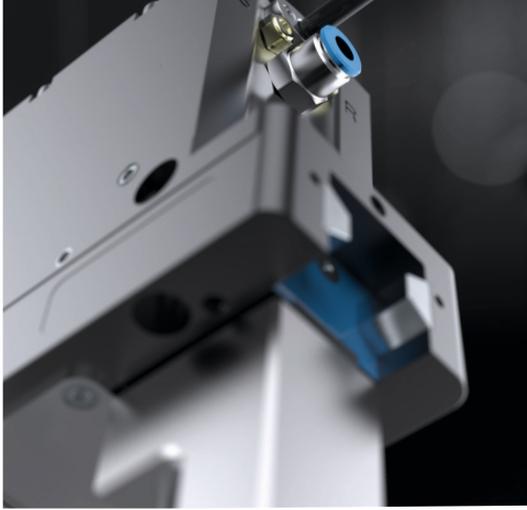
D'autres types de préhenseurs sont plus largement répandus dans certaines applications ou dans certains secteurs. C'est le cas des préhenseurs par aspiration que l'on rencontre dans la manutention d'emballage et la palettisation. Ils s'appuient sur un vide d'air créé au moyen de l'effet Venturi pour aspirer des bacs, des plateaux, des cartons, voire des barquettes de produits frais dans l'industrie agro-alimentaire. Un préhenseur à aspiration est composé de blocs

sont inadaptés à la manipulation de produits présentant des surfaces grillagées, ouvragées ou perforées.

LA PRÉHENSION MAGNÉTIQUE

On identifie au moins deux types de préhenseurs magnétiques. D'une part, il y a ceux qui sont constitués d'aimants permanents associés à un dispositif assurant la séparation mécanique de la

LES PINCES DU FUTUR. SÉRIE 5000



Pinces de la série 5000

- + Disponible en version pneumatique, IO Link pneumatique et IO Link électrique
- + Steel Linear Guide
- + Jusqu'à 30 % de force de préhension en plus par rapport aux standards
- + Guidage étanche IP64/ version protection IP67

THE KNOW-HOW FACTORY



ROBOTIQUE

REPENSER LA SÛRETÉ DES CELLULES

DÉCLOISONNER L'ESPACE AUTOUR DES ROBOTS APPORTE DE LA FLEXIBILITÉ ET UN RÉEL CONFORT DE TRAVAIL. LA SÉCURITÉ DES OPÉRATEURS EXIGE POURTANT QUE DES SYSTÈMES DE DÉTECTION NORMALISÉS SOIENT MIS EN PLACE. DES CAMÉRAS EFFECTUANT UNE SURVEILLANCE DE L'ESPACE EN TROIS DIMENSIONS, PERMETTENT DÉSORMAIS DE SUPPRIMER LES BARRIÈRES MATÉRIELLES.

Le réaménagement de l'espace de travail est l'une des pistes qui conditionne à la fois, une meilleure exploitation des machines comme les robots mais aussi, impacte directement le confort de travail des opérateurs. Le lean management par exemple, a démontré la supériorité des espaces de travail maintenus propres et en ordre lorsqu'il s'agit pour améliorer la qualité, d'éviter les erreurs d'assemblages mais aussi, de réduire les risques d'accidents pour les intervenants.

Si l'on aborde le cas des robots industriels, les directives de sécurité et la législation imposent qu'ils soient isolés derrière des grilles de protection lorsqu'ils sont en fonctionnement. La norme prévoit des systèmes de sécurité redondants pour que les opérateurs s'occupant par exemple, de la maintenance, puissent pénétrer dans une enceinte protégée sans prendre le moindre risque.

Si les barrières lumineuses sont plus souples que les enceintes grillagées, elles doivent être ajustées pour chaque application et pour chaque emplacement. Outre les nécessités en matière de couverture, s'ajoute l'obligation de protéger l'émetteur et le récepteur contre les chocs, ce qui peut déboucher sur une limitation supplémentaire imposée aux opérateurs ou intégrée dans le processus de production.

ECONOMIE ET FLEXIBILITÉ CARACTÉRISENT LE BALAYAGE 3D

La société Pilz a mis au point avec Daimler, un système de caméras de sécurité dédié à la surveillance d'espaces en trois dimensions, intégrant la commande des zones dangereuses qui s'étendent sur de grandes surfaces.



Ce système de caméras de sécurité est capable de signaler l'intrusion dans des espaces protégés définis au moyen du logiciel de configuration faisant partie de la solution. Le dispositif surveille si des personnes ou des objets se trouvent à proximité de la zone d'action d'un équipement ce qui déclenche un premier niveau de mise en sécurité entraînant par exemple, la réduction de la vitesse de fonctionnement, l'activation alarmes, etc. La présence d'un objet ou d'une personne à l'intérieur de la zone de danger, active le niveau de sécurité élevé qui peut aller jusqu'à l'arrêt immédiat du ou des équipements en service.

Pour arriver à une telle efficacité, le système comporte une unité de détection de classe IP65, dotée de trois caméras et qui sera montée au-dessus de l'installation à surveiller. Le faisceau de détection nécessite d'être placé à une hauteur comprise entre 4 m et 7,5 m pour couvrir une surface allant de 20 m² au minimum à 72 m² au maximum. Une unité de contrôle et un automate programmable industriel de sécurité (APIds) composent l'unité de commande, bénéficiant d'une protection IP20. Il faut encore ajouter un câble à fibre optique, une colonne lumineuse pour la signalisation visuelle et bien sûr, le logiciel de configuration déjà évoqué.

Reliée par fibre optique à la tête de surveillance qui porte les caméras, l'unité de contrôle reçoit et traite les images. En cas d'intrusion, elle envoie des signaux à l'automate de sécurité intégré qui peut alors immédiatement arrêter l'équipement représentant un danger dans la situation détectée.

Conforme à la Directive Machine, le système SafetyEYE respecte toutes les normes de sûreté et de sécurité, permettant sa mise en service en toute



nombre réduit d'équipements qui composent la solution.

La mobilisation d'un automate de sécurité apporte un niveau de protection d'autant plus élevé que la surveillance en trois dimensions couvre aussi les parties hautes de la zone de danger, notamment contre les chutes ou la projection d'objets ; ce qui est hors de portée d'une enceinte, fût-elle lumineuse.

Il est possible de moduler le niveau de mise en sécurité en fonction de la distance par exemple, en réduisant dans un premier temps la vitesse de travail d'un robot industriel tout en mettant l'opérateur qui pénètre la zone en garde par une alarme sonore et visuelle. Au-delà de cette première étape, une proximité plus grande d'un objet ou d'une personne déclenchera un arrêt immédiat de l'équipement dangereux. Cette capacité d'adaptation de la réaction à différents scénarios permet la surveillance d'applications complexes sans sacrifier ni la sûreté des opérateurs, ni celle du processus dévolu à l'installation.

A partir d'un PC relié à l'installation par une connexion Ethernet, le logiciel de pilotage permet de configurer les espaces de protection et d'alerte virtuels ainsi que l'ensemble des

paramètres nécessaires à l'utilisation du système. Il permet aussi de diagnostiquer le bon fonctionnement des différents équipements : caméras, unité de commande, etc. Le logiciel est aussi l'interface qui permet de commander les réactions du robot ou de la machine par l'intermédiaire des entrées-sorties de l'automate de sécurité.

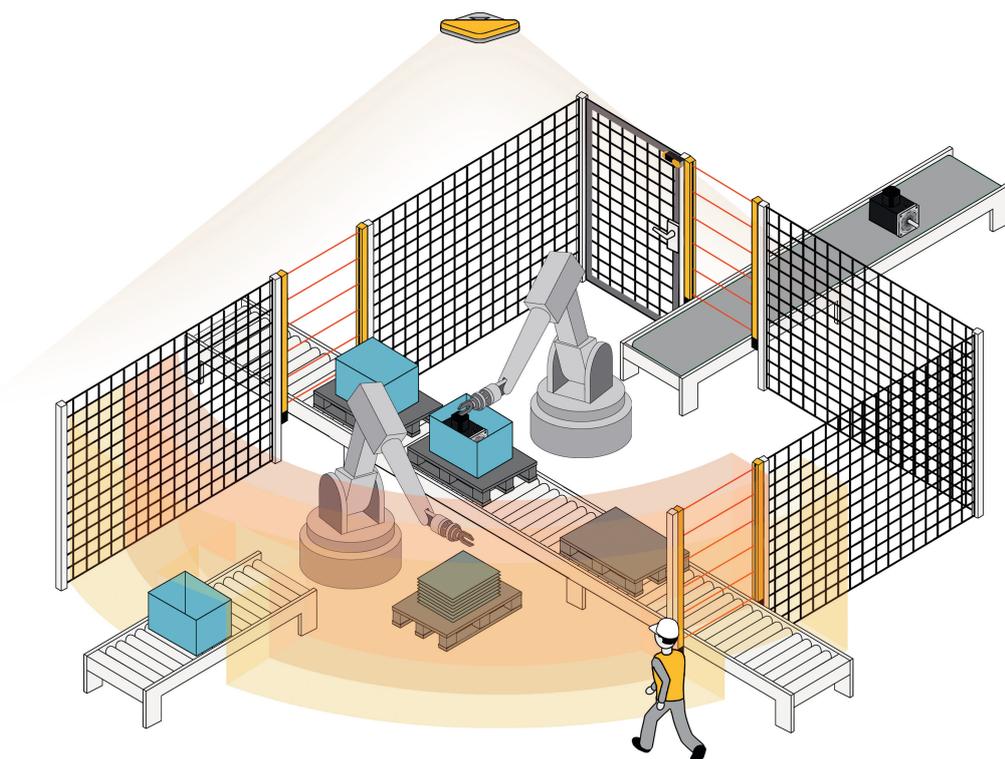
Enfin, lorsque le système est en fonction, il permet d'enregistrer les violations des espaces de protection, de les analyser et aussi de les documenter. En complément, un serveur vidéo temps réel, permet à un opérateur de visualiser et d'analyser en direct la violation des espaces protégés par l'application. Sans connaissance de la programmation et sans accéder à l'application déployée, il peut observer la scène placée sous la tête de détection en se servant d'un PC, d'une tablette ou d'un smartphone connecté localement ou par Internet. —

Thierry PIGOT

conformité partout dans le monde. Ce dispositif convient notamment, aux applications jusqu'au niveau Cat.3 selon la norme EN ISO 13849-1 (volet 1) de 2008, jusqu'au niveau SIL2 (Safety Integrity Level) selon la norme IEC 61508 et enfin, jusqu'au niveau PL d selon les normes EN ISO 13849-1 et EN ISO 61496.

MISE EN ŒUVRE SIMPLIFIÉE

Les avantages de cette solution sont nombreux... Tout d'abord, on notera qu'un dispositif de détection immatériel se révèle plus flexible à installer et plus agile dans le temps puisqu'il peut aisément être reprogrammé pour accompagner éventuellement une transformation des besoins ou un réaménagement du site. Cette souplesse découle notamment, du





LA LIGNE DE PRODUCTION FAIT SA RÉVOLUTION !

Top 9 des technologies pour la maintenance des lignes de production

L'industrie se digitalise à grand pas. De nombreuses technologies sont en train d'investir les lignes de production pour le confort et l'efficacité des opérateurs. Ces avancées révolutionnent surtout la maintenance en lui donnant tous les outils pour réduire les parts de curatif et de préventif pour évoluer vers la maintenance prédictive.

CURATIVE | PRÉVENTIVE | PRÉDICTIVE

intervention quand la panne survient

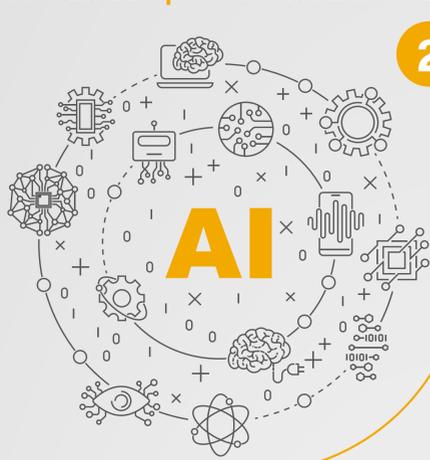
intervention selon la mise en place d'un calendrier

intervention anticipée selon des analyses de données capteurs

1 IA, L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'IA s'immisce de plus en plus dans les lignes de production. Ses algorithmes rendent possible la maintenance prédictive en analysant les flux de données envoyés par la myriade de capteurs afin de prévoir les pannes avant un dysfonctionnement.

Elle trouve également sa place pour rationaliser les procédés de fabrication.



2 L'INTERNET OF THINGS (IOT)

Longtemps considérée comme gadget, IoT est aujourd'hui adoptée par l'industrie et notamment dans les lignes de production. Elle offre une connectivité efficace et à faible consommation pour transférer le flux de données vers les organes intelligents.



3 LES COBOTS 'COLLABORATIVE ROBOTS'

Auparavant, les robots des lignes de production étaient condamnés à travailler seul dans des cages. Aujourd'hui les robots sortent de leur cage pour collaborer avec les opérateurs. Ils s'occupent de toutes les tâches pénibles ou non réalisables pour l'humain.



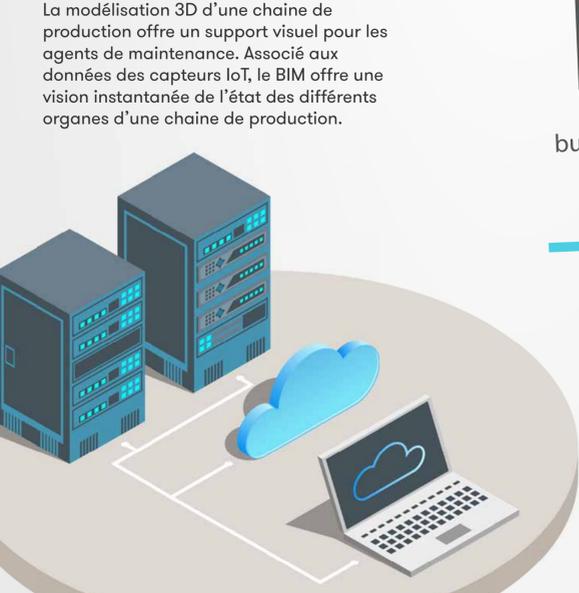
5 LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

Comme le Cobot, La R.A ou (V.R en anglais) va progressivement intégrer l'industrie pour apporter un soutien visuel aux opérateurs afin de réduire les erreurs de fabrication, d'aider à la formation et de procéder aux contrôles de qualité.



8 BIM OU BUILDING INFORMATION MODELING

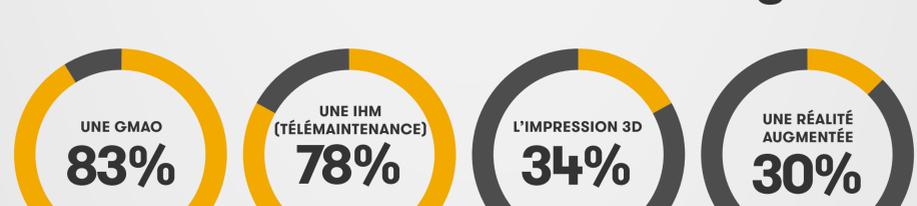
La modélisation 3D d'une chaîne de production offre un support visuel pour les agencés de maintenance. Associé aux données des capteurs IoT, le BIM offre une vision instantanée de l'état des différents organes d'une chaîne de production.



9 BIG DATA ET CLOUD

Les technologies digitales évoquées précédemment génèrent une immense quantité de données. Pour que le concept de l'usine du futur puisse fonctionner efficacement, il faut que ces données soit stockées et restituées quasi instantanément. Le Big data et le cloud sont là pour le permettre.

Les entreprises déclarent avoir déjà utilisé ces nouvelles technologies:



Quel est l'état d'avancement de la migration vers une maintenance prédictive ?

La progression est plus lente que prévue. 32% des entreprises évoquent principalement deux raisons, un ROI pouvant atteindre 5 ans et le manque de personnel qualifié.

