

# DES SOLUTIONS AIDENT LES ENTREPRISES À SE ROBOTISER

LA MODERNISATION DES OUTILS DE PRODUCTION EST UN DES LEVIERS POUR RÉINDUSTRIALISER LA FRANCE. AVEC SON PLAN FRANCE 2030, LE GOUVERNEMENT VEUT POSITIONNER LE PAYS EN TANT QUE LEADER DE LA ROBOTIQUE. MAIS POUR LES ENTREPRISES, ET EN PARTICULIER LES PME, ROBOTISER PEUT S'AVÉRER COMPLEXE. ELLES PEUVENT TOUTEFOIS COMPTER SUR DES ACCOMPAGNEMENTS PROFESSIONNELS ET SUR LES PROGRÈS TECHNIQUES QUI FACILITENT LA PRISE EN MAIN DES ROBOTS.



**E**n 2022, le marché français de la robotique était le troisième d'Europe, avec 7 380 unités installées. Selon ces chiffres de la Fédération internationale de robotique (IFR), cela représente 13% de croissance par rapport à 2021. Les industries métallurgique et automobile sont en tête, comptant chacune

1 600 robots installés. Au-delà des chiffres, l'enjeu est de taille : investir dans la modernisation des usines est l'un des leviers à activer pour réindustrialiser la France.

Dans le cadre de son plan France 2030, le gouvernement annonçait, en octobre 2021, 800 millions d'euros pour développer la robotique, considérée par Emmanuel Macron comme « un secteur-clé ». Une nouvelle étape a été annoncée cet été, avec deux appels à

projets en vue du développement de robots de nouvelle génération, qui doivent allier « performance, sobriété et agilité des chaînes de production de l'industrie du futur ».

Mais quels sont les besoins concrets des entreprises ? Généralement, la robotique évoque avant tout des gains de productivité. Pourtant, la question ne se pose pas toujours en ces termes : « Les premiers arguments ne sont pas économiques, remarque Joachim Marais,

## RENDRE LES ROBOTS MOBILES

L'une des évolutions des robots industriels consiste à les rendre mobiles, en les associant à des véhicules automatiques (AGV). Le KMR iisy, nouveau modèle sorti cette année par Kuka, illustre les possibilités de cette intégration : il combine une plate-forme pouvant déplacer jusqu'à 200 kilogrammes et un bras capable de soulever jusqu'à 11 ou 15 kilogrammes. Il navigue de façon autonome au sein de l'usine entre les postes de travail. L'un des cas d'usage est le *kitting* : le robot va chercher une liste d'objets dont on lui a passé commande dans un magasin central, comme un ensemble de vis, rondelles ou



C. Dupont/CEA

joint. Il les charge automatiquement et les apporte à l'endroit voulu. Une autre façon de l'utiliser est de lui faire transporter des

Le CEA a développé, avec Kuka, un robot collaboratif pour l'industrie aéronautique.

pièces d'un poste à l'autre, pour une série d'opérations successives. « Il peut amener une pièce brute sur une machine d'usinage et, pendant que la machine fonctionne, apporter la pièce précédemment réalisée à un autre point de l'usine », illustre Emmanuel Bergerot, directeur commercial industrie générale chez Kuka. Ces applica-

tions permettent d'automatiser des tâches de logistique à faible valeur ajoutée et ainsi de libérer du temps pour les opérateurs.



Rebecca Vaughan

pour couvrir les questions techniques, organisationnelles et humaines.

À partir de ce document, il faut trouver les solutions adaptées. « *D'un point de vue technique, on sait faire beaucoup de choses aujourd'hui, assure Rémy Roignot (Cetim). Petit à petit, certaines applications se sont standardisées, comme les presses plieuses, pour lesquelles ont été développées des cellules robotisées spécialisées. De même, les paramètres liés au soudage sont de mieux en mieux pris en charge dans les applications robotiques.* » Ainsi, en parallèle des fabricants de robots généralistes, de nombreux spécialistes proposent des solutions métiers spécifiques.

Mais certains cas d'usage sortent de ces applications prédéfinies. « *Les entreprises qui nous contactent ont généralement établi ce qu'elles veulent automatiser mais n'ont pas de solution sur étagère pour y parvenir* », décrit Joachim Marais (Capacités). Ainsi, s'il existe des outils dédiés au polissage, ceux-ci peuvent être inadaptés à des pièces de forme complexe. Experts métiers et robotique doivent donc travailler conjointement à l'élaboration d'une solution. « *Nous cherchons la meilleure combinaison de technologies: robots, outils, instrumentation, mais aussi logiciels, continue l'ingénieur. Souvent, nous développons de nouvelles briques. Pour cela, nous pouvons nous appuyer sur les compétences des chercheurs des laboratoires de Nantes Université, comme le Laboratoire des sciences du numérique de Nantes (LS2N). Puis nous accompagnons le client vers l'industrialisation de cette solution.* »

Cela implique notamment une analyse des risques selon la directive européenne, comme n'importe quelle machine. Pour l'installation de systèmes n'ayant pas encore été validés, il faut donc prendre en compte cette démarche: « *Notre robot de soudure représentait un danger avec la torche, explique Michel Fantou (Armtop). Il nous a fallu six mois pour démontrer que le produit correspondait bien aux normes en vigueur. Administrativement, c'était compliqué.* »

## UN INVESTISSEMENT COÛTEUX

L'investissement est une autre difficulté, en particulier pour les petites entreprises. « *Souvent, elles n'ont pas idée du coût, observe Rémy Roignot (Cetim). Or, même pour des applications a priori simples, celui-ci peut s'avérer élevé.* » Dans certains cas, c'est un motif d'abandon. Bien estimer le retour sur investissement est donc important. Mais chiffrer les gains précisément n'a rien d'une évidence: « *Ceux liés à l'amélioration des conditions de*

L'amélioration des conditions de travail est souvent un argument de poids dans le choix de la robotisation.

ingénieur en mécanique et matériaux et chef de projets R&D chez Capacités, la filiale d'ingénierie et de valorisation de la recherche de Nantes Université. *La volonté d'assurer une qualité constante et une bonne répétabilité est importante, mais la pénibilité ou la sécurité sont aussi des arguments prévalents.* »

En effet, certaines postures, des mouvements répétitifs ou encore le port de charges ou d'équipements lourds sont sources de troubles musculosquelettiques pour les travailleurs. De plus, ces tâches ont souvent peu de valeur ajoutée. Enfin, l'industrie est confrontée à un manque de main-d'œuvre. Ces raisons sont fréquemment à l'origine de projets de robotisation, notamment dans les PME ou ETI.

« *Nous manquons de soudeurs* », confirme Michel Fantou, dirigeant de la société de tôlerie Armtop, située à proximité de Saint-Nazaire. L'entreprise a installé en février 2022 un robot collaboratif d'Universal Robots couplé avec un système de soudage de Böhler Welding. « *L'objectif était aussi de réduire la pénibilité du travail, en automatisant les gestes répétitifs et en évitant d'exposer les opérateurs à la chaleur et aux fumées, dont les effets peuvent être néfastes pour la santé, précise Michel Fantou. Le robot nous fournit une excellente qualité de soudure, tout en produisant plus rapidement. Le temps ainsi libéré permet aux personnes de se*

*concentrer sur de la préparation de pièces ou du montage mécanique.* »

## UNE INSTALLATION COMPLEXE

Mais l'installation d'un robot n'est pas un projet simple: il demande un cahier des charges précis, une réflexion sur l'organisation de la production, de l'investissement et de la formation. « *Tout cela nécessite d'y consacrer au moins un chef de projet, voire une équipe dédiée*, prévient Rémy Roignot, responsable automatisation et conception au Cetim. *C'est un problème surtout pour les petites structures, qui n'ont pas toujours le temps nécessaire pour mener une démarche structurée.* »

Les opérations automatisables ne manquent pas: chargement et déchargement, palettisation, emballage, assemblage ou encore polissage sont « *de bonnes candidates*, estime Joachim Marais (Capacités). *Dans certains secteurs, on pense que la robotique n'est pas applicable car elle est encore peu présente, alors qu'il existe des solutions intéressantes. C'est le cas dans la santé, le bâtiment ou l'agriculture.* » Une fois la tâche ciblée, il faut établir le cahier des charges, qui sera le garant d'une démarche structurée et doit impliquer toutes les parties prenantes





Capacités

Pour certaines tâches, il n'existe pas de solutions sur étagère. Il est alors nécessaire de créer une solution sur mesure à partir de briques technologiques existantes.

raconte le dirigeant. *Par la suite, nous avons été bien assistés, estime-t-il. Böhler Welding et Universal Robots ont été très investis dans ce dossier et nous ont régulièrement rendu visite pour faire le point.*»

## DES COBOTS DE MIEUX EN MIEUX INTÉGRÉS

Les évolutions technologiques contribuent également à faciliter l'intégration de la robotique dans l'industrie. Parmi celles-ci, la robotique collaborative présente de nombreux atouts. *«Les constructeurs ont beaucoup travaillé sur les interfaces, bien plus faciles à prendre en main qu'un robot classique, notamment par des non-spécialistes, reconnaît Rémy Roignot (Cetim). C'est un avantage pour des PME qui ne disposent pas de personnel qualifié en robotique.»* C'est l'un des arguments qui ont convaincu Armtop: *«La simplicité de programmation a permis à nos soudeurs d'utiliser le robot»,* souligne Michel Fantou. Il en découle une plus grande flexibilité: le système peut être exploité pour des petites séries et rapidement reconfiguré pour de nouvelles pièces.

Ces qualités éclipsent parfois la dimension collaborative de ces robots. *«Ils sont conçus pour être sûrs et permettre la proximité avec les opérateurs, rappelle Rémy Roignot. Mais si on les équipe d'outils dangereux, ils perdent cet avantage et doivent être isolés par des systèmes de sécurité.»* Il n'empêche que les applications à la portée des robots collaboratifs continuent de s'étendre, à mesure que de nouveaux outils sont développés et que de nouveaux modèles de robots voient le jour.

Ainsi, cette année, Universal Robots a commercialisé l'UR20, doté d'une portée étendue (1750 millimètres) et d'une charge utile supérieure (20 kilogrammes) par rapport à ses modèles précédents. Et lors de la dernière édition du salon du Bourget, Kuka et l'institut LIST du CEA ont dévoilé Cobomanip: un système d'assistance aux opérateurs pour la manipulation de charges importantes (jusqu'à 125 kilogrammes) dans des environnements complexes, avec un positionnement précis au dixième de millimètre.

Toutefois, les cobots ne sont pas une solution universelle. *«Si l'on souhaite avant tout des cadences élevées et une excellente répétabilité, les robots industriels classiques restent pertinents, pointe Joachim Marais (Capacités). Il faut donc partir du besoin, ne pas résumer les cobots à des outils pour les PME et réserver les robots classiques aux grands groupes.»* Bien sûr, l'investissement entre en ligne de compte: la robotique traditionnelle est généralement plus coûteuse. Toutefois, *«il existe des petits*

*travail sont difficilement quantifiables, illustre l'expert. De plus, certains avantages ne sont pas immédiatement perceptibles, comme le fait d'optimiser les flux avec les postes en amont et en aval du robot, ou de libérer du temps opérateur pour d'autres tâches.»*

Le Cetim et Capacités font partie des structures à même d'aider les entreprises dans leur démarche. *«Nous les aidons à définir le besoin, parfois à poser des limites et à se concentrer sur un point spécifique»,* explique Joachim Marais (Capacités). Cela implique de bien comprendre le geste que l'on souhaite automatiser et de le situer dans l'ensemble de la chaîne de production: qu'y a-t-il avant et après? *«Les tâches les plus pertinentes à robotiser dépendent beaucoup du contexte»,* insiste Rémy Roignot. Il faut commencer par repérer dans l'atelier les postes les plus critiques vis à vis des attentes, en termes de pénibilité ou de temps de cycle, par exemple, et s'intéresser à l'organisation dans une vision globale de la production.

Capacités accompagne ainsi 370 à 400 projets par an. *«Beaucoup nécessitent un accompagnement global, avec étude de la chaîne de valeur et estimation du retour sur investissement, décrit Joachim Marais. Nous proposons des prestations sur mesure: conseil, expertise et beaucoup de recherche et développement.»* Les PME ne sont pas les seules à avoir besoin de conseils: *«Nous travaillons aussi parfois avec des ETI ou des groupes, notamment dans des démarches à plus long terme»,* ajoute Rémy Roignot (Cetim). De plus en plus de programmes accompagnent ainsi les entreprises dans leurs investissements, notamment via les chambres de commerce et d'industrie, les régions ou les départements. Avant de lancer son projet, Armtop avait sollicité en 2019 l'organisme de formation Alpes Soudage, venu présenter un robot collaboratif au sein de l'entreprise. *«Les salariés ont ainsi pu découvrir le produit et le tester en conditions réelles sur nos propres pièces,*

robots collaboratifs peu chers, mais à fonction et taille équivalente, la différence tend à se réduire», relativise Rémy Roignot (Cetim).

Les robots classiques demeurent « des solutions très longues à programmer: le déploiement d'une nouvelle ligne de production peut demander des mois de travail, rappelle Gregorio Ameyugo, chef du département intelligence ambiante et systèmes interactifs à l'institut LIST du CEA. Cela n'était pas un problème lorsque le marché était stable, c'est pourquoi ces robots rigides, précis et rapides ont connu leur apogée dans les années 1990, notamment dans l'automobile.» Le temps d'ingénierie est aujourd'hui plus critique. Mais de

par Universal Robots et ABB, cette technologie sera également prise en charge par Fanuc à partir de février 2024.

Un robot capable de faire des choix et de s'adapter à des situations diverses, c'est « la prochaine frontière sur laquelle travaillent le monde académique et l'industrie », estime Gregorio Ameyugo (CEA). Le CEA ou le LS2N y contribuent. « Parmi les applications, on peut penser au démontage de produits complexes, comme les équipements électroménagers, pour assurer leur recyclage, ajoute-t-il. Cela devrait fluidifier l'interaction avec des personnes pour rendre le binôme humain-robot le plus efficace possible. »

interactions en langage naturel grâce à des systèmes tels que ChatGPT.

D'autres bénéfices peuvent être obtenus par une meilleure intégration des robots dans leur environnement. Staübli propose à cet effet le système Scope, qui traite en continu les données de fonctionnement de l'ensemble des robots d'une usine. Il analyse leur santé en direct, notifie des opérations de maintenance et communique avec des systèmes comme les MES ou les ERP. Plus en amont, les jumeaux numériques permettent d'optimiser une installation en sélectionnant le robot le mieux adapté et en le programmant plus efficacement. C'est l'objectif de KUKA.Sim : « En phase de concep-



Les robots collaboratifs peuvent être rendus mobiles et se déplacer de façon autonome pour effectuer des tâches comme le transport de pièces entre différents points de l'usine.

KUKA

nouvelles briques technologiques contribuent à repousser cette limite en générant automatiquement des trajectoires plutôt qu'en les programmant. L'*imitation learning*, par exemple, consiste à capter les gestes d'un opérateur afin que le robot les reproduise.

L'intelligence artificielle, et plus spécifiquement les réseaux de neurones, permettent même aux robots de s'adapter à des situations en temps réel. C'est notamment le principe du système GuideNOW, conçu par InBolt. Son algorithme met en correspondance des données issues d'un capteur de vision 3D avec des modèles CAO ou des scans de pièces, afin de les localiser et d'asservir la trajectoire du robot. Il s'adapte ainsi aux événements imprévus ou au défilement d'objets sur une ligne. Déjà intégrée

Ces avancées s'accompagnent de travaux sur la préhension: « même avec un robot précis, il faut adapter le préhenseur lorsque l'on change d'application », justifie Gregorio Ameyugo. Là encore, cela nécessite du temps, et parfois des équipements coûteux. D'où l'intérêt de développer des préhenseurs adaptatifs, dotés de capteurs permettant de mieux ajuster la force à appliquer. Ces outils, mieux adaptés à la manipulation d'objets mous, contribueraient à étendre la robotisation dans des secteurs tels que l'industrie du textile. D'autres innovations pourraient rejoindre le mix de technologies à l'œuvre dans la mutation actuelle de la robotique: les robots mobiles autonomes (voir encadré page 48) ou encore les

tion, on recrée l'environnement du robot à partir de fichiers CAO, et on simule tous ses mouvements », détaille Emmanuel Bergerot, directeur commercial industrie générale chez Kuka. On peut ainsi tester des modèles ou implantations différents. « Le logiciel prédit alors la consommation électrique du robot, continue-t-il. Un point non négligeable, car à l'échelle de sa durée de vie ce poste de dépense dépasse l'investissement initial. »

La robotique industrielle a donc encore beaucoup de marge de progression. Le gouvernement, avec ses appels à projets, espère « hisser la France au rang des leaders » du secteur. Des solutions innovantes et abordables pourraient ainsi contribuer à moderniser et renforcer notre industrie.

**Antoine Cappelle** 