



Dossier thématique

**La robotique poursuit
sa démocratisation
et transforme l'industrie**

"[La robotique est] un secteur qui va irriguer de nombreuses filières et applications : la santé, l'aide à la personne, l'agriculture, etc., et, bien évidemment, l'industrie. La robotique, associée à l'IA notamment, est l'un des grands challenges de demain."

Sylvie Retailleau, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

En augmentant la productivité des usines et en palliant l'éventuel manque de main-d'œuvre, les robots sont devenus une composante clé de l'industrie. L'amélioration des technologies conduit à l'émergence de robots plus précis, plus intelligents, capables d'effectuer une plus grande variété d'actions.

Ainsi, le phénomène de robotisation devrait continuer à s'amplifier, particulièrement en Europe : la relocalisation industrielle ne pourra avoir lieu sans des usines à la pointe de la technologie et ultra-compétitives.

Derrière l'essor du segment industriel, la croissance du marché de la robotique est également tirée par un ensemble de secteurs où les robots gagnent du terrain : logistique, agriculture... Ils prennent en charge des tâches répétitives et à faible valeur ajoutée. Mais ils peuvent aussi épauler les humains dans des opérations plus complexes, notamment dans le domaine chirurgical.

Cette multiplication des secteurs impactés est principalement due à la dynamique des start-up, de plus en plus nombreuses à proposer des engins spécifiquement adaptés à des activités jusque-là peu automatisées.

Enfin, la recherche s'active pour définir la robotique de demain : exosquelettes, robots humanoïdes capables de bouger comme des humains, nanorobots susceptibles de se déplacer dans le corps humain... Les applications concrètes de ces technologies futuristes demeurent rares, mais leur développement à plus long terme ne relève plus de la science-fiction.

Sommaire

1. **Une technologie indispensable pour l'industrie**
2. **De plus en plus de secteurs se robotisent**
3. **La robotique de demain trace sa voie**





Partie 1

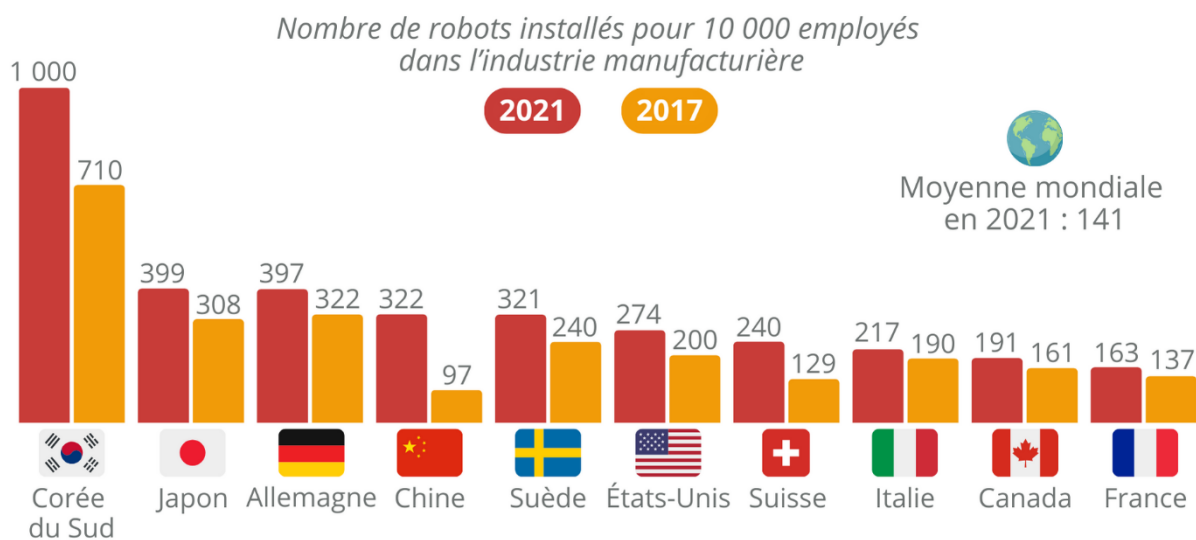
Une industrie de plus en plus robotisée à travers le monde



Les robots ne cessent de gagner du terrain dans les usines. Entre 2021, la Fédération internationale de la robotique en dénombre en moyenne 141 pour 10 000 employés dans l'industrie manufacturière. La valeur du marché mondial pourrait doubler d'ici 2030. Infographie.

Par Samuel Arnaud - Publié le 31/08/23

Une industrie de plus en plus robotisée à travers le monde



En 2021 dans le monde :

517 000 robots livrés

Croissance record de 31 % pour le marché

30 milliards de dollars

La valeur du marché mondial de la robotique industrielle en 2030 selon Research and Markets, soit le double de 2022.

Traitement IndexPresse. Source : Fédération internationale de la robotique

Samuel Arnaud

800 millions d'euros pour la robotique industrielle dans le cadre du plan France 2030

Article

Dévoilé en octobre 2021, le plan France 2030 prévoit 54 milliards d'euros d'investissement public sur cinq ans dans des secteurs industriels jugés stratégiques. Parmi eux, la robotique industrielle, qui bénéficie d'une enveloppe de 800 millions d'euros. Deux ans après cette annonce, les premières initiatives concrètes se multiplient.

Par Samuel Arnaud - Publié le 31/08/23

800 millions d'euros divisés en deux grandes catégories

"Robotiser, numériser notre industrie est clé, surtout dans une logique où l'on veut pouvoir la relancer, réindustrialiser notre territoire", indiquait le président de la République Emmanuel Macron en 2021, lors de l'annonce de ce soutien de 800 millions d'euros à la robotisation et à la numérisation de l'industrie. Cette somme est répartie entre deux grands objectifs. 400 millions sont d'abord consacrés aux acteurs de la filière des robots et machines intelligentes, pour les aider à se développer et à mener des projets complexes. Un appel à manifestations comprenant 35,5 millions d'euros a rapidement été dévoilé, visant à "financer des start-up, PME ou tout autre laboratoire ayant un projet innovant dans ce domaine", dicit *L'Usine digitale*.

Le reste de l'enveloppe, soit 400 millions d'euros également, est dédié à la transformation massive des sites industriels actuels, afin qu'ils adoptent de nouveaux équipements intelligents. "On va investir pour aider au déploiement d'une vraie transformation numérique", expliquait Emmanuel Macron, qui évoquait "plusieurs dizaines de sites où on veut aller beaucoup plus vite et beaucoup plus fort". Ce dispositif complète les efforts déjà engagés via France Relance, autre initiative nationale lancée suite à la crise de Covid-19 pour accélérer la transformation de l'économie française.

Les appels à projets se précisent à l'été 2023

Deux ans après ces annonces initiales, le gouvernement a poursuivi l'attribution de ses aides en révélant deux nouveaux appels à projets, pour un total de 80 millions d'euros. Le premier, comprenant 30 millions, s'oriente autour de la recherche, afin de booster 30 à 40 projets innovants susceptibles de trouver des applications industrielles, relate *Les Échos*. "Nous encourageons la prise de risque et seulement une dizaine pourraient aboutir, d'où l'idée d'avoir un large vivier", précise le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. L'attention se focalise notamment sur l'intelligence artificielle appliquée à la robotique. "Nous pourrions avoir tendance à subir certaines innovations comme ChatGPT alors que nos chercheurs sont très bons en IA. Il faut prendre notre destin en main pour la robotique ou l'IA", estime Sylvie Retailleau, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, pour qui ces thématiques représentent "des grands challenges de demain".

Le second appel à projets, fort de 50 millions d'euros, se concentre sur les start-up et entreprises actives dans le secteur, pour leur faire passer un cap industriel et les installer pleinement sur le marché. Le but affiché est de multiplier les "pépites" françaises dans le secteur, à l'image d'Exotec, licorne spécialisée dans la fabrication de robots industriels. "On aura réussi notre pari si on a plusieurs entreprises comme celle-ci dans cinq à dix ans", explique le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Si le nombre de candidats à ces appels à projets et la qualité de leurs propositions venaient à dépasser les prévisions, le ministère de l'Industrie ne s'interdit pas de grossir cette première vague de 80 millions d'euros.

Samuel Arnaud

La robotisation des usines, clé des relocalisations

Synthèse

Le mouvement de relocalisation industrielle amorcé suite à la crise de Covid-19 s'appuie largement sur la robotisation des usines afin d'améliorer la compétitivité de ces dernières. L'automatisation semble donc ne plus être une option pour les industriels, même si elle doit rester réfléchie et s'accompagner d'autres mesures appropriées selon le type et l'échelle de production.

Par Samuel Arnaud - Publié le 31/08/23

Faits, tendances et initiatives

- ❖ La crise de Covid-19 et les difficultés logistiques qu'elle a engendrées ont fait prendre conscience de **la nécessité de rapatrier une partie de la production industrielle en France**. Afin de mener cette transition, les industriels misent largement sur les robots, qui permettent aux usines de **gagner en compétitivité et en flexibilité**, réduisant ainsi l'écart avec les pays où les coûts du travail sont plus bas. "Sans robotisation, pas de relocalisation dans la zone euro", estimait la banque Natixis en 2020.
- ❖ La robotisation permet également de **pallier le manque de personnel concernant certaines tâches indispensables**, comme la soudure, le ponçage ou le conditionnement. Celles-ci demeurent répétitives et à faible valeur ajoutée, et n'attirent plus la main-d'œuvre.
- ❖ La robotisation reste cependant **réservée à des productions d'une échelle conséquente** car l'investissement initial s'avère important, surtout sur de nouveaux processus. Pour des productions en petite et moyenne série, généralement innovantes, la robotisation arrive dans un second temps, lorsque le projet prend de l'ampleur et cherche à grandir.
- ❖ L'automatisation ne doit pas non plus être considérée comme une solution miracle pour mener à bien toutes les relocalisations. Si elle représente un atout précieux pour les industriels, ces derniers doivent toutefois travailler de leur côté sur **d'autres leviers favorisant la viabilité**

du made in France : diminution de la consommation énergétique, réduction de la quantité de matière utilisée, innovation, etc.

Sélection d'acteurs

- ASF 4.0 : ce fabricant de chaussures, qui compte parmi ses actionnaires plusieurs grands noms français du secteur (Chamatex, Salomon, Babolat, Millet) a inauguré son site de production de chaussures de sport en septembre 2021, en Ardèche. L'usine, qui a nécessité 10 millions d'euros d'investissement, accorde une large part à l'automatisation : 80 % des tâches sont robotisées. ASF 4.0 assure posséder un carnet de commandes rempli jusqu'en 2025.
- Europlasma : le groupe français prévoit d'ouvrir dans le Puy-de-Dôme, en 2024, un site de production de bouteilles de gaz à haute pression. Nommé Les Forges de Gerzat, le projet repose fortement sur la robotisation, tant pour rentabiliser les 100 millions d'euros d'investissement initiaux que pour concurrencer les usines implantées dans d'autres pays.
- Lunii : la start-up française a rapatrié la production de sa boîte à histoires électronique vers Bayonne, alors qu'elle était jusqu'alors fabriquée en Chine. À cette occasion, la conception du produit a été entièrement repensée pour pouvoir être davantage automatisée, en collaboration avec le sous-traitant All Circuits.

Paroles d'expert

"Nos entreprises sont saturées de travail, mais on observe surtout un arrêt de la délocalisation. Des chaînes qui, il y a dix ans, auraient été envoyées en Asie s'installent aujourd'hui en France."

Philippe Roussel, délégué général de FFC Robotique, la fédération des clusters robotiques

"Nous sommes partis d'une feuille blanche, avec l'objectif d'automatiser tout ce qui pouvait l'être pour produire de manière compétitive malgré le coût salarial élevé en France."

Lucie André, directrice opérationnelle de Chamatex

"Robotiser des tâches répétitives à faible valeur ajoutée permet de répondre aux augmentations de volume et de renforcer l'attractivité d'une entreprise. [...] Par exemple, le ponçage en menuiserie et ameublement n'intéresse plus personne."

Dimitri Quetier, dirigeant de l'intégrateur Gebe2

"Longtemps, on a parlé de risque [pour l'emploi] car l'époque était aux délocalisations, face auxquelles l'automatisation en France réduisait elle aussi l'emploi. Avec un mouvement de réindustrialisation, tout dépend de l'équilibre entre nouvelles usines et robotisation, mais l'automatisation débouchera vraisemblablement sur des créations d'emploi. Au détriment de l'international, cette fois. Une question qui pourrait alors se poser sera de savoir si la main-d'œuvre compétente sera disponible. Lorsque les usines partent, les compétences d'ingénieurs et de techniciens industriels aussi."

Fabienne Fel, professeure de management à l'ESCP
Business School

Samuel Arnaud

Synthèse rédigée d'après l'article "Les robots au secours du made in France", in *L'Usine nouvelle*, n°

3705, avril 2022

La cobotique booste la collaboration homme-machine

Article

Alors que la robotique poursuit son essor, aussi bien dans l'industrie que dans les services, une sous-branche du marché se démarque de plus en plus. La cobotique, ou robotique collaborative, bâtit son propre écosystème et séduit un nombre croissant de clients grâce à sa flexibilité.

Par Samuel Arnaud - Publié le 20/10/22

Le secteur de la cobotique pourrait connaître une croissance annuelle de 15 à 20 % jusqu'en 2028, prédit une étude du cabinet Interact Analysis parue en 2021. À la fin de la décennie, les cobots devraient représenter près d'un cinquième du marché global de la robotique, alors que leur part n'était que de 4,8 % en 2019 d'après l'International Federation of Robotics.

Des robots plus souples, plus polyvalents et plus faciles d'accès

Contrairement aux systèmes robotiques traditionnels, qui nécessitent une programmation complexe pour opérer un large ensemble de tâches, les cobots – qui prennent souvent la forme de bras articulés – se concentrent sur des actions simples et répétitives, faciles à instruire à une machine (picking, approvisionnement, conditionnement, assemblage, etc.). Les salariés peuvent ainsi délaissier ces dernières pour se focaliser sur des opérations à plus forte valeur ajoutée.

Cette nouvelle complémentarité valorise le travail humain, tout en palliant les problèmes de main-d'œuvre et de manque de compétences sur certaines tâches. Le constructeur de bateaux Beneteau a par exemple recours à la cobotique sur de la soudure ou du ponçage. Cette prise en charge réduit également les risques de troubles musculo-squelettiques (TMS) pour les employés habituellement dévolus à ces actions.

La facilité de déploiement des cobots, grâce à leur taille réduite et leur programmation aisée, constitue l'atout phare de cette technologie. « Ils peuvent être facilement redéployés et ne nécessitent pas des investissements importants dans des infrastructures pour les installer. C'est vraiment cette flexibilité qui les

démarque des bras robotisés industriels », explique Rian Witton, analyste chez ABI Research. Cette accessibilité est renforcée par des prix d'achat en baisse grâce à la démocratisation progressive de ces solutions.

La cobotique de demain, encore plus poussée

Porté par de grands groupes spécialistes de la robotique, qui mettent en place une offre spécifique sur ce segment, et des start-up centrées sur ce secteur, la cobotique bénéficie d'une belle dynamique d'innovation.

Les robots collaboratifs deviennent ainsi plus résistants et peuvent soulever des charges plus lourdes. Selon Interact Analysis, à horizon 2024, 20 % du marché pourrait être accaparé par les cobots possédant une charge utile supérieure à neuf kilos.

Surtout, l'amélioration de l'interface et des mouvements des cobots, grâce à l'intelligence artificielle et de meilleurs systèmes de vision, enrichit l'expérience-utilisateur et renforce l'aspect collaboratif. Le deep learning ouvre également la voie de l'auto-apprentissage, afin qu'un cobot puisse lui-même optimiser les ordres qui lui sont donnés.

Les progrès de la coopération entre l'homme et la machine s'illustrent aussi à travers l'émergence des exosquelettes, qui entrent dans la catégorie des cobots aux yeux de certains analystes. Ces équipements mécaniques ou motorisés, portés par des humains, augmentent la force de ceux-ci lorsqu'il faut effectuer des tâches physiques, notamment du transport de charges lourdes. Leur développement pourrait représenter la prochaine étape majeure de la robotique collaborative.

Samuel Arnaud

Les 4 leaders mondiaux de la cobotique

Focus sur les quatre leaders mondiaux de la cobotique (Universal Robots, TechMan Robot, FANUC, AUBO Robotics), qui concentraient 60 % des ventes mondiales du marché en 2021. Infographie.

Par Samuel Arnaud - Publié le 31/08/23



LES 4 LEADERS MONDIAUX DE LA COBOTIQUE

**60 % des
ventes mondiales**

**étaient effectuées
par ces quatre fabricants en 2021
selon le cabinet Interact Analysis**



Universal Robots

Création : 2005

Chiffre d'affaires : 311 millions de dollars (2021)

Universal Robots s'est peu à peu imposée comme une référence et le leader mondial du marché de la cobotique. Le chiffre d'affaires de l'entreprise danoise n'a cessé de progresser depuis sa création, passant de 8 millions de dollars en 2011 à 170 millions en 2017 puis plus de 300 millions en 2021.

La société s'est spécialisée dans les bras articulés. Elle a mis au point un écosystème matériel et logiciel complet afin d'optimiser les performances de ses machines. Le développement d'applications et d'accessoires spécifiques est confié à des partenaires. Au fil des années, Universal Robots étoffe son offre. En 2022, le groupe a par exemple dévoilé un nouveau cobot capable de déplacer 20 kilos de charge utile, ce qui le rapproche d'un robot standard.

La clientèle de la société s'est également diversifiée avec le temps. Ciblait initialement les PME, Universal Robots a ensuite surfé sur la demande en hausse du côté des plus grandes entreprises pour leur vendre ses machines.

Le succès du groupe a attiré l'attention de Teradyne, spécialiste américain de l'automatisation, qui a racheté Universal Robots en 2015 pour 285 millions de dollars. Cette dernière reste toutefois implantée dans sa ville natale d'Odense, devenue l'une des places fortes mondiales de la robotique.



TechMan Robot

Création : 2016

Chiffre d'affaires : 61 millions de dollars (2021, estimation Growjo)

Filiale du fabricant taïwanais d'ordinateurs Quanta Computer, TechMan Robot n'a vu le jour qu'en 2016, arrivant tardivement sur le marché. Pourtant, l'entreprise a rapidement réussi à se hisser parmi les leaders du secteur grâce à ses innovations en matière de vision intelligente et de flexibilité de mouvement, notamment dues à l'expertise optique et électronique de sa maison-mère.

S'adressant aussi bien aux grands industriels qu'aux PME, TechMan Robot s'est d'abord concentrée sur le marché asiatique, avant de lancer son internationalisation en Europe en 2017 puis aux États-Unis en 2018. Des divisions régionales ont ouvert en Chine en 2019, ainsi qu'en Corée du Sud et aux Pays-Bas en 2020.

Depuis 2018, TechMan Robot collabore avec le spécialiste japonais de l'électronique et de l'automatisation OMRON. Ce dernier distribue les cobots de TechMan et a participé à la conception de certains modèles co-brandés. En octobre 2021, OMRON a franchi un cap supplémentaire en entrant au capital de son partenaire, à hauteur de 10 %. "Il s'agit là d'une excellente opportunité pour les deux entreprises de répondre aux besoins exigeants en matière de fabrication intelligente face à l'écart qui se creuse sur le marché", indiquait alors Shi-Chi Ho, président de TechMan Robot.



FANUC

Création : 1972

Chiffre d'affaires : 3,7 milliards de dollars (2021, ensemble de l'entreprise)

Pionnier des robots et machines à commande numérique, FANUC est devenu le leader international de la robotique industrielle au cours des années 2000 en s'alliant avec General Motors. Face à l'essor de la cobotique, la société japonaise a ensuite investi ce segment en 2015 via ses gammes CR et CRX, afin de ne pas rater cette opportunité et de concurrencer les spécialistes.

FANUC valorise son expérience et sa clientèle déjà acquise pour se faire une place sur ce nouveau marché. Le fabricant se repose également sur la compatibilité avec ses autres équipements robotiques afin de proposer de riches systèmes d'application. "Nous proposons la gamme la plus complète de cobots disponible sur le marché aujourd'hui", assurait la société en mars 2022 après la présentation de nouveaux modèles.



AUBO Robotics

Création : 2015

Chiffre d'affaires : n.c.

Trois ans de recherche-développement auront été nécessaires avant qu'AUBO Robotics, l'un des premiers acteurs chinois dédiés à la cobotique, ne voit le jour en 2015. Ses appareils veulent se démarquer par leur polyvalence et leurs secteurs d'application variés : industrie, commerce, agriculture, logistique, etc. En 2020, AUBO a également lancé le premier cobot de massage, dédié au domaine sanitaire.

Soutenue dans ses recherches par les programmes de l'État chinois depuis 2019, impliquée dans l'élaboration des standards nationaux de robotique industrielle, la société se présente comme l'un des fleurons chinois du secteur.

Capable de produire 10 000 cobots par an dans son usine de Changzhou, AUBO est distribuée sur l'ensemble des continents à l'exception de l'Afrique. Elle compte deux filiales, une aux États-Unis et une en Europe, en Allemagne.



Partie 2

Les robots agricoles vers un déploiement à grande échelle : des start-up œuvrent en ce sens



Une diffusion dans des types de plantation variés

Fortement mécanisée, l'agriculture se dote de plus en plus d'équipements automatisés guidés par des intelligences artificielles. Encore minoritaires car onéreux et disposant d'une autonomie partielle, les robots agricoles permettent aux exploitants de déléguer aux machines les tâches les plus fatigantes et chronophages. Ils peuvent en outre se substituer à la main d'œuvre humaine alors que le secteur souffre de son manque d'attractivité dans ce domaine. La robotisation peut également permettre une optimisation de l'usage des intrants, bénéfique tant pour l'environnement qu'au niveau de la réduction des coûts de production des agriculteurs.

Instar Robotics réduit la pénibilité de la logistique horticole

Lancée en 2018, la société Instar Robotics s'est spécialisée dans les robots autonomes, en particulier pour l'horticulture. Baptisé Trooper, son modèle est doté de quatre roues, d'un préhenseur amovible pour attraper les pots et d'un système de rangement rotatif lui permettant de transporter jusqu'à six pots à la fois, soit une charge maximale de 30 kg. L'engin est propulsé à l'électricité. Outre le déplacement de pots, le robot peut également pratiquer le distançage et le resserrage (pour respectivement laisser les plantes s'épanouir ou mieux les protéger du froid). L'utilisateur paramètre les fonctionnalités souhaitées puis déplace le Trooper sur le trajet correspondant : le robot enregistre alors le parcours à effectuer et peut réaliser les tâches de façon automatique. Capable de détecter les humains et les obstacles, il s'adapte à son environnement. "On cherchait un projet de robotique

utile”, expliquait fin 2019 au Parisien le directeur général de la société, Pierre Delarboulas. “En regardant un peu ce qui se faisait, nous sommes tombés sur des images de pépiniéristes qui bougeaient des pots. Actuellement, tout est fait à la main. Ce sont des tâches pénibles, à faible valeur ajoutée. Nous avons rencontré beaucoup de pépiniéristes et d’horticulteurs. Nous sommes partis de leurs besoins.”

Hébergée dans la pépinière d’entreprises La Turbine, à Cergy-Pontoise (Val-d’Oise), Instar Robotics a été sélectionnée dans le concours Pépite 2018 et lauréate du concours I-Lab en 2019. La même année, un premier exemplaire a été commercialisé auprès de la ville de Paris pour son centre horticole de Rungis, dans le Val-de-Marne.

Faciliter et optimiser l’irrigation, la promesse d’Osiris Agriculture

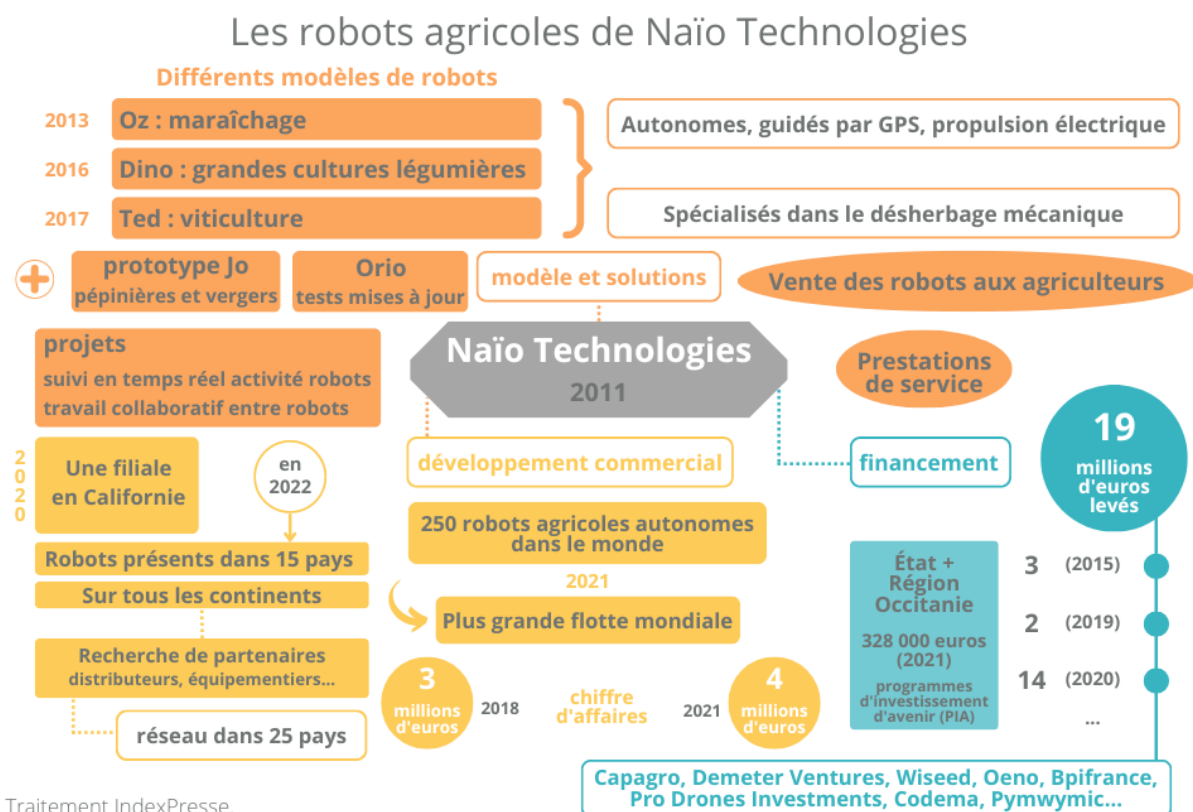
Cette start-up a mis au point le robot Oscar, dédié à l’irrigation de précision. Créée en 2021, elle a développé un premier prototype lui permettant de mener des expérimentations chez plus de 200 agriculteurs. Entrée dans une phase pré-industrielle, Osiris Agriculture souhaite produire deux démonstrateurs pour l’été 2022. Muni de quatre roues, d’un tuyau sur enrouleur et d’une rampe d’irrigation, le robot peut suivre une trajectoire grâce à un guidage satellite. Il dispose par ailleurs de buses lui permettant d’arroser sous les feuilles, limitant l’évaporation pour une économie d’eau comprise entre 10 % et 30 %. Le robot Oscar pourra à terme moduler les apports en fonction de l’humidité du sol grâce à un partenariat avec la société belge Sensor Consulting, spécialiste de la cartographie. Osiris Agriculture propose une prestation de service sur la base d’un tarif annuel incluant la fourniture du robot, la gestion de la trajectoire et des éventuels obstacles (éoliennes) ainsi que la maintenance. Ce modèle est censé faciliter le recours au robot par les exploitants du fait d’un investissement moindre.

La start-up souhaite procéder par étapes dans l’extension de son marché : “dans un premier temps, nous visons le marché de la pomme de terre, avant de nous attaquer à tous les légumes de plein champ : carottes, haricots, petits pois, oignons...”, expliquait début 2022 pour Les Échos le cofondateur et président Henri Desesquelles. Les cultures de betteraves sucrières s’avèrent également une cible d’importance. “À terme, nous proposerons notre service pour tous les types de plantation”, ajoutait le dirigeant. “Ce qui supposera d’avoir une plateforme haute sur roues – jusqu’à deux mètres pour la culture du maïs – mais toujours des buses au niveau du sol”.

Osiris Agriculture a reçu le soutien de plusieurs acteurs, que ce soit en termes d’apport financier ou de reconnaissance. L’enveloppe réunie par les trois cofondateurs (90 000 euros) a ainsi été complétée par un prêt d’honneur de 30 000 euros de la plateforme Hodéfi et d’une subvention de Bpifrance d’un montant de 90 000 euros. L’amélioration de la technologie est par ailleurs financée par le projet agROBOfood, intégré au programme européen Horizon 2020. La start-

up a par ailleurs rejoint l'incubateur Le Village by CA et l'accélérateur 21st de l'école Centrale Supélec. Elle a été lauréate du concours Eco Agrifood Challenge en 2021 et a remporté l'événement "Pitch your robot...find your investor" organisé en 2022 par le réseau du projet agROBOfood. Les cofondateurs ont de plus été nommés "ingénieurs de l'année" début 2022 par le magazine L'Usine nouvelle.

Les robots agricoles de Naïo Technologies



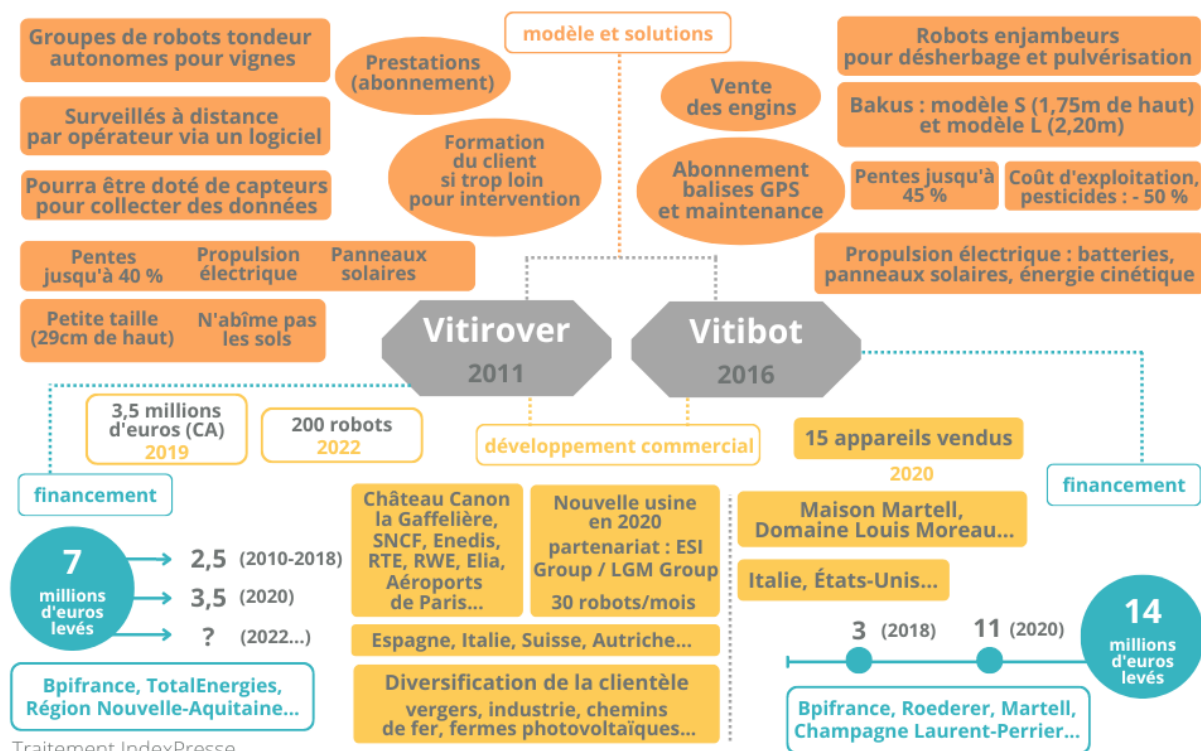
La viticulture, un segment stratégique

Plusieurs start-up de l'AgriTech se spécialisent dans les robots viticoles. Du fait de son poids économique en France et de sa renommée, le secteur de la viticulture représente un potentiel particulièrement important pour ces acteurs. Fondée en 2016, Agreenculture se distingue des autres fabricants de robots agricoles. Outre son modèle CEOL, dédié au travail de la vigne (une cinquantaine de robots actifs en France début 2022), elle a développé un boîtier pouvant rendre autonomes d'autres machines agricoles. Connecté par satellite, WiFi et par des balises LoRa et 4G, il a été installé sur une vingtaine de machines en France, en Espagne, en République tchèque et aux Pays-Bas. La Grèce et le Danemark devraient constituer les prochains marchés ciblés par Agreenculture, qui prévoit de déployer une

centaine de boîtiers en 2022. Le chiffre d'affaires pourrait ainsi plus que doubler, après avoir atteint 1,3 million d'euros en 2021. Outre la vente des systèmes logiciels et des services associés comme la maintenance et le pilotage, l'entreprise fournit des prestations d'aide à la robotisation auprès des constructeurs de machines agricoles.

Ces contrats permettent en outre de tester les technologies de la start-up pour ses propres robots. Elle souhaite développer de nouveaux modèles, notamment pour les cultures céréalières et le maraîchage. D'autres projets sont en cours. La société souhaite notamment pouvoir supprimer les balises de positionnement (projet Terria), mettre au point un système de recharge des intrants ou encore créer avec Engie un dispositif flexible pour rendre ses robots électriques (au lieu d'hybrides). Un centre de téléopération devrait également voir le jour pour assurer un service permanent. Les travaux de recherche en robotique ou encore en IA vont être accélérés par la prise de participation dans la start-up de l'agroéquipementier Pellenc fin 2021, qui souhaite notamment créer une solution de surveillance à distance des robots. D'autres modèles de robots en viticulture et arboriculture devraient en outre être développés. Pellenc vise aussi la centralisation de l'ensemble des services proposés sur sa plateforme Connect. Agreenculture a par ailleurs reçu le soutien du CNES et intégré l'incubateur BIC de l'ESA en 2021.

Les robots viticoles de Vitibot et Vitirover



RobAgri, la fédération de la robotique agricole

L'association a été fondée en 2017 par le syndicat de l'agroéquipement Axema et l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (l'IRSTEA, qui a fusionné avec l'INRAE en 2020). Forte de 65 membres, elle vise à accélérer le développement de la robotique agricole en réunissant les entreprises, coopératives et centres de recherche autour de thématiques spécifiques telles que l'autonomie, la sécurité ou encore la réglementation.

Auteur : Renaud Hammamy

Ce document est extrait de la Business Etude AgriTech. *Le numérique et les biotechnologies au service d'une agriculture performante, écologique et résiliente*, créée et publiée par IndexPresse en mai 2022. Tous droits réservés.

Dans le monde médical, la robotique continue son ascension

Article

La robotique médicale connaît un bel essor depuis plusieurs années, particulièrement dans la chirurgie. Cette évolution devrait se poursuivre, portée par les progrès technologiques et les cas d'usages de plus en plus diversifiés de ces machines.

Par Samuel Arnaud – Publié le 04/09/23

Dans le cadre du plan France 2030, le ministre délégué chargé de l'Industrie a annoncé le lancement d'un "grand défi" concernant la robotique en chirurgie. Doté d'un financement de 40 millions d'euros, il "a pour ambition de replacer la France parmi les leaders mondiaux de la robotique médicale", en visant notamment "la création d'une interface de confiance entre le praticien et le patient, la planification et la robotisation des actes médicaux, la prise en charge à distance et l'amélioration de l'apprentissage des professionnels de santé dans l'utilisation de ces robots", indique la Direction générale des entreprises sur son site.

Quelques mois plus tôt, les Hospices Civils de Lyon lançaient Station H, une plateforme dédiée à la robotique médicale et hospitalière, pour favoriser les échanges et tests entre ce milieu et celui de l'industrie. "Aujourd'hui, face à l'accélération de la révolution robotique dans le monde de la santé, il nous a semblé important d'accompagner la mutation des technologies d'assistance robotique, qu'elles intègrent ou pas des systèmes d'intelligence artificielle", explique Marc Colombel, le chef de service adjoint de l'unité d'urologie et de chirurgie de la transplantation à l'hôpital Édouard Herriot.

Un large champ de fonctionnalités dans le milieu médical

Ces deux initiatives démontrent l'attention dont fait l'objet la robotique médicale. Si les premiers bras robotisés ont accompagné les chirurgiens dès les années 1980, les progrès du secteur permettent désormais l'émergence de machines dopées à l'intelligence artificielle, capables de "fiabiliser, encore un peu plus, les gestes des praticiens, mais aussi de réaliser des opérations qui étaient, jusqu'ici, particulièrement invasives ou difficiles à mener", explique le quotidien *20 minutes*. La technologie apparaît également comme une solution face à la pénurie de personnel soignant, même si le robot ne sera jamais seul devant la table

d'opération. "On ne peut jamais dire jamais, mais aujourd'hui, ce n'est absolument pas dans cette direction que l'on va. Les patients eux-mêmes souhaitent qu'il y ait un praticien à leurs côtés. Ils ne veulent pas être opérés seulement par une machine", confirme Bertin Nahum, fondateur de plusieurs start-up dans le secteur.

En dehors du bloc opératoire, les robots trouvent aussi une utilité dans les soins quotidiens ou le suivi des patients. Intel, qui compte dans son catalogue plusieurs technologies consacrées au domaine, cite par exemple les robots de nettoyage et de désinfection limitant les contacts dans les services des maladies infectieuses, ou les robots couplés à un logiciel d'identification de médicaments, qui réduisent le temps nécessaire à la distribution de ces derniers. Il est également possible de citer les robots exosquelettes thérapeutiques, utiles dans le cadre de rééducations ou de prises en charge de déficiences physiques, ou les robots sociaux, qui proposent une interaction sociale aux patients tout en suivant leur état de santé.

Les start-up françaises à l'assaut du marché

Évalué à 8,3 milliards de dollars en 2020, le marché des systèmes robotiques médicaux pourrait plus que tripler d'ici 2026 selon Mordor Intelligence, pour atteindre 28,3 milliards de dollars. La demande ne devrait qu'augmenter tandis que l'offre s'apprête également à connaître une forte dynamique, du fait de technologies aux coûts de plus en plus abordables qui ouvrent la voie à des utilisations plus variées. Autre élément clé : les brevets des robots Da Vinci – appartenant au leader du marché, l'américain Intuitive Surgical (6,2 milliards de dollars de chiffre d'affaires en 2022) – vont arriver à expiration. De nouvelles opportunités pourraient ainsi apparaître pour la concurrence. "Le décor est désormais planté pour une augmentation exponentielle du développement de systèmes robotiques", estime Mordor Intelligence.

La France souhaite peser dans le secteur et semble posséder du potentiel sur plusieurs segments. "La robotique chirurgicale apparaît comme la plus grande force française pour la chirurgie", indiquait ainsi fin 2022 Benjamin Boutot, responsable de la filière Medtech au sein du pôle de compétitivité Medicen Paris Région. "Nous avons une vingtaine de start-up qui peuvent être leaders sur leur aire thérapeutique", développait-il dans *L'Usine Nouvelle*, en citant notamment les cobots destinés à la manipulation aux côtés du chirurgien, les robots utilisés en coelioscopie pour réaliser de petites incisions ou les robots de radiologie interventionnelle.

Parmi les pépites françaises se trouve Quantum Surgical, fondée par Bertin Nahum. Ce dernier avait déjà créé Medtech, start-up à l'origine de robots chirurgicaux, revendue au groupe américain Zimmer Biomet en 2016. Quantum Surgical se focalise sur le traitement du cancer du foie grâce à un robot capable de réaliser des ablations percutanées brûlant les tumeurs. "Les robots sont déjà très développés sur les tissus durs, comme le crâne ou en orthopédie. Le secteur des tissus mous est en retard car le défi technologique est plus complexe", explique Bertin Nahum, qui veut à long terme devenir un leader international de cette branche.

Ganymed Robotics se trouve également dans les jeunes pousses hexagonales prometteuses avec son robot couplé à l'intelligence artificielle et dédié à l'assistance chirurgicale en orthopédie. La société a levé 21 millions d'euros à l'été 2022, puis 15 autres millions six mois plus tard. Elle espère obtenir l'aval réglementaire de l'Europe, des États-Unis et de l'Australie dès 2024. "Nous avons aussi d'excellents contacts avec de grandes chaînes d'hôpitaux asiatiques pour lesquelles la répétabilité et la fiabilité des poses de prothèses, dont la demande explose, sont une priorité sanitaire et commerciale", précise Sophie Cahen, présidente et cofondatrice de Ganymed Robotics, auprès des *Échos*.

Samuel Arnaud

La robotique logistique, un marché en plein essor



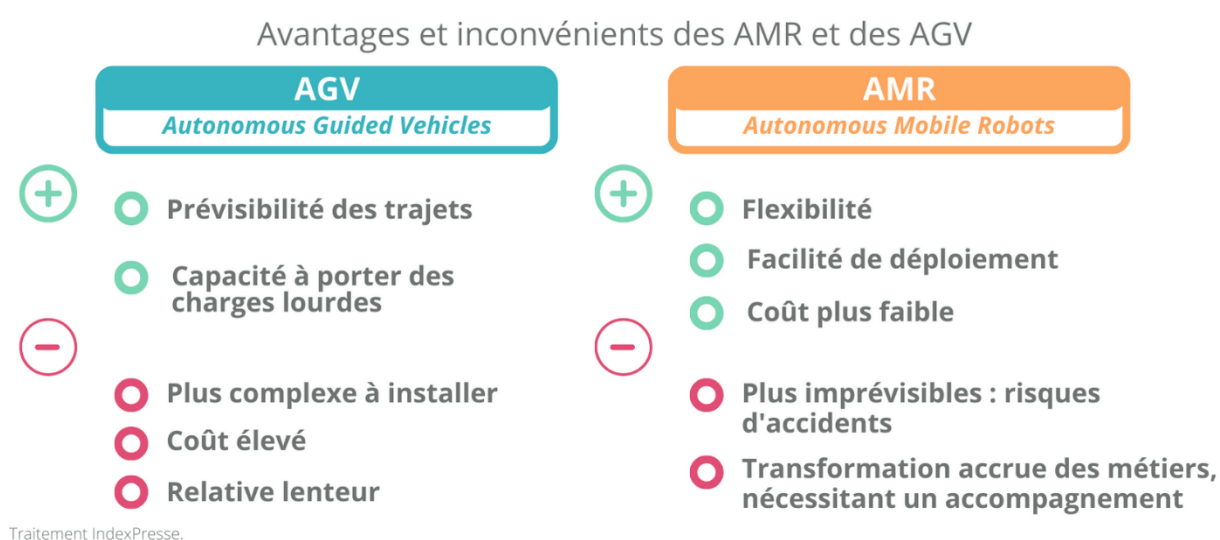
L'automatisation des entrepôts profite au marché

Amorcée depuis des années, l'automatisation des entrepôts accélère sous l'effet des besoins de gains d'efficacité et le progrès technologique. Un phénomène plus récent consiste à déployer des robots autonomes au sein des sites logistiques. Dotés de capteurs afin de se mouvoir de plus en plus librement, constamment améliorés par l'intelligence artificielle, les AMR (autonomous mobile robots) prennent une place croissante dans les chaînes logistiques. Bien que les estimations et les périmètres retenus se montrent variés, les ordres de grandeur révélés par les études indiquent une explosion du marché de la robotique autonome. En 2022, le cabinet LogisticsIQ prévoyait une progression annuelle respectivement de 43 % pour les AMR et de 24 % pour les AGV (autonomous guided vehicles, plus anciens), le marché total devant atteindre 18 milliards de dollars à l'horizon 2027 contre 3 milliards en 2021. Les ventes devraient alors s'élever à 640 000 unités par an, dont plus de 200 000 dans quatre pays (États-Unis, Chine, Japon, Allemagne). À cette date, le parc installé se hisserait à 2,4 millions de robots autonomes, tous marchés et catégories confondus. Selon le cabinet ABI Research, le marché de la robotique logistique devrait croître de 23 % jusqu'en 2030. Pour le Boston Consulting Group, ce dernier devrait atteindre 80 milliards de dollars à l'horizon 2030. Il estime en outre à 51 milliards de dollars le chiffre d'affaires que générera le marché de l'automatisation des entrepôts en 2030. Pour le cabinet LogisticsIQ, ce dernier franchira les 30 milliards de dollars en 2027. Il identifiait plus de 600 acteurs intervenant dans les AMR et AGV, dont 275 positionnés dans la logistique et l'industrie. Le développement de la robotique pour les activités logistiques prend donc de l'ampleur, permettant de pallier la pénurie de main d'œuvre, de gagner en efficacité et de réduire la pénibilité du travail pour les opérateurs. L'automatisation et la robotisation présentent toutefois des limites,

et ne peuvent pas totalement remplacer la présence humaine, comme le soulignait Antoine Prétin (Geodis) dans L'Officiel des transporteurs : "Il est impossible de faire tourner des centres logistiques sans hommes, tant au niveau du pilotage qu'à celui de la maintenance. (...) Il est utopique de penser qu'un entrepôt puisse être géré par un superviseur à distance".

AMR et AGV, des solutions concurrentes ou complémentaires ?

Le marché des AMR progresse bien plus rapidement que celui des AGV, la solution robotique historique. Globalement plus avancés technologiquement, les AMR ne sont toutefois pas forcément amenés à remplacer les AGV du fait d'une différenciation croissante des deux catégories. "Il y a une complémentarité entre ces types de chariots. On utilise plutôt un AMR pour la préparation des commandes, pour du bac et de petites charges, tandis que les AGV restent privilégiés pour la manutention en palettes de lourdes charges", soulignait en 2020 le spécialiste en logistique Jungheinrich. "Les trajets linéaires des AGV rassurent les opérateurs, qui savent comment les éviter, contrairement aux AMR, aux réactions plus imprévisibles".



La 5G va permettre un usage encore plus poussé des robots

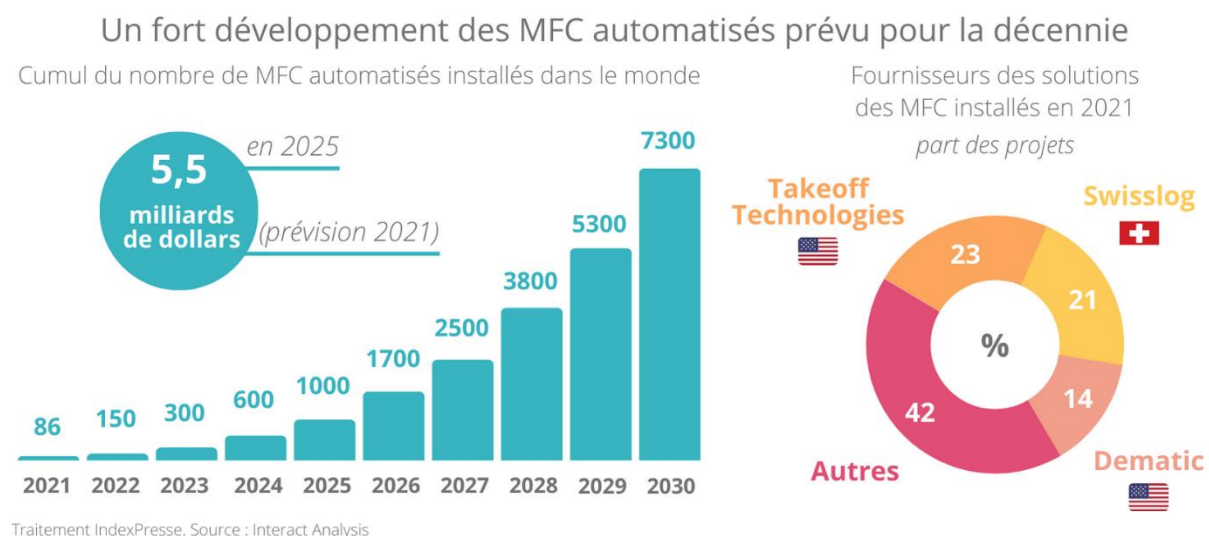
Entre 20 et 50 fois plus rapide que la 4G, le réseau 5G devrait permettre une accélération des projets de robotisation. Les flux importants de données rendus possibles par cette technologie vont assurer un pilotage optimisé des robots ainsi qu'un suivi en continu de l'état des appareils. Les flottes d'AMR pourront par ailleurs mieux effectuer les tâches menées de façon collaborative. "La 5G va permettre d'aller plus vite pour échanger de machine à machine", expliquait en 2020 Yannick Antoine, directeur opérationnel Logistic Solutions chez Toyota Material Handling France. "Demain, les chariots communiqueront directement entre eux, par exemple

pour dire: attention, dans telle zone, ça bouche. (...) Cela devrait contribuer à diminuer les coûts des chariots tout en améliorant leur performance en toute situation”.

Les MFC automatisés pour optimiser la gestion du dernier kilomètre

Les micro-fulfillment centers (MFC), ou micro-centres logistiques, connaissent un intérêt croissant et se voient de plus en plus automatisés. Ces petites unités, focalisées sur la livraison urbaine, sont chargées de la préparation et de l’expédition des colis. Si la pandémie de Covid-19 a mis certains projets en pause, la reprise qui a suivi a relancé la demande pour les MFC, renforcée en outre par l’évolution des modes de consommation. “Avec l’explosion de l’e-commerce et les problèmes de pénurie et de distanciation sociale, une forte proportion d’entreprises accélèrent leurs projets d’automatisation”, expliquait ainsi en 2021 Isabelle Rocher, directrice France d’AutoStore (fournisseur norvégien de solutions automatisées). “On voit ainsi une forte croissance des MFC, notamment dans la grande distribution et les magasins de proximité qui deviennent des points relais automatisés.” Cette robotisation plus poussée des mini-centres logistiques se révèle cruciale, alors que le dernier kilomètre représente, selon les estimations, entre 20 % et 30 % du coût total d’une livraison. Dans le domaine, la France semble se moderniser rapidement : “Nous voyons des demandes de prestataires français de même niveau d’intégration technique qu’aux États-Unis, et souvent plus avancées que celles des clients ou prospects allemands ou britanniques”, soulignait Isabelle Rocher. Les bras robotisés et/ou les AMR constituent des solutions prisées pour équiper ces centres. Le cabinet Interact Analysis estimait en 2022 que le nombre de MFC automatisés grimperait à 7 300 en 2030, contre seulement 86 en 2021. Il considère toutefois que le marché ne s’est pas développé aussi vite que prévu, en particulier du fait des “contraintes de la chaîne d’approvisionnement et [des] retards d’autorisation.” Au niveau mondial, la demande est tirée par Amazon, qui a prévu en 2020 d’ouvrir 1 500 MFC aux États-Unis. En 2021, le groupe français Savoye a installé un MFC automatisé dans la ville de Gênes (Italie) pour le compte des supermarchés Coop Liguria. En France, Intermarché a par exemple recours au micro-fulfillment dans deux sites, à Paris et à Lyon, permettant de traiter environ 1 000 commandes quotidiennes. Chacune d’elles est traitée à 80 % de façon automatisée afin de respecter les délais de préparation et de livraison. L’enseigne dispose de quatre robots autonomes pour le transport et le tri des commandes. La

solution d'Intermarché a été développée par les sociétés Takeoff Technologies et Knapp.



AMR, AGV : définitions et différences

Développés depuis des dizaines d'années, les robots guidés autonomes (AGV) suivent un chemin prédéfini, sans pouvoir contourner les obstacles. Plus récents, les robots mobiles autonomes (AMR) se montrent plus flexibles : leurs capteurs et leurs systèmes algorithmiques leur permettent de s'adapter à leur environnement et d'opérer dans des zones traversées par des humains. Sortes de palettes mobiles, ces robots peuvent supporter de lourdes charges, récupérer des colis entreposés sur différents étages ou encore suivre un humain afin de porter les objets placés au fur et à mesure de son parcours.

Auteur : Renaud Hammamy

Ce document est extrait de la Business Etude Supply chain. Le déploiement de solutions numériques variées transforme l'ensemble de la chaîne logistique, créée et publiée par IndexPresse en avril 2023. Tous droits réservés.

Les start-up mettent la robotique au service du milieu sous-marin



Des solutions robotisées dédiées

Le milieu sous-marin demeure hostile et compliqué d'accès pour l'humain. Pour mener à bien des missions d'exploration, d'inspection, de maintenance ou de secours, des véhicules robotisés adaptés aux profondeurs peuvent donc être privilégiés. Le marché s'avère dynamique, avec de nouvelles start-up commercialisant des drones sous-marins ou ROV (remotely operated underwater vehicle, véhicule sous-marin téléopéré) plus compacts, à l'autonomie plus élevée, etc. L'objectif est double : se faire une place sur un secteur déjà prisé par les imposantes machines des constructeurs traditionnels ; investir au plus tôt des activités d'avenir comme la surveillance des infrastructures d'énergie offshore, amenée à prendre de l'ampleur.

Notilo Plus, du grand public à la clientèle professionnelle

En 2016, Notilo Plus voit le jour et dévoile son drone sous-marin destiné au grand public, pour une utilisation de loisir. Mais sa technologie d'autonomisation, qui permet à l'appareil de fonctionner seul sous l'eau malgré l'absence de wi-fi, de bluetooth ou de signal GPS, intéresse rapidement les entreprises. "Nous avons commencé à avoir des demandes émanant de comptes professionnels, comme EDF, qui souhaitait, plutôt que de suivre un plongeur, suivre par exemple une fissure dans le béton d'un barrage", explique Nicolas Gambini, cofondateur de la start-up française. La réorientation est amorcée et Notilo Plus développe alors des drones d'inspection.

Trois ans après ses débuts, l'armateur CMA CGM entre à son capital suite à une levée de fonds de 1,75 million d'euros, afin d'accélérer les recherches sur les

engins autonomes capables d'inspecter les coques des navires grâce à de la reconnaissance d'image, un système acoustique ainsi qu'une plateforme d'intelligence artificielle pour analyser les données recueillies. Notilo Plus en profite pour intégrer son incubateur Zebox. Courant 2020, la crise de Covid-19 met à mal l'activité loisir de la société et entérine définitivement son virage BtoB. Son modèle économique repose en partie sur la vente de drones, et plus majoritairement sur le paiement à l'inspection.

Notilo Plus nourrit des ambitions internationales puisque "partout sur la planète, il y a des coques de navires ou des piles de pont à explorer", indique Nicolas Gambini. L'Europe du Nord et les États-Unis, où les infrastructures sous-marines sont nombreuses et l'adoption de nouvelles technologies se révèle souvent plus rapide, constituent des territoires prioritaires pour la start-up, qui mise sur des partenariats locaux avec des intermédiaires spécialisés pour gagner en notoriété. Notilo Plus compte également valoriser sa fabrication made in France, le pays étant reconnu à l'international pour son savoir-faire dans le secteur maritime. "La France est la patrie du commandant Cousteau qui, dans le monde de l'exploration sous-marine, jouit d'un réel prestige. Aux États-Unis, l'héritage de l'homme au bonnet rouge est encore très présent. Un atout pour promouvoir la version grand public de l'engin marseillais", souligne Les Échos.

Depuis 2021, Notilo Plus travaille également avec Cybernetix, filiale de Technip spécialisée dans les robots en milieux hostiles, afin de réduire les limites techniques de ses drones sous-marins. Ceux-ci pouvaient en effet avoir plus de mal à opérer dans les eaux houleuses et obscures de la haute mer, où des opérations doivent pourtant être menées. Le partenariat permet à Notilo Plus de proposer des engins plus robustes, capables de résister à la pression élevée et aux forts courants.

Forssea Robotics ne veut pas rater l'essor de l'éolien offshore

Créée en 2016, Forssea Robotics se focalise sur les robots miniatures d'inspection en haute mer, capables de se repérer et d'effectuer automatiquement des opérations de maintenance. Une activité standard au sein des plateformes pétrolières ou des câbles sous-marins de télécommunication, mais qui pourrait prendre un nouvel élan grâce à l'éolien offshore. "Le nombre d'éoliennes en mer double tous les trois ans et chaque pile doit faire l'objet d'une inspection sous-marine annuelle pour vérifier les câbles, les fondations, les chaînes d'ancrage", expose Gautier Dreyfus, cofondateur de la jeune pousse française.

Les robots de Forssea Robotics, dotés de capteurs visuels, d'une centrale inertielle, d'algorithmes de guidage et d'une intelligence artificielle embarquée, sont loués aux clients, qui ont aussi accès à des services dédiés. "On est un peu des Kiloutou du sous-marin, avec une offre de services associés, notamment pour le paramétrage, l'utilisation de l'intelligence artificielle et le travail sur les données", explique Gautier Dreyfus.

L'entreprise vise cinq robots prêts à l'emploi pour la fin 2022, puis le double l'année suivante afin d'atteindre la rentabilité. Elle a levé 5,3 millions d'euros depuis sa création et réfléchit à mener une nouvelle augmentation de capital en 2022, à hauteur de 7 millions d'euros, pour faire face à une concurrence croissante. Le magazine économique Challenges l'a sélectionnée parmi ses "100 start-up où investir en 2022".

Sea Proven : des navires autonomes au service du big data océanique

Pour la collecte de données massives sur l'océan, Sea Proven parie sur ses navires électriques autonomes. Ces engins d'une vingtaine de mètres, entièrement robotisés, peuvent évoluer dans des zones difficiles d'accès et sur de longues périodes, sans être freinés par des facteurs humains, afin de recueillir des datas variées : relevés sismiques, cartographie des fonds marins, étude des parcs éoliens sur le comportement de la faune, surveillance d'installations offshore, etc. Le moteur électrique, peu bruyant, permet de ne pas déranger le milieu et de récupérer des données plus fiables.

Sea Proven commercialise ensuite ces datas à des clients divers : bureaux d'études maritimes, instituts scientifiques, entités militaires, entreprises, etc. La société peut aussi effectuer des missions sur mesure pour répondre à une demande spécifique. "Plus on connaît l'océan plus on sera capable d'interagir intelligemment avec lui", assure Antoine Thébaud, codirigeant de l'entreprise. D'ici 2026, Sea Proven souhaite posséder une constellation de 300 navires autonomes afin de couvrir une zone économique exclusive de 25 millions de km². Après avoir levé 25 000 euros en 2019, la start-up envisage de renouveler l'opération en 2022, pour un montant plus conséquent.

Une détection améliorée grâce à Elwave

Elwave exploite le “sens électrique” pour optimiser la détection des robots sous l’eau. Ce mode de perception identifié chez certains poissons tropicaux leur permet de repérer ce qui se trouve autour d’eux grâce à un champ électromagnétique, sans avoir besoin de lumière ou de son. Elwave a donc adopté une approche biomimétique pour développer un capteur, à placer sur le robot, qui reproduit ce fonctionnement. “On crée une bulle de détection électromagnétique et quand un objet y pénètre, il déforme le champ électromagnétique. Par le biais d’algorithmes et de l’intelligence artificielle, on recrée une image électrique de l’environnement à partir des perturbations induites. [...] On détecte l’objet, sa position, sa forme, sa taille et sa nature électrique. Le point majeur est l’obtention de cette information en temps réel et à 360 degrés”, détaille Pierre Tufigo, président et fondateur de la start-up tricolore, qui assure que cette dernière est la seule du marché à fournir une telle technologie.

Elwave ne se positionne pas comme un concurrent des fabricants de robots, mais comme un partenaire afin d’améliorer les performances des engins. La société veut “répondre à la forte demande en robotique sous-marine, en particulier sur le marché en plein essor de l’éolien offshore, des drones et robots sous-marins téléopérés ou autonomes”, souligne Les Échos. Plusieurs grands groupes utilisent déjà son système, comme TotalEnergies ou Eca Group, leader sur le marché français de la fabrication de drones. La défense représente également un important secteur client, à hauteur de 30 % de l’activité d’Elwave, qui collabore notamment avec Naval Group.

Début 2021, la start-up a réalisé sa première levée de fonds, à hauteur de 2 millions d’euros. L’opération visait à accélérer la recherche-développement autour de l’électronique et de l’intelligence artificielle de son système, tout en amorçant son industrialisation et sa commercialisation.

Des innovations provenant de nouvelles start-up françaises

Seaber
2020

Mini-drone
sous-marin
autonome

Bentix
2021

Drone
sous-marin
imprimé en 3D

Island Robotics
2021

Drone
sous-marin
autonome

Airsub Drone forme les opérateurs de drones sous-marins

Spécialiste de l'inspection technique par drone (sous-marin ou aérien), la start-up française Airsub Drone, apparue en 2019, cherche à mieux encadrer cette profession. En 2022, elle a obtenu la certification Qualiopi pour ses formations dans le domaine, inédites en Europe. "L'inspection subaquatique n'étant pas réglementée, n'importe qui peut opérer dans ce milieu sensible. Il s'agit d'offrir des garanties en matière d'environnement, mais aussi de respect des installations ou de la propriété privée", détaille Brice Durandet, fondateur d'Airsub Drone. Ce nouveau statut devrait aussi permettre à l'entreprise de développer plus rapidement son activité.

Auteur : Renaud Hammamy

Ce document est extrait de la Business Etude Économie maritime. Les enjeux environnementaux et le numérique renouvellent une filière en pleine croissance, créée et publiée par IndexPresse en octobre 2022. Tous droits réservés.

De jeunes pousses françaises déploient leurs robots dans des secteurs variés



Hors des usines, les robots se répandent dans une multitude de secteurs. Plusieurs start-up françaises comme Euveka, Move'N See, Shark Robotics, Cala, Acwa Robotics ou Les Companions participent ainsi à l'automatisation dans les milieux de la restauration, du bâtiment ou encore de l'audiovisuel. Infographie.

Par Samuel Arnaud - Publié le 31/08/23

De jeunes pousses françaises déploient leurs robots dans des secteurs variés



Euveka

2011

Au moins 3,6 millions d'euros levés

Robot mannequin capable de varier de morphologie



Move'N See

2011

Au moins 4 millions d'euros levés

Robot cameraman capable de suivre des événements sportifs et scéniques



Shark Robotics

2016

12 millions d'euros levés

Robots terrestres adaptés aux environnements hostiles (incendies, terrains minés, interventions policières, etc.)

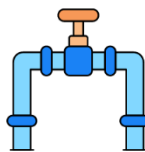


Cala

2017

6,5 millions d'euros levés

Robot de préparation de repas, notamment de pâtes



Acwa Robotics

2018

2,8 millions d'euros levés

Robot articulé inspectant les réseaux d'eau depuis l'intérieur des canalisations



Les Companions

2018

Robot articulé de peinture pour le bâtiment

Traitement IndexPresse.

Samuel Arnaud



Partie 3

Le long chemin de la robotique humanoïde

Synthèse

Capables de marcher, de porter des charges et d'effectuer des tâches au sein d'un environnement complexe, les robots humanoïdes constituent l'un des Graals de la robotique. Si la recherche progresse et les projets se multiplient, ces automates bipèdes ont encore de nombreux progrès à faire avant de connaître des applications concrètes.

Par Samuel Arnaud – Publié le 04/09/23

Faits, tendances et initiatives

- ❖ Les robots humanoïdes, ou anthropomorphes, constituent **l'une des prochaines grandes évolutions de la robotique**. Ces automates bipèdes pourraient effectuer des actions "comme les humains" en se déplaçant de manière fluide, afin de **pousser un cran plus loin l'automatisation de tâches répétitives voire dangereuses**. Les industriels suivent les évolutions de cette technologie, à l'image de Tesla ou d'Airbus, instigateurs ou partenaires de projets de recherche.
- ❖ Portée à la fois par de grandes entreprises et des start-up, la recherche dans ce segment attire de plus en plus d'attentions. Le milieu profite de "la mode [du] **financement de projets ambitieux et risqués**", dicit *L'Usine Nouvelle*, ainsi que de la baisse des coûts des technologies numériques.
- ❖ Si les progrès effectués depuis plusieurs années s'avèrent spectaculaires, ces robots humanoïdes sont **encore loin d'être réellement fonctionnels**. Deux principaux freins ont été identifiés par les chercheurs : la difficulté à rester en équilibre pour les machines bipèdes, qui doivent parvenir à se maintenir debout tout en effectuant des actions dynamiques et précises ; **la complexité de l'environnement humain** dans lequel elles évoluent, où une simple volée de marches peut représenter un obstacle important.
- ❖ Face à ces difficultés, les acteurs du secteur empruntent deux voies différentes : certains poursuivent leurs recherches et **continuent à croire en des modèles technologiques ultraperfectionnés**, tandis que d'autres revoient leurs ambitions à la baisse et préfèrent opter pour des robots ne

se déplaçant plus sur deux jambes ou effectuant des tâches à plus faible valeur ajoutée.

Sélection d'acteurs

- Boston Dynamics : cette société américaine est considérée comme l'une des plus avancées en matière de robotique humanoïde. En août 2022, elle a annoncé la création de son propre institut d'intelligence artificielle, en collaboration avec Hyundai Motors. L'établissement sera doté de 400 millions d'euros et visera à "rendre les robots plus intelligents, plus agiles, plus habiles et, de manière générale, plus simples à utiliser. Davantage à l'image des hommes."
- Xiaomi : le groupe chinois d'électronique a dévoilé son robot bipède, CyberOne, en août 2022. Il possède un écran Oled incurvé en guise de visage.
- Tesla : le constructeur automobile a présenté son Tesla Bot, nommé Optimus, en septembre 2022. Elon Musk, dirigeant de l'entreprise, souhaite déployer ce robot dans ses usines à grande échelle. Il compte notamment "réutiliser des briques de vision et de conduite autonome développés pour ses voitures, mais aussi capitaliser sur l'expérience du groupe dans les moteurs électriques et les batteries", indique *L'Usine Nouvelle*.
- Agility Robotics : cette start-up américaine a mis au point un robot, Digit, consacré au déplacement de colis dans les entrepôts. Elle a levé 150 millions de dollars en 2022, en partie auprès d'Amazon, pour industrialiser sa production.
- Aldebaran : la start-up française a mis au point plusieurs modèles de robots humanoïdes et sur roues. Elle a été rachetée par le fonds japonais Softbank en 2015, puis cédée à l'allemand United Robotics Group en 2022.
- Enchanted Tools : fondée par Jérôme Monceaux, un ancien d'Aldebaran, cette jeune pousse tricolore a levé 15 millions d'euros en 2022 afin de développer son prototype de machine humanoïde.
- PAL Robotics : start-up espagnole commercialisant son robot humanoïde Talos. En matière de recherche, elle collabore avec le Laas, Laboratoire d'architecture et d'analyse des systèmes, rattaché au CNRS et situé à Toulouse.

Paroles d'expert

"Chaque année, les vidéos de Boston Dynamics détruisent le moral des chercheurs. Mais l'idée qu'une vague de robots humanoïdes va bientôt tout révolutionner revient tous les dix ans et reste peu crédible. [...] La forme humanoïde pose des problèmes complexes, qui forcent à innover. Elle reste donc pour l'instant une plateforme de recherche."

"Quand les gens imaginent que les robots humanoïdes vont bientôt dépasser l'humain et prendre leur travail, on rigole. [...] Dans un monde idéal, tout serait intégré dans une seule machine. Mais nous n'en sommes pas là. La robotique humanoïde en est à sa préhistoire."

Olivier Stasse, directeur de Gepetto, l'équipe de robotique anthropomorphe du Laboratoire d'architecture et d'analyse des systèmes (Laas-CNRS)

"La robotique humanoïde est un problème très complexe, mais Elon Musk peut dynamiser le secteur. Plus on met d'ingénieurs et de capitaux sur un projet, plus on peut casser de machines, et plus on avance."

Philippe Souères, directeur du département robotique du Laas-CNRS

"Il vaut mieux adapter la forme des robots à leur fonction et prendre un Roomba pour faire le ménage, d'autant que la forme humanoïde est très consommatrice de ressources, à l'inverse des principes d'économie de la robotique industrielle."

Jade Le Maître, directrice de Proxinnov, plateforme dédiée à la robotique industrielle

Samuel Arnaud

Synthèse rédigée d'après l'article "Robotique humanoïde. Le golem continue de faire rêver", in *L'Usine*

nouvelle, n° 3712, novembre 2022

Les exosquelettes, où en est-on ?

Article

Si le marché des exosquelettes est encore loin d'avoir atteint son plein potentiel, notamment à cause des prix encore très élevés et de performances techniques à améliorer, il se développe auprès des professionnels avec des applications dans la santé et dans l'industrie.

Par Renaud Hammamy - Publié le 24/11/22

Dispositifs d'assistance physique, articulés ou non, potentiellement motorisés, les exosquelettes sont avant tout censés permettre une réduction de la fatigue et des blessures de l'utilisateur dans le cadre d'activités physiques intenses (comme le port de charges lourdes). De nombreux secteurs s'y intéressent, mais la technologie n'est pas encore suffisamment mature et abordable pour un déploiement à grande échelle.

Des perspectives de marché prometteuses

En 2018, plus de 7 000 exosquelettes ont été commercialisés dans le monde d'après l'International Federation of Robotics. Le marché mondial aurait atteint 354 millions de dollars selon le cabinet d'études Mordor Intelligence. Ce dernier prévoyait en 2022 une croissance de 12,5 % par an pour atteindre plus de 1,6 milliard de dollars au niveau mondial à l'horizon 2027. Le marché se concentre sur les États-Unis et quelques pays fortement industriels et/ou robotisés (Japon, Corée du Sud, Chine, Allemagne). En France, le marché est davantage représenté par des distributeurs, par exemple auprès des professionnels de santé, que par des fabricants.

Plusieurs secteurs particulièrement ciblés

L'une des principales applications des exosquelettes réside dans l'industrie et dans la logistique. Le but peut être d'aider l'employé à porter des charges lourdes ou de réduire au quotidien les risques de troubles musculo-squelettiques (TMS). Un test dans une blanchisserie en 2020 a permis de diminuer les maux de dos de 50 % et les tensions sur les épaules de 30 %. D'autres applications émergent, notamment dans la santé. Les exosquelettes peuvent être utilisés par des personnes âgées ou handicapées pour conserver ou regagner une autonomie perdue. Dans un contexte

de vieillissement de la population, le recours à ce type de dispositifs apparaît de plus en plus opportun. Le secteur militaire s'intéresse lui aussi à ces innovations, les exosquelettes pouvant permettre de réduire la fatigue des soldats, d'augmenter leur vitesse ou encore de leur permettre de porter de plus lourdes charges.

Des limites perdurent pour un usage accru des exosquelettes

Avec des prix allant de plusieurs milliers à plusieurs centaines de milliers d'euros, ces dispositifs restent très onéreux, limitant tant leur accessibilité que les cas d'usage où ils se montrent compétitifs. Sur le plan technologique, seuls les exosquelettes "passifs" (sans électronique poussée ni motorisation) sont véritablement utilisés, et de nombreux progrès restent à accomplir pour améliorer leurs performances. L'usage des exosquelettes doit par ailleurs faire l'objet d'une attention particulière pour éviter l'apparition d'autres problématiques : déséquilibres, plus grande sollicitation cardiovasculaire, inconfort, TMS liés au changement de répartition des efforts... Bien présentant des atouts incontestables, la généralisation des exosquelettes ne semble pas encore d'actualité.

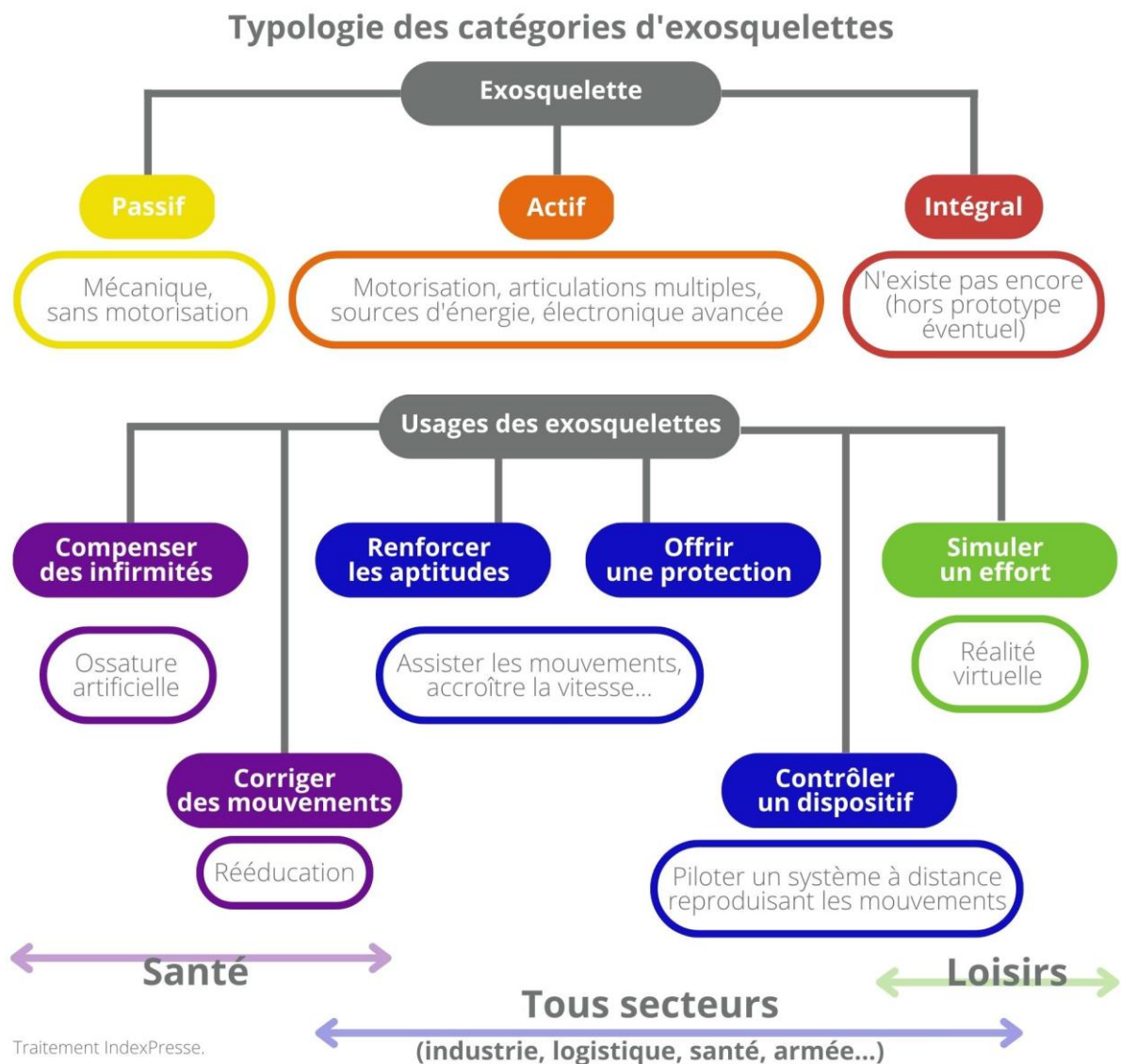
Renaud Hammamy

Typologie des catégories d'exosquelettes



Infographie présentant la typologie des catégories d'exosquelettes (passif, actif, intégral) et des exemples d'usages.

Par Renaud Hammamy - Publié le 24/11/22



Les robots mobiles autonomes, segment prometteur de la robotique

Article

Après la mécanisation et l'automatisation, les entrepôts et usines se sont robotisés avec le déploiement des robots mobiles autonomes. Ces équipements présentent de nombreux avantages. Le marché est appelé à croître dans les années à venir.

Par Chrystèle Reynier - Publié le 17/10/22

Les robots mobiles autonomes (AGV et AMR) appartiennent à la catégorie des cobots ou robots collaboratifs, dans le sens où ils évoluent près des opérateurs. Le marché mondial devrait passer de 3 milliards de dollars en 2021 à 18 milliards de dollars d'ici 2027, selon LogisticsIQ. Porteur, le secteur s'ouvre à de nouveaux domaines d'application.

AGV / AMR : quelle différence ?

La technologie a d'abord vu naître les AGV (Automated Guided Vehicle ou véhicules à guidage automatique), des robots guidés par des rails ou des repères au sol dans un environnement statique. Ces robots sont utilisés pour des trajectoires prédéfinies et sans obstacles fixes ou mobiles susceptibles de les bloquer.

Ces équipements sont désormais concurrencés par les AMR (robots mobiles autonomes) ou AIV (Intelligent Guided Vehicles). Ces machines, totalement libres, naviguent dans des environnements dynamiques cartographiés au préalable, et grâce aux données de leurs caméras, Lidar (radars à base de lasers) et capteurs. Elles utilisent également une Intelligence Artificielle appelée SLAM (Simultaneous Localisation And Mapping). Ces technologies de pointe permettent au robot d'appréhender son environnement et de choisir le meilleur itinéraire pour éviter les obstacles et atteindre sa cible. Les AMR ont notamment l'avantage d'être plus rapidement opérationnels et plus économiques, puisqu'ils ne nécessitent pas l'installation de guides sur le lieu de travail.

Les robots mobiles autonomes présentent de multiples avantages pour les entreprises qui les emploient. En réduisant les tâches répétitives et à faible valeur ajoutée, ils permettent d'augmenter la productivité des opérateurs, tout en réduisant les risques de troubles musculo-squelettiques (TMS). Ils apportent également de la fluidité, des gains d'espace et de la flexibilité dans les process. Ils permettent enfin de réduire les risques d'erreur et d'accidents dans le transport de charge. Avec à la clé, une amélioration de la logistique et l'automatisation des flux permettant un retour sur investissement souvent assez court.

Un secteur dynamique, touchant de nouveaux domaines d'application

D'ici 227, les AGV et les AMR devraient connaître des taux de croissance de respectivement 24% et 43% sur le marché mondial, et devraient franchir la barre des 2,4 millions de bases installées, selon une étude de marché de LogisticsIQ, relayée par le site *Wyca Robotics*.

Intelligence artificielle, sophistication des capteurs, efficacité des batteries, IoT, 5G... Les technologies équipant les robots mobiles autonomes évoluent. Le secteur est porté par la robotique industrielle et logistique. De nouvelles applications émergent et sont amenées à se développer. C'est le cas notamment des robots mobiles de préparation et de tri de pièces, de la livraison et de nettoyage.



640 000 robots mobiles devraient ainsi être expédiés en 2027. La Chine devrait être en bonne place parmi les fournisseurs et acheteurs de machines. Le pays a pour atout sa compétitivité en termes de prix et sa taille en termes de volumes consommés.

Mais la France compte aussi ses spécialistes, à l'image de la licorne Exotec, créée en 2015 et déployant ses flottes de Skypods à destination des entrepôts. Les

distributeurs Decathlon, Carrefour, Gap et Uniqlo font notamment partie de ses clients.

Le contexte apparaît comme favorable au déploiement des robots mobiles autonomes, comme pour l'ensemble du marché de la robotique. Pendant la crise du Covid-19, ces équipements ont été plébiscités pour la réalisation de tâches tout en limitant les risques sanitaires. À l'heure où l'Europe souhaite accroître sa compétitivité industrielle, ces équipements ont une nouvelle à carte à jouer.

Chrystèle Reynier

Une recherche dynamique autour de la micro- et de la nanorobotique

Article

Les microrobots et nanorobots font l'objet de nombreuses recherches. Leurs futurs cas d'usage se révèlent nombreux, notamment dans le domaine de la santé, mais les applications concrètes restent encore rares.

Par Samuel Arnaud - Publié le 04/09/23

La microrobotique (à l'échelle micrométrique) et la nanorobotique (à l'échelle nanométrique) ouvrent de nouveaux champs d'application. "Des performances jusque-là inaccessibles avec les techniques classiques sont atteintes par la microrobotique qui permet notamment la manipulation d'objets plus petits, biologiques ou artificiels, de manière plus rapide et avec une meilleure précision", expliquaient dès 2015 Aude Boloï, chargée de recherche au CNRS FEMTO-ST, et Cédric Clevy, maître de conférences à l'université de Franche-Comté FEMTO-ST. La miniaturisation croissante des composants électroniques permet de mettre au point des robots toujours plus petits, susceptibles de servir dans les domaines de la biologie, de la médecine ou de la micromécanique.

Une recherche dynamique qui laisse augurer des potentiels d'applications variés

La robotique à une telle échelle demeure surtout cantonnée aux laboratoires et aux centres de recherche. Les projets s'avèrent toutefois nombreux, particulièrement dans le domaine médical. En 2023, des chercheurs de l'université Caltech, aux États-Unis, ont dévoilé un robot miniature inséré dans une pilule. Une fois avalé, il transmet des informations sur la santé intestinale du patient et pourrait remplacer une radiographie ou une coloscopie. En Allemagne, des scientifiques de l'Institut Max Planck ont conçu un robot d'un centimètre de large et deux de long, dont la structure flexible rappelle celle du pangolin. Il peut se déplacer dans le corps humain grâce à un champ magnétique basse fréquence envoyé depuis l'extérieur, et ainsi transporter des traitements de manière précise ou chauffer des zones atteintes d'hémorragies ou de thromboses. Autre exemple, une équipe de l'université de Tel-Aviv, en Israël, a créé un robot de la taille d'une cellule, capable de se mouvoir dans le corps via une propulsion magnétique. Il peut ensuite identifier des cellules malades, les transporter, nettoyer leur environnement, ou

encore insérer un médicament ou un gène dans ces cellules. Si aucun de ses projets n'a encore franchi le seuil des laboratoires, ils démontrent les opportunités offertes par la micro- et la nanorobotique.

L'université de Franche-Comté et le CNRS ont eux choisi de se tourner vers l'industrie avec MiGriBot, un robot miniature présenté début 2023. Il s'agit d'une pince ultra-précise et rapide, "capable de prendre et déposer un objet douze fois par seconde avec une précision de l'ordre du micromètre", décrit *Les Échos*. Une telle prouesse pourrait trouver des débouchés dans l'électronique, l'horlogerie ou la photonique. "Cette invention fait l'objet d'un brevet qui pourrait être exploité à travers un accord avec l'industrie ou par la création d'une start-up", indique Redwan Dahmouche, l'un des inventeurs du robot.

Poursuivre les expérimentations et améliorer la maîtrise de ces technologies

Malgré des projets qui se multiplient, la miniature robotique n'est pas encore prête pour être déployée à grande échelle. D'autres années de recherche et de tests seront nécessaires avant que ces petits robots n'entrent dans les mœurs de la médecine ou de l'électronique. De plus, l'échelle de l'infiniment petit implique des défis qui ne sont pas toujours pleinement résolus, comme celui du déplacement et du contrôle d'objets aussi microscopiques. "Un des enjeux actuels de la recherche en microrobotique est de développer des systèmes qui permettent ce type de manipulation entre deux échelles : l'échelle cellulaire et celle de l'opérateur", souligne France Culture en amont d'une interview de Redwan Dahmouche et Cédric Clevy.

Plusieurs techniques de manipulation, reposant notamment sur des faisceaux laser, font l'objet d'études. En septembre 2022, des chercheurs de l'Isir, Institut des systèmes intelligents et de robotique, ont publié leurs travaux sur le principe des "pinces optiques", qui permettent de "piéger un objet microscopique avec un faisceau laser", indique *CNRS Le Journal*. À l'aide d'un joystick, un opérateur peut alors contrôler un microrobot au milieu d'un champ de cellules, déplacer ces dernières, etc. Plusieurs applications biomédicales, notamment dans le traitement du cancer du côlon ou la fécondation in vitro, sont déjà à l'étude.

Samuel Arnaud