

Le point de vue du chercheur : Etude de cas

L'IA ALIMENTE LA DIFFUSION DE LA ROBOTIQUE INTELLIGENTE – ET EN DEFINIT LES LIMITES

La robotique donne corps à l'IA, au travers notamment des développements dans les domaines des véhicules autonomes, des robots d'assistance (*carebots*), des robots chirurgicaux et des robots collaboratifs (*cobots*). Entretien avec le Dr Ali Shafti, associé de recherche principal en robotique et IA, au Brain & Behaviour Lab de l'Imperial College de Londres.



EN BREF

- ▶ La robotique transpose les capacités des logiciels en matière de traitement de données et de prise de décisions dans le monde réel.
- ▶ Dans la mesure où il s'agit de robots, les véhicules autonomes s'affirment comme l'axe de recherche le plus important du point de vue économique en matière de robotique.
- ▶ Les robots d'assistance et chirurgicaux représentent d'autres domaines de développement clés.
- ▶ L'« apprentissage mutuel » constitue un moyen potentiel pour les robots de mieux appréhender leur environnement de travail et de se rapprocher de l'intelligence humaine.





Dr Ali Shafti

Associé de recherche principal en robotique et IA, au Brain & Behaviour Lab de l'Imperial College de Londres

La robotique emprunte principalement à l'informatique, à l'ingénierie mécanique et électronique et aux neurosciences. Elle vise à créer des « machines intelligentes » capables, tout comme l'homme, de percevoir son environnement physique, de l'interpréter et de prendre en temps réel des décisions en fonction de ces stimuli, puis de les mettre en œuvre. Du point de vue de l'IA, la robotique transpose ainsi les capacités des logiciels en matière de traitement de données et de prise de décisions dans le monde réel. Dans la sphère de la robotique, comme dans d'autres domaines d'application de l'IA, les principales formes d'IA font appel aux techniques d'apprentissage automatique basées sur des données, qui ont connu un net essor au cours des quinze dernières années, comme nous l'avons évoqué lors de notre entretien avec le professeur David Barber.

« L'important, c'est cette capacité à agir sur l'environnement physique en déplaçant quelque chose ou en provoquant quelque chose. C'est ce qui définit un robot », déclare le Dr Ali Shafti, associé de recherche principal en robotique et IA, au Brain & Behaviour Lab de l'Imperial College de Londres. « Sans cela, la machine n'est rien de plus qu'un ordinateur ou un smartphone. » A la lumière de cette définition, les véhicules autonomes sont des robots et s'affirment dès lors comme l'axe de recherche le plus important du point de vue économique en matière de robotique. Cependant, le développement d'une forme d'IA suffisamment puissante pour faire évoluer des robots aux côtés de l'homme dans les environnements très complexes où il habite soulève d'importants défis. Le rêve de voir des véhicules capables de nous transporter jusqu'à notre domicile en se dirigeant de manière autonome dans une ville aux heures de pointe est plus éloigné que d'aucuns veulent bien l'admettre.

Les véhicules autonomes repoussent les limites de l'IA

Les progrès rapides récemment enregistrés dans le domaine de l'apprentissage automatique ont suscité un vif intérêt pour le développement de véhicules autonomes, tant de la part des fabricants automobiles que des plus grandes entreprises technologiques mondiales, qui ont investi massivement dans ce domaine. Mais la fabrication de véhicules entièrement autonomes représente l'un des plus grands défis auxquels les chercheurs en robotique sont confrontés, en raison des difficultés posées par la conception de l'IA nécessaire pour les contrôler.

Bien qu'il entrevoie d'importants progrès dans le domaine des véhicules autonomes au cours des dix prochaines années, le Dr Shafti prévient qu'il faudra encore attendre des décennies avant de voir des robots conduire seuls dans une circulation normale, sans qu'un humain soit présent pour reprendre la main si nécessaire. Selon lui, le principal



L'important, c'est cette capacité à agir sur l'environnement physique en déplaçant quelque chose ou en provoquant quelque chose. C'est ce qui définit un robot. Sans cela, la machine n'est rien de plus qu'un ordinateur ou un smartphone. »





Certains des progrès les plus notables réalisés grâce l'apprentissage profond l'ont été dans le domaine de la vision artificielle, s'agissant notamment de la reconnaissance et de l'identification en temps réel des objets, qui est l'une des composantes essentielles de nombreux systèmes autonomes. Mais ces systèmes peuvent faire des erreurs et se laissent facilement tromper. »

problème est que l'apprentissage profond (*deep learning*), la forme d'apprentissage automatique utilisée par la plupart des systèmes de reconnaissance visuelle dont sont équipés les véhicules autonomes, atteint ses limites. Ce problème est encore accentué par le fait qu'un très grand nombre de véhicules circulent dans des environnements très complexes et densément peuplés qui n'étaient pas conçus pour cela à l'origine.

« L'apprentissage profond nous a fait faire un grand bond en avant, mais maintenant, les progrès ralentissent. Nous stagnons. Certains des progrès les plus notables réalisés grâce l'apprentissage profond l'ont été dans le domaine de la vision artificielle, s'agissant notamment de la reconnaissance et de l'identification en temps réel des objets, qui est, bien entendu, l'une des composantes essentielles de nombreux systèmes autonomes, comme ceux équipant les véhicules sans conducteur. Mais ces systèmes peuvent faire des erreurs et se laissent facilement tromper.

« Un exemple célèbre montre que si l'on appose des autocollants ou si l'on dessine des graffitis, aussi petits soient-ils, sur un panneau stop, le système le confondra avec d'autres panneaux, tels que des limitations de vitesse. Cela n'arriverait pas avec un conducteur humain, car nous comprenons le contexte. Le système, lui, ne le comprend pas – il lit juste des pixels. Son intelligence se limite à la tâche spécifique qu'il a apprise. Donc, s'il voit un panneau légèrement différent, il sera facilement trompé et pensera que ce n'est pas un panneau stop.

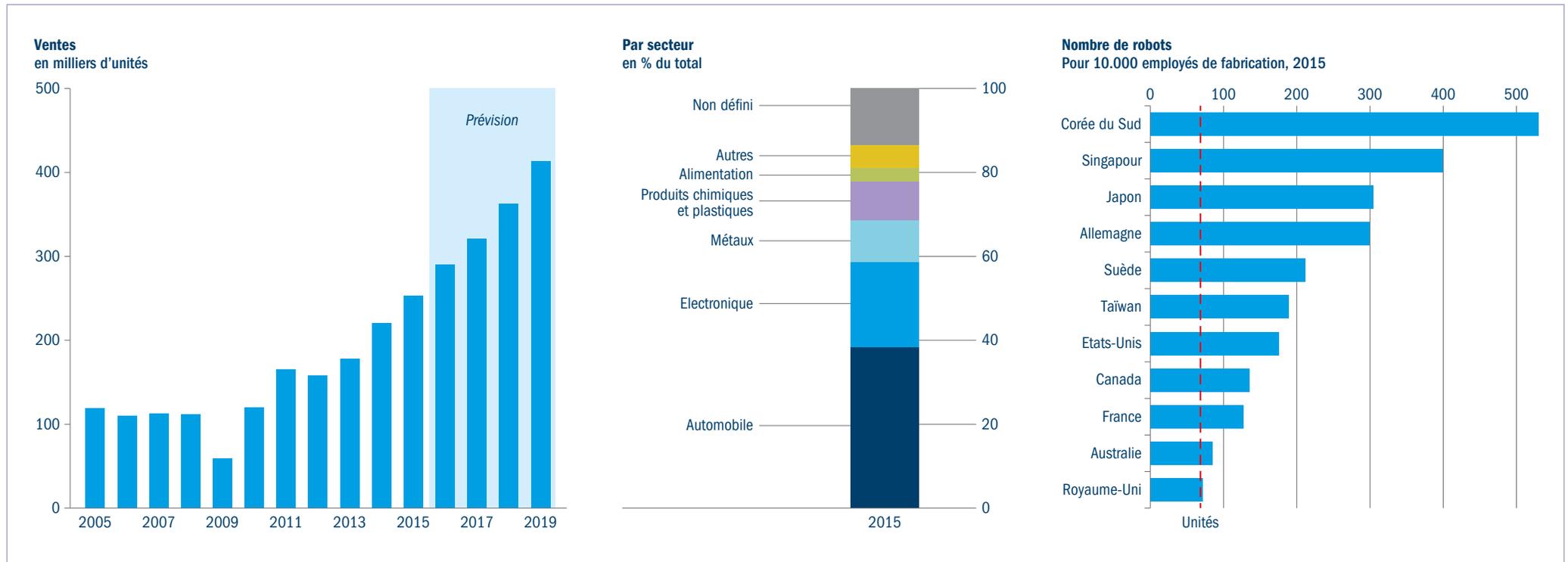
« Faire circuler un véhicule autonome dans le même environnement qu'un véhicule non autonome est un problème très complexe. On en parle beaucoup, mais aucun exemple concret ne démontre qu'un véhicule autonome puisse être utilisé de manière intensive dans un environnement mixte sans qu'un conducteur humain soit présent pour reprendre la main en cas de besoin. A mon sens, cela suffit à démontrer

que nous avons encore beaucoup de chemin à parcourir. » Selon le Dr Shafti, le stade de développement intermédiaire consistera selon toute vraisemblance à réserver des voies ou des zones de circulation aux véhicules autonomes dans les villes, afin de ne pas s'exposer aux risques que présente le fait de laisser des robots conduire dans le même espace que des humains. A long terme, cependant, il estime que la transition vers les véhicules autonomes permettra de réduire fortement le nombre d'accidents et de décès sur les routes et de gérer le trafic de manière optimale, car les véhicules seront connectés en réseau et communiqueront en permanence les uns avec les autres, de sorte qu'il sera possible d'avoir une densité de véhicules plus importante tout en conservant une circulation fluide et rapide.

« Imaginez qu'en arrivant dans un parking à étages, vous puissiez sortir de votre voiture et la laisser se garer toute seule. Cela permettrait de gagner beaucoup de temps, mais aussi d'optimiser l'espace,



La robotique dans la pratique : les robots industriels dans le monde



Source : International Federation of Robotics.

Les informations et opinions fournies par des tiers ont été obtenues auprès de sources jugées fiables mais aucune garantie n'est donnée quant à leur exactitude et à leur exhaustivité. Ces informations ne sauraient constituer la seule base de décisions d'investissement, ni être interprétées comme un conseil visant à répondre aux besoins spécifiques d'un investisseur particulier.





La demande en faveur de robots sociaux intelligents s'accélère et je pense qu'au cours de la prochaine décennie, des systèmes robotiques de ce type commenceront à faire leur apparition chez de nombreuses personnes âgées. »

car les voitures pourraient se garer beaucoup plus près les unes des autres, et lorsque vous voudriez récupérer votre véhicule, les autres se déplaceraient tout seuls pour lui laisser le passage. »

Autres domaines de développement clés de la robotique

Si les robots sont présents depuis des dizaines d'années déjà dans l'industrie, ils ont commencé à être utilisés dans d'autres domaines du monde réel plus récemment. Deux grands axes de développement se distinguent.

Robots sociaux et d'assistance

Selon le Dr Shafti, nous ne tarderons pas à voir apparaître des robots conçus pour s'occuper des personnes seules ou souffrant de symptômes tels que la démence et interagir avec elles. C'est l'un des quelques domaines de la robotique où il sera pertinent de créer des robots anthropomorphiques dotés d'un corps complet – ce que beaucoup considèrent, à tort, comme l'objectif premier des chercheurs en robotique dans leur ensemble.

Il est impératif dans ce domaine de pouvoir utiliser le traitement du langage naturel pour permettre aux humains de converser avec les robots, et grâce aux progrès récents, les robots sociaux pourront bientôt être utilisés à large échelle, déclare-t-il. « La demande en faveur de robots sociaux intelligents s'accélère et je pense qu'au cours de la prochaine décennie, des systèmes robotiques de ce type commenceront à faire leur apparition chez de nombreuses personnes souffrant de solitude ou d'anxiété sociale, de même que chez celles atteintes de démence ou d'autres troubles cognitifs. » En plus d'apporter une compagnie, ces systèmes seront capables de surveiller le comportement humain et d'aider les personnes souffrant de déficiences cognitives, par exemple, en leur rappelant de prendre des médicaments essentiels.

Robots chirurgicaux

Les robots commencent à s'imposer dans le domaine de la chirurgie laparoscopique, sous l'impulsion notamment de l'entreprise américaine Intuitive, dont les machines Da Vinci sont les plus perfectionnées sur le marché.

Ces systèmes maître-esclave permettent à un chirurgien installé devant un terminal d'effectuer des gestes extrêmement précis en traduisant des mouvements de plusieurs centimètres de la main en des mouvements beaucoup plus petits de l'instrument chirurgical à l'intérieur du patient. Grâce aux différents instruments qu'ils intègrent, ils permettent également aux chirurgiens d'opérer en ne pratiquant qu'une seule incision, de très petite taille, au lieu des trois nécessaires lors d'une opération manuelle.

Le Dr Shafti révèle que les recherches menées actuellement en matière de vision artificielle dans le domaine des robots chirurgicaux se concentrent notamment sur la visualisation en 3D des organes et la reconnaissance



automatique de leurs caractéristiques, ou de lésions, à l'aide d'images provenant d'une caméra. Les chirurgiens obtiennent ainsi une vision quasi réelle de l'intérieur du patient, au lieu des images 2D, difficiles à interpréter, dont ils doivent actuellement se contenter sur l'écran de leur ordinateur. Les chercheurs dotent également ces systèmes de capacités de retour haptique, qui permettent aux chirurgiens de sentir la densité des organes et des tissus à l'intérieur du corps et de détecter, par exemple, la présence d'une tumeur.

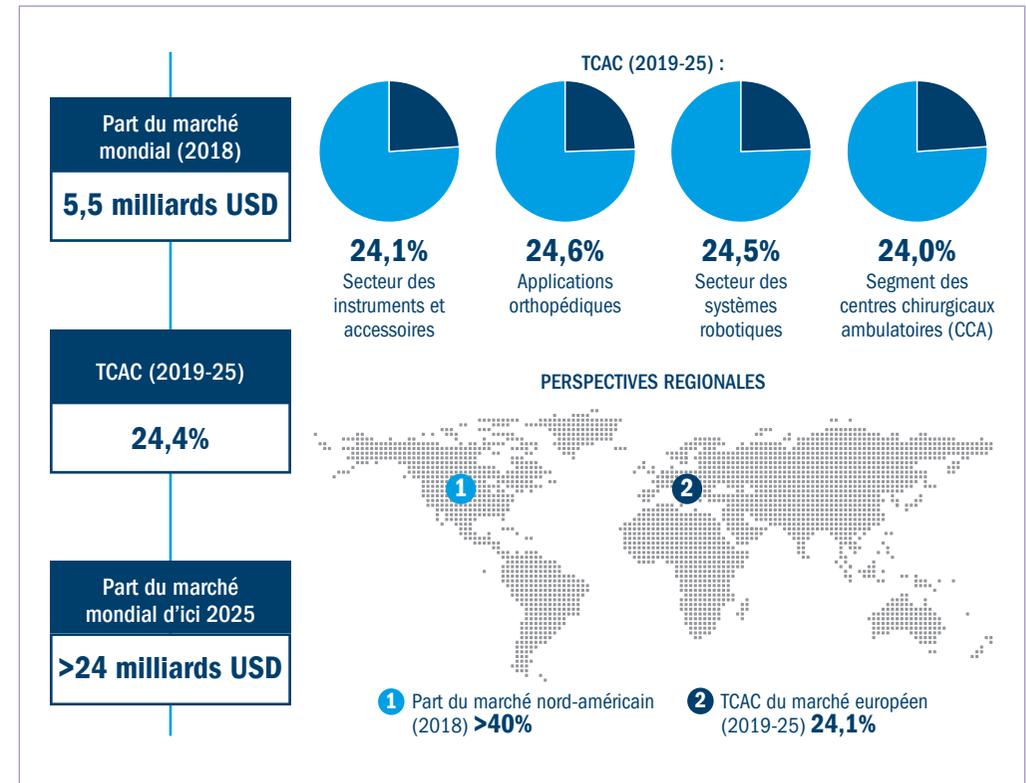
Cependant, le Dr. Shafti fait observer que le principal obstacle à l'adoption des robots chirurgicaux sera sans doute le conservatisme professionnel des chirurgiens de la vieille école, qui opèrent manuellement depuis des décennies et préfèrent sans tenir à des méthodes qui leur sont familières. En définitive, il est probable que les chirurgiens seront formés à opérer à la fois manuellement et à l'aide de robots, ce qui contribuera à accélérer le déploiement de ces outils.

Collaboration plutôt que substitution

Les bras robotiques sont utilisés depuis des années dans l'industrie, mais ce n'est qu'au cours de la dernière décennie qu'ils sont devenus suffisamment sûrs pour côtoyer l'homme au lieu d'être confinés dans des espaces dédiés, ce grâce aux progrès permettant d'éviter les chocs fatals réalisés dans les domaines des capteurs et de l'ingénierie mécanique.

Dès lors, ces robots « collaboratifs », ou « cobots », ont connu un essor rapide dans l'industrie au cours des dernières années. Les principaux fabricants sont notamment l'entreprise danoise Universal Robots, Franka Emika, une société sise à Munich, et Kuka, une entreprise à capitaux chinois également basée en Allemagne. Cette dernière est un acteur bien établi dans le secteur des robots industriels traditionnels, qui s'est aussi lancé dans la fabrication de cobots. L'émergence de robots capables de travailler en toute sécurité aux côtés de l'homme représente une avancée technologique majeure et

Marché des robots chirurgicaux



Source : <https://www.gminsights.com/industry-analysis/surgical-robots-market>. Mars 2019.





La prochaine étape consistera selon moi à impliquer davantage l'homme. Dans les méthodes interactives, le système ne fonctionne pas de bout en bout de manière autonome, sans que l'homme intervienne. Le système fonctionne en autonomie, mais un humain est présent pour contrôler son bon fonctionnement et intervenir si nécessaire, ce qui permet d'optimiser le résultat pour l'homme. »

ouvre de nouveaux marchés importants aux fabricants de robots, désormais promis à de nombreuses autres applications industrielles.

Dans le même temps, l'apparition de robots collaboratifs ouvre des possibilités de développement grâce aux méthodes interactives (*human-in-the-loop*, HITL), dans lesquelles le Dr Shafti est spécialisé et qui, selon lui, offrent de meilleurs résultats, tant pour la société que du point de vue du développement de la robotique.

« L'apprentissage profond atteint ses limites, et il va falloir passer à l'étape suivante », déclare-t-il. « La prochaine étape consistera selon moi à impliquer davantage l'homme. Dans les méthodes interactives, le système ne fonctionne pas de bout en bout de manière autonome, sans que l'homme intervienne. Le système fonctionne en autonomie, mais un humain est présent pour contrôler son bon fonctionnement et intervenir si nécessaire, ou collaborer en temps réel, ce qui permet d'optimiser

le résultat pour l'homme. Il est ainsi possible de faire des progrès plus rapidement et avec moins d'effets négatifs sur la vie humaine. »

Le Dr Shafti est convaincu que l'alliance de l'intelligence humaine et artificielle permettra à la robotique d'atteindre un stade de développement intermédiaire, auquel les tâches que l'homme est moins apte à accomplir, telles que les tâches répétitives ou consistant à lever de lourdes charges et à effectuer avec précision des mouvements physiquement difficiles ou fatigants, pourront être effectuées par les robots, tandis que l'homme utilisera ses compétences et son expérience pour diriger les opérations. Dès lors qu'il est moins fait appel à l'intelligence robotique, les algorithmes intelligents existants peuvent d'ores et déjà être adaptés et utilisés pour concevoir, conjointement avec l'homme, de meilleurs environnements de travail, tout en réduisant la nécessité d'une grande puissance de calcul et, par conséquent, l'empreinte carbone.

« Les approches d'apprentissage profond de bout en bout ne permettent pas pour l'heure d'apprendre aux robots à travailler de manière uniforme dans les usines. En outre, cela nécessiterait une très grande puissance de calcul et consommerait beaucoup d'énergie. Il faudrait réfléchir à d'autres méthodes », déclare-t-il.

Cette vision de l'avenir à moyen terme de la robotique repose sur un processus en deux étapes : dans un premier temps, les robots renforcent au fil de leur collaboration avec l'homme, leurs capacités humaines, sans remplacer totalement l'homme, afin de pouvoir ensuite accomplir des tâches plus complexes. Cet « apprentissage mutuel » suscite un vif intérêt de la part des chercheurs en robotique, qui voient en cela un moyen potentiel pour les robots de mieux appréhender leur environnement de travail et d'acquérir ainsi une intelligence proche de celle de l'homme.



Biographie du Dr Shafti

Le Dr Shafti est associé de recherche principal en robotique et intelligence artificielle au Brain & Behaviour Lab du département Informatique et Bioingénierie de l'Imperial College à Londres.

Ses recherches portent sur la collaboration et l'interaction physiques entre l'homme et les robots intelligents – c'est-à-dire l'« intelligence artificielle incarnée » (*embodied artificial intelligence*). Il cherche à rendre ces interactions intuitives et naturelles afin d'améliorer la synergie entre l'homme et le robot et d'accroître les capacités de l'un et de l'autre, dans le but d'obtenir des interactions explicables, fiables et productives.

A cette fin, il fait appel à l'intelligence artificielle appliquée à la robotique, tout en réservant à l'intelligence humaine un rôle essentiel dans la boucle action-perception et l'interaction.

Il étudie les méthodes utilisées dans les domaines de la robotique, de l'intelligence artificielle et de l'analyse du comportement humain afin de concevoir des méthodes interactives. Ses conclusions ont été mises en pratique dans différents scénarios, portant notamment sur des robots collaboratifs, des robots d'assistance et des véhicules autonomes.

M. Shafti est titulaire d'un doctorat en robotique du King's College de Londres, consacré principalement à l'étude de l'interaction physique entre l'homme et le robot.



Pour en savoir plus, rendez-vous sur
columbiathreadneedle.com



Informations importantes : Document exclusivement réservé aux investisseurs professionnels et/ou qualifiés (non destiné aux particuliers). Il s'agit d'un document publicitaire. Le présent document est uniquement destiné à des fins d'information et ne saurait être considéré comme représentatif d'un quelconque investissement. Il ne saurait être considéré comme une offre ou une sollicitation en vue de l'achat ou de la vente de titres quelconques ou autres instruments financiers, ou de la fourniture de conseils ou de services d'investissement. **Investir comporte des risques, y compris le risque de perte du principal. Votre capital est exposé à des risques.** Le risque de marché peut affecter un émetteur, un secteur de l'économie ou une industrie en particulier ou le marché dans son ensemble. La valeur des investissements n'est pas garantie. Il se peut dès lors que l'investisseur ne récupère pas sa mise de départ. Les **investissements internationaux** impliquent certains risques et une certaine volatilité en raison des fluctuations éventuelles sur le plan politique, économique ou des changes et des normes financières et comptables différentes. **Les titres mentionnés dans le présent document sont présentés exclusivement à des fins d'illustration, ils sont susceptibles de changer et ne doivent pas être interprétés comme une recommandation d'achat ou de vente. Les titres mentionnés peuvent générer ou non un rendement.** Les opinions exprimées le sont à la date indiquée. Elles peuvent varier en fonction de l'évolution du marché ou d'autres conditions et peuvent différer des opinions exprimées par d'autres associés ou sociétés affiliées de Columbia Threadneedle Investments (Columbia Threadneedle). Les investissements réels ou les décisions d'investissement de Columbia Threadneedle et de ses sociétés affiliées, que ce soit pour leur propre compte ou pour le compte de clients, ne reflètent pas nécessairement les opinions exprimées. Ces informations ne sont pas destinées à fournir des conseils en investissement et ne tiennent pas compte de la situation particulière des investisseurs. Les décisions d'investissement doivent toujours être prises en fonction des besoins financiers, des objectifs, de l'horizon temporel et de la tolérance au risque spécifiques de l'investisseur. Les classes d'actifs décrites peuvent ne pas convenir à tous les investisseurs. **Les performances passées ne préjugent aucunement des résultats futurs et aucune prévision ne saurait être considérée comme une garantie.** Les informations et opinions fournies par des tiers ont été obtenues auprès de sources jugées fiables mais aucune garantie n'est donnée quant à leur exactitude et à leur exhaustivité. Le présent document et son contenu n'ont pas été vérifiés par une quelconque autorité de tutelle.

En Australie : Publié par Threadneedle Investments Singapore (Pte.) Limited [« TIS »], ARBN 600 027 414. TIS est exemptée de l'obligation de détenir une licence de services financiers australienne en vertu de la Loi sur les sociétés et s'appuie sur le Class Order 03/1102 relatif à la commercialisation et à la fourniture de services financiers à des clients « wholesale » australiens, tels que définis à la section 761G de la Loi de 2001 sur les sociétés. TIS est réglementée à Singapour (numéro d'enregistrement : 201101559W) par la Monetary Authority of Singapore en vertu de la Securities and Futures Act (chapitre 289), qui diffère des lois australiennes.

A Singapour : Publié par Threadneedle Investments Singapore (Pte.) Limited, 3 Killiney Road, #07-07, Winsland House 1, Singapour 239519, une société réglementée à Singapour par la Monetary Authority of Singapore en vertu de la Securities and Futures Act (Chapitre 289). Numéro d'enregistrement : 201101559W. Le contenu de ce document n'a pas été vérifié par la Monetary Authority of Singapore.

A Hong Kong : Publié par Threadneedle Portfolio Services Hong Kong Limited 天利投資管理香港有限公司. Unit 3004, Two Exchange Square, 8 Connaught Place, Hong Kong, qui est autorisée par la Securities and Futures Commission (« SFC ») à exercer des activités régulées de Type 1 (CE :AQA779). Enregistrée à Hong Kong en vertu de la Companies Ordinance (chapitre 622) sous le n° 1173058.

Aux États-Unis : Produits d'investissement proposés par Columbia Management Investment Distributors, Inc., membre de la FINRA. Services de conseil fournis par Columbia Management Investment Advisers, LLC. Ces entités sont dénommées collectivement Columbia Management.

Dans la région EMEA : Publié par Threadneedle Asset Management Limited. Une société enregistrée en Angleterre et au Pays de Galles sous le numéro 573204, dont le siège social est situé Cannon Place, 78 Cannon Street, Londres, EC4N 6AG, Royaume-Uni. La société est agréée et réglementée au Royaume-Uni par la Financial Conduct Authority. Le présent document est distribué par Columbia Threadneedle Investments (ME) Limited, qui est réglementée par l'Autorité des services financiers de Dubaï (DFSA). Pour les distributeurs : Le présent document vise à fournir aux distributeurs des informations concernant les produits et services du Groupe et n'est pas destiné à être distribué. Pour les clients institutionnels : Les informations contenues dans le présent document ne constituent en aucun cas un conseil financier et ne s'adressent qu'aux personnes ayant des connaissances appropriées en matière d'investissement et satisfaisant aux critères réglementaires pour être qualifiées de Client professionnel ou de Contrepartie commerciale ; nulle autre personne n'est autorisée à prêter foi à ces informations. **Columbia Threadneedle Investments est le nom de marque international du groupe de sociétés Columbia et Threadneedle.**
columbiathreadneedle.com

Septembre 2020 | J30244 | APAC/EMEA : 3202472 | États-Unis : 3231271