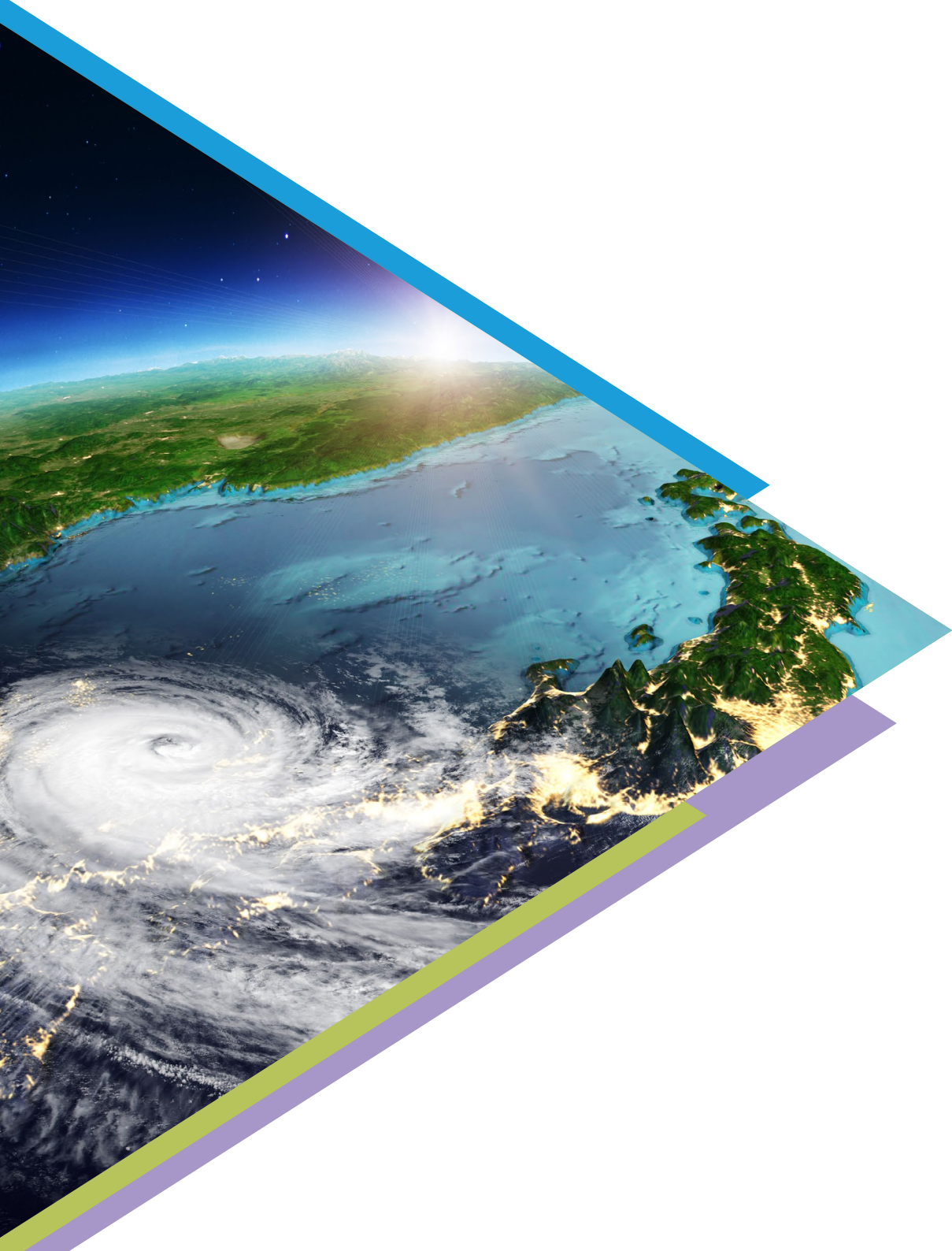




Future Matters



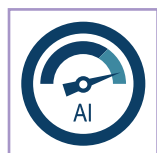
LES PROGRES DE L'IA :

Bousculer les certitudes des investisseurs au lendemain du Covid



Votre succès. Notre priorité.

SYNTHESE



► **La pandémie de Covid-19 a donné un formidable coup d'accélérateur aux progrès de l'intelligence artificielle (IA).** Elle oblige les sociétés à repenser leur approche de l'automatisation intelligente, ce qui accélère la diffusion des technologies fondées sur l'IA depuis secteurs de la technologie et de l'Internet vers le reste de l'économie. Les pionniers dans ce domaine sont les mieux placés pour profiter d'un formidable avantage sur la concurrence.



► **Si le Graal que représente « l'intelligence artificielle générale » reste un objectif très éloigné, les applications de l'IA sous ses formes actuelles dans le monde réel auront des retombées significatives sur l'économie.** C'est face à des tâches bien délimitées et définies, pour lesquelles de grandes quantités de données sont disponibles afin de permettre aux algorithmes d'apprendre efficacement, que l'IA offre aujourd'hui les meilleurs résultats.



► **L'IA devrait permettre de renforcer la productivité économique dans un délai de trois à cinq ans maximum.** Les entreprises emploient l'IA pour réduire leurs coûts, augmenter leur chiffre d'affaires et favoriser des solutions de rupture, même si celle-ci n'en est qu'aux premiers stades de son développement. Comme l'ont été les ordinateurs personnels et d'autres « technologies d'utilité générale » telles que l'électricité et l'Internet, l'IA deviendra un outil formidable de création de valeur.



► **Les gestionnaires de portefeuille actifs vont devoir repérer les sociétés « superstars » afin d'investir dans ces entreprises qui parviennent à utiliser l'IA pour renforcer leurs avantages concurrentiels et se placer au sommet de leurs secteurs respectifs.** Tous les secteurs se tournent à présent vers l'IA. La seule question qui demeure est celle de la vitesse ils adopteront cette dernière. Avec le temps, cette technologie affectera de nombreux titres au sein des portefeuilles d'investissement.



► **Grâce à l'IA, les entreprises pourront profiter de formidables « douves économiques » pour créer et asseoir leurs avantages concurrentiels.** Les meilleurs élèves en matière d'IA devraient réussir à s'inscrire dans un cercle vertueux : grâce aux progrès de l'IA, les entreprises améliorent les produits et les services, ce qui attire davantage d'utilisateurs, qui génèrent plus de données pour faire encore progresser l'IA. Ce cycle profitera aussi aux sociétés, car elles pourront attirer les meilleurs talents et augmenter leur rentabilité, et augmenter ainsi encore davantage les investissements dans l'IA. Les figures de proue de l'IA profiteront d'une hausse significative de leur rendement du capital. A l'inverse, les modèles économiques de certaines sociétés sous-évaluées sont menacés et elles risquent de disparaître au cours de la décennie à venir.



SOMMAIRE

Le point de vue de l'investisseur

4. Le Covid-19 « donne un grand coup d'accélérateur » à l'adoption de l'IA – entretien avec David M. Egan, Senior Analyst, Semiconductors et Head of Thought Leadership, Research chez Columbia Threadneedle Investments.

10. Dans la révolution de l'IA, les gagnants raflent la totalité de la mise – entretien avec Neil Robson, Head of Global Equities chez Columbia Threadneedle Investments.

18. Amplifier l'intelligence humaine dans l'investissement sans s'y substituer entièrement – entretien avec James Waters, Senior Data Scientist chez Columbia Threadneedle Investments.



David M. Egan, CFA®
Senior Analyst, Semiconductors et Head of Thought Leadership, Research



Neil Robson
Head of Global Equities



James Waters
Senior Data Scientist

Le point de vue de l'entreprise

24. L'IA, berceau de nouveaux leaders – entretien avec Anand Rao, Responsable mondial IA chez PwC.



Anand Rao
Responsable mondial IA chez PwC

Le point de vue du chercheur

32. Le bon en avant de l'IA, un potentiel formidable et des limites indéniables – entretien avec le professeur David Barber, Directeur du Centre for Artificial Intelligence de l'UCL, membre de l'Institut Turing.

40. Etude de cas : L'IA alimente la diffusion de la robotique intelligente – et en définit les limites – entretien avec le Dr Ali Shafti, associé de recherche principal en robotique et IA, au Brain & Behaviour Lab de l'Imperial College de Londres.



Professeur David Barber
Directeur du Centre for Artificial Intelligence de l'UCL



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



Le point de vue de l'investisseur :

LE COVID-19 « DONNE UN GRAND COUP D'ACCELERATEUR » A L'ADOPTION DE L'IA

La pandémie a obligé les sociétés à repenser leur approche de l'automatisation intelligente, ce qui accélère la diffusion des technologies fondées sur l'IA depuis les secteurs de la technologie et de l'Internet vers le reste de l'économie. Les pionniers dans ce domaine sont les mieux placés pour profiter d'un formidable avantage sur la concurrence, selon David M. Egan, Senior Analyst, Semiconductors et Head of Thought Leadership, Research chez Columbia Threadneedle Investments.



EN BREF

- ▶ Dans la santé comme dans d'autres secteurs, les technologies liées à l'IA ont passé leur « baptême du feu », car la crise a forcé le rythme d'innovation et d'adoption.
- ▶ Les sociétés les plus promptes à agir pour adopter des innovations technologiques comme l'IA et l'automatisation intelligente pourront profiter d'un avantage de productivité et de croissance, qui sera rapidement hors de portée de celles qui se montrent plus lentes.
- ▶ Cette situation n'est pas sans rappeler les années 1990, lorsque les premiers acteurs à se doter de robots industriels ont prospéré et vu leurs effectifs augmenter de plus de 50% sur les 18 années suivantes, grâce aux gains de parts de marché permis par leur productivité supérieure. A l'inverse, ceux qui n'avaient pas fait ce choix ont dû réduire leurs effectifs de 20%.¹



¹Source : Robots and firms ; VOX CEPR Policy Portal ; 1er juillet 2019. <https://voxeu.org/article/robots-and-firms>.



David M. Egan, CFA®
Senior Analyst, Semiconductors et Head of Thought Leadership, Research

Avant même le déclenchement de la pandémie de COVID-19 au début de 2020, l'intelligence artificielle (IA) et les techniques informatiques associées faisaient leur percée en dehors de leur berceau, les sociétés technologiques et de l'Internet, vers d'autres secteurs industriels. La crise du Covid-19 a cependant « donné un formidable coup d'accélérateur » à cette tendance à l'automatisation intelligente, explique David, M. Egan, Senior Analyst, Semiconductors, chez Columbia Threadneedle Investments.

Dans certains cas, elle est même directement liée à la lutte contre le virus. David Egan cite des exemples comme le Royal Hospital de Bolton, au nord de l'Angleterre, qui a raccourci le temps de lancement d'un système fondé sur l'IA pour trier un flux considérable de patients présentant une suspicion de Covid-19. L'algorithme analysait les radiographies thoraciques à la recherche de signes d'infections pulmonaires liées au Covid, ce qui a permis au personnel

médical d'identifier les patients les plus fragiles. De même, les chercheurs qui travaillaient sur d'éventuelles thérapies pharmaceutiques alors que la crise s'intensifiait se sont appuyés sur des techniques de traitement parallèles nécessitant de grandes capacités de calcul, un élément essentiel à l'IA. Ils ont ainsi pu analyser un volume considérable de publications scientifiques et identifier des candidats prometteurs.

Avec le Covid-19, l'IA a connu son « baptême du feu »

David Egan affirme que, dans la santé comme dans d'autres secteurs, les technologies liées à l'IA ont passé leur « baptême du feu », car la crise a forcé le rythme d'innovation et d'adoption, balayant les doutes sur l'opportunité de commencer à expérimenter de nouvelles techniques. Dans des secteurs allant de la logistique aux services financiers ou à la gestion d'installations, des sociétés accélèrent leur adoption de l'automatisation intelligente.

Leur motivation immédiate est peut-être de lutter contre les effets de la pandémie de Covid-19 sur leurs activités, mais ces investissements auraient de toute façon eu lieu. L'irruption du virus en a simplement fait une priorité. Ainsi, l'adoption de nouvelles technologies, de l'IA et de la science des données se généralisera toujours plus, car les sociétés qui n'avaient pas jusqu'alors mis l'accent sur la « révolution numérique » vont reconsidérer ses retombées potentielles sur leurs activités.

Grâce à des exemples comme ceux des hôpitaux confrontés aux Covid-19, les outils offerts par l'IA, dont la mise en service accélérée en pleine crise pour un objectif précis a prouvé la valeur, s'étendront au reste des organisations une fois la crise passée et de nouvelles possibilités d'utilisation identifiées, prévoit David Egan. « Vont-elles les abandonner ? Non, on va se dire " eh bien, j'ai essayé cet outil et il a très bien fonctionné. Voyons à quoi d'autre il peut servir ». La santé est un



La crise du Covid-19 a cependant « donné un formidable coup d'accélérateur » à cette tendance à l'automatisation intelligente. »





C'est une question existentielle : les entreprises veulent-elles prospérer et réussir ou échouer. »

bénéficiaire direct de l'adoption accélérée de l'IA, mais Egan note également un regain d'intérêt pour la robotique dans les sociétés qui doivent réagir face à la perte de productivité provoquée par les mesures d'éloignement physique prises dans les entrepôts. « Nous arrivons seulement maintenant au stade où le pick-and-place est possible. Le robot peut identifier les objets grâce à des capteurs et les prendre pour les déposer automatiquement à un autre endroit », explique-t-il.

Les robots avaient déjà commencé à prendre et à déplacer des colis dans les entrepôts avant la crise, mais le Covid-19 a nettement accéléré l'adoption de cette technologie. Même si cette tendance à l'automatisation n'affiche pas encore le même dynamisme dans les usines, étant donné que les processus de production posent davantage de difficultés, le changement est déjà bien lancé pour la manutention des produits finis.

L'adoption accélérée offre des avantages indéniables

Les précédentes vagues d'adoption de nouvelles technologies nous ont démontré les effets que peut avoir une adoption accélérée de l'IA et des technologies associées.

En Espagne, les données réunies par l'*Encuesta sobre Estrategias Empresariales*, une enquête annuelle qui porte sur plus de 1 900 industriels, ont montré l'avantage concurrentiel dont ont bénéficié les pionniers de la robotique industrielle traditionnelle. Ceux qui ont installé des robots entre 1990 et 1998 ont prospéré et ont vu leurs effectifs augmenter de plus de 50% au cours des 18 années suivantes, de 1998 à 2016, grâce aux parts de marché acquises à la faveur de gains de productivité. A l'inverse, ceux qui n'avaient pas fait ce choix ont dû réduire leurs effectifs de 20%.¹

« C'est une question existentielle : les entreprises veulent-elles prospérer et réussir ou échouer ? », affirme Egan. Il cite des recherches menées par Paul Daugherty et James Wilson, consultants chez Accenture, publiées dans la *MIT Sloan Management Review* et portant sur 8.300 sociétés de 20 secteurs.² L'étude de Daugherty et Wilson indique : « Nous avons découvert que les sociétés classées dans le premier décile en matière d'adoption et de pénétration des technologies ainsi que de changements organisationnels obtenaient une croissance de leur chiffre d'affaires deux fois plus élevée que celle des entreprises du quart inférieur. En outre, la vitesse d'accroissement de leurs ventes était plus de 50% plus élevée que les 20% de sociétés situées en milieu de classement. Aux stades critiques de l'évolution des systèmes, les 10% de sociétés les plus en pointe font le choix le plus audacieux d'adopter les solutions technologiques disponibles plus complexes, mais au potentiel plus

¹ Robots and firms ; VOX CEPR Policy Portal ; 1er juillet 2019. <https://voxeu.org/article/robots-and-firms>.

² <https://sloanreview.mit.edu/article/how-leading-organizations-are-getting-the-most-value-from-it/> Le diaporama qui explique leurs recherches définit un cadre qui explique comment les sociétés peuvent progresser sur l'échelle de l'adoption des technologies. Egan estime que ce cadre est également utile aux investisseurs qui évaluent les sociétés.
Voir : https://www.accenture.com/_acnmedia/Thought-Leadership-Assets/PDF-2/Accenture-Legacy-or-Legend-PDF-Report.pdf



prometteur. A l'inverse, les retardataires ne parviennent pas à tirer toute la valeur de leurs investissements dans de nouvelles technologies, car ils prennent des décisions défendables, mais pas optimales, ce qui limite leur capacité à partager et à développer l'innovation technologique au sein de leurs unités et processus opérationnels. »

Egan note : « Cet avantage de croissance augmente année après année, c'est une conclusion implacable, car la courbe augmente de façon exponentielle. Beaucoup de personnes ont du mal à visualiser ce qu'est une croissance exponentielle, et donc à comprendre l'ampleur de la différence. Elles ne réalisent pas que quelque chose de fondamentalement inédit est en train de se produire et que ces grandes sociétés technologiques qu'elles estiment surévaluées pourront faire progresser leurs activités jusqu'à des niveaux encore jamais vus. Ce faisant, elles afficheront des marges et des flux de trésorerie disponible spectaculaires. »

Il rappelle qu'en décembre 2020, les cinq plus grandes sociétés technologiques américaines (Alphabet, Amazon, Apple, Facebook et Microsoft) représentaient 18,8% de la capitalisation de marché de l'indice Russell 1000. En 2020, deux secteurs – l'informatique et la santé – ont accaparé à eux seuls 28% du chiffre d'affaires du Russell 1000, 32% de l'EBITDA, 55% des flux de trésorerie disponibles et 41% de la capitalisation de marché de l'indice, explique-t-il.

Sa conclusion est claire : les sociétés les plus promptes à agir pour adopter des innovations technologiques comme l'IA et l'automatisation intelligente pourront profiter d'un avantage de productivité et de croissance, qui sera rapidement hors de portée de celles qui se montrent plus lentes.

Les effets de cette tendance sont déjà évidents dans le secteur technologique aux Etats-Unis, mais les technologies liées à l'IA s'étendent à d'autres secteurs, par exemple, aux autorisations automatiques de prêt dans les services

financiers. David Egan voit apparaître une divergence comparable dans les taux de croissance et la rentabilité entre les meneurs et le reste. La pandémie de Covid-19 a eu pour effet d'accélérer l'adoption de ces technologies et donc d'augmenter la pression sur les investisseurs afin qu'ils identifient les sociétés les mieux positionnées pour en profiter.

« Les retardataires qui pensent que l'heure est encore aux essais vont au-devant de grandes difficultés. Peut-être pas demain, mais dans 5, 10 ou 20 ans, en raison du retard qu'ils auront accumulé. En fonction des résultats que l'on parvient à tirer de l'utilisation de la technologie et de l'IA, les répercussions sur l'économie peuvent être considérables.

« L'intensité technologique de l'économie mondiale augmente et les approches fondées sur l'informatique sont amenées à représenter une part plus importante de la production économique », affirme-t-il. « Au fur et à mesure, les sociétés



Les grandes entreprises technologiques peuvent faire progresser leurs activités jusqu'à des niveaux encore jamais vus. »





Les véhicules autonomes, s'ils deviennent une réalité, constituent l'exemple ultime d'edge computing (informatique en périphérie). »

les plus ouvertes pour essayer ces nouveautés auront plus de chance de contrôler l'économie que les autres. »

Les producteurs d'outils pour l'IA

Tout cela nous amène à la question de la meilleure façon d'investir dans cette tendance. Les secteurs de la technologie et de l'Internet restent de toutes évidences les favoris aux yeux des investisseurs, mais Egan souligne également les opportunités chez les producteurs d'outils pour l'IA.

Les capteurs visuels utilisés dans les magasins Amazon Go à la place des caisses servent, par exemple, également dans les véhicules automatisés et les robots. Les sociétés qui fabriquent ces capteurs devraient donc afficher de bons résultats. De même, NVIDIA conçoit les unités de traitement graphique (GPU, graphical processing unit) destinées à l'apprentissage automatique qu'Audi, Mercedes et Toyota testent dans leurs véhicules autonomes, et que des sociétés du secteur de la santé utilisent pour différentes applications comme le

dépistage précoce du cancer. Installé à Santa Clara en Californie, NVIDIA est le numéro un du marché des GPU, qui sont, de fait, les véritables cerveaux des solutions d'IA.

Outre la conception des GPU, NVIDIA propose également son NVIDIA Drive, une plateforme qui permet aux constructeurs automobiles de créer leurs propres algorithmes pour les véhicules autonomes. Dans la santé, sa plateforme donne aux radiologues la possibilité de construire un ensemble de données et de créer des algorithmes qui réalisent des prédictions sur le type de chirurgie dont les patients ont besoin. L'IA est parfaitement adaptée pour diagnostiquer des maladies correctement et de façon précoce. En outre, les volumes de données disponibles sont considérables. Cependant, certaines complications liées à la manipulation de données, comme des informations confidentielles sur la santé, favorisent l'innovation dans d'autres domaines, ajoute-t-il.

Lorsque les données ne peuvent pas être envoyées sur le cloud pour des questions réglementaires ou parce que le temps de latence lié au transfert de données sur le cloud est trop élevé, elles doivent être traitées localement, en périphérie de réseau (edge), selon l'expression consacrée. « Les véhicules autonomes, s'ils deviennent une réalité, constituent l'exemple ultime d'edge computing (informatique en périphérie) », affirme-t-il. « On ne peut pas garantir que le véhicule sera toujours connecté à un cloud centralisé, c'est pour cela que l'edge computing est nécessaire. »

Il explique que différents prestataires essaient de mettre au point un service externalisé fondé sur le cloud qui soit disponible à distance, en périphérie de réseau, pour que des utilisateurs comme les hôpitaux puissent traiter des données confidentielles de patients. Les innovations attendues dans ce domaine devraient apporter encore plus de croissance pour les producteurs d'outils.



La pandémie fait apparaître de nouvelles difficultés liées aux données pour l'IA

Si la pandémie de Covid-19 a accéléré l'adoption des technologies liées à l'IA dans de nombreux secteurs, son apparition a également révélé les limites de ces solutions. L'IA fonctionne sur la base de prédictions qui reposent sur des schémas qu'elle détecte dans des ensembles de données historiques.

Si les schémas de comportements humains et de demande en produits et services changent radicalement, comme ils l'ont fait avec l'arrivée des confinements dans le monde, alors les données historiques ne sont plus pertinentes et les prédictions des systèmes d'IA fondées sur les données historiques ne sont plus valables.

« Voilà ce qu'est la réalité de la pandémie pour les systèmes utilisés afin de prédire les quantités de produits à envoyer aux différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement. Aujourd'hui, le système de gestion des chaînes

d'approvisionnement reçoit à traiter ce qui ressemble à un ensemble de données anormales et il ne sait pas comment y réagir, parce qu'il n'a jamais été confronté à cela jusqu'à présent. » C'est précisément là que les systèmes automatisés doivent être complétés par une intelligence humaine capable d'émettre des jugements qui reposent sur davantage que des données historiques.

Même si la crise engendre des obstacles à court terme pour les systèmes d'IA existants, dans la mesure où ces derniers ont des difficultés à interpréter des schémas de données qu'ils n'ont jamais observés auparavant, le Covid-19 finira par élargir la quantité d'informations qui peuvent servir à former les systèmes d'IA et accélérera leur diffusion dans tous les domaines de l'économie.

Biographie de David M. Egan, CFA®

David Egan est senior analyst en recherche centralisée chez Columbia Threadneedle Investments, en charge du secteur des semi-conducteurs. Il dirige également les efforts de leadership intellectuel de l'équipe.

David a rejoint Columbia Threadneedle Investments en 2008. Auparavant, il était analyste de recherche pour Lehman Brothers, où son travail portait sur les équipements semi-conducteurs. Avant cela, il a travaillé dans différentes startups de l'Internet et du secteur technologique, comme Lycos, dans la région de San Francisco, en Californie. David Egan a commencé sa carrière dans l'actuariat au sein de la société de retraite et prestations sociales Watson Wyatt.

Il évolue dans le monde de l'investissement depuis 2004. Il est titulaire d'un BA de l'Université Duke, d'un master de finance de l'Université CEMA de Buenos Aires, en Argentine, et d'un MBA de l'Université de Californie à Berkeley. Il est par ailleurs analyste financier agréé (Chartered Financial Analyst®).





Le point de vue de l'investisseur :

DANS L'EVOLUTION DE L'IA, LES GAGNANTS RAFLENT LA TOTALITE DE LA MISE

Pour les gestionnaires actifs, l'intelligence artificielle annonce de profonds changements qui affecteront de nombreuses participations en portefeuille. Entretien avec Neil Robson, Head of Global Equities chez Columbia Threadneedle Investments.

EN BREF

- ▶ Les sociétés « superstars » qui parviennent à exploiter l'IA pour obtenir des avantages concurrentiels élevés verront leur rentabilité augmenter de façon significative. A l'inverse, les modèles économiques de certaines sociétés sous-évaluées sont menacés et elles risquent de disparaître au cours de la décennie à venir.
- ▶ Les progrès de l'IA devraient s'accélérer au cours des prochaines années et affecteront de nombreux titres dans les portefeuilles d'investissement.
- ▶ Dans un grand nombre de secteurs, l'un des avantages clés de l'IA sera la possibilité de bénéficier de gains d'efficacité et de productivité. Des gains de productivité relativement mineurs pourraient conduire à des augmentations des rendements du capital investi nettement plus élevées.
- ▶ D'autres entreprises profiteront de l'IA pour renforcer la croissance de leur chiffre d'affaires en mettant au point de nouveaux produits et services, grâce aux informations issues des données qu'ils détiennent, génèrent et, dans certains cas, achètent.
- ▶ L'IA assoira la domination et la rentabilité supérieure de quelques leaders dans les grands secteurs d'activité.





Neil Robson
Head of Global Equities

Compte tenu de l'évolution de plus en plus rapide de l'IA, ce sont les gagnants qui ont le plus de chances de s'arroger la plus grande part de marché. On peut notamment penser à Amazon, Google et Microsoft dans le cloud computing, une composante essentielle des infrastructures nécessaires à l'IA. Ils dominent un secteur voué à connaître une croissance rapide, car l'IA dope son adoption. Qui plus est, leur taille est telle qu'il sera difficile pour les nouveaux entrants de venir les concurrencer.

Dans la majeure partie des autres domaines, il est plus compliqué d'identifier les plus grands gagnants de l'IA, même s'ils affichent un formidable potentiel. L'IA a la capacité de révolutionner la productivité et de booster les ventes. Dans cette optique, son adoption favorisera en effet une plus grande dispersion des résultats pour les sociétés et leurs actionnaires, étant donné que les sociétés qui réussissent verront leur avantage concurrentiel se renforcer avec le temps.

« Avec l'essor de l'IA, les entreprises qui sauront s'adapter ont plus de chances d'accélérer cette tendance (de performances divergentes) que d'observer tout retour à la moyenne », explique Neil Robson, Head of Global Equities chez Columbia Threadneedle Investments. « Sur le plan de l'investissement de croissance ou de valeur, le message à retenir est que nous assistons à un changement sous-jacent et que de nombreuses entreprises subiront l'effet inverse : leurs modèles économiques risquent d'être sérieusement mis à mal. Un nombre très élevé de sociétés souffrent de problèmes très marqués. D'ici à 10 ans, existeront-elles encore ? »

En matière d'applications commerciales, l'IA n'en est encore qu'à ses balbutiements : il reste encore beaucoup de « gagnants de l'IA » à trouver et certains secteurs qui finiront par être transformés par l'IA ne sont encore pratiquement pas affectés. Cependant, Robson estime que les progrès de

l'IA vont nettement accélérer au cours des prochaines années et qu'une partie, au moins, des dynamiques qui caractériseront ce processus sont déjà visibles.

Changer la donne en matière de productivité

L'un des avantages clés de l'IA sera la possibilité de bénéficier de gains d'efficacité et de productivité en utilisant l'IA au lieu de l'humain pour prendre des décisions importantes en temps réel. De nombreuses pages ont déjà été consacrées aux possibilités d'automatisation d'un grand nombre de tâches administratives de routine dans des secteurs comme la banque. Cependant, Robson souligne également le potentiel qu'offre l'IA de transformer l'efficacité dans des secteurs à forte intensité capitaliste, où ses effets pourraient être significatifs.

Il donne l'exemple d'usines de fabrication de semi-conducteurs, déjà largement automatisées, mais pour lesquelles Intel a suggéré que faire reposer les prises de



Les progrès de l'IA accéléreront nettement au cours des prochaines années et une partie des dynamiques qui caractériseront ce processus sont déjà visibles. »



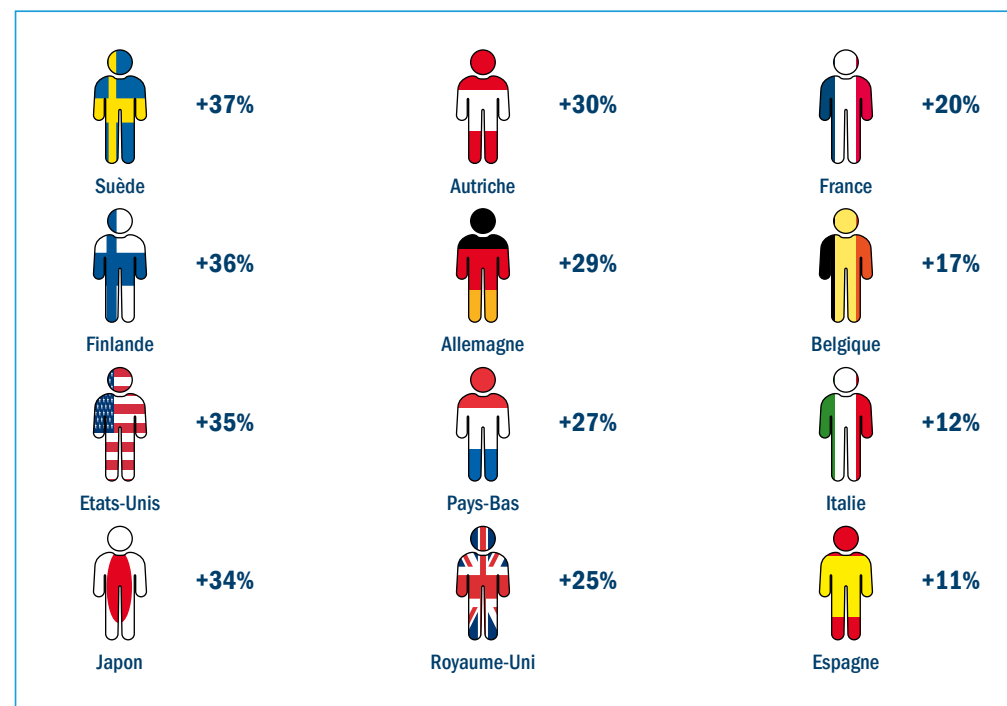
décisions sur une IA pourrait permettre d'automatiser intégralement la production de puces, ce qui génèrerait des gains de productivité de 2%-3%. « Un gain de 2%-3% dans la production d'une usine est probablement équivalent à la différence entre générer un rendement proche de 20% du capital investi et parvenir à 30%. Les gains pourraient être d'une telle ampleur », affirme-t-il.

De même, Robson évoque le cas d'une société de petite capitalisation qui produit des systèmes de contrôle automatisés « quasi IA » pour des applications industrielles comme les raffineries. En collectant toutes données sur les cours en temps réel concernant la gamme de produits qu'une raffinerie peut produire à partir d'un baril de brut, celle-ci se voit en mesure d'optimiser le processus de raffinage pour maximiser la valeur de la production issue de chaque baril entrant. Une fois encore, les progrès constants des systèmes technologiques vers une automatisation intelligente offrent la possibilité de gérer

des processus complexes et de dégager de gains d'efficacité non négligeables. Dans des secteurs gourmands en capital, le moindre gain de productivité peut transformer les fondamentaux économiques des leaders d'un secteur.

Outre l'optimisation des principales activités opérationnelles, il suggère que l'IA révolutionnera des pratiques d'entreprise quasi universelles comme l'établissement des prévisions, qui reposent fréquemment sur la saisie manuelle d'informations dans des tableaux complexes et sources d'erreurs. L'automatisation de ce processus modifiera le comportement des sociétés, selon Robson. « L'IA permet à tout secteur ou toute entreprise qui établit des prévisions de le faire mieux, plus vite et à moindre coût. Un processus qui peut être réalisé mieux, plus vite et moins cher a plus de chances d'être reproduit à une plus grande fréquence. Pour moi, il ne fait donc aucun doute que le nombre de prévisions et de modélisations que les entreprises effectueront est appelé à

Augmentation des prévisions de productivité de la main-d'œuvre grâce à l'IA à l'horizon 2035



Source : Accenture et Frontier Economics, septembre 2016.

Augmentation en pourcentage de la productivité de la main-d'œuvre grâce à l'IA, par rapport aux niveaux de productivité de référence attendus à l'horizon 2035.



augmenter. » Si les sociétés parviennent à réduire le nombre d'interventions humaines, à augmenter leurs capacités de prévisions et à améliorer leurs résultats, les bénéfices pourraient être élevés.

Vers une croissance du chiffre d'affaires

Robson suggère que la deuxième grande source de gains offerts par l'IA réside dans la possibilité de l'utiliser pour accélérer la croissance du chiffre d'affaires, en mettant au point de nouveaux produits et services à partir des données que les sociétés détiennent, génèrent et, dans certains cas, achètent pour renforcer leurs ressources propres. Les fruits de ces évolutions se feront sentir à plus long terme et, à ce stade, il est encore difficile de prédire l'issue de la R&D et du développement de produits pour les entreprises faisant appel à l'IA. Néanmoins, les opportunités qui peuvent en découler sont immenses, selon lui.

Les gains en termes de chiffre d'affaires générés par de nouveaux produits et services à succès pourraient être

considérables. Cela dit, Robson précise également que pour appliquer efficacement l'IA à leurs données et dégager de nouvelles sources de valeur, les sociétés n'auront pas d'autre choix que de les faire sortir des silos corporatifs pour les plonger dans des « lacs de données », probablement stockés sur un cloud public.

Les bénéfices de cette transition sont doubles. Elle rendrait non seulement les données d'une société accessible à l'IA à partir d'un seul endroit, mais elle réduirait également considérablement les coûts d'infrastructures technologiques.

« En adoptant des solutions sur le Cloud, vous réduisez votre structure de coûts (informatiques) de plus de 20% et vous renforcez vos capacités d'innovation pour concevoir de nouveaux produits, car toutes vos données sont réunies en un seul endroit », explique-t-il.

« Cela renforce encore davantage la valeur de vos données, ce qui signifie que vous pouvez en demander un prix plus élevé. » L'adoption réussie de l'IA ouvre



Les gains de productivité induits par l'IA renforceront la tendance à privilégier les rendements des capitaux propres des sociétés du premier décile, ce qui concentrera les gains entre les principaux acteurs, avec à la clé un ROE durable de 30%-40%. »



Des solutions qui portent leurs fruits : une valeur supérieure prouvée

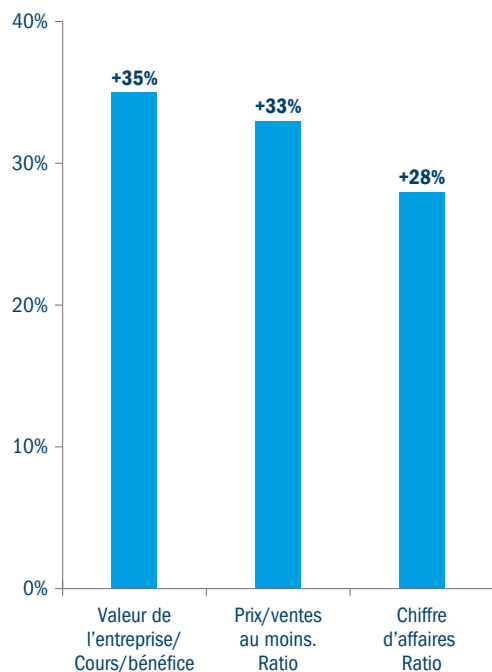
En 2019, Accenture a sondé 1 500 cadres dirigeants de sociétés dont le chiffre d'affaires dépassait 1 milliard USD, dans 12 pays et 16 secteurs. Ces derniers indiquaient dans l'ensemble obtenir un rendement positif sur leurs investissements. Accenture a voulu creuser la question.

Existait-il une relation entre le déploiement réussi de l'IA dans l'entreprise et les principales mesures de valorisation des marchés ? Quelle « plus-value » apportait le statut de leader ?

A partir des données de l'enquête, associées à des données financières publiques, l'équipe de spécialistes des données d'Accenture a créé un modèle pour identifier la prime accordée aux sociétés de son échantillon qui sont parvenues à déployer l'IA pour contrôler différentes fonctions.

Accenture a découvert une corrélation positive entre le déploiement réussi de l'IA et trois mesures clés de valorisation financière : le ratio valeur de l'entreprise/chiffre d'affaires, le ratio cours/bénéfices et le ratio prix/ventes.

Les sociétés identifiées comme des *Strategic Scalers* (utilisateurs stratégiques) obtiennent un taux de réussite d'au moins 70% pour le déploiement de leurs initiatives en matière d'IA et un retour sur leur investissement en IA de 70%



Source : Accenture, 2019.

https://www.accenture.com/_acnmedia/Thought-Leadership-Assets/PDF-2/Accenture-Built-to-Scale-PDF-Report.pdf#zoom=50

donc des perspectives de croissance du chiffre d'affaires, grâce à l'amélioration des produits et des services, tout en profitant des avantages d'une base de coûts liés à la technologie plus faible. Voilà qui montre une autre façon pour l'IA d'améliorer le rendement du capital investi pour les sociétés qui parviennent à adopter ces solutions.

Une fois réunis, ces bénéfices prévus engendrés par l'application de l'IA à de nombreux processus commerciaux devraient permettre d'importants gains d'efficacité opérationnelle et une croissance du chiffre d'affaires dans la plupart des sociétés qui réussissent. On peut tabler sur le fait que cette dynamique va renforcer une tendance observée depuis déjà quelque temps : un sous-ensemble de sociétés que le cabinet de conseil McKinsey qualifie de « superstars » creuse de façon constante son avance sur les autres en matière de rendement des capitaux propres. Robson suggère que les gains de productivité induits par l'IA renforceront la tendance

à privilégier les rendements des capitaux propres des sociétés du premier décile, ce qui concentrera les gains entre les principaux acteurs.

Qui sont les gagnants ?

Les applications possibles de l'IA sont, pour le moins, diverses : il peut aussi bien s'agir d'un four doté d'une IA capable de décider comment cuire ce qui y est placé ou de l'utilisation d'une technologie de reconnaissance faciale pour lutter contre le trafic d'enfants. « En lisant la liste des différents cas d'utilisation, on se rend compte que l'IA est partout. Chacun des titres de votre portefeuille sera touché d'une façon ou d'une autre », affirme Robson. De même, lorsque d'autres technologies, comme la 5G, arriveront à maturité, de nombreuses opportunités apparaîtront pour ajouter une « couche d'IA » à des flux considérables de nouvelles données, par exemple, en provenance des réseaux de capteurs connectés en 5G qui formeront « l'Internet des Objets. »



Dans les réseaux de transport, d'énergie et de communication ou pour pratiquement tous les processus industriels, la portée des prises de décision en temps réel qui reposent sur l'IA va considérablement augmenter. Ce faisant, de nouveaux produits vont émerger et les comportements des consommateurs évoluer. Robson compare l'avenir aux changements qui se sont produits après le passage des réseaux 3G à la 4G pour les données. « Qui aurait pu deviner que passer un appel ne serait même plus l'une 10 premières choses que l'on fait chaque jour avec son téléphone ? »

Pour lui, les trois prochaines années seront une période marquée par l'extension des infrastructures d'IA, notamment l'adoption de plus en plus généralisée du cloud computing, l'introduction des réseaux 5G et les efforts supplémentaires des sociétés pour rassembler et structurer leurs données. Les gagnants potentiels durant cette phase sont relativement faciles à

repérer. Ce sont ceux qui détiennent le plus de données qui sont selon lui les mieux placés, en particulier s'ils peuvent utiliser l'IA pour améliorer leur offre d'analyse de données. C'est également le cas des meilleurs fournisseurs de matériels essentiels, à l'image de NVIDIA, le fabricant des principales puces programmables utilisées pour l'apprentissage automatique. De même, il est convaincu que les leaders actuels dans des domaines comme l'automatisation industrielle (par exemple, le japonais Keyence) ou le séquençage génétique (comme l'américain Illumina) pourront utiliser l'IA pour renforcer leurs avantages concurrentiels existants.

Cependant, les gagnants les plus évidents sont l'oligopole qui domine le cloud computing : Amazon et Microsoft en tête, suivis de Google. « Le total des dépenses de ces entreprises en matière de calcul informatique dépasse les 1.000 milliards de dollars par an et, en 2020, Amazon Web Services a enregistré un chiffre d'affaires de 45 milliards de dollars

sur l'année, tandis que Microsoft affichait une croissance de 50% l'an dernier. A eux deux, ils dépassent donc peut-être les 80 milliards de dollars. Ce chiffre va bondir au-delà des 500 milliards de dollars et je ne vois aucun nouvel arrivant sur ce marché. C'est pratiquement impossible, car il faudrait simplement y consacrer des liquidités colossales à fonds perdu. »

Robson laisse entendre que, bien que Google soit en retard sur les deux leaders des services cloud, l'adoption de l'IA devrait en faire un acteur plus fort, car il s'appuie sur des investissements de poids dans le recrutement de spécialistes de l'IA pour fournir des services cloud augmentés grâce à des outils d'IA, c'est le modèle de « l'IA en tant que Service ». « Selon les commentaires actuels en provenance des entreprises, elles portent un nouveau regard sur Google en raison de son ensemble d'outils IA. Grâce au passage à l'IA, l'activité cloud de Google devrait s'améliorer. » Avec l'adoption croissante de l'IA, les principaux fournisseurs de cloud devraient voir leur





Les véhicules autonomes offrent aux géants technologiques une opportunité de marché mondial qui rappelle celle que Microsoft a saisie pour les systèmes d'exploitation des ordinateurs personnels. »

rendement du capital investi atteindre 35 à 40%, ce qui assoira encore davantage leur surperformance à long terme.

Quelle est l'ampleur de la menace que font peser ces géants technologiques sur les principaux acteurs d'autres secteurs ? Il y a des risques évidents, selon Robson, par exemple les ambitions de Google en matière de véhicule autonome.

Si Google devient le fournisseur dominant de systèmes de contrôle des véhicules autonomes, les conséquences pourraient être spectaculaires. Avec un coût de licence de 3.000 dollars par véhicule, Google engloutirait l'intégralité de la marge d'EBITDA des équipementiers automobiles originaux moyens, qui s'élève à environ 12%, dit-il. « On note un changement dans la chaîne de valeur. Le phénomène ne sera probablement pas aussi spectaculaire, mais il s'agit d'un changement dans la chaîne de valeur que les investisseurs doivent absolument comprendre. »

Les véhicules autonomes offrent aux géants technologiques une opportunité de marché mondial qui rappelle celle que Microsoft a saisie pour les systèmes d'exploitation des ordinateurs personnels. Dans d'autres secteurs, cependant, Robson estime qu'il est nettement moins probable qu'ils bousculent les spécialistes en place, car ils ne disposent pas des connaissances ou des données nécessaires dans ces domaines pour les concurrencer efficacement. A l'inverse, ils fourniront les infrastructures et les outils complémentaires au lieu de chercher à dominer l'intégralité de la chaîne de valeur.

Pour les investisseurs, la difficulté reste la même : déterminer quelles sociétés disposent des avantages concurrentiels les plus solides et sont les mieux positionnées pour profiter des dynamiques à l'œuvre dans leur secteur. « L'identification des fournisseurs de données, des fournisseurs d'outils et des géants technologiques qui seront

les gagnants évidents grâce à l'IA est facile », affirme Robson. « Mais quand on applique cela à différents secteurs, les choses se compliquent nettement. Qui sera le meilleur dans la banque ? Faut-il parier sur les banques existantes ou sur un acteur extérieur au secteur ? Il incombe donc aux investisseurs d'engager le dialogue avec les sociétés afin de comprendre ce qu'elles font réellement. »



Biographie de Neil Robson

Neil Robson est Head of Global Equities chez Columbia Threadneedle Investments. Il occupe ces fonctions depuis juillet 2017. Il a rejoint la société en 2011 en tant que gérant de portefeuilles au sein de l'équipe en charge des actions mondiales.

Robson est le gérant de plusieurs fonds en actions internationales et de mandats pour le compte de clients institutionnels. Il cogère également le Threadneedle Global Extended Alpha.

Avant de rejoindre la société, Robson a été gérant de fonds chez Martin Currie, Barings et Citibank, entre autres. Il a par ailleurs occupé le poste de Head of Global Equity chez Pioneer Investments de 2003 à 2009.

Il est titulaire d'un diplôme d'Economie de l'Université de Bristol.





Le point de vue de l'investisseur :

AMPLIFIER L'INTELLIGENCE HUMAINE DANS L'INVESTISSEMENT SANS S'Y SUBSTITUER ENTIÈREMENT

Si l'IA constitue un outil d'analyse puissant, il lui manque « l'intelligence générale » pour aspirer à quoi que ce soit de plus. Entretien avec James Waters, Senior Data Scientist.

EN BREF

- ▶ L'explosion du volume de données et de la puissance de calcul fait qu'il est possible d'obtenir une longueur d'avance en matière d'investissement grâce à une interprétation des informations plus rapide et de meilleure qualité.
- ▶ Columbia Threadneedle Investments place la puissance de calcul entre les mains de ses gérants de portefeuilles, ce qui leur permet d'analyser des données non structurées pour mieux comprendre le sort d'une entreprise.
- ▶ L'IA n'est qu'un outil parmi d'autres au sein de l'arsenal permettant d'analyser les données, mais il s'agit d'un outil puissant.
- ▶ Dans le domaine de l'analyse d'investissement, la possibilité de voir une intelligence mécanique se substituer entièrement à l'intelligence humaine plutôt que l'amplifier reste lointaine.





James Waters
Senior Data Scientist

En matière de gestion d'argent, tout repose sur la connaissance. A l'ère de l'information instantanée et des communications d'entreprise réglementées, il est rare de pouvoir profiter d'une longueur d'avance en matière d'investissement en ayant pu découvrir des faits sur une entreprise ou une économie avant le reste du marché. Pourtant, l'explosion actuelle des volumes de données et de la puissance de calcul ont rendu cela possible grâce à une interprétation plus rapide et de meilleure qualité des informations.

Puisque l'activité humaine génère des quantités colossales de données, chercher à extraire des pépites et des schémas dans ces informations peut donner une vision de différentes tendances comme le changement d'humeur au sujet d'un titre ou l'évolution du comportement des consommateurs. Pour cela, différentes formes d'analyses de données sont à l'œuvre. Les plus en pointe sont les capacités d'apprentissage cognitif et de résolution de problèmes de l'intelligence mécanique ou artificielle.

Columbia Threadneedle Investments applique dans ce domaine une approche spécifique, qui correspond à son ADN de gestionnaire actif. Nous plaçons la puissance de calcul entre les mains de nos gérants de portefeuilles, ce qui leur permet d'analyser des données non structurées et de mieux comprendre le sort d'une entreprise. Voilà près de trois ans, nous avons lancé une équipe de science des données qui était consacrée non seulement à la collecte plus efficace de données, mais aussi à la recherche d'informations inédites. L'IA n'est qu'un outil parmi d'autres au sein de notre arsenal, mais il s'agit d'un outil puissant pour repérer des schémas et des anomalies.



Les informations que nous collectons, y compris grâce à l'IA, donnent des informations sur les investissements qui aident l'équipe à produire des idées d'investissement. Notre approche de l'investissement demeure inchangée. Cependant, l'analyse de données permet à nos équipes d'investissement d'obtenir plus d'informations, et ce, de façon plus efficace. »





Nous utilisons le traitement automatique du langage naturel (TAL) pour analyser l'humeur, en cherchant comment déduire les variations de l'appréciation des consommateurs pour différentes marques à partir de données issues des médias sociaux. Nos analystes bénéficient ainsi d'une plus grande quantité d'informations sur les secteurs et les sociétés qu'ils couvrent, ce qui peut ou non leur fournir des idées qui affectent leurs recommandations. C'est une source d'informations supplémentaire à disposition des analystes. »

La façon dont une société de gestion d'actifs choisit d'exploiter l'IA dépend de son style d'investissement. Chez Columbia Threadneedle Investments, l'IA est dénommée « intelligence augmentée », ce qui décrit son utilisation comme une source d'informations supplémentaire qui aide les gérants de portefeuille à prendre des décisions d'investissement. Alors que l'IA, et en particulier l'apprentissage automatique, a connu un essor rapide dans des domaines comme le traitement automatique du langage naturel et la reconnaissance d'image, il lui manque encore « l'intelligence générale » humaine qui est nécessaire pour comprendre la nature d'une société dans son ensemble.

Pour décrire cette approche, James Waters, Senior Data Scientist chez Columbia Threadneedle Investments, explique : « Au sein de notre groupe d'investissement, nous avons une équipe de science des données qui nous aide à extraire des informations de sources de données, en particulier celles que nos analystes ont des difficultés à manipuler, par exemple, les ensembles de données non structurés ou de grande taille. Nous avons également conçu des processus pour extraire des informations de façon nettement plus efficace, ce qui laisse plus de temps à nos analystes pour se concentrer sur l'analyse proprement dite plutôt que sur la collecte de données.

« Les informations que nous collectons, y compris grâce à l'IA, donnent des informations sur les investissements qui aident l'équipe à produire des idées d'investissement. Notre approche de l'investissement demeure inchangée. Cependant, l'analyse de données permet à nos équipes d'investissement d'obtenir plus d'informations, et ce, de façon plus efficace. »



Cette façon d'utiliser l'IA, de l'inscrire dans un ensemble d'outils d'analyse de données beaucoup plus large, illustre la nature active de Columbia Threadneedle Investments en tant que société de gestion d'investissement : les gérants de portefeuilles utilisent l'analyse fondamentale pour identifier les sociétés en croissance de grande qualité. Dans une société de gestion d'actifs qui se concentre davantage sur l'analyse quantitative, l'IA jouerait probablement un rôle beaucoup plus central dans la prise de décision.

James Waters fournit plusieurs exemples d'utilisations de l'IA au service des gérants de portefeuilles. Par exemple, le traitement automatique du langage naturel (TAL), un domaine de l'apprentissage automatique, a été mis en place pour identifier l'évolution du sentiment vis-à-vis de différentes sociétés sur les médias sociaux ou dans les publications financières.

« Nous utilisons le TAL pour analyser l'humeur, en cherchant comment déduire les variations de l'appréciation des consommateurs pour différentes marques à partir de données des médias sociaux », explique-t-il. « Nos analystes bénéficient ainsi d'une plus grande quantité d'informations sur les secteurs et les sociétés qu'ils couvrent, ce qui peut ou non leur fournir des idées qui affectent leurs recommandations. C'est une source d'informations supplémentaire à disposition des analystes. »



Cette façon d'utiliser l'IA, de l'inscrire dans un ensemble d'outils d'analyse de données beaucoup plus large, illustre la nature active de Columbia Threadneedle Investments en tant que société de gestion d'investissement. »





A mesure que les analystes amélioreront leur maîtrise de ces outils et techniques et gagneront en efficacité, il faudra en tenir davantage compte. »

Au-delà de l'analyse d'investissement, Columbia Threadneedle Investments utilise l'IA pour améliorer sa construction de portefeuille grâce à des algorithmes d'optimisation.

Cependant, dans le domaine de l'analyse d'investissement, la possibilité de voir une intelligence mécanique se substituer entièrement à l'intelligence humaine plutôt que l'amplifier reste lointaine. L'IA reste un outil parmi d'autres dans l'arsenal de la science des données.

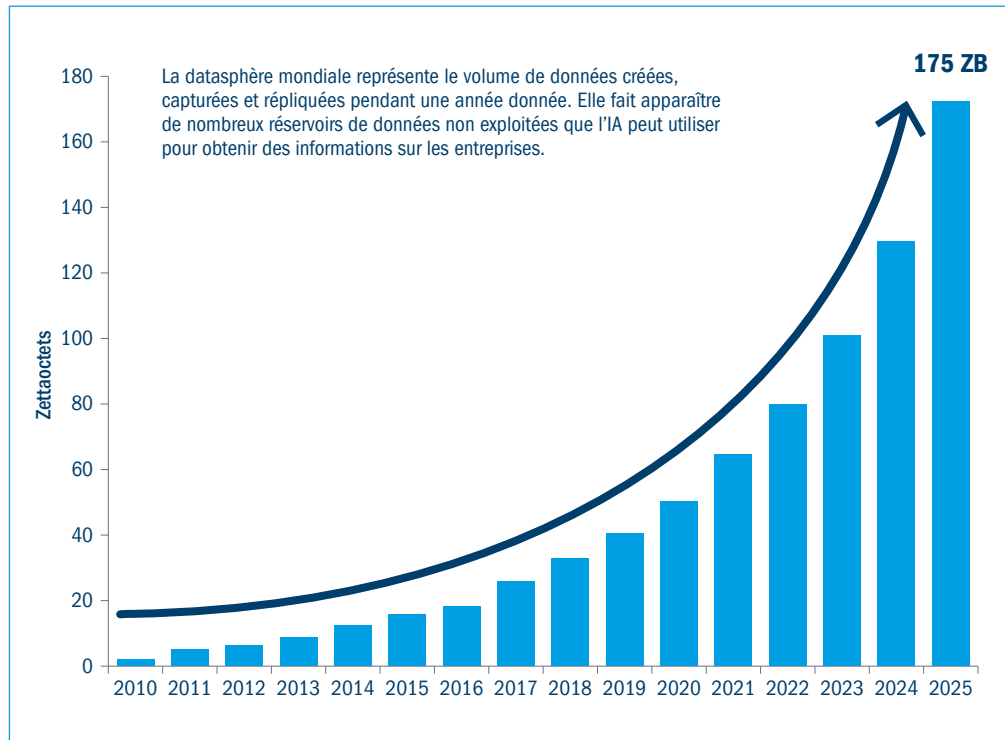
En effet, chez Columbia Threadneedle Investments, ce sont les gérants de portefeuilles et les analystes qui choisissent comment utiliser l'IA et ils s'en servent pour déterminer l'avantage concurrentiel d'une société ou pour repérer tout changement de sentiment au sujet de son action ou ses produits.

Comme la puissance des ordinateurs augmente rapidement et que la croissance des volumes de données est exponentielle, l'importance de la science des données pour les investissements ne peut que progresser. Cela signifie-t-il que les équipes de gestion de portefeuille vont de plus en plus se tourner vers les spécialistes de l'IA pour analyser les tendances ?

« A mesure que les analystes amélioreront leur maîtrise de ces outils et techniques et gagneront en efficacité, il faudra en tenir davantage compte », affirme James Waters. « Mais il ne s'agit pas seulement des différentes techniques, le volume de données lui-même est plus impressionnant. Tout le monde se laisse griser par l'apprentissage automatique et l'IA, mais ce sont la quantité et la qualité des données qui font toute la différence. »



Croissance annuelle de la datasphère mondiale



Source : Data Age 2025, étude parrainée par Seagate à partir de données d'IDC Global DataSphere, novembre 2018.

Biographique de James Waters

James Waters a rejoint Columbia Threadneedle Investments en octobre 2012 au sein de l'équipe obligataire.

En 2018, il a formellement intégré l'équipe de science des données nouvellement créée, en tant que Senior Data Scientist.

Auparavant, James a travaillé chez Goldman Sachs Asset Management, dans un premier temps au sein de l'équipe technologies, puis au sein du groupe obligations.

Il est titulaire d'un master de mathématiques et d'un master d'informatique, ainsi que d'un diplôme de science actuarielle.



Le point de vue de l'entreprise :

L'IA, BERCEAU DE NOUVEAUX LEADERS

L'intelligence artificielle devrait renforcer la productivité de l'économie et conférer à certaines sociétés des avantages concurrentiels élevés. Entretien avec Anand Rao, Responsable mondial IA chez PwC.

EN BREF

- ▶ L'IA devrait permettre de renforcer la productivité économique dans un délai de trois à cinq ans maximum.
- ▶ Les entreprises déploient l'IA pour réduire leurs coûts, augmenter leur chiffre d'affaires et favoriser des solutions de rupture.
- ▶ Bien que de nombreuses entreprises utilisent déjà l'IA, celle-ci n'en est qu'aux premiers stades de son développement, à l'image des ordinateurs personnels au milieu des années 1980.
- ▶ Les entreprises qui parviendront à exploiter l'IA bénéficieront d'un solide avantage concurrentiel.





Anand Rao
Responsable mondial IA chez PwC

Que ce soit pour alimenter des assistants numériques personnels, améliorer le filtrage des images médicales ou permettre à des chatbots de simuler des conversations humaines, l'intelligence artificielle (IA) s'installe clairement dans le monde de l'entreprise. Nous n'en sommes qu'aux balbutiements d'une révolution technologique qui s'accélère et qui touchera l'ensemble des secteurs économiques de différentes façons. L'IA est ce que l'on appelle une « technologie d'utilité générale », comme l'électricité, l'ordinateur personnel ou l'Internet, ce qui signifie qu'elle a le potentiel d'affecter toute l'économie.

Contrairement à l'intelligence naturelle des humains et des animaux, l'IA désigne des machines qui imitent l'intelligence humaine. Dans les laboratoires universitaires ou les services de recherche et développement, les chercheurs tentent de doter les machines de capacités cognitives comparables aux nôtres. Certaines entreprises dans les secteurs de la technologie, la finance ou

la santé ont été promptes à les utiliser, tandis que d'autres secteurs s'y mettent progressivement afin de réduire leurs coûts, renforcer la croissance de leur chiffre d'affaires et révolutionner les modèles économiques en place.

Avec le temps, les entreprises pionnières dans l'IA vont probablement obtenir des avantages concurrentiels si élevés qu'il sera difficile pour les autres de les rattraper. Anand Rao, Associé de PwC basé à Boston et Responsable mondial IA du cabinet, prévoit que la vague d'adoption de l'IA aura sous peu des effets économiques notables. S'il admet qu'il est encore trop tôt pour percevoir l'amélioration de la productivité économique dans son ensemble grâce à l'IA, il estime que ses effets apparaîtront dans les données macroéconomiques dans un délai de trois à cinq ans. Il annonce également que certaines sociétés s'installeront dans des « douves économiques » qui seront difficiles à prendre, et bouleverseront, ce faisant, des secteurs entiers.

« Différentes études économiques montrent l'existence d'un cercle vertueux en lien avec les technologies de l'IA : certaines sociétés obtiennent un avantage grâce à leurs données ou à l'expertise de leurs employés », explique Rao. « Imaginons que vous disposez d'une grande quantité de données et vous construisez une IA ou un algorithme d'apprentissage automatique qui est légèrement meilleur que les autres.

Comme vous offrez une meilleure personnalisation, vous attirez davantage de nouveaux clients, vos données s'améliorent encore davantage et vos bénéfices augmentent. Avec des bénéfices plus élevés, vous avez les moyens de recruter de meilleurs talents. Vous pouvez donc encore améliorer votre IA, vous obtenez ensuite plus de données, plus de clients et vous entrez dans un cercle vertueux. »

Rechercher l'avantage concurrentiel

Aujourd'hui, la course pour exploiter l'IA n'en est qu'à ses débuts, à l'image de la situation sur le marché des



« Imaginons que vous disposez d'une grande quantité de données et vous construisez une IA ou un algorithme d'apprentissage automatique qui est légèrement meilleur que les autres. Comme vous offrez une meilleure personnalisation, vous attirez davantage de nouveaux clients, vos données s'améliorent encore davantage et vos bénéfices augmentent. Avec des bénéfices plus élevés, vous avez les moyens de recruter de meilleurs talents. Vous pouvez donc encore améliorer votre IA, vous obtenez ensuite plus de données, plus de clients et vous entrez dans un cercle vertueux. »



ordinateurs personnels au début des années 1980 ou celle de l'Internet à la fin de cette même décennie. Malgré tout, les géants de la technologie et des médias disposent déjà de volumes colossaux de données, obtenues grâce à leurs activités quotidiennes et qu'ils peuvent utiliser pour mettre au point leur IA grâce à l'apprentissage automatique. Cela veut dire créer des algorithmes capables d'apprendre à partir des données, autrement dit, des programmes informatiques qui peuvent se programmer eux-mêmes en consultant ces informations. Le « deep learning » (apprentissage profond) est le type d'apprentissage automatique qui permet les progrès que nous connaissons aujourd'hui. Il s'appuie sur de nombreuses couches de réseaux neuronaux artificiels – des logiciels qui copient grossièrement le mode de fonctionnement des neurones dans le cerveau.

Les processeurs informatiques « massivement parallèles » actuels

aident les réseaux neuronaux de l'IA à apprendre plus vite que jamais. Le fait de disposer de volumes colossaux de données permet d'entraîner les réseaux neuronaux, car ils peuvent ainsi réétalonner constamment leurs paramètres afin de progressivement gagner en précision. Par exemple, grâce à une technique appelée « apprentissage supervisé », une machine peut apprendre à reconnaître un chien après avoir reçu des milliers, voire des millions d'images étiquetées « chien ». D'autres méthodes pour former les machines sont « l'apprentissage par renforcement », à base de tâtonnements, et « l'apprentissage non supervisé », qui signifie apprendre aux machines à apprendre à partir de données issues de leur environnement. La première peut servir à former des véhicules autonomes en simulateur, mais la seconde n'en est qu'à ses débuts.

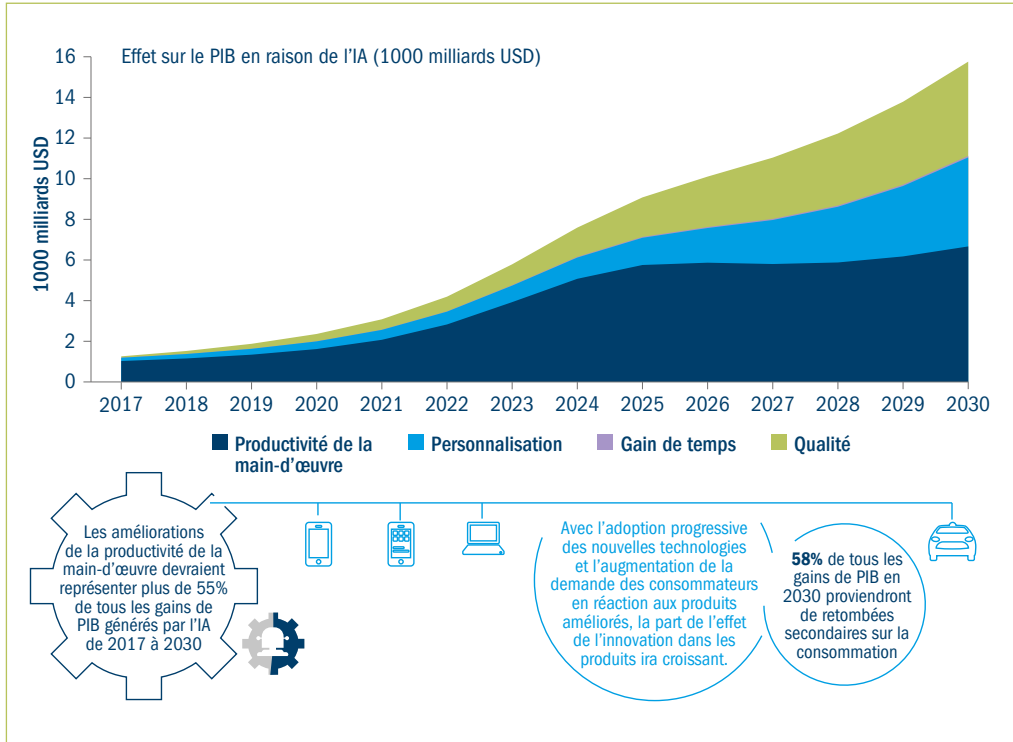
Dès lors, où se trouve l'avantage concurrentiel pour les sociétés ? Selon Rao, la réponse est double.

Pour les sociétés technologiques de consommation et des médias sociaux comme Amazon, Google et Facebook, il réside dans les données. Celles qui disposent de davantage de données ont de meilleurs algorithmes d'apprentissage automatique. Cependant, dans d'autres secteurs, les données disponibles pour entraîner les algorithmes sont moins nombreuses. Dans ce cas, l'expertise humaine, ou « capital cognitif », est tout aussi importante, étant donné que les connaissances des personnes peuvent être associées aux données pour créer des algorithmes d'IA.

« Prenons l'exemple des diagnostics médicaux », explique Rao. « Différents experts cliniques ont réalisé des diagnostics, les volumes de données visuelles sont énormes. A présent, utilisons ces images et associons-les à l'expertise des personnes. Il s'agit là d'un aspect fondamental, car autrement, on ne peut pas distinguer ce qui est cancéreux de ce qui ne l'est pas, l'expertise humaine est donc nécessaire pour



D'où viendront les gains de valeur engendrés par l'IA ?



Source : Analyse de PwC, 2019.

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.

étiqueter les données ou désigner ce que vous voulez vraiment qu'un système apprenne. Ainsi, l'expertise humaine, associée aux données spécifiques dans ce domaine particulier, est en mesure de construire quelque chose de tangible. C'est donc dans ce capital cognitif que se trouvera l'avantage concurrentiel pour la prochaine décennie, voire plus. »

L'adoption de l'IA dans différents secteurs

Les sociétés technologiques sont à l'avant-garde de la mise au point de l'IA, suivies par les sociétés du secteur des médias. Les premières l'utilisent également pour collecter des données sur le comportement des consommateurs, c'est-à-dire ce que nous achetons, qu'il s'agisse de biens, de services ou de divertissements.

La deuxième vague est plus vaste, elle comprend les services financiers, la santé et la distribution. Les sociétés de services financiers, aussi bien les fonds spéculatifs et les banques actives sur les marchés de capitaux que les banques de

détail et les assureurs, utilisent l'IA pour différents objectifs qui vont de l'analyse d'investissement au service client. Dans la santé, les entreprises conçoivent différentes façons d'utiliser l'IA pour pouvoir fournir de meilleurs soins à un coût inférieur. Les distributeurs se tournent quant à eux vers l'IA pour mieux comprendre leurs clients.

Dans la troisième vague figure l'industrie lourde, qui bénéficie d'une véritable rampe de lancement avec l'Internet des Objets (IoT) industriel. L'industrie aérospatiale, le pétrole, le gaz et les services aux collectivités sont autant de secteurs qui déploient des capteurs et l'IoT pour relier différents types d'équipements. Ces capteurs collectent des volumes colossaux de données. L'IA peut interpréter ces données et donc prévoir quand une opération de maintenance sera nécessaire afin d'éviter de coûteuses pannes.

Sur un plan fonctionnel, l'IA compte trois domaines d'utilisation. Le premier d'entre eux est à l'amont d'une entreprise.





Si vous n'automatisez pas les processus de votre entreprise, vous finirez par être dépassés parce que vos coûts seront nettement supérieurs à ceux de vos concurrents. »

Il comprend la définition de la stratégie, l'analyse des clients, l'expérience client et la distribution. Le deuxième est la conception des produits, l'exploitation, la tarification et le service client. Le troisième porte sur le back-office, y compris les fonctions financières, les ressources humaines et, pour les services financiers, la fonction risque.

De l'automatisation à la rupture

La transformation numérique des entreprises va inévitablement générer d'importantes quantités de données, ce qui mènera à la standardisation puis à l'automatisation. Lorsque la documentation papier du back-office sera numérisée, les processus pourront être automatisés et, à un moment donné, l'IA permettra d'optimiser ces processus. De même, l'exploitation et le service client sont en voie d'automatisation, ce qui fluidifie le flux de biens et de services. Tout devient plus efficient et plus efficace.

Placée en première ligne dans une entreprise, l'IA améliore l'expérience client. Par exemple, les chatbots simplifient les interactions des personnes avec les entreprises, et les techniques d'IA servent à transformer des sons et des images en textes.

Cependant, les organisations risquent de surestimer les avantages de l'IA, selon Rao. On note une tendance à penser que toute réduction du temps nécessaire pour réaliser une tâche administrative doit se traduire par une réduction équivalente des effectifs. Souvent, les employés utilisent une partie du temps gagné pour servir les clients d'une autre manière.

S'il est encore trop tôt pour voir les avantages des gains d'efficacité se refléter dans les chiffres de productivité, Rao prédit que nous n'en sommes plus très loin. « Dans certains secteurs, on cherche comment utiliser une partie de ces technologies. Par exemple, comment les utiliser pour réduire la charge de travail des centres d'appels ? Je pense que l'on verra des fonctions de back-

office très spécifiques (comme le service client et les fonctions de support) où cela sera très fréquent. C'est là que les gains de productivité se produiront.

« En fait, si vous n'automatisez pas les processus de votre entreprise, vous finirez par être dépassés parce que vos coûts seront nettement supérieurs à ceux de vos concurrents. »

En matière d'amélioration des ventes, l'IA permettra d'offrir une meilleure expérience aux clients. La façon dont Amazon et Netflix se servent de l'IA pour personnaliser les expériences client grâce aux recommandations en constitue un bon exemple. La capacité à aider les clients à prendre des décisions de cette manière devrait permettre de les fidéliser.

La troisième voie pour augmenter les ventes grâce à la technologie, « l'IA de rupture » est toutefois plus fondamentale. Elle cherche à répondre à la question suivante : comment puis-je bouleverser mon secteur ou un secteur proche ? Par exemple, PwC a utilisé l'IA pour aider un grand constructeur automobile



à élaborer une stratégie d'autopartage. Celle-ci a débouché sur une activité d'une valeur de plusieurs milliards de dollars consacrée à l'autopartage ainsi qu'aux véhicules électriques et autonomes.

L'exploration pétrolière et gazière est un autre exemple : certaines sociétés de prospection utilisent l'IA pour interpréter les données des études sismiques. Celles qui disposent de la plus grande quantité de données sont les mieux placées pour exploiter la technologie, ce qui leur permet de définir avec précision où forer.

Donner une dimension concrète à l'IA

L'IA demeure un concept relativement nouveau au sein des entreprises.

A l'exception des entreprises technologiques, qui utilisent l'IA en lien avec les médias sociaux et les appareils électroniques de grande consommation, tels que les téléphones portables et les assistants virtuels, il existe un immense fossé entre ce que la science de l'IA a rendu possible et l'utilisation qu'en font les entreprises.

Cela ne tient pas simplement au fait que les entreprises ne suivent probablement pas d'assez près les progrès réalisés dans les laboratoires universitaires, mais sans doute plus à la nécessité d'adapter l'IA aux entreprises. En effet, les entreprises ont besoin de cadres capables de comprendre l'IA, de nettoyer et d'identifier les données, mais aussi d'appréhender les risques. De leur côté, les universitaires ne se soucient guère d'écrire des articles sur les méthodologies permettant d'adapter les différents courants de l'IA au monde de l'entreprise.

« L'IA doit transcender son statut de discipline universitaire visant à créer des algorithmes plus performants pour se consacrer principalement au génie logiciel, dans le cadre d'une démarche encadrée par des méthodologies, des processus, des contrôles et une gouvernance appropriés », déclare le Dr Rao. « Je pense que les entreprises vont rattraper leur retard et prendre la pleine mesure des moyens que les

universitaires mettent à leur disposition, mais elles orienteront aussi la recherche dans de nouvelles voies. » Selon lui, des start-ups spécialisées dans la conception des outils nécessaires pour commercialiser l'IA ne tarderont pas à émerger.

En outre, l'IA n'est qu'une composante d'un écosystème technologique plus large. Tandis que l'IA prendra les décisions, des processus et des protocoles seront nécessaires pour collecter les données, les organiser et les présenter au public, ainsi que pour combiner les décisions prises par les machines d'IA avec celles appartenant encore à l'homme. Il faudra aussi concevoir des équipements et des logiciels informatiques ad hoc.

Cela dit, l'IA prend rapidement le pas dans certains domaines, d'autant plus si l'on considère qu'il y a seulement dix-huit mois, les entreprises n'y avaient quasiment pas recours en dehors des secteurs des technologies de consommation et des médias sociaux.





La question intéressante est de savoir quel rôle la réglementation et certains développements économiques et politiques jouent dans cela ? De nombreux responsables politiques et de nombreuses nations se penchent sur la question. »

Dès lors, comment savoir si l'IA est en passe de chambouler le paysage concurrentiel de tel ou tel secteur et si, au sein de celui-ci, une start-up peut remettre en cause l'hégémonie d'un géant établi de longue date ?

« Selon moi, il faut s'intéresser à la manière dont l'IA est utilisée et déterminer comment elle influe sur la performance, tant en termes de chiffre d'affaires que de résultat », déclare le Dr Rao. « Puis, il faut se poser la question de savoir si l'IA est susceptible de rebattre les cartes au sein d'un secteur, dès lors qu'il est soumis à une organisation externe, qui génère de nouveaux avantages concurrentiels et du capital cognitif. »

A mesure qu'elles acquièrent des avantages concurrentiels, de nombreuses entreprises pourraient devenir hors de portée, étant donné qu'elles disposeront des meilleures données, des algorithmes les plus performants

et des ressources humaines les plus efficaces. « Si l'on raisonne purement en termes de marché, c'est probablement ce qui va se passer », affirme le Dr Rao.

« La question intéressante est de savoir quel rôle la réglementation et certains développements économiques et politiques jouent dans cela ? De nombreux responsables politiques et de nombreuses nations se penchent sur la question. Comment protéger mes citoyens ? Près de 30 pays se dotent actuellement de stratégies d'IA au niveau national, et nous nous sommes entretenus avec les dirigeants de nombre d'entre eux. Voici l'une de leurs principales préoccupations : si des entreprises étrangères se rendent maître de tel ou tel secteur grâce à l'IA, quel impact cela aura-t-il sur l'économie de notre pays, sur notre sécurité ? La question la plus importante est de savoir si des lois permettront d'éviter cela. Je pense que ce sera le cas. »

S'il reste à déterminer dans quelle mesure l'IA aura un effet disruptif à l'échelle des secteurs, il est probable qu'elle transformera l'économie mondiale et redistribuera les cartes entre les différentes entreprises. A l'instar des technologies d'utilité générale qui l'ont précédée – de l'électricité aux ordinateurs personnels, en passant par Internet –, l'IA s'affirmera comme un puissant vecteur d'hégémonie pour les entreprises.



Biographie du Dr Anand S. Rao

Le Dr Anand S. Rao est associé du cabinet-conseil PwC. Il est responsable de l'intelligence artificielle à l'échelle mondiale, spécialiste des analyses transversales et co-responsable de l'AI Centre of Enablement chez PwC. A la lumière de ses plus de 33 ans d'expérience dans les secteurs de l'industrie et du conseil, M. Rao dirige une équipe de spécialistes qui apportent aux hauts dirigeants de certaines des plus grandes entreprises du monde des conseils en lien notamment avec les stratégies de croissance mondiale, les stratégies marketing, de vente, de distribution et numériques, l'économie comportementale et l'expérience client, ainsi que l'analyse statistique et computationnelle. En tant que responsable de l'IA à l'échelle mondiale, M. Rao est en charge des relations de recherche et d'affaires avec les établissements universitaires et les start-ups, ainsi que de la recherche, du développement et de la commercialisation de techniques innovantes dans les domaines de l'IA, du big data et de l'analyse de données. Fort de son doctorat et de sa carrière de chercheur en IA, ainsi que de l'expérience qu'il a acquise par la suite en tant que conseiller en gestion, il met à profit ses connaissances dans le domaine commercial ainsi qu'en matière d'analyse statistique et computationnelle pour apporter un éclairage unique sur la pratique de la « science des données ».

Avant de débiter sa carrière de conseiller en gestion, M. Rao était directeur de recherche scientifique à l'Australian Artificial Intelligence Institute. Il a fait partie du conseil d'administration de différentes start-ups et sociétés sans but lucratif.

Largement reconnu pour ses contributions exceptionnelles dans les domaines du conseil et de la recherche en intelligence artificielle, il a reçu en 2007 le Most Influential Paper Award de l'organisation Autonomous Agents & Multi-Agent Systems pour sa contribution à l'architecture BDI (Belief-Desire-Intention). Titulaire d'un MBA (avec distinction) de la Melbourne Business School, obtenu en 1997, d'un University Postgraduate Research Award de l'Université de Sydney, obtenu en 1985, et du Distinguished Alumnus Award du Birla Institute of Technology and Science de Pilani, en Inde, il a été reconnu par Corinium comme l'une des 50 personnalités les plus influentes du secteur des données et de l'analyse aux Etats-Unis et au Canada et comme l'un des 50 meilleurs professionnels du secteur des technologies de l'assurance (InsureTech). Son récent article intitulé « A Strategist's Guide to Artificial Intelligence » a été récompensé par le National Gold Award de l'ASBPE, décerné au meilleur article technique de l'année 2017, ainsi que par le prix éditorial FOLIO.

Il a co-édité quatre livres et publié plus de 50 articles, parus dans des revues arbitrées et des comptes-rendus de conférences à comité de lecture. Il intervient fréquemment sur des questions en lien avec l'IA, l'économie comportementale, les véhicules autonomes et leur impact, les techniques d'analyse et les technologies lors de forums universitaires et d'affaires.



Le point de vue du chercheur :

LE BON EN AVANT DE L'IA, UN POTENTIEL FORMIDABLE ET DES LIMITES INDENIABLES

Les avancées dans les domaines de la puissance de calcul et de la disponibilité des données ont accéléré l'évolution de l'IA, qui fait désormais son apparition dans nos vies quotidiennes. Néanmoins, nous sommes encore loin de mettre au point des systèmes dotés de capacités de compréhension profonde. Entretien avec le professeur David Barber, Directeur du Centre for Artificial Intelligence de l'UCL, membre de l'Institut Turing.

EN BREF

- ▶ L'IA pâtit d'un estompement des frontières – il s'agit de créer des machines capables de reproduire le comportement humain et non pas simplement d'analyser de grands ensembles de données.
- ▶ L'augmentation de la puissance de calcul et l'accroissement du volume de données disponibles ont concouru à accélérer le développement de l'apprentissage automatique, l'une des principales branches de l'IA, fondée sur les données.
- ▶ C'est face à des tâches bien délimitées et définies, pour lesquelles de grandes quantités de données sont disponibles afin de permettre aux algorithmes d'apprendre efficacement, que l'IA offre les meilleurs résultats.
- ▶ Si la perspective d'une « intelligence artificielle générale » reste éloignée, les applications de l'IA dans le monde réel revêtiront une énorme importance sur le plan économique.





Professeur David Barber

Directeur du Centre for Artificial Intelligence de l'UCL

Nous interagissons de plus en plus au quotidien avec des technologies qui répliquent nos capacités. Les progrès réalisés dans le domaine de l'IA ont donné naissance à des logiciels de reconnaissance vocale qui nous permettent de donner des instructions à Siri ou Alexa. Ils sont également à l'origine des fonctions de saisie de texte prédictive avancées des programmes de messagerie, des robots conversationnels utilisés par les services client en ligne et des systèmes vocaux dont sont désormais équipés les centres d'appels – tous utilisant la technologie de traitement du langage naturel. De la même manière, des outils de traduction et des assistants numériques sont aujourd'hui capables de convertir des paroles en mots écrits. Les logiciels de reconnaissance d'images utilisés par les systèmes de reconnaissance faciale ou des plaques minéralogiques et les véhicules autonomes représentent aussi des exemples d'applications concrètes de l'IA dans notre vie quotidienne.

Les innovations en matière de robotique, une discipline très proche qui offre des possibilités intéressantes dans des domaines tels que les véhicules autonomes, l'automatisation des entrepôts et l'assistance personnelle aux personnes âgées et handicapées, dépendent également dans une large mesure des progrès de l'IA. Ces machines utilisent toutes l'IA pour répliquer la capacité de l'homme à interpréter et interagir avec l'environnement physique, en mettant également à profit les éclairages des neurosciences sur le fonctionnement humain.

La place de plus en plus importante que prend l'IA dans la vie moderne laisse à penser que nous sommes à la veille d'une transformation qui bouleversera les habitudes de vie et de travail de l'homme. Cependant, pour interpréter et appréhender les effets que l'IA est susceptible d'avoir sur la société et le monde des affaires, nous devons nous interroger sur les modalités et les raisons des formidables avancées qu'elle a

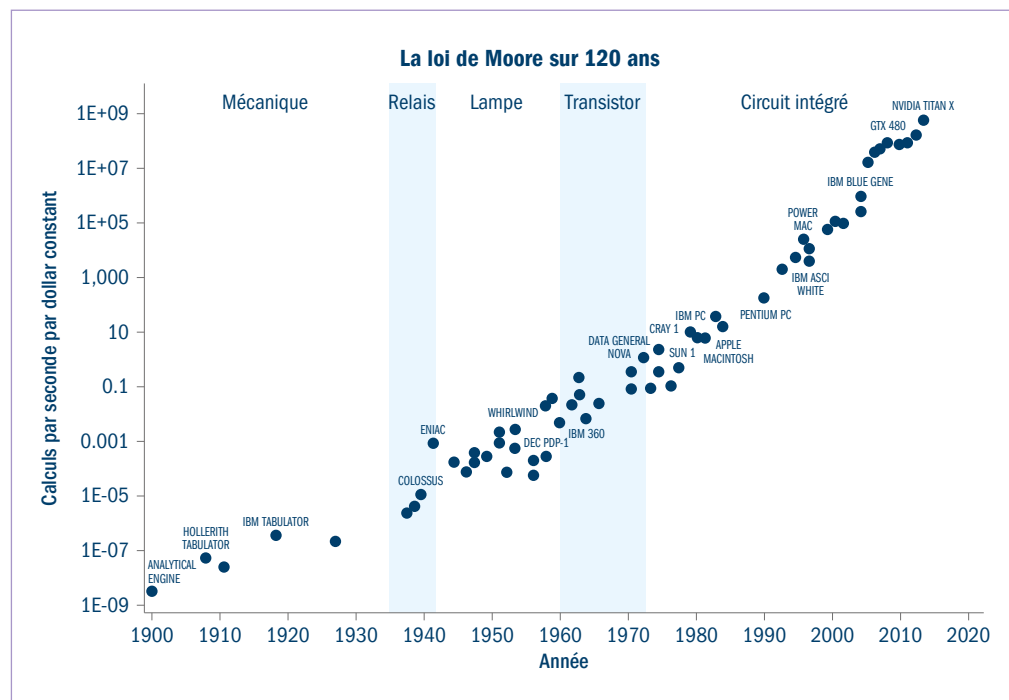
connues ces dernières années, mais aussi prendre la mesure de ses limites actuelles et de son indéniable potentiel.

Pourquoi parler de l'IA aujourd'hui ?

Le Dr David Barber, professeur d'apprentissage automatique à l'University College de Londres (UCL) et directeur du Centre for Artificial Intelligence de l'UCL, fait remarquer que l'homme tente depuis des siècles de doter des systèmes qu'il crée de capacités humaines. Le professeur Barber est membre du Turing Institute, qui rend honneur au rôle précurseur joué par Alan Turing, mort en 1954, dans le développement de la discipline. En 1948, Turing et son confrère mathématicien et économiste David Champernowne ont conçu un programme d'échecs révolutionnaire, Turochamp, dans le cadre de leurs recherches sur l'IA. Toutefois, l'algorithme utilisé par Turochamp était trop complexe pour les ordinateurs de l'époque et Turing est resté le seul à avoir pu exécuter le programme, manuellement, à l'aide de calculs effectués sur papier.



L'augmentation incessante de la puissance de calcul



Source : En 2018. <https://www.britannica.com/technology/Moores-law>.

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.

Cette anecdote illustre un point important. Les bases de nombreux algorithmes utilisés aujourd'hui ne sont pas nouvelles. Ce qui a permis d'exploiter pleinement leur potentiel et, partant, celui de l'IA, c'est l'abondante puissance de calcul à laquelle nous avons eu accès ces dernières années, à mesure que les vitesses de calcul ont augmenté. Aujourd'hui, il faut environ une semaine à un système de reconnaissance d'images avancé fonctionnant sur un ordinateur doté d'un processeur NVIDIA GPU pour acquérir les données nécessaires à son fonctionnement. Au début des années 1990, il aurait fallu des centaines de milliers d'années pour effectuer les mêmes calculs en utilisant les meilleures stations de travail disponibles. Les gains de puissance de calcul, cumulés sur des décennies, ont permis de créer des équipements grâce auxquels l'IA peut désormais fonctionner en temps réel.

Le deuxième facteur clé dans l'émergence de l'IA a été l'accroissement du volume de données disponibles.

La quantité de données numériques générées et stockées a rapidement augmenté au cours des dernières années, ce qui a permis de créer des ensembles de données suffisamment grands pour alimenter des algorithmes hautement performants et d'une grande précision – à l'instar des images utilisées par les systèmes de reconnaissance d'objets.

L'apprentissage automatique s'affirme comme l'approche dominante

Ces deux facteurs – augmentation de la puissance de calcul et accroissement du volume de données disponibles – ont concouru à accélérer le développement de l'apprentissage automatique (*machine learning*), l'une des principales branches de l'IA, fondée sur les données. Dès lors, l'apprentissage automatique s'est affirmé au cours des quinze dernières années comme le paradigme dominant en matière d'IA, et il est à l'origine de la plupart des progrès dont sont issues les applications qui nous sont les plus familières aujourd'hui.



Les réseaux neuronaux – des systèmes s’inspirant grossièrement de la structure du cerveau humain – ont été il y a quelques dizaines d’années l’un des principaux axes de développement dans le domaine de l’apprentissage automatique. Après avoir été longtemps délaissés, ils sont revenus sur le devant de la scène en 2006 lorsqu’un petit groupe de chercheurs a démontré que, si l’on disposait d’une puissance de calcul suffisante, cette technique permettait d’obtenir de bien meilleurs résultats,¹ ce qui a rapidement débouché sur de nouvelles grandes avancées. Peu de temps après, en effet, les chercheurs sont parvenus à multiplier par cent la vitesse d’apprentissage des algorithmes en adaptant des processeurs graphiques (*graphics processing units*, GPU) conçus pour les jeux informatiques. Grâce aux progrès rapides des outils technologiques, un groupe de recherche dirigé par Geoffrey Hinton a réalisé en 2012 une avancée majeure dans le domaine de la reconnaissance d’images, dont Google s’est immédiatement emparé. Par la suite, Hinton et son

équipe ont rapidement mis au point un système de reconnaissance vocale bien plus performant que tous ceux qui existaient jusqu’alors. L’apprentissage automatique et ses variantes, telles que l’apprentissage profond (*deep learning*), étaient devenus la clé de voûte de l’IA.

Deep Blue, AlphaGo et les limites des applications de jeux

Les hauts faits les plus célèbres dans l’histoire de l’IA sont la victoire de l’ordinateur Deep Blue d’IBM sur le champion du monde d’échecs Gary Kasparov en 1997 et celle du programme AlphaGo développé par DeepMind, une division de Google, sur les champions coréens de Go Lee Se-dol en 2016 et Ke Jie en 2017. Ces exploits, hautement symboliques, suscitent évidemment la fascination en donnant à penser que des machines peuvent être plus intelligentes que l’homme. Mais quelle importance ont-ils réellement ?

Le professeur Barber observe que « les chercheurs en apprentissage automatique se plaisent à rappeler que

nous avons certes conçu une machine qui est parvenue à battre le meilleur joueur d’échecs humain en 1997, mais qu’il n’existe toujours pas de véritable robot capable de saisir et de déplacer correctement et de façon fluide une pièce du jeu. Des prouesses comme celles-ci sont importantes pour susciter l’attention, mais du point de vue de la recherche pure, elles ont eu un retentissement bien moindre que ce que beaucoup pensaient. Ce qui importe en définitive, ce n’est pas de concevoir des systèmes capables de jouer aux échecs ou au Go, mais qui nous seront utiles dans notre vie quotidienne. Le reste relève en grande partie du domaine des loisirs. »

Selon lui, le défi le plus important consiste à rendre l’IA suffisamment performante pour qu’au lieu d’être cantonnée au monde des jeux, basé sur des règles, elle puisse être utilisée pour aider l’homme dans l’environnement beaucoup plus complexe de notre vie quotidienne.



Ce qui importe en définitive, ce n’est pas de concevoir des systèmes capables de jouer aux échecs ou au Go, mais qui nous seront utiles dans notre vie quotidienne. Le reste relève en grande partie du domaine des loisirs. »

¹ Un article, publié à l’adresse <https://science.sciencemag.org/content/313/5786/504>, montre notamment que les réseaux neuronaux sont nettement plus performants que les méthodes traditionnelles en matière de compression d’images.





Nous obtenons par exemple de très bons résultats dans le domaine de la reconnaissance vocale désormais. Mais cela reste très superficiel – la machine ne comprend pas véritablement, au sens profond, ce que vous dites. »

Quels sont les domaines dans lesquels l'IA offre les meilleurs résultats à l'heure actuelle ?

S'il est possible que l'on accorde une importance excessive aux recherches ayant permis de concevoir des systèmes d'IA capables de battre des champions d'échec ou de Go, ces avancées sont sans doute plus significatives d'un autre point de vue. Les jeux tels que le Go et les échecs sont très complexes. Ils posent des problèmes fondés sur des règles que les algorithmes d'apprentissage automatique peuvent apprendre à résoudre en analysant l'énorme quantité de données de jeu disponibles. Une nouvelle version d'AlphaGo, AlphaZero, a perfectionné de façon autonome sa maîtrise du jeu de Go, des échecs et du shogi en appliquant simplement les règles qui lui avaient été données pour jouer des parties d'entraînement, sans avoir besoin d'analyser des données relatives à des parties jouées par l'homme.

Il n'est guère surprenant que les domaines dans lesquels les systèmes

d'IA basés sur l'apprentissage automatique ont offert les meilleurs résultats dans le monde réel ont été le plus souvent ceux qui partagent certaines caractéristiques avec les jeux. L'ampleur de la tâche assignée à l'IA est limitée et bien définie, et de grandes quantités de données sont disponibles pour permettre aux algorithmes d'apprendre efficacement. Des applications comme la reconnaissance faciale ou des plaques minéralogiques, l'identification et l'interprétation des phonèmes dans le domaine de la parole ou même la reconnaissance des objets de notre quotidien font toutes appel, dans une mesure plus ou moins grande, aux mêmes caractéristiques.

Cependant, dans des domaines comme la reconnaissance des objets par les véhicules autonomes, qui nécessitent une précision extrême pour répondre aux exigences de sécurité, la performance des systèmes d'apprentissage automatique reste toujours inférieure à celle requise. La tâche demandée au système, consistant à interpréter correctement

chaque objet qu'il rencontre dans notre environnement quotidien, hautement complexe, n'est ni limitée, ni bien définie, et même les systèmes de reconnaissance d'images les plus perfectionnés ne parviennent pas à s'en acquitter [comme nous le verrons plus loin dans notre entretien avec le Dr Ali Shafti].

Un robot conversationnel (*chatbot*) est capable de gérer des demandes simples en lien avec des services bancaires ou d'assurance car les tâches qu'il doit accomplir sont limitées par la nature de la conversation et, en outre, il peut facilement obtenir les informations nécessaires pour les exécuter auprès du client ou en consultant ses données bancaires.

Mais si un client d'une banque en mal de compagnie contacte le centre d'appels pour parler à quelqu'un, un opérateur humain expérimenté et empathique pourra lui répondre. Les *chatbots* actuels en seraient incapables – la tâche est bien au-delà de leurs capacités. Le mieux qu'ils pourraient faire serait de transférer l'appel à un humain.



Les immenses tâches à venir

« Nous obtenons par exemple de très bons résultats dans le domaine de la reconnaissance vocale désormais, déclare le professeur Barber. Mais cela reste très superficiel – la machine ne comprend pas véritablement, au sens profond, ce que vous dites. » Les résultats dans le domaine de la traduction sont aussi très convaincants. Il est désormais possible d'obtenir automatiquement des traductions très satisfaisantes d'une langue à une autre, en particulier si celles-ci sont proches. Mais la machine comprend-elle réellement ce que vous dites ?

« Nous n'avons pas à rougir de ce qui a été fait jusqu'à présent. Les progrès que nous avons accomplis sont certes très impressionnants, mais nous n'en sommes qu'au début de nos efforts. Nous ne savons toujours pas comment mettre en œuvre des systèmes beaucoup plus performants dans le domaine de l'apprentissage profond. C'est un défi dont les grandes sociétés technologiques

sont bien conscientes, et elles investissent massivement pour le relever, car si elles y parviennent, des outils comme les assistants numériques auront une utilité beaucoup plus vaste. »

Outre l'incapacité de l'IA à appréhender le contexte, à comprendre les sens sous-jacents ou suggérés, d'autres défis de taille se posent. Par nature, les systèmes basés sur l'apprentissage automatique nécessitent de grandes quantités de données, ce qui limite inévitablement les contextes dans lesquels ils peuvent être utilisés de manière optimale. Dans des environnements où les données sont rares, ils sont à la peine. C'est là l'un des principaux problèmes avec l'« apprentissage par renforcement » (*reinforcement learning*), grâce auquel les systèmes basés sur l'IA apprennent de leur environnement au lieu d'ingérer d'énormes quantités de données afin d'associer des décisions avec leurs conséquences à long terme. Un système conçu par l'homme capable d'apprendre à partir de stimuli environnementaux – tout comme l'homme – nécessiterait

une quantité d'informations beaucoup moins importante que les systèmes d'IA actuels. Franchir ce pas vers un style plus efficace d'apprentissage est l'un des objectifs clés de la recherche actuelle.

« Le concept d'apprentissage par renforcement fascine les spécialistes de l'apprentissage automatique, car c'est en quelque sorte le « problème mère » de l'IA : permettre aux systèmes d'apprendre en ne leur fournissant que très peu d'informations sur le résultat, positif ou négatif, d'une décision actuelle », déclare le professeur Barber.

L'avenir de l'IA

Même si la perspective d'une « intelligence artificielle générale » reste éloignée, le professeur Barber fait remarquer que les applications de l'IA dans le monde réel, par exemple dans les véhicules entièrement autonomes, revêtiront une énorme importance sur le plan économique. De la même manière, le développement de robots capables d'emballer correctement des produits afin de les expédier depuis des



Les progrès que nous avons accomplis sont certes très impressionnants, mais nous n'en sommes qu'au début de nos efforts. Nous ne savons toujours pas comment mettre en œuvre des systèmes beaucoup plus performants dans le domaine de l'apprentissage profond. C'est un défi dont les grandes sociétés technologiques sont bien conscientes, et elles investissent massivement pour le relever, car si elles y parviennent, des outils comme les assistants numériques auront une utilité beaucoup plus vaste. »



entrepôts, tâche qui reste pour l'heure essentiellement manuelle, aura un impact majeur.

Les partisans de l'IA font valoir que le déploiement à large échelle de la robotique et de l'IA au sein des entreprises nous permettra de nous affranchir de nombre des tâches ennuyeuses, répétitives et physiquement contraignantes que nous effectuons encore à l'heure actuelle pour la seule et unique raison que la main-d'œuvre humaine reste moins chère que les robots. « Depuis la révolution industrielle, et même avant, les hommes ont été utilisés comme des machines », déclare le professeur Barber. « Un homme qui passe huit heures par jour derrière le volant d'un camion pendant 30 à 40 ans est-il utilisé à bon escient ? Nous valons beaucoup plus que cela. Nous possédons de formidables qualités – l'empathie, la compassion, la créativité. Ce sont des choses dont les machines sont incapables, et le resteront sans doute encore longtemps. L'idée de libérer

l'homme afin de lui permettre de faire les choses qu'il est le seul à bien savoir faire me passionne. En ce sens, l'IA est une démarche très positive. »

Selon le professeur Barber, la transition à l'œuvre amènera l'homme à collaborer de plus en plus avec des machines basées sur l'IA, l'homme accomplissant les tâches qui requièrent une grande expérience et de solides compétences et laissant celles ordinaires et répétitives aux machines.

Les domaines dans lesquels des tâches standardisées, telles que les opérations de back-office des grandes banques et institutions financières, sont encore effectuées en grande partie manuellement offrent à l'évidence la possibilité d'utiliser des processus d'automatisation robotique pour remplacer, au fil du temps, des dizaines de milliers d'emplois humains, à l'instar de l'automatisation des usines au XX^e siècle.

Il est compréhensible que la perspective d'une transformation de l'environnement de travail induite par l'IA suscite des

craintes, reconnaît le professeur Barber. « Je ne sais pas si on peut vraiment parler de révolution. Le terme est selon moi quelque peu galvaudé. Je crois que ce sera une évolution d'un certain point de vue, et je pense que l'homme est toujours incroyablement réticent à donner du sens à son travail et à sa vie personnelle, en dépit des transformations que connaît la société. » Sans surprise, il nous invite à ne pas nous montrer « trop craintifs » quant au nombre d'emplois actuels qui pourraient être remplacés par l'IA et les robots.

Cependant, ces problèmes ne pourront être ignorés. Les investisseurs, les entreprises et leurs employés s'inquiéteront bien moins des effets potentiels de l'IA et de la robotique sur l'activité économique, qui seront marqués lorsqu'ils surviendront, que de l'ampleur et de la rapidité des mesures que les gouvernements et les autorités réglementaires choisiront de prendre en réponse aux questions prégnantes que l'IA ne manquera pas de poser à nos sociétés.



Qu'est-ce que la « véritable IA » ?

A mesure que cette branche de l'informatique a gagné en popularité au cours des dernières années, le terme « IA », de même que ceux désignant les techniques connexes, comme l'apprentissage automatique, a vu son sens galvaudé. Il est aujourd'hui fréquemment employé en lien avec des projets que les puristes ne considéreraient pas comme relevant de l'IA, bien qu'ils fassent appel à certains des outils utilisés par celle-ci, comme l'analyse statistique de très grands ensembles de données. Les tentatives visant à tirer profit de cette effusion d'intérêt ne sont guère surprenantes au vu de l'enthousiasme suscité par le potentiel de l'IA au sein des entreprises, dans les rangs des gouvernements et parmi le grand public. Sur cette base, on pourrait arguer que le trading algorithmique n'est pas du domaine de la « véritable IA », mais consiste simplement à analyser des données sur une très grande échelle.

Au dire du professeur Barber, il existe au sein de la communauté universitaire un consensus plus clair quant à ce qui constitue la « véritable IA ». « Selon moi, l'IA a trait à la capacité de répliquer la perception et le raisonnement humains, ainsi que nos capacités à interagir les uns avec les autres et avec le monde physique. »

Cet estompement des frontières pose-t-il problème ? Comme l'explique le professeur Barber, il est important pour les universitaires que le périmètre de la discipline soit clairement défini, afin notamment que les bailleurs de fonds puissent comprendre ce à quoi leur argent est employé. Mais au-delà de ça, d'autres préoccupations prévalent : « Ce qui importe [plutôt que des définitions rigides], c'est que nous fassions de réels progrès dans la conception de systèmes présentant une utilité pratique pour l'humanité, que nous mettions au point des choses auxquelles les gens trouvent un intérêt et qui apportent un plus dans nos vies. »

Biographie du professeur David Barber

David Barber dirige le Centre for Artificial Intelligence de l'UCL, qui s'attache à concevoir les techniques d'IA de la prochaine génération. Ses domaines de recherche ont trait pour une large part aux applications de la modélisation et du raisonnement probabilistes.

Il est également conseiller scientifique en chef de re:infer, une start-up spécialisée dans le traitement du langage naturel qui « transforme les communications non structurées en données structurées afin de permettre l'action ».

Il est titulaire d'un BA en mathématiques de l'Université de Cambridge et d'un doctorat en physique théorique (mécanique statistique) de l'Université d'Edimbourg.





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.

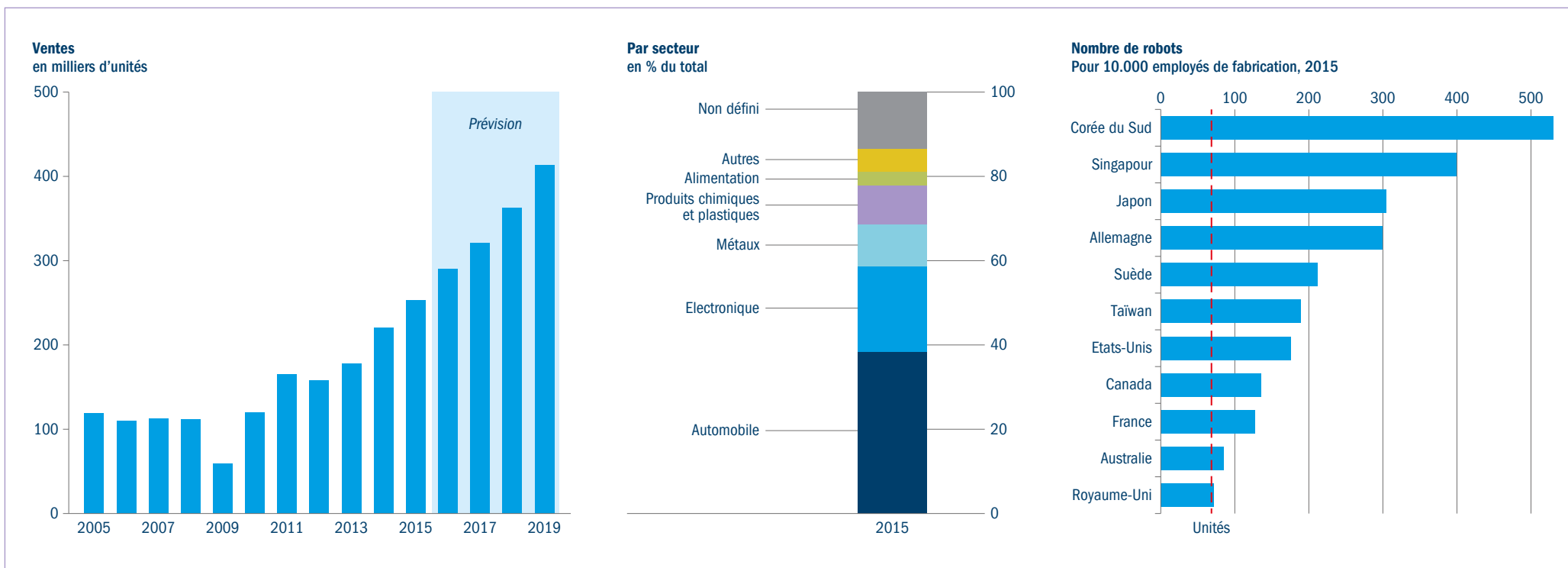
« Faire circuler un véhicule autonome dans le même environnement qu'un véhicule non autonome est un problème très complexe. On en parle beaucoup, mais aucun exemple concret ne démontre qu'un véhicule autonome puisse être utilisé de manière intensive dans un environnement mixte sans qu'un conducteur humain 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.

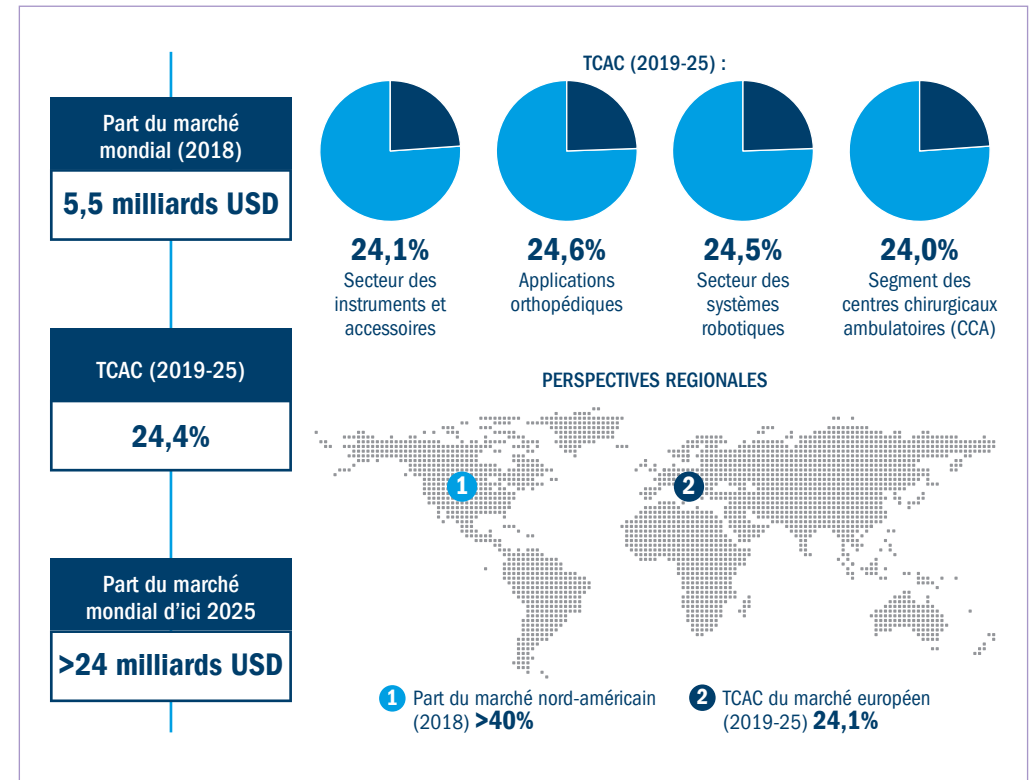
Cependant, le Dr. Shafti fait observer que le principal obstacle à l'adoption des robots chirurgicaux sera sans doute le conservatisme professionnel des chirurgiens de la vieille école, qui opèrent manuellement depuis des décennies et préfèrent sans tenir à des méthodes qui leur sont familières. En définitive, 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