

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 estompelement 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 apprêhender 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

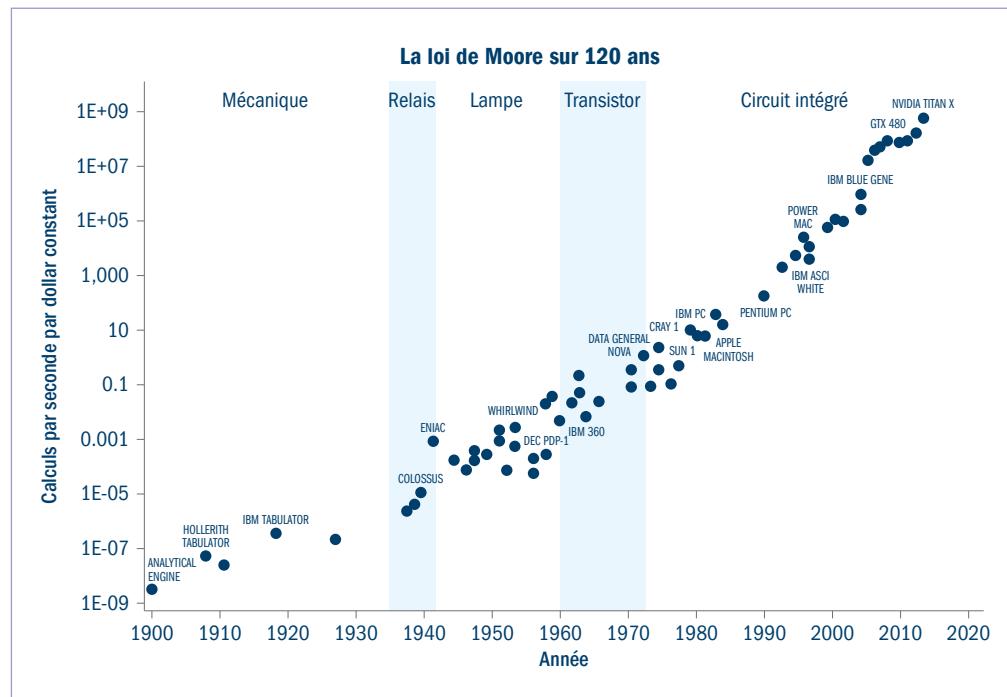
connues ces dernières années, mais aussi prendre la mesure de ses limites actuelles et de son indéniable potentiel.

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 impressionnantes, 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 apprêhender 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 impressionnantes, 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

crain tes, 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 algorithme 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 estompe 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 startup 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.



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 Etats-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