

ÉTUDE DE DOSSIER

Rédacteur 2018

Le développement de l'intelligence artificielle constitue une révolution technologique, *a priori* porteuse de progrès, tout en suscitant des interrogations quant à ses applications, notamment en termes d'emploi et dans le domaine de la finance.

À partir des documents qui vous sont proposés, vous répondrez aux questions suivantes :

1. Définissez le concept d'intelligence artificielle.
2. Quels sont les enjeux de l'intelligence artificielle en termes d'emploi ?
3. Quels sont les enjeux de l'intelligence artificielle pour la finance ?

Les questions sont indépendantes ; nous vous recommandons toutefois de les traiter dans l'ordre. Il n'est pas nécessaire de recopier l'intitulé des questions.

LISTE DES DOCUMENTS JOINTS

1. **Cinq idées reçues sur l'intelligence artificielle** – E. Braun
www.lefigaro.fr – 19/01/2018 – 3 pages
2. **Artificial Intelligence Nears the Summit of Hype in Davos** – J. Kahn
www.bloomberg.com – 25/01/2018 – 1 page
3. **Intelligence artificielle : une task force va évaluer ses effets dans la finance** – D. Cuny
www.latribune.fr – 30/01/2018 – 1 page
4. **Intelligence artificielle : les robots vont-ils détruire nos emplois ?** – J. Chokogoue
www.lemondeinformatique.fr – 01/02/2018 – 2 pages
5. **More efficient machine learning could upend the AI paradigm** – Y. Sun
www.technologyreview.com – 02/02/2018 – 1 page
6. **Ce que va changer dans nos vies la révolution de l'intelligence artificielle** – P. Loubière
www.challenges.fr – 22/10/2017 – 3 pages
7. **L'impact positif de l'intelligence artificielle sur les emplois** – G. Anidjar
www.forbes.fr – 25/01/2018 – 2 pages
8. **L'intelligence artificielle peut-elle prévoir les marchés ?** – K. Eychenne
www.lesechos.fr – 23/01/2018 – 2 pages
9. **Economists grapple with the future of the labour market**
www.economist.com – 11/01/2018 – 2 pages
10. **L'intelligence artificielle bouleverse le secteur bancaire** – P. Amandet
www.agefi.fr – 11/12/2017 – 1 page
11. **L'impact de l'intelligence artificielle sur l'emploi divise Davos** – I. Chaperon
www.lemonde.fr – 26/01/2018 – 2 pages
12. **Artificial intelligence could yet upend the laws of finance** – S. Kirk
www.ft.com – 22/01/2018 – 2 pages
13. **Appliqué à la finance, le deep learning modifie-t-il le cours de l'économie ?**
www.sciencesetavenir.fr – S. Sermondadaz – 21/03/2017 – 2 pages
14. **L'intelligence artificielle va créer 10 % d'emplois net** – E. Renault
www.lefigaro.fr – 14/02/2018 – 1 page

Cinq idées reçues sur l'intelligence artificielle

Née dans les années 1950, cette discipline scientifique entre de façon de plus en plus concrète dans notre quotidien. Son développement rapide alimente espoirs et fascination mais aussi beaucoup d'idées reçues.

Elle est actuellement l'un des arguments marketing les plus puissants qui sert à vendre de tout, même des parfums. Elle propulse les salaires de chercheurs à des niveaux inégalés dans la Silicon Valley et suscite une fascination mêlée de crainte dans l'imaginaire collectif. Derrière l'effet de mode du sujet, certains scientifiques s'agacent du fait que l'intelligence artificielle (IA) relève parfois davantage de fiction que de science. Bon nombre d'idées reçues circulent et participent à l'élaboration d'une économie de promesses plus artificielles que réelles. En voici cinq, parmi les plus récurrentes.

L'intelligence artificielle est à 100 % artificielle

FAUX : Pour fonctionner correctement et réaliser leurs prouesses, les intelligences artificielles ont besoin de beaucoup d'attention humaine. Si l'on souhaite qu'un ordinateur reconnaisse des chatons sur des images pour créer un moteur de recherche (comme ce que propose Google Images par exemple), il faut encore que des humains lui montrent des milliers d'images de félins. Bien souvent, cette phase d'entraînement supervisé revient plutôt aux internautes qu'aux ingénieurs de la Silicon Valley. Google a ainsi eu le premier l'idée de faire participer ses utilisateurs à l'entraînement des machines. Pour identifier un utilisateur, l'entreprise lui présente un exercice irréalisable par les machines, comme retranscrire des caractères, identifier des chats parmi des images. Ce sont les fameux « captcha » qui demandent si vous n'êtes pas des robots. Grâce à ce travail gratuit et insoupçonné des internautes, Google a pu entraîner ses IA à la reconnaissance de caractères ou d'images, qui permettent à des services comme Google Books ou Google Images de fonctionner.

Parfois, quelques clics ne suffisent pas : il faut ainsi des millions d'internautes pour se relayer et entraîner des programmes plus complexes, voués un jour à se passer totalement d'humains. On estime ainsi aujourd'hui qu'entre 45 et 90 millions de personnes dans le monde sont ainsi des « ouvriers du clic » réguliers. Facebook a récemment été épinglé pour avoir eu recours à ces humains pour prendre la relève quand son robot de conversation, l'assistant M, était incapable de répondre correctement. Amazon a également recours et vend les services d'opérateurs humains via la plateforme Amazon Mechanical Turk pour faire le ménage dans le bazar que laissent les algorithmes imparfaits. Microsoft se sert de l'UHRS, Google d'Ewoq et IBM s'appuie sur la plateforme Mighty AI. La main-d'œuvre a beau être dispersée entre internautes lambdas comme grands chercheurs, au bout des fils qui agitent les intelligences artificielles, ce sont toujours bien des humains qui jouent les marionnettistes.

L'intelligence artificielle va voler nos emplois

PAS VRAIMENT : La menace du remplacement des humains par des machines fait souvent l'objet de déclarations fracassantes. La discussion passionne particulièrement les grands cabinets d'audit et les instituts de recherche, qui publient régulièrement études et rapports sur un phénomène qui n'est rien d'autre que celui de l'automatisation. Aucun n'est totalement neutre dans ce débat : certains peuvent chercher à obtenir ou maintenir des subventions pour leurs départements de recherche avec un sujet en vogue, d'autres à vendre des prestations de conseils à de nouveaux clients. D'une étude à l'autre, on peut passer d'un chiffre alarmiste à un phénomène marginal. Le cabinet de conseil en

stratégie Roland Berger avait ainsi écrit en 2014 que d'ici à 2025, 20 % des tâches pourraient être automatisées, menaçant 3 millions de salariés français dans les secteurs de l'agriculture, du bâtiment, des services aux entreprises et aux particuliers... Mais sa méthodologie reprenait celle tirée du travail de deux chercheurs d'Oxford en 2013, qui ne tenait pas compte des emplois créés par la robotisation et considérait qu'au sein d'une même profession, chaque emploi fonctionnait de la même façon. La communauté scientifique l'avait vivement critiquée.

Plusieurs organismes publics sont venus remettre en question ces affirmations. Les chiffres du Bureau of Labour américain avancent ainsi que les indicateurs de l'automatisation corrélée à la croissance du chômage sont en fait... en baisse aux États-Unis. Certaines études comme celle de l'International Federation of Robotics ou du Center for Economic Performance disent même que les robots créent de l'emploi dans l'industrie. En mai 2016, des experts de l'OCDE ont tranché : seulement 9 % des travailleurs français présenteraient « un risque élevé de substitution » par l'intelligence artificielle. Début 2017, les conclusions du rapport du Conseil d'orientation pour l'emploi allaient dans la même direction : « moins de 10 % des emplois cumulent des vulnérabilités qui pourraient en menacer l'existence dans un contexte d'automatisation », soit une menace indirecte pour 1,49 million de salariés et non le triple ou le quintuple. Même ces estimations prudentes sont à prendre avec des pincettes, tant les facteurs de diffusion de l'IA dans les prochaines années sont sujets à des incertitudes : le coût économique de la technologie par rapport aux gains en productivité, en qualité ou bien-être au travail, les questions de sécurité physique des salariés ou de risque juridique pour les employeurs et assureurs sont encore incertains et freinent l'adoption de l'IA.

On apprend aux intelligences artificielles à penser comme des humains

PAS ENCORE : Le terme même d'« intelligence artificielle » est en partie responsable de cette erreur. Parler d'intelligence, c'est impliquer qu'un ordinateur puisse être doté de cette faculté cognitive proprement humaine. C'est d'ailleurs dans cette perspective que la discipline de l'IA a émergé dans les années 1950, où le courant de la cybernétique souhaitait reproduire avec des ordinateurs le fonctionnement du cerveau -décomposé en facultés comme la mémoire, la vision, le raisonnement ou encore la démonstration-. Après un « hiver de l'IA » lié au manque de puissance des ordinateurs pour progresser en ce sens, les chercheurs contemporains comme Yann Le Cun ou Geoffrey Hinton ont remis au goût du jour en 2012 une technique de recherche cybernétique imitant le fonctionnement des synapses du cerveau : l'apprentissage profond, ou « deep learning », qui demande aux machines d'apprendre d'elles-mêmes en imitant le fonctionnement des neurones biologiques impliqués dans la résolution de problème.

Cette technique est bio-inspirée mais elle n'est pas biomimétique : un enfant comprend vite que lorsque sa maman se cache derrière un rideau, elle existe toujours. La machine, non. « Il lui manque encore le sens commun », explique Yann Le Cun. Cette intelligence artificielle est donc appelée « faible », c'est-à-dire qu'elle a d'énormes compétences, mais uniquement sur des tâches précises. Reconstruire artificiellement un cerveau reste au-delà de nos capacités technologiques actuelles. D'une part, parce que les neurosciences sont un champ récent et que l'on connaît encore mal le fonctionnement du cerveau et d'autre part, parce que les technologies nécessaires à la construction d'IA fortes n'existent pas encore. Cela n'empêche pas l'existence d'un discours alarmiste sur le moment où naîtra l'intelligence artificielle forte, c'est-à-dire capable de penser, se penser, s'émouvoir et agir librement, sans supervision.

L'intelligence artificielle est plus objective que les humains quand elle prend des décisions

FAUX : Les amis suggérés sur un réseau social comme Facebook, l'attribution d'un poste dans l'administration, l'itinéraire d'un chauffeur Uber ou encore les recommandations de films sur Netflix... Les algorithmes sont au cœur de décisions importantes comme quotidiennes. Mais les exemples de discriminations algorithmiques se multiplient. Le service de livraison d'Amazon ne couvre pas certains quartiers où vivent des populations défavorisées. Le prix des packs d'entraînement au Scholastic Assessment Test (SAT), l'équivalent du baccalauréat américain, varie selon les quartiers d'habitation d'une même ville et un logiciel de prédiction du crime aux États-Unis reprend à son compte des principes de discrimination à l'égard des Afro-Américains.

En cause : les biais algorithmiques, c'est-à-dire des erreurs de conception bien humaines dans l'écriture des programmes informatiques. Elles sont le plus souvent masquées au nom d'un principe de rationalité mathématique, alors que la décision de faire payer davantage les habitants d'une région pour l'achat d'un produit en ligne est par exemple une décision strictement humaine. Les racines du problème sont autant à chercher du côté du manque de parité dans le milieu du code que de l'absence de certaines compétences, selon le chercheur Surya Mattu : « L'informatique, en tant que discipline, n'a pas la même rigueur en termes d'éthique que les sciences sociales », précise-t-il à Regards Sur Le Numérique. « Ce n'est pas tellement que les gens ont une confiance aveugle dans les algorithmes en tant que construction mathématique, mais plutôt qu'ils n'ont pas les moyens de les questionner. C'est un peu comme les médicaments : lorsque vous en prenez, vous ne connaissez pas forcément leur composition exacte. Et il est difficile de prouver que tel médicament a un effet néfaste si vous êtes le seul à le remarquer... ».

L'intelligence artificielle va surpasser l'homme

FAUX : L'ingénieur Ray Kurzweil est l'un des techno-prophètes les plus connus de la « singularité », ce moment où l'intelligence des machines deviendrait supérieure à l'intelligence humaine et qu'il fixe à 2045. « La singularité, ça m'énerve », déclarait lui Jean Ponce, chercheur en vision artificielle à l'École normale supérieure, lors d'une conférence organisée par Google dans ses locaux parisiens, en avril 2017. « Je ne vois aucun indice que la machine intelligente soit plus proche de nous aujourd'hui qu'avant », assurait-il. Personne n'est réellement en mesure de dire qu'elle le sera un jour : « On oublie que le vivant ne fonctionne pas comme une machine », soutient Miguel Benasayag, auteur du livre Cerveau augmenté, homme diminué (La Découverte, 2016) au Monde. D'après lui, le monde n'est pas modélisable de façon aussi binaire que l'on programme un ordinateur.

La question est moins de savoir si l'IA sera capable de nous dépasser demain que de savoir à quelles fins elle est utilisée aujourd'hui, une fois qu'on l'a dépouillée des habits du marketing, des peurs et des fantasmes. « Lorsqu'elle ne sert pas à augmenter nos compétences (médicales, éducatives, industrielles), elle utilise nos données personnelles et nos profils sociaux pour anticiper nos besoins et nous proposer des services toujours plus personnalisés, explique Frédéric de Gombert dans une tribune au Monde. Lorsque l'IA est utilisée pour réduire les taux de criminalité dans une ville ou pour renforcer la productivité de certains métiers, on oublie que les humains ne sont pas que productifs. Ils sont aussi sensibles, émotifs, doués de moralité ». Et capables de distinguer les idées reçues sur l'intelligence artificielle ?

Elisa Braun

Artificial Intelligence Nears the Summit of Hype in Davos

Artificial intelligence approached the summit of hype at this year's World Economic Forum.

AI was on the lips of seemingly every corporate chief and policy maker attending this year's conference in Davos, Switzerland. On Wednesday, the term "artificial intelligence" appeared in more than 20 headlines and stories Bloomberg ran about the gathering.

British Prime Minister Theresa May announced a new government-funded center to advise on ethical use of AI and French President Emmanuel Macron launched a 10 billion euro innovation fund aimed at new technologies like AI.

AI is going to be more important than humanity's mastery of fire or electricity, Google CEO Sundar Pichai said. Alibaba founder Jack Ma warned that AI and robots are going to "kill a lot of jobs" and could start a third world war. "Each technology revolution has made the world unbalanced," Ma said.

Kai-Fu Lee, the former China head at Google, talked up a different sort of existential AI threat: the fear of missing out. Executives shouldn't let human-resources departments tell them they can't afford the high salaries AI experts command. "You've got to break the scale for at least one person" with the right know-how, he told them.

IBM's Ginni Rometty invoked Karl Marx, telling her fellow corporate leaders that they had an obligation to "prepare the workers of world for this revolution."

Johan Aurik, managing partner at consulting firm A.T. Kearney, argued AI could automate a large portion of corporate decision-making. Most managers spend time on administrative coordination and control, not strategic thinking or problem-solving. Most of those administrative tasks could be handled by AI, Aurik said.

If that happened, what would executives do with all their spare time? Probably spend even more of it at conferences like Davos.

Jeremy Kahn

Intelligence artificielle : une task force va évaluer ses effets dans la finance

La Banque de France a 217 ans mais elle se sent « *responsable du développement d'un écosystème très innovant dans la finance en France* » a expliqué le gouverneur, François Villeroy de Galhau, ce mardi, au Paris Fintech Forum. Il a fait valoir que l'institution était « *la première banque centrale à avoir nommé un Chief Digital Officer (CDO)* », un responsable de la transformation numérique, et qu'elle travaillait avec l'accélérateur de startups géant Station F ainsi que le nouveau venu à La Défense, Swave. L'ancien dirigeant de BNP Paribas a tenu à « *ne pas opposer acteurs établis et nouveaux entrants de la Fintech* », défendant la nécessité de trouver « *un bon équilibre* » entre la stabilité financière et l'innovation.

Il a annoncé la création d'une « *task force sur l'intelligence artificielle dans la finance* », menée par l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR, adossée à la Banque de France) et l'Autorité des marchés financiers (AMF), avec des banques et des assureurs de la place, qui rendra ses premières analyses prospectives sur les effets de l'IA au quatrième trimestre.

« *Nous avons développé une solide expertise dans les modèles internes [d'évaluation des risques dans les bilans des banques, ndlr], nous devons faire de même dans l'intelligence artificielle dont les effets seront de toute évidence très significatifs* » a-t-il déclaré.

Les syndicats de la filière se sont à plusieurs reprises inquiétés des conséquences pour l'emploi de l'arrivée de l'IA, aujourd'hui utilisée par exemple au Crédit Mutuel pour le tri d'emails (avec IBM Watson) et chez Orange Bank sous forme de chatbot.

Disruptions dans tous les métiers

François Villeroy de Galhau a également annoncé la publication en mars d'une « *étude très complète sur la transformation numérique dans la banque et l'assurance* ». Il a souligné que :

« *Ces transformations touchent toutes les activités, pas seulement la banque de détail, mais aussi la banque de financement et d'investissement, pas seulement le front-office mais aussi la gestion des risques et le back-office. Chaque acteur établi doit faire face à ces ruptures* ».

Delphine Cuny

Intelligence artificielle : les robots vont-ils détruire nos emplois ?

Dans l'économie industrielle, les biens et services étaient produits par combinaison de la main d'œuvre et du capital. Cependant, l'avancée dans le domaine de l'intelligence artificielle et l'automatisation des tâches par les robots a entraîné un déclin de la part de la main d'œuvre dans ce processus. Le développement de l'IA, les robots vont-ils détruire nos emplois ? Éléments de réponse.

Pour beaucoup, la robotisation -le remplacement des hommes par les machines- est effrayant. Ces personnes s'inquiètent de l'impact négatif de l'automatisation des tâches sur la société. Cependant, cette crainte est non-fondée, parce que chaque fois qu'un humain est remplacé par une machine, la société dans son ensemble devient plus riche. Oui, vous avez bien lu ! Chaque fois qu'un robot remplace un être humain, la société devient plus riche ! Illustrons cela à l'aide d'un exemple très simple. Supposons une île auto-suffisante habitée par 10 personnes qui vivent de la pêche d'un bateau collectif. Les 10 personnes pêchent chacune à l'aide d'une canne à pêche. Supposons maintenant qu'une innovation technologique en matière de pêche fasse son apparition sur l'île : le filet de pêche. Dorénavant, à la place d'une canne, un large filet est utilisé. Grâce à ce filet, désormais 2 personnes suffisent pour pêcher autant de poissons que 8 cannes à pêche : une personne pilote le bateau et l'autre jette le filet.

En surface, il semble effectivement que le chômage ait augmenté de 0 à 80 % avec l'arrivée du filet de pêche, puisque 8 personnes sur 10 sont maintenant sans emploi. Cependant, bien que ces 8 personnes soient au chômage, la société dans son ensemble est toujours aussi riche qu'avant, puisqu'elle reçoit toujours la même quantité de poissons que celle qui était pêchée par ces 8 personnes. C'est exactement ce qui arrive chaque fois qu'un robot, une machine ou une innovation technologique majeur remplace ou automatise le travail d'un humain. À court terme, la société est toujours aussi riche parce qu'elle reçoit toujours le produit du travail de l'humain qui a été remplacé par le robot, et dans le long terme, elle sera même plus riche lorsque celui-ci trouvera un nouveau travail.

La richesse accrue par automatisation et élimination des tâches les moins productives

Maintenant la question qui se pose est comment gérer le problème de chômage créé par l'automatisation du travail ? Dans l'exemple de notre île, le gouvernement a deux options : soit il taxe à 80 % les 2 personnes qui continuent la pêche et redistribue entièrement ces 80 % aux 8 personnes qui sont chômage. Soit il aide les 8 personnes au chômage à trouver de nouveaux emplois. Malheureusement, la première option est celle qui est appliquée aujourd'hui au problème de la robotisation... Ce type d'accroissement de productivité massive (2 personnes faisant le travail de 10) est ce qui arrive dans l'économie numérique. La majorité des emplois, même ceux de cadre, que nous avons, vont inévitablement finir automatisés demain. Chaque fois qu'un travail salarié existe quelque part, gardez à l'esprit que ce n'est qu'une question de temps avant qu'un entrepreneur talentueux trouve le moyen de l'automatiser (Uber, Airbnb, McDonald, ça vous rappelle quelque chose n'est-ce pas ?).

Dans l'économie numérique dans laquelle nous sommes, la richesse est accrue par automatisation et élimination des tâches les moins productives et création d'emplois plus productifs. À mesure que l'innovation technologique progresse, des emplois sont supprimés, le chômage augmente mais le PIB reste constant parce que la société continue de recevoir les produits et services des emplois

détruits par le biais de la technologie. Par contre, le PIB va drastiquement augmenter lorsque l'employé remplacé trouvera un nouvel emploi. Ceci est le nouveau processus économique, technologique ou alchimique nous avons envie de dire, par lequel la richesse est créée dans l'ère numérique. Aussi mauvais que le chômage puisse paraître, il n'est que la première étape du processus alchimique conduisant à la création de richesse.

Le dilemme du chômage paradoxal

Le problème -ou le dilemme auquel fait face la société aujourd'hui- est le cycle de chômage paradoxal par lequel plus de richesse est créée dans la société : chaque année, alors que nos emplois sont détruits ou automatisés par l'intelligence artificielle ou autre technologie efficiente, on constate une forte disparité grandissante dans notre population : l'employé qui perd son emploi est de moins en moins celui qui en trouve. L'intelligence artificielle semble créer une classe d'anciens employés à qui il manque les compétences nécessaires pour décrocher les nouveaux emplois créés, et une autre classe d'employés dont les opportunités sont sans limites. Chief Digital Officer, Data scientist, Consultant Big Data, Growth Hacker, sont autant de métiers créés par l'évolution technologique qui ne sont pas nécessairement à la portée d'anciens employés. De l'autre côté, dans l'industrie automobile, si vous étiez un mécanicien expérimenté dans la réparation des carburateurs, vous seriez expulsé du marché lorsque ceux-ci étaient progressivement remplacés par les injecteurs de carburant. Le même raisonnement s'applique lorsque les tableaux de bord mécaniques des véhicules étaient progressivement remplacés par des tableaux de bord électroniques, etc. Clairement, les technologies évoluent tellement vite que mettre à jour ses compétences par rapport à leur évolution est inutile.

Que faire lorsque votre emploi actuel sera obsolète demain à cause de l'automatisation par un robot ? Tout d'abord, la solution ne consiste pas à devenir un spécialiste. Lorsque vous vous spécialisez, surtout technologiquement, vous prenez le risque d'être obsolète à peine quelques mois ou années plus tard. Le temps moyen de péremption d'une technologie aujourd'hui est estimé à 6 mois. Si vous étudiez bien les entreprises qui ont mis les clés sous le paillason comme Kodak ou les maisons de disques, vous vous rendrez compte que la spécialisation, qui a pendant longtemps été leur point fort, est devenu avec l'évolution technologique leur point faible. Kodak n'a pas pu s'adapter au changement de la pellicule vers le numérique, Nokia n'a pas su s'adapter des téléphones à claviers aux smartphones. Les fabricants de cassettes n'ont pas su s'adapter à l'arrivée de CD, etc. La solution consiste à développer une compétence générique, une compétence qui vous permettra d'acquérir de nouvelles compétences à mesure que la technologie progresse. Par exemple, l'apprentissage d'une langue. La langue est une compétence générique car elle vous permet de développer d'autres compétences. Au lieu d'étudier Scala, étudiez la programmation fonctionnelle, au lieu d'étudier Spark, apprenez la programmation distribuée, au lieu d'apprendre Word 2016, apprenez le traitement de texte. L'idée est d'éviter de fonder votre compétence sur la spécialisation sur une technologie et ainsi éviter de « vous retrouver avec des compétences qui ne servent plus à rien » comme l'a si bien dit Henri Steele Commager. Ce type de compétence générique qui vous permet d'acquérir d'autres compétences est appelé par les économistes les compétences de bases. Nous aimons le qualifier par compétences de long terme.

Alors, à la question : « Les robots vont-ils détruire nos emplois ? », notre réponse est oui ! Mais paradoxalement, ils nous rendront proportionnellement riches et bien plus si nous avons les compétences de base pour saisir les nouvelles opportunités qu'ils créeront.

Juvénal Chokogoue
Consultant IT CAPGEMINI

More efficient machine learning could upend the AI paradigm

Smaller algorithms that don't need mountains of data to train are coming.

In January, Google launched a new service called Cloud AutoML, which can automate some tricky aspects of designing machine-learning software. While working on this project, the company's researchers sometimes needed to run as many as 800 graphics chips in unison to train their powerful algorithms.

Unlike humans, who can recognize coffee cups from seeing one or two examples, AI networks based on simulated neurons need to see tens of thousands of examples in order to identify an object. Imagine trying to learn to recognize every item in your environment that way, and you begin to understand why AI software requires so much computing power.

If researchers could design neural networks that could be trained to do certain tasks using only a handful of examples, it would "upend the whole paradigm," Charles Bergan, vice president of engineering at Qualcomm, told the crowd at *MIT Technology Review's* EmTech China conference earlier this week.

If neural networks were to become capable of "one-shot learning," Bergan said, the cumbersome process of feeding reams of data into algorithms to train them would be rendered obsolete. This could have serious consequences for the hardware industry, as both existing tech giants and startups are currently focused on developing more powerful processors designed to run today's data-intensive AI algorithms.

It would also mean vastly more efficient machine learning. While neural networks that can be trained using small data sets are not a reality yet, research is already being done on making algorithms smaller without losing accuracy, Bill Dally, chief scientist at Nvidia, said at the conference.

Nvidia researchers use a process called network pruning to make a neural network smaller and more efficient to run by removing the neurons that do not contribute directly to output. "There are ways of training that can reduce the complexity of training by huge amounts," Dally said.

Yiting Sun

Ce que va changer dans nos vies la révolution de l'intelligence artificielle

C'est notre nouvelle frontière, qui électrise start-up, géants du web et industriels. Révolution technique, l'IA est aussi un énorme choc social et économique. Dans tous les secteurs.

On l'appelle l'IA. Elle est partout, pour le meilleur comme pour le pire. L'intelligence artificielle suscite de fols espoirs et des craintes apocalyptiques. Google promet d'allonger indéfiniment la vie, tandis que Mark Zuckerberg, fondateur de Facebook, prédit la fin des accidents de voitures. Délire de cerveaux embrumés dopés au transhumanisme pour les uns, progrès inéluctable pour les autres, l'IA suscite un engouement économique sans précédent. Elle pourrait contribuer à hauteur de 15 700 milliards de dollars à l'économie mondiale en 2030, calculent les experts de PwC. 6 000 milliards proviendront d'une augmentation de la productivité et 9 100 milliards de son impact sur la consommation. La somme peut paraître exagérée, mais PwC est sûr de son fait, à la décimale près : l'IA augmentera le PIB de la Chine de 26 %, celui des États-Unis de 14,5 % et celui de l'Europe du Nord de 9,9 %.

Mais toute la Silicon Valley n'est pas béate d'admiration devant les prouesses de l'IA. Même au sein de Google, chantre avéré du transhumanisme, un courant de pensée qui prédit une accélération de l'innovation et l'amélioration des caractéristiques physiques et mentales des êtres humains, la critique existe. Le géant américain, pour savoir où il met les pieds, vient de créer un comité d'éthique pour l'intelligence artificielle. « *La technologie n'est pas neutre sur le plan des valeurs, et les technologues doivent assumer la responsabilité de l'impact éthique et social de leur travail* », peut-on lire sur le blog de Deep-Mind, la filiale IA de Google.

Une manière pudique de prendre part à la querelle qui oppose Mark Zuckerberg à Elon Musk, milliardaire fondateur de PayPal, Tesla, SolarCity, Hyperloop et Space X. Pour le premier, l'IA n'est qu'une technologie parmi d'autres, susceptible de nous aider dans des opérations complexes. Et si elle devait créer des problèmes, les progrès de la technologie nous permettraient de les surmonter. Au contraire, selon Elon Musk, l'IA représente « *le plus grand risque que court notre civilisation* ».

Pour contrer ce risque, l'industriel visionnaire a lancé Neuralink, une entreprise destinée à augmenter nos capacités cérébrales grâce à des... composants électroniques. Faute de quoi nous serons bientôt réduits à devenir les animaux domestiques de robots plus intelligents que nous. Une vision qui nous situe quelque part entre *2001 : L'odyssée de l'espace* (1968) et *Blade Runner* (1982), les films culte mettant aux prises humains et machines.

Le cerveau humain toujours inégalé

« *Pour l'instant, tempère Ronald Luijten, data motion architect au centre de recherche d'IBM à Zurich, le cerveau reste une machine inégalée. Aucun système artificiel n'est capable de réaliser autant d'opérations dans un volume aussi petit avec une consommation d'énergie aussi faible* ». De fait, un superordinateur est certainement capable d'effectuer des calculs complexes plus vite et mieux qu'un humain, mais sa consommation d'énergie se

compte en mégawatt, un million de fois plus que celle d'un cerveau. Et certaines tâches simples, comme marcher dans la rue en évitant les obstacles, sont pour l'instant hors d'atteinte des machines les plus évoluées. Mais quel est ce rival de l'homme, descendant du rustique robot, inventé dans les années 1920 ? La définition de l'IA ne fait pas l'unanimité. Dès 1950, Alan Turing propose une expérience pour déterminer si une machine est intelligente ou pas : on laisse un humain dialoguer avec deux entités qu'il ne peut pas voir. L'une des deux est un ordinateur, l'autre un humain. Si la personne qui discute avec les deux entités n'est pas capable de faire la différence, on peut considérer que l'ordinateur a réussi l'examen et qu'il est intelligent. En 2011, le programme Cleverbot a ainsi réussi à convaincre une majorité de participants de son humanité. En clair, on a passé la barrière de Turing.

Un pas décisif a été accompli dans les années 1990, avec l'apparition des réseaux de neurones, capables de simuler un apprentissage. Las, les ordinateurs de l'époque n'étaient pas assez puissants pour donner des résultats probants et, surtout, les mégabases de données, le fameux big data, n'étaient pas disponibles. Aujourd'hui, les données sont infinies et la puissance de calcul permet de les explorer. Mais pour les puristes, pour qu'il y ait IA, il faut que la machine soit capable d'apprentissage, ou bien qu'elle soit susceptible de se modifier elle-même ou de tenir compte d'un contexte. Par exemple, le métro de la ligne 14, à Paris, entièrement automatique et sans conducteur, n'est pas intelligent car il n'est pas capable de réagir à son environnement. Avec une IA, le métro ou la navette pourra devenir vraiment autonome, détecter le nombre et le comportement des voyageurs et augmenter la fréquence de ses voyages.

« L'IA est déjà dans notre quotidien, affirme David Giblas, directeur innovation numérique et données de Malakoff Médéric, mais c'est de l'IA faible. Elle est utilisée pour la reconnaissance vocale ou faciale, dans l'imagerie médicale et pour effectuer des tâches fastidieuses. Il n'y a pas encore de programme capable de fonctionner sans supervision humaine ». Une chose est certaine : l'IA est sortie de l'hiver dans lequel elle avait plongé dans les années 1990. La recherche est repartie, tout comme les investissements industriels. Chez Thales, par exemple, on mise sur le nano-neurone artificiel, un vrai turbo pour la reconnaissance vocale qui consomme très peu d'énergie. L'industriel français se targue d'avoir investi 1 milliard d'euros au cours des trois dernières années en R & D dans le secteur. *« L'IA n'est pas nouvelle, reconnaît Marko Erman, à Thales, elle existe depuis soixante ans. En 2012, nous avons assisté au retour des réseaux de neurones et des algorithmes génétiques. Nous sommes dans une phase d'accélération technologique sans précédent ».*

Ratages et réussites

Les applications sont innombrables et parfois contestables. En France, le système APB, censé répartir les élèves dans les universités après le bac, a laissé plusieurs milliers de jeunes sans affectation à la rentrée. *« C'est un des échecs de l'IA, estime Jean-François Marcotorchino, directeur de recherche associé à l'université Paris 6. On a voulu traiter une agrégation de préférences, ce qui est un problème très compliqué sur le plan théorique ».* Les développements dans le secteur militaire, eux, sont plus soignés. L'armée américaine a déjà expérimenté des robots-tireurs à Mossoul, tandis que Harvard et le MIT travaillent à la mise au point de « mouches tueuses », des minidrones avec des micro-armes qui font très mal. Elles se déplacent en essaim et pourront être utilisées dans des combats urbains pour

éviter d'envoyer des hommes sur le terrain. « *En matière de sécurité, les résultats sont bluffants, poursuit Jean-François Marcotorchino. Mexico a fait baisser la criminalité grâce à un système de caméras et d'analyse d'images. En France, ce serait difficile à mettre en place, à cause des réglementations sur la protection de la vie privée* ».

Tous les secteurs sont concernés : transport, santé, droit, justice, commerce, assurance... Et aucun emploi n'est a priori protégé, même si les tâches peu qualifiées et répétitives seront les plus affectées. Le Forum de Davos estime à 5 millions le nombre de jobs qui seront détruits dans les quatre ans par des machines plus ou moins intelligentes. Et ce, dans les seuls pays avancés. Pour les ouvriers du textile au Bangladesh ou les opérateurs informatiques en Inde, la casse sera aussi immense dès lors que le coût des machines tend à baisser.

La super-élite sera-t-elle protégée par l'arrivée de l'Homo Deus de l'intellectuel israélien Yuval Noah Harari ? Pas vraiment. Des recherches sont en cours pour faire siéger des robots-administrateurs à même de prendre des décisions dans les boards des entreprises. D'autres logiciels, nourris de jurisprudence et de datas sociologiques, permettent déjà un étalonnage des sentences plus équitable et juste, en un mot plus humain, que celui de nos actuels magistrats. Mais le jour où la machine jugera l'homme, il sera trop tard pour se rebeller.

Supercalculateurs : la course à la toute-puissance

C'est une guerre sans merci que se livrent la Chine et les États-Unis pour avoir le plus gros supercalculateur du monde. Pékin dispose d'une longueur d'avance avec son Sunway Taihul Light, qui affiche une performance de 93 pétaflops, soit 93 millions de milliards d'opérations par seconde ! Il est suivi de son compatriote Tihan-2 (33 pétaflops)... équipé de puces américaines Intel. La première machine 100 % made in USA, fabriquée par Cray, s'appelle Titan et revendique 17 pétaflops. Une dotation fédérale de 258 millions de dollars va épauler les industriels américains pour dépasser les Chinois et atteindre l'exaflop, soit 1 milliard de milliards d'opérations par seconde. La lutte sera rude. La Chine a annoncé qu'elle entendait atteindre cette frontière d'ici à 2020. Tout comme le français Atos-Bull. Une course folle, qui rappelle celle de l'espace, avec des applications dans l'automobile, l'aéronautique, la santé ou encore la prévision météo. Et qui offre du spectacle au public. Rappelons-nous la médiatisation de la défaite du champion d'échec Garry Kasparov contre Deep Blue, en 1997. Plus récemment, en 2011, Watson, une autre machine d'IBM, a battu un humain en participant à l'émission Jeopardy, un jeu télévisé qui consiste à trouver une question dont on a donné la réponse. De son côté, AlphaGo (Google) a humilié en 2016 Lee Sedol, l'icône du jeu de go. Derrière cet aspect ludique et publicitaire, l'enjeu économique est considérable. Watson, par exemple, est utilisé par les professionnels de santé pour aider au diagnostic de certains cancers. Selon ses concepteurs, il est capable de repérer des corrélations entre des symptômes et des maladies qu'un humain ne peut pas voir, faute de pouvoir explorer des millions de cas. En France, le Crédit mutuel et Orange l'ont intégré dans leurs applications bancaires pour mieux répondre aux demandes des clients. Demain, les supercalculateurs seront indispensables pour exploiter le gigantesque déferlement de données. Et ce n'est qu'un début. Les ordinateurs quantiques pourraient bientôt renvoyer les machines actuelles au rang de dinosaures. Thierry Breton, ex-futurologue, ex-ministre et actuel patron d'Atos, promet cette révolution pour 2025.

Paul Loubière

L'impact positif de l'intelligence artificielle sur les emplois

La vérité est plus nuancée que les prédictions alarmistes de licenciements massifs dues à l'usage de l'intelligence artificielle ou de la robotique. Les machines intelligentes pourraient avoir un impact positif sur la performance et l'efficacité des entreprises et plus surprenant, sur les employés !

Avant toute chose, qu'entend-t-on par « machines intelligentes » ?

Les machines intelligentes recouvrent un grand nombre de technologies différentes allant de l'intelligence artificielle (IA) à l'apprentissage automatique, en passant par l'automatisation robotique des processus (RPA). Autant d'outils qui aident les entreprises à analyser, interroger et automatiser des processus dont le traitement par l'homme s'avère chronophage, voire inefficace.

Pour autant, il convient de reconnaître que ces machines ne supplanteront jamais l'homme. Si l'automatisation a clairement sa place dans les tâches les plus monotones et répétitives telles que la saisie manuelle, par exemple, elle ne remplacera jamais certains attributs typiquement humains comme l'intelligence émotionnelle, essentielle pour les postes impliquant des interactions clients.

Si la machine peut aider à prédire les besoins d'un client et fournir des données qui lui semblent pertinentes, l'homme, lui, peut s'appuyer sur des facteurs aussi intangibles que l'intonation, la gestuelle ou encore d'autres aspects culturels que la machine ne peut que difficilement discerner. L'idéal ne serait-il donc pas d'associer les deux : une dose de données clients pertinentes fournies au bon moment par la machine, et une dose de jugement humain pour les évaluer ?

Des salariés libérés des tâches répétitives

Une étude récente réalisée par Pega dans le monde entier auprès de 845 cadres supérieurs des secteurs-clés de la finance, de l'assurance, du manufacturing, des télécommunications et des médias, du service public et de la vente, révèle que 69 % d'entre eux s'attendent à ce que la notion d'« effectifs » englobe à terme autant les machines que les hommes chargés de les encadrer. Il y a donc de très fortes probabilités que nous nous dirigeons vers une collaboration homme-machine à travers laquelle chacun s'enrichirait au contact de l'autre pour créer de la valeur.

Celle-ci pourrait présenter de nombreux avantages, autant dans les façons de procéder que dans la nature du travail lui-même. Ainsi, beaucoup s'attendent à ce que l'automatisation des tâches les plus monotones libère les employés des aspects frustrants et inintéressants de leur travail quotidien, pour leur permettre d'occuper des rôles plus gratifiants faisant appel à de nouvelles compétences.

En effet, si 70 % des cadres supérieurs interrogés pensent que l'IA remplacera principalement l'homme dans les fonctions administratives d'ici 20 ans, 69 % s'attendent à ce que les employés concernés soient réorientés vers d'autres domaines de l'entreprise, pour y occuper

des fonctions plus variées. Pour 64 % des sondés, l'IA offrira aux collaborateurs davantage d'autonomie en les aidant à trouver des solutions à des problèmes qui seraient normalement remontés à la hiérarchie. 88 % des entreprises sondées, soit la grande majorité, se disent en accord avec l'intégration de machines intelligentes dans leurs équipes de travail.

91 % des personnes interrogées vont jusqu'à se dire prêtes à diriger une machine. Toutefois, l'inverse est beaucoup moins vrai : quatre sur cinq des cadres supérieurs ayant participé à l'étude (79 %) affirment qu'ils n'aimeraient pas être dirigés par une machine, même si 78 % indiquent qu'ils pourraient plus facilement l'accepter si son mode de prise de décision était totalement transparent et contrôlable, suggérant par-là même qu'un certain manque de confiance règne encore.

En dépit du buzz alarmiste qui entoure l'introduction des machines intelligentes dans le monde du travail, nous devrions nous réjouir des bénéfices que celles-ci peuvent nous apporter, autant au niveau structurel qu'au niveau individuel, où les entreprises et les employés devront apprendre à travailler et à collaborer avec cette technologie intelligente.

Toutefois, comme dans tout paradigme (et c'est souvent le cas sur des questions technologiques), une fois la période naturelle de rejet passée, nous nous demanderons sans doute comment nous avons pu nous passer aussi longtemps de nos collègues robots. Dans les mois et les années à venir, les machines intelligentes seront de plus en plus nombreuses à collaborer avec les hommes, afin non pas de les remplacer mais de leur apporter une meilleure façon de travailler, plus efficace et plus satisfaisante. Alors peut-être devrions-nous ignorer ceux qui crient au loup et commencer à envisager toutes la productivité et l'efficacité que les machines peuvent nous offrir ? Anticipons !

Georges Anidjar

L'intelligence artificielle peut-elle prévoir les marchés ?

Les spécialistes ne sont pas d'accord sur la possibilité de prévoir les marchés grâce à un logiciel d'intelligence artificielle.

La finance entre dans une nouvelle ère. À l'origine de cette révolution, l'intelligence artificielle (IA) incarnée par des automates traitant mieux que personne des morceaux d'information. Dans le monde de la finance, la question est sur toutes les lèvres : pourra-t-on enfin prévoir les marchés ?

Commençons par les limites. Il nous faut oublier tout projet de connaissance parfaite. Peut-être alors qu'une forme de métamachine dite non-supervisée pourrait dépasser ces limites ? La réponse est encore non : à certaines questions, le programme se mettrait en boucle et il serait impossible de savoir à l'avance s'il s'arrêterait un jour. Ainsi, le fantôme de la transparence n'existerait pas.

Ce que disent les pessimistes

Malgré tout, les démonstrations de force de l'IA sont impressionnantes, et le monde de la finance devrait connaître des bouleversements majeurs. Selon les pessimistes, l'intelligence artificielle annoncerait la disparition de l'alpha du gérant, cette capacité à faire mieux que les autres en prenant les mêmes risques.

L'IA exploiterait alors la moindre anomalie pour converger vers une forme de singularité financière. L'IA pourrait aussi donner du crédit à des corrélations « fallacieuses » du fait du grand nombre de données traitées. Enfin, l'IA pourrait générer des risques extrêmes en cas de crise, tous les algorithmes s'affolant.

Ce que disent les optimistes

Selon les optimistes, l'IA nous permettrait de sonder le réel afin de produire une véritable taxonomie des aléas de la nature. Nous pourrions alors proposer les facteurs de risque essentiels à l'épargnant : fini les modèles d'évaluation des actifs financiers ou ses « bouchetrous », place à une véritable palette des couleurs primaires du risque.

Certains optimistes vont même encore plus loin, et imaginent la découverte de nouveaux alphas : rappelons la nuance, un facteur risque rémunère le risque que vous prenez, un alpha rémunère davantage pour le même risque.

Des nouveaux facteurs de risque identifiés

Aujourd'hui, où en est-on ? Les optimistes font leur chemin. L'encours des ETF calibrés sur de nouveaux facteurs de risque est en forte croissance : sous le label académique, des stratégies plus ou moins reconnues (faible volatilité, portage, qualité, momentum, value, taille...) sont ainsi appliquées à l'ensemble des classes d'actifs. L'un des intérêts serait alors de combiner ces stratégies afin de produire une trajectoire de performance plus lisse dans le temps, capable de traverser les crises.

Mais certains optimistes vont encore plus loin et annoncent la découverte de véritables pépites qui ne demandent qu'à être exploitées par les plus opportuns. Toutefois, la défense s'organise. Ainsi, l'économiste américain John Howland Cochrane parle de « *zoo of factors* » devant la prolifération de nouvelles stratégies. Une entreprise de nettoyage commença alors afin de séparer le bon grain de l'ivraie, et quatre critiques majeures furent adressées.

D'une part, une grande partie des stratégies proposées ne résisterait pas à des tests plus robustes. D'autre part, ces tests seraient affectés par des biais liés à la manipulation des données. Aussi intéressant, une partie de ces stratégies serait en fait une réplique de facteurs de risques déjà existants. Enfin, un grand nombre de ces stratégies ne serait pas insensible aux cycles économiques. L'histoire n'est donc pas terminée.

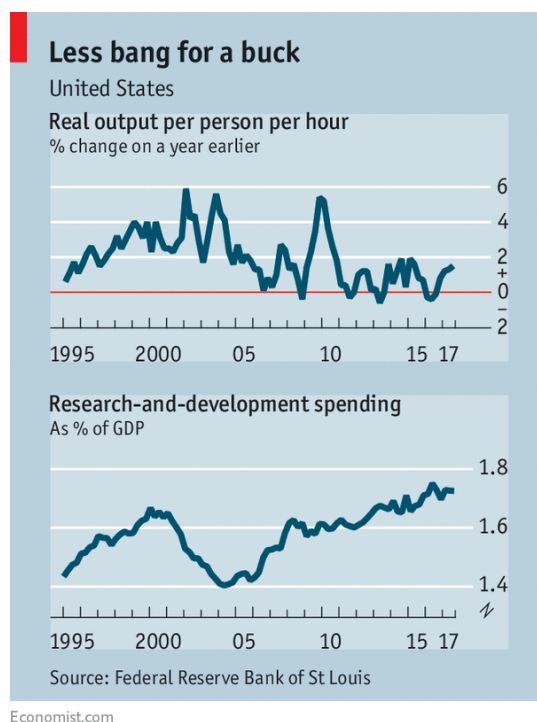
Karl Eychenne

Economists grapple with the future of the labour market

The battle between techno-optimists and productivity pessimists continues.

WHY is productivity growth low if information technology is advancing rapidly? Prominent in the 1980s and early 1990s, this question has in recent years again become one of the hottest in economics. Its salience has grown as techies have become convinced that machine learning and artificial intelligence will soon put hordes of workers out of work (among tech-moguls, Bill Gates has called for a robot tax to deter automation, and Elon Musk for a universal basic income). A lot of economists think that a surge in productivity that would leave millions on the scrapheap is unlikely soon, if at all. Yet this year's meeting of the American Economic Association, which wound up in Philadelphia on January 7th, showed they are taking the tech believers seriously. A session on weak productivity growth was busy; the many covering the implications of automation were packed out.

Recent history seems to support productivity pessimism. From 1995 to 2004 output per hour worked grew at an annual average pace of 2.5%; from 2004 to 2016 the pace was just 1%. Elsewhere in the G7 group of rich countries, the pace has been slower still. An obvious explanation is that the financial crisis of 2007-08 led firms to defer productivity-boosting investment. Not so, say John Fernald, of the Federal Reserve Bank of San Francisco, and co-authors, who estimate that in America, the slowdown began in 2006. Its cause was decelerating "total factor productivity"—the residual that determines GDP after labour and capital have been accounted for. Productivity has stagnated despite swelling research spending (see chart). This supports the popular idea that fewer transformative technologies are left to be discovered.



Others take almost the diametrically opposed view. A presentation by Erik Brynjolfsson of MIT pointed to recent sharp gains in machines' ability to recognise patterns. They can, for instance, outperform humans at recognising most images—crucial to the technology behind driverless cars—and match dermatologists' accuracy in diagnosing skin cancer. Mr Brynjolfsson and his co-authors forecast that such advances will eventually lead to a widespread reorganisation of jobs, affecting high- and low-skilled workers alike.

Productivity pessimism remains the norm among official forecasters, but more academics are trying to understand how automation may affect the economy. In a series of papers, Daron Acemoglu of MIT and Pascual Restrepo of Boston University present new theoretical models of innovation. They propose that technological progress be divided into two categories: the sort that replaces labour with machines; and that which creates new, more complex tasks for humans. The first, automation, pushes down wages and employment. The second, the creation of new tasks, can restore workers' fortunes. Historically, the authors argue, the two types of innovation seem to have been in balance, encouraged by market forces. If automation leads to a labour glut, wages fall, reducing the returns to further automation, so firms find new, more productive ways to put people to work instead. As a result, previous predictions of technology-induced joblessness have proved mostly wrong.

However, the two forces can, in theory, fall out of sync. For example, if capital is cheap relative to wages, the incentive to automate could prevail permanently, leading the economy to robotise completely. The authors speculate that, for now, biases towards capital in the tax code, or simply an “almost singular focus” on artificial intelligence, might be tilting firms towards automation, and away from thinking up new tasks for people. Another risk is that much of the workforce lacks the right skills to complete the new-economy tasks that innovators might dream up.

These ideas shed light on the productivity paradox. Mr Brynjolfsson and his co-authors argue that it can take years for the transformative effects of general-purpose technologies such as artificial intelligence to be fully felt. If firms are consumed by efforts to automate, and such investments take time to pay off, it makes sense that productivity growth would stall. Investment has not been unusually low relative to GDP in recent years, but it has shifted away from structures and equipment, towards research-and-development spending.

If research in automation does start yielding big pay-offs, the question is what will happen to the displaced workers. Recent trends suggest the economy can create unskilled jobs in sectors such as health care or food services where automation is relatively difficult. And if robots and algorithms become far cheaper than workers, their owners should become rich enough to consume much more of everything, creating more jobs for people.

The risk is that without sufficient investment in training, technology will relegate many more workers to the ranks of the low-skilled. To employ them all, pay or working conditions might have to deteriorate. If productivity optimists are right, the eventual problem may not be the quantity of available work, but its quality.

L'intelligence artificielle bouleverse le secteur bancaire

Un rapport de l'Observatoire des métiers de la banque (OMB) fait la lumière sur les travaux en cours dans le secteur, en se refusant toutefois à en chiffrer l'effet sur l'emploi.

C'est le premier rapport de place, en France, à tenter d'évaluer les impacts de l'intelligence artificielle (IA) pour le secteur bancaire. Publiée le 7 décembre par l'Observatoire des métiers de la banque (OMB), *« cette étude est destinée à dresser un état des lieux, clarifier l'utilisation de l'IA dans les banques et mettre en avant les perspectives positives réelles et les risques éventuels qu'elle entraîne »* précise à L'Agefi Béatrice Layan, responsable de l'OMB.

Les banques, qui disposent des données de millions de clients *« font partie des premières entreprises à avoir informatisé leurs opérations »*, souligne le rapport. Il ressort de cette étude que l'IA affecte tous les niveaux de la hiérarchie du secteur bancaire. D'une part, le rapport explique que *« la machine devient progressivement experte »* dans ce secteur, à l'instar de la création de *« chatbots »* qui répondent aux clients à la place du banquier. D'autre part, les ressources humaines pourraient, à l'avenir, se transformer en DRHM (Direction des ressources humaines et machine).

Émergence de nouvelles fonctions liées à l'IA

« Aujourd'hui, il existe de nombreuses expérimentations dans les banques souvent avec une approche axée sur l'optimisation des tâches », explique Béatrice Layan. Ainsi, l'on assiste à l'émergence de la fonction de chief data officer : *« 75 % des établissements déclarent avoir ouvert ce type de poste et 50 % d'entre eux celui de chief data protection officer (CDPO) suite à la mise en œuvre du RGPD [règlement sur la protection des données] »*, selon le rapport. Par ailleurs, près de 200 postes de *data scientists* ont été créés dans l'échantillon consulté (22 établissements de crédit), qui prévoient par ailleurs de *« doubler leurs effectifs à moyen terme »*.

Néanmoins, les auteurs de l'étude ont choisi de ne pas chiffrer le volume des emplois qui pourraient être supprimés par l'IA, précisant que cette étude *« était trop dépendante des stratégies des établissements et de facteurs exogènes (réglementation, activité économique...) »*.

Malgré ces bouleversements actuels ou à venir du secteur bancaire, il n'existe toujours pas de *« référent IA »* qui pourrait *« piloter l'ensemble des projets IA d'une banque »*. Cela aurait pour conséquence un manque de coordination pouvant aboutir *« à des choix de solutions à base d'IA différentes pour traiter une même fonctionnalité »*. De même, la prise en charge de la relation client par des outils d'IA reste faible (15 %) au sein des banques.

Pauline Armandet

L'impact de l'intelligence artificielle sur l'emploi

divise Davos

La révolution 4.0 et ses effets sur l'emploi ont été au cœur des débats du Forum économique mondial qui s'achève vendredi.

Si le bal des chefs d'État domine les agendas du 48^e Forum économique mondial qui s'achève vendredi 26 janvier, l'invité vedette cette année à Davos (Suisse) n'est ni le président américain Donald Trump ni son homologue français Emmanuel Macron, mais bien l'intelligence artificielle.

De jeunes entrepreneurs brillants, venus du monde entier, se relaient pour faire des démonstrations, smartphone en main. Marc Benioff, le PDG de l'éditeur de logiciels Salesforce, explique que sa plate-forme d'intelligence artificielle maison, baptisée « Einstein », participe tous les lundis comme un « *membre virtuel* » à la réunion de son comité de direction.

Dans les boutiques de la ville transformées en « lab » par les entreprises partenaires du Forum, dans les tables rondes, dans les dîners, il n'est question que de « machine learning » ou de « deep tech ». Mais Davos n'est pas le Consumer Electronics Show (CES) de Las Vegas. Cet étalage s'accompagne d'un débat angoissant : cette nouvelle révolution industrielle va-t-elle conduire au chômage une grande partie de la population et aggraver encore les inégalités ? Sur ce point, les avis divergent.

« Les gens ont peur de perdre leur travail »

Le constat initial, pourtant, semble bien partagé : les percées technologiques récentes accélèrent de façon brutale le phénomène d'automatisation engagé depuis des décennies. Si la grande distribution propose depuis longtemps des caisses automatiques, c'est bien l'intelligence artificielle qui a permis à Amazon d'ouvrir à Seattle, lundi 22 janvier, le premier point de vente sans aucune caisse.

Les voitures sans pilote, les algorithmes qui gèrent le service après-vente, les scanners qui posent un diagnostic médical, voilà autant d'innovations, déjà opérationnelles ou qui le seront dans un avenir proche, ayant vocation à se substituer à des employés humains.

« *Depuis la première révolution industrielle, les gens ont peur de perdre leur travail et d'être remplacés par des machines. Cette fois, ça pourrait être vrai* », prévient l'historien israélien Yuval Noah Harari, auteur du best-seller *Sapiens* (Albin Michel, 2015). Les grands de la tech, eux, contestent cette vision : « *Nous créons des centaines de milliers d'emplois en Chine autour de l'intelligence artificielle* », a martelé Ya-Qin Zhang, le président de la filiale américaine de Baidu, le géant chinois de l'Internet.

Le recyclage des compétences s'annonce majeur

Pour le monde de la tech, l'important reste que les créations d'emploi soient supérieures aux destructions. D'un côté, les postes de chauffeurs de camion ou de caissières paraissent voués à disparaître, de l'autre, de nouveaux métiers seront créés, pour rendre les machines encore plus intelligentes.

Ce recyclage des compétences s'annonce majeur à l'échelle de la planète. « Nos scénarios suggèrent que, d'ici à 2030, 75 à 375 millions de travailleurs -soit 3 % à 14 % de la totalité de la main-d'œuvre globale- pourraient changer de métier », chiffre le think-tank McKinsey Institute dans une étude parue en décembre 2017.

« Aide-t-on les gens à occuper ces futurs emplois ? On ne peut pas préparer un monde où chacun aura un diplôme de l'enseignement supérieur », s'est inquiétée Ginni Rometty, PDG d'IBM. Évidemment, enseigner l'informatique le plus tôt possible au collège est recommandé par les uns et les autres, notamment pour les jeunes filles, les femmes occupant les postes les plus vulnérables. Pour autant, l'idée que seuls les ingénieurs et les matheux pourront trouver un travail à l'avenir est contestée.

« On n'a pas besoin d'être ingénieur pour faire du développement de solutions » autour de l'intelligence artificielle, assure Ulrich Spiesshofer, le PDG du groupe suisse ABB : grâce à un programme de formation intensif, « nous avons redéployé des travailleurs formés dans les usines, qui connaissaient nos process. On ne peut pas le faire avec tout le monde, mais avec plus de personnes qu'on ne le croit ».

« Un enjeu de formation »

« L'intelligence artificielle va faire disparaître les tâches répétitives, qu'elles soient manuelles ou intellectuelles. Tout le monde ne va pas, pour autant, apprendre à coder. La créativité, l'empathie, la capacité à prendre des décisions seront mieux valorisées », ajoute Charles-Edouard Bouée, PDG du cabinet de conseil Roland Berger.

Certains métiers manuels, en outre, apparaissent immunisés, à ce stade. Plombier, par exemple, car ce n'est pas un métier standardisé. « Il y a des professions, dans l'artisanat ou les services à la personne, qui doivent retrouver leurs lettres de noblesse », abonde Alain Roumilhac, président de ManpowerGroup France : « C'est à la fois un enjeu de formation et de valorisation ».

Éducation et formation, les entreprises ont agité ces mots toute la semaine, comme si c'était le chapelet d'ail censé protéger le travailleur du vampire 4.0. À condition, toutefois, de parvenir à une coopération renforcée entre les employeurs et les universités, d'autant plus indispensable que les allers-retours entre les uns et les autres vont se multiplier. « Le modèle actuel -les études, le travail, la retraite- c'est fini. Dans le monde de demain, tout va changer. Il faudra apprendre toute sa vie », prévient M. Bouée.

Aimer apprendre, pour s'adapter à une technologie mutante, devient d'ailleurs une qualité choyée par les recruteurs. Tous n'y trouveront pas leur compte. « Les gens vont-ils être capables de se réinventer tous les dix ans ? C'est facile à 20 ans, mais à 40, à 50 ? », s'interroge M. Harari : « La seule compétence à cultiver, c'est la résistance mentale et je ne connais aucun cours qui l'enseigne ».

À moins que l'intelligence artificielle, elle-même, ne rende plus facile l'apprentissage ? C'est la conviction d'Ambarish Mitra, fondateur de Blippar, une start-up spécialiste de la reconnaissance visuelle : « L'intelligence artificielle va rendre la société plus égale, grâce à elle même les illettrés pourront apprendre. »

Isabelle Chaperon

Artificial intelligence could yet upend the laws of finance

Possibility that machines can get smarter will prompt rethink of concepts such as depreciation.

As prices soar it is common for investors to dream up ways to justify valuations. In previous stock market booms these included everything from new definitions of earnings (let's exclude share options from expenses!) to citing low inflation as a reason to permanently cut equity risk premiums (a discount rate of zero equals infinite upside — yippee!).

That said, here are two out-of-the-box arguments why rapid advances in artificial intelligence could raise returns in perpetuity. The point is not to suggest current valuations are justified. Rather now seems like a sensible moment for investors to ask whether some new technologies are so different from previous advancements they could upend the laws of economics and accounting.

First consider how artificial intelligence can alter the concept of depreciation. Everyone understands that assets such as buildings, machines and mainframe computers deteriorate over time. They do so at different rates, however the trajectory is only downward. Ageing appears as depreciation in company financial statements and in 2017 was equivalent to about a third of operating cash flows globally, or a tad less than total capex.

But what happens to a computer with artificial intelligence that actually becomes smarter over time? Machine learning by definition is the opposite of decay. If an asset grows more valuable with use then it should be negatively depreciated. For certain technology firms the earnings kick would be substantial. At Google, say, depreciation in the past year was \$6bn. If only a tenth of that was reversed the company's market capitalisation would rise by about one-fifth, based on current multiples after tax.

Nor must depreciation move from red to black to improve returns. Simply lowering the rate at which assets tire out is enough. Artificial intelligence combined with the internet of things will result in physical things becoming more adaptive and responsive — thereby extending their useful lives. And slowing the ageing process comes at a crucial moment.

For US non-financial companies, for example, the ratio of accumulated depreciation to the gross value of plant and equipment has risen by a quarter to 50 per cent over the past 25 years. That means the average American firm's capital stock is halfway towards the scrap heap.

So one reason for optimism is a reassessment of what depreciation means in a world of increasingly clever assets. A second argument involves the other main factor of production: labour. The reality is that what it means to be human — and therefore a worker — will change over the coming decades. Breakthrough technologies such as brain-computer interfaces, robotic exoskeletons, and virtual assistants have the potential to dramatically increase productivity.

This is desirable in and of itself as wages can potentially grow with less pressure on inflation or margins. But also remember how employee costs are accounted for. Remuneration is expensed as a profit and loss item — a direct hit to current earnings. Human beings are therefore treated differently to other assets, which sit on balance sheets and are depreciated.

Should this remain the case if a tenth of a construction worker's marginal productivity of labour is derived from an exoskeleton? What about 70 per cent? Or how about a call centre operator plugged into a future version of Salesforce via a brain-computer interface? At some level of bionics or digital enhancement the world's accounting bodies may decide that capital and labour have blurred enough so workers can be depreciable assets, too.

The result would be a near-term jump in profitability, although in theory long-run valuations should not change. However, if human productivity improves as cyborg worker-machines learn on the job then the negative depreciation story above also applies here. Again the potential uplift to margins is huge as the labour share of output in the US, for example, is about 60 per cent. Capitalising wages should also benefit workers in absolute money terms if the productivity spoils are shared.

To be sure this is some out-there stuff. But so is the idea of intelligent machines that learn and improve with age. It is therefore essential to explore every implication and equity investors should at least entertain the possibility that some of the building blocks of finance will crumble to their advantage.

Stuart Kirk

Appliqué à la finance, le deep learning modifie-t-il le cours de l'économie ?

Une étude de l'université d'Erlangen-Nuremberg explore l'intérêt du *deep learning* dans les activités de prédiction boursière. À la clé : un potentiel considérable, exploité depuis quelques années... mais qui atteint peut-être déjà certaines limites.

La robotisation et l'intelligence artificielle, une menace pour l'emploi ? La question se pose aujourd'hui vivement... Concernera-t-elle aussi les *traders* ? Il s'agirait d'un étonnant retour des choses, lorsque l'on sait que l'industrie financière fut l'une des premières à recourir aux *big data* à des fins d'analyse quantitative (des méthodes mathématiques et statistiques permettant d'évaluer au plus près le prix d'un actif ou d'un risque financier). Une publication de l'Université d'Erlangen-Nuremberg montre ainsi l'efficacité du *deep learning* (apprentissage machine profond), appliqué à l'arbitrage financier sur un vaste marché tel que le S&P 500 (indice boursier basé sur 500 grandes sociétés cotées sur les bourses américaines). Par un exercice de simulation sur l'historique des cours de 1992 à 2015, le réseau neuronal a atteint par moment des performances records se maintenant à deux chiffres, y compris au plus fort de la crise financière de 2008, ou lors de l'éclatement de la bulle internet en 2000-2001 !

Le *deep learning* pour prédire l'évolution des marchés

Le système va plus loin que les seuls robo-advisors (ou robot-conseillers), des algorithmes en vogue assurant la gestion automatisée d'un patrimoine à partir d'un certain nombre de consignes, et qui se démocratisent actuellement sur internet, car il s'agit ici d'algorithmes auto-apprenants issus du *deep learning*. « Les marchés boursiers montrent un comportement complexe, avec des relations de cause à effet non linéaire », explique Dr Christopher Krauss, auteur principal de l'étude. « Or les réseaux neuronaux sont justement performants sur les problèmes où les solutions ne peuvent être explicitées à partir de règles simples ».

VOLATILITÉ. Les chercheurs ont ainsi voulu appliquer des techniques issues du *deep learning* et du *machine learning* à l'achat et vente d'actions boursières. L'objectif : apprendre au système à optimiser la relation entre les prix d'une action et ses performances futures, et donc à choisir l'action la plus rentable à acheter ou revendre à un horizon temporel donné. Plus de 180 millions de points sur l'historique 1992-2015 ont ainsi été utilisés pour entraîner l'algorithme. Et les résultats ont de quoi surprendre : « Nos algorithmes quantitatifs ont été d'autant plus efficaces en périodes de forte volatilité, lorsque ce sont les émotions qui dominent les marchés financiers ! ».

Les big data en finance nuisent à sa prédictibilité

La technique n'a pourtant rien d'une solution miracle, insiste Christopher Krauss. Étrangement, dans les dernières années, l'algorithme a rencontré beaucoup plus de difficultés. « Dans les dernières années couvertes par l'étude [jusqu'à 2015], la rentabilité atteinte par l'algorithme est en net déclin. Nous attribuons cela à l'influence de l'intelligence artificielle et du big data dans les pratiques actuelles de trading, et notamment la disponibilité croissante d'une puissance de calcul de plus en plus importante ». Ces technologies étant potentiellement susceptibles elles-mêmes de modifier

les comportements. Comme si la démocratisation d'outils de prédiction de plus en plus pointus technologiquement portait la possibilité, en somme, de rendre l'évolution des marchés financiers... encore moins prévisible.

Les chercheurs continuent cependant de croire au potentiel du *deep learning* dans l'amélioration des prédictions financières, notamment en multipliant le nombre de couches des réseaux neuronaux artificiels. Autant dire que l'analyse quantitative a encore de beaux jours devant elle. Quant à savoir si les algorithmes protègent l'économie ou accélèrent la survenue des crises financières, en revanche, la question est posée.

Sarah Sermondadaz

L'intelligence artificielle va créer 10 % d'emplois net

Prenant le contre-pied des prévisions les plus pessimistes, le cabinet Accenture a présenté à Davos une étude tentant de prouver que l'intelligence artificielle pourrait augmenter de 10 %, en moyenne, les effectifs des entreprises ayant investi dans cette technologie.

La seule évocation du mot intelligence artificielle (IA) soulève généralement une vague d'inquiétudes. Et si la machine remplaçait l'homme dans tous les emplois ? Selon les prévisions les plus pessimistes, aucun métier, de l'ouvrier à l'avocat, ne devrait être épargné. Prenant le contre-pied, le cabinet Accenture a présenté à Davos une étude tentant de prouver que l'IA pourrait augmenter de 10 %, en moyenne, les effectifs des entreprises ayant investi dans cette technologie. Cette thèse s'appuie sur une étude menée auprès de 14 078 salariés, dont 1 201 cadres dirigeants, dans onze pays différents et auprès de nombreux secteurs d'activité (automobile, santé, transports, énergie, banque, grande distribution...).

« Depuis longtemps, l'apport des nouvelles technologies permet des gains de productivité de l'ordre de 2 % à 3 %. Mais l'IA permet un changement radical de modèle et ouvre la possibilité pour les entreprises d'inventer de nouveaux services et de s'ouvrir à de nouvelles opportunités », explique Fabrice Asvazadourian, directeur exécutif d'Accenture Strategy France et Benelux.

Nouvelle impulsion

S'ils sont engagés par les dirigeants, ces changements stratégiques majeurs peuvent donner une nouvelle impulsion à leurs activités. L'étude chiffre le gain moyen de l'utilisation de l'IA à 38 % sur le chiffre d'affaires et 10 % sur les effectifs. Selon l'étude, le secteur des télécoms serait celui qui en profiterait le plus, avec un gain de 46 % de chiffre d'affaires et de 21 % des effectifs. À l'autre bout du spectre, l'automobile augmenterait son activité de 28 % mais l'effet sur l'emploi serait limité à 6 %. Ce qui reste tout de même positif !

Bien évidemment, cette vision idéale nécessite que les PDG investissent massivement dans la transformation digitale et l'implémentation de l'IA dans leurs entreprises. Accenture plaide donc pour sa propre chapelle. « Mais pour être crédible auprès de nos clients, Accenture a commencé par s'appliquer à lui-même ses recommandations. L'IA peut déjà réaliser une bonne partie de l'activité de nos consultants. Pour y remédier, nous avons formé 200 000 de nos salariés en deux ans pour les réorienter vers d'autres tâches », explique Fabrice Asvazadourian.

On touche là au cœur de l'étude. L'IA détruira bien des postes de travail, mais les employés doivent être formés pour occuper de nouvelles fonctions. Et au final, le bilan pourrait être positif, estime Accenture.

Enguérand Renault