

MOTS CLÉS

Graph
Intelligence artificielle
Numérique
Technologies
Deep learning
Santé



GRAPH ALPES – 21-23 MARS 2019

L'intelligence artificielle

L'édition 2019 du Graph Alpes, qui s'est déroulée du 21 au 23 mars, avait pour thématique : « L'intelligence artificielle (IA) ». Afin d'appréhender l'ensemble des enjeux, plusieurs intervenants de renom ont exploré le sujet sous différents angles – scientifique et technologique, philosophique, sociologique, artistique –, permettant ainsi d'anticiper les évolutions à venir, notamment dans le champ de la santé.

Les intelligences artificielles

Le père fondateur de l'IA est Alan Turing, mathématicien britannique, qui publie en 1950 un article ("Computing machinery and intelligence") décrivant une expérience qu'il a mise au point et dans lequel il tente de définir une épreuve permettant de qualifier une machine d'« intelligente ».

C'est à l'été 1956, à la conférence de Dartmouth, que le terme « intelligence artificielle » apparaît pour la première fois.

Née avec l'objectif de faire produire des tâches humaines par des machines mimant l'activité du cerveau, l'IA crée des processus cognitifs comparables à ceux de l'être humain. L'IA peut être définie comme un ensemble de procédés et de techniques qui permettent à des algorithmes de fournir des réponses sophistiquées à des problèmes complexes qu'autrefois seul l'humain savait réaliser. C'est un outil multiforme qui s'appuie sur diverses méthodes (règles logiques, raisonnement sur les données, réseaux de neurones...) programmées par l'homme. L'IA a aujourd'hui dépassé la seule sphère scientifique en raison de la médiatisation de ses succès (la victoire du logiciel AlphaGo au jeu de go, la voiture autonome, le robot humanoïde Sophia...). Comme tout phénomène incompris et sujet aux fantasmes, l'IA connaît des positions très contrastées à son égard : les uns affichent un optimisme assumé face à une technologie soulageant l'humain de tâches fastidieuses, accélérant les processus et leur qualité, les autres un pessimisme acéré face à une technologie dite « destructrice », d'emplois mais aussi de bon sens.

Avec l'IA, le débat est donc rapidement passionné et les questions éthiques se multiplient : acceptabilité sociale, protection des données, responsabilité et autonomie de l'homme vis-à-vis de la machine, discriminations et biais causés par l'algorithme... C'est pourquoi il est important, avant d'en définir les enjeux et limites, de définir ce que l'IA est, ce qu'elle n'est pas, ce qu'elle sera et ce qu'elle ne sera jamais.

On distingue plusieurs intelligences artificielles, l'IA faible et l'IA forte :

» l'IA faible semble agir comme si elle était intelligente, mais il s'agit en vérité uniquement d'intelligence humaine reconstituée via la programmation d'un apprentissage ;

» l'IA forte, elle, fait référence à une machine capable non seulement de produire un comportement intelligent, mais aussi d'éprouver une réelle conscience de soi et de ses raisonnements. C'est cette deuxième IA qui suscite angoisses et méfiance.

Marie GOURAIN

EDH EHESP
Promotion
Albert-Camus

Aude MARTINEAU

Directrice
des affaires médicales
et de la recherche
GH Paris Seine St-Denis
AP-HP

Gérard VINCENT

Président du Graph

Alexis THOMAS

Secrétaire général
du Graph



GRAPH

L'ère du deep learning

La recherche en IA a permis de réaliser d'importants progrès durant la dernière décennie, stimulée par les avancées de l'informatique et du *big data* (amélioration de la puissance de calcul et de la taille du stockage des données). La plupart des systèmes actuels procèdent par apprentissage automatique, une méthode fondée sur la représentation

« L'IA, ce n'est pas pour remplacer l'homme mais pour augmenter son intelligence. » Jean-Claude Heudin

mathématique de neurones biologiques. Les algorithmes d'apprentissage profond (*deep learning*) par exemple, dont l'usage explose, s'inspirent du fonctionnement cérébral : ils simulent un réseau de neurones échangeant les uns avec les autres. Avec cette approche, l'algorithme apprend la tâche qui lui a été assignée par essai, et donc avec erreurs, avant de réussir seul. C'est par exemple l'approche utilisée par le logiciel de reconnaissance faciale DeepFace.

NOTE

(1) Cédric Villani, mission parlementaire « Donner un sens à l'intelligence artificielle, pour une stratégie nationale et européenne », 8 septembre 2017-8 mars 2018.

Les intervenants

Bruno BACHIMONT Ingénieur civil des Mines, directeur de la recherche et valorisation de la faculté des sciences de Sorbonne Université

Jean-Michel BESNIER Philosophe

Salima BENHAMOU Économiste à France Stratégie, coauteur du rapport « Intelligence artificielle et travail »

Sandrine CATHELAT Directrice associée et de recherche de l'Observatoire Netexplo

Olivier CLATZ Directeur du grand défi « Amélioration des diagnostics médicaux par l'intelligence artificielle ». Ancien chercheur associé à la faculté de médecine de Harvard et à Inria, a cofondé et dirigé la société Therapixel. Membre du Conseil national du numérique

M^e Alexandra COHEN-JONATHAN Associée depuis 2014 au sein de l'équipe Contentieux, arbitrage et pénal des affaires du cabinet d'avocats August-Debouzy

Jean-Claude HEUDIN Auteur de nombreux articles scientifiques au niveau international et de plusieurs ouvrages dans les domaines de l'IA et des sciences de la complexité

Lê Nguyễn HOANG Mathématicien et informaticien.

Pr Christian LOVIS Professeur d'informatique clinique à l'université de Genève et directeur du service des sciences de l'information médicale aux HUG. Spécialiste reconnu dans le domaine des systèmes d'information cliniques, de l'interopérabilité des données cliniques et de leur utilisation secondaire

Judith NICOGOSSIAN Anthropobiologiste et philosophe, spécialiste de l'impact des techniques et des technologies sur le corps humain

Pr Antoine TESNIÈRE Professeur de médecine, spécialisé en anesthésie-réanimation à l'hôpital européen Georges-Pompidou. Également cofondateur et directeur général d'iLumens, un département de simulation en santé. iLumens développe des approches innovantes et interdisciplinaires de formation et de recherche en santé basées sur les usages numériques, la modélisation et la simulation. Conseiller scientifique au sein du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

Pr Zyed ZALILA Professeur de mathématiques du flou et d'IA de l'université de technologie de Compiègne (Alliance Sorbonne Université), directeur fondateur et directeur R&D d'Intellitech

L'IA ne serait pas intelligente

Après les défaites de Gary Kasparov aux échecs face à Deep Blue, conçu par IBM (1997) et surtout de Lee Sedol au jeu de go face à Alpha Go, inventée par Google (2016), on pourrait penser que la machine est devenue plus intelligente que l'homme. Pourtant, les spécialistes insistent : l'IA n'est pas intelligente et n'est donc pas la rivale de l'homme. En effet, derrière toute IA, il y a toujours un humain qui a construit l'algorithme. L'exemple d'Alpha Go ne démontre pas une intelligence, ni même une conscience, mais une forte capacité d'apprentissage lui permettant de résoudre des situations complexes. Apprendre par l'exemple ne suffit pas à être intelligent. Ainsi, aujourd'hui en santé, l'IA prend des décisions mais se base sur des informations données par les médecins.

Des algorithmes au service de la médecine

Les applications de l'IA, qui concernent toutes les activités humaines, sont particulièrement visibles dans le secteur de la santé. Comme le rappelle le rapport Villani (1), la santé est un domaine d'application stratégique pour l'IA.

L'intégration de l'IA dans les process médicaux promet une amélioration de la qualité et de la sécurité des prises en charge. L'IA appliquée à la santé fournit en effet de nombreuses solutions d'aide à la décision. Si les algorithmes peuvent avoir beaucoup d'utilité dans le domaine de la santé, c'est surtout sur le diagnostic qu'ils excellent.

Des applications de *deep learning* existent en traitement d'images, par exemple pour dépister des rétinopathies diabétiques. De même, l'IA promet de détecter certains cancers, notamment le cancer du sein pour lequel les résultats de lecture de mammographies par IA sont impressionnants. La reconnaissance faciale par IA sert aussi la médecine puisqu'elle propose le diagnostic de troubles dépressifs.

Progresser dans la détection des pathologies, c'est éviter de soumettre les malades à des examens invasifs. Par exemple, des affections cutanées peuvent être diagnostiquées avec précision sans réaliser de biopsies. Outre le gain qualitatif pour le patient, l'IA réduira les coûts de santé, notamment en réduisant le recours à l'hospitalisation.

Les applications de l'IA en santé sont nombreuses : robots chirurgicaux, interprétations d'ECG, médicaments dits « intelligents » qui ciblent les affections pour une médecine de précision, etc. Une société a proposé récemment un système qui décèle les symptômes d'une attaque cardiaque simplement en analysant la conversation d'un aidant avec un service de santé par téléphone.

Enfin, l'IA offre la capacité de rassembler de grands volumes de données, de les analyser rapidement et donc d'accélérer la recherche clinique. L'IA permet également le développement de la simulation (*serious game*) à des fins d'enseignement et de formation continue. Basée sur l'apprentissage expérientiel, la formation par simulation est maintenant universellement reconnue pour son intérêt dans la formation médicale. Le principe *Jamais la première fois sur un patient* est encouragé par la Haute Autorité de santé (HAS) dans son guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé (2012).

Néanmoins, malgré tous les progrès que permet l'IA en matière de santé, certains redoutent le devenir d'une médecine sans médecin, une médecine déshumanisée. La question qui reste posée est celle du degré de substitution ou de complémentarité entre l'homme (ici le soignant) et la machine. L'IA est aujourd'hui davantage considérée comme un outil d'aide à la décision diagnostique et thérapeutique pour résoudre des problèmes de plus en plus complexes. La validation par le médecin est toujours nécessaire parce que ses qualités d'intelligence relationnelle et émotionnelle servent à l'analyse globale du patient. Par exemple, si on soumet à Watson, l'IA d'IBM, l'observation de photos de patients potentiellement atteints de cancers de la peau, le diagnostic est fiable à 90 %. Si on fait le même exercice avec un médecin, on arrive à un taux de 85 %. En combinant l'analyse du médecin et celle de la machine, la précision monte à 95 %.

« Tout ce qui est techniquement réalisable ne doit pas être réalisé. »

Jean-Michel Besnier

« La capacité d'« apprendre à apprendre » est de plus en plus importante et doit être enseignée. »

Pr Antoine Tesnière

ENCADRÉ Intelligence artificielle et culture

Pour le chercheur Jean-Claude Heudin, la culture a été le terrain d'expression privilégié des fantasmes autour de l'IA. Très tôt, les artistes se sont emparés de ce sujet pour mettre en scène les machines dans leur rapport avec les humains. *Frankenstein*, de Mary Shelley, en est la première apparition littéraire (1818). Sur grand écran, il faut attendre Stanley Kubrick et *2001 l'Odyssée de l'espace* (1968) pour voir illustrer la relation hommes/machines. Dans cette œuvre, la représentation de la machine est positive, puisque HAL 9000, dispositif d'IA, est considéré tel un sixième membre de l'équipage. Toutefois, dans la très grande majorité des cas, la machine souffre d'une image négative^(I), illustration de la crainte profonde des hommes qu'elle puisse prendre le pouvoir à leur place. S'interroger sur l'intrusion de l'IA dans la culture, c'est également, comme l'indique Sandrine Cathelat^(II), interroger les caractéristiques et la spécificité de l'humain par rapport à ce que l'on nomme intelligence artificielle. Est-ce que seul l'homme est doté d'un sens artistique, de la capacité de définir ce qu'est le beau, à émouvoir et s'en émouvoir ? Si la réponse était négative, dans quelle mesure continuerions-nous à nous distinguer des autres espèces et à pouvoir affirmer notre particularité sur l'intelligence artificielle ?

Il est évident que l'IA, et plus largement le numérique, occupe une place de plus en plus prépondérante dans le monde de l'art. Capable de produire des haikus éphémères, des œuvres

musicales inédites à partir de compositions de Beethoven, Mozart^(III) et des œuvres picturales cotées sur le marché de l'art^(IV), l'IA pénètre peu à peu le monde de l'art et ravive le débat sur la singularité de l'homme en matière artistique. Ces éléments permettent-ils pour autant de dire que l'IA est dotée d'un génie artistique, de l'étincelle créatrice ?

Les expériences actuellement menées confirment que l'IA se positionnerait avant tout comme un *copycat*, capable de reproduire à partir d'un volume important de données. Toutefois, l'œuvre ainsi produite ne pourrait prétendre au caractère inédit puisqu'elle réutiliserait tous les codes d'un artiste. De plus, derrière chaque expérience ainsi menée, il y a un humain à l'initiative de la programmation de l'algorithme, des données utilisées et ainsi de l'objectif qu'il souhaite donner à l'IA. L'intentionnalité de l'œuvre reste donc à la main de l'homme. En ce sens, l'IA se distinguerait de l'artiste par son incapacité à transgresser l'intention qui lui est donnée.

Il apparaît alors que, à l'instar du pinceau ou du marteau, l'IA serait un outil de plus à la disposition de l'artiste pour révéler son talent et proposer des expériences nouvelles. Comme la photographie en son temps, elle permet d'explorer des champs nouveaux, de découvrir des territoires non explorés par l'art, le rendant plus vivant et personnalisable. Certaines œuvres produites à partir d'IA ont, par exemple, la capacité de se modifier en fonction de l'individu qui vit l'expérience artistique^(V). De même, l'IA

propose à l'artiste une expérience nouvelle puisqu'elle lui donne la possibilité de travailler avec un outil qui a sa propre intelligence, celle de celui qui l'a programmée.

Il semblerait donc que les potentialités offertes par l'IA servent une forme d'art résolument plus participative, facilitant les interactions dans la création artistique. Ainsi, le spectateur peut devenir coscénariste d'une série télévisée^(VI) tout en restant dans son canapé.

Néanmoins, le débat ne semble pas s'arrêter là. Quelques créations récentes tendent à réinterroger la capacité de l'IA à se positionner sur le champ de la création artistique. En effet, une IA capable de déterminer seule le moment de terminer une œuvre, ne serait-ce pas le signe d'une intention créatrice ? De même, le fait qu'un robot puisse apprendre à se découvrir et à se définir, ne signifie-t-il pas alors qu'il pourrait avoir conscience de lui ?

(I) Par exemple, dans le film *Terminator* de James Cameron (1985), les machines se révoltent contre les humains, entraînant chaos et destruction.

(II) Pour elle, « l'innovation transforme en profondeur l'individu comme la société ».

(III) Aiva, dispositif d'IA, développe l'art de la composition grâce à l'apprentissage d'un grand nombre de partitions de musique composées par les plus grands noms du classique.

(IV) Le 25 octobre 2018, Christie's met en vente une toile, *Edmond de Bellamy, from La Famille de Bellamy*, créée par IA.

(V) À titre d'exemple, des fleurs numériques qui ne vont cesser de grandir et de réinventer leurs formes. Grâce à des capteurs de présence, les visiteurs, par leurs mouvements, font évoluer ces plantes et rendent cette jungle virtuelle de plus en plus luxuriante.

(VI) *Black Mirror*, de C. Brooker (2011-2016).

« Il faut se méfier de l'exceptionnalisme digital, l'informatique ne peut pas tout. » Pr Christian Lovis

Les limites de l'IA

L'IA offre de très grandes potentialités et à mesure que les systèmes vont affirmer leur robustesse, elle prendra une place de plus en plus importante dans nos sociétés. Néanmoins, comme l'explique Christian Lovis, l'« IA est avant tout une science et, comme toutes les sciences, elle a ses limites ». La première réside dans la question des données. Les modèles d'IA, pour apprendre, ont besoin de s'appuyer sur un très gros volume de données. Il faut pour cela qu'elles soient accessibles et de qualité. Un certain nombre de start-up se heurte à cette première difficulté

pour pouvoir fiabiliser leur modèle et leur capacité à prédire juste. L'enjeu autour du *big data* et de l'accessibilité des données est donc majeur si l'on souhaite que l'IA progresse. Une certaine catégorie d'IA montre également ses limites par son incapacité à expliquer les résultats qu'elle produit. Or, l'explicabilité des modèles algorithmiques est indispensable pour crédibiliser leur décision. Ainsi, certaines IA utilisées dans des champs tels que l'aide au diagnostic ne permettent pas de répondre à l'exigence d'information envers les patients et ne peuvent donc s'envisager au cœur de la relation thérapeutique. De même, pour Christian Lovis, il faut rester vigilant car les IA seront toujours en capacité de produire des corrélations entre des jeux de données. Or, traduire une corrélation ne permet pas de déduire une causalité. L'analyse doit donc toujours être prudente.

Il ne faut pas oublier non plus que derrière chaque dispositif d'IA, il y a un humain qui programme un algorithme et qui choisit les données utilisées. Ainsi, certaines expériences récentes ont montré que l'IA reproduisait les mêmes biais sociaux que ceux qui l'ont programmée. Lors d'un concours de beauté organisé par des algorithmes, le panel de femmes en lice était totalement homogène, ne traduisant ainsi pas la diversité ethnique, morphologique des femmes. De même, Amazon a récemment décidé d'arrêter d'utiliser un algorithme d'aide au recrutement au motif qu'il était discriminant. Ces exemples doivent donc nous mettre en garde sur l'utilisation des IA qui ne sont donc pas vierges des *a priori* de leur concepteur.

Devant les grandes capacités de l'IA à nous faire « gagner » du temps, que cela soit dans notre quotidien ou dans le monde du travail, certains alertent également sur la place qui doit être réservée à celle-ci. Selon Jean-Michel Besnier, philosophe, l'IA ne doit pas venir simplifier la complexité humaine, ce qui fait sa spécificité, et notamment le langage⁽²⁾.

L'IA est conçue sur une logique fonctionnaliste qui s'appuie sur le principe que chaque action poursuivie doit avoir une utilité. Mais n'est-ce pas le propre de l'homme que de pouvoir envisager de faire des choses qui ne servent à rien ?

S'appuyer sur une IA qui établit une liste préférentielle en fonction de nos sélections précédentes, pour le choix de la musique que nous souhaitons écouter ou des films que nous souhaitons voir, n'est-ce pas alors réduire notre champ des possibles, celui de s'ouvrir à ce vers quoi nous ne serions pas allés spontanément ?

Une IA responsable de ses actes ?

Le cadre juridique dans lequel s'inscrit l'utilisation de l'IA, notamment dans le domaine de la santé, n'a pas ou peu évolué pour prendre en compte le développement des dispositifs d'IA. Pour Alexandra Cohen-Jonathan, spécialiste du contentieux des assurances, il semble indispensable que ce champ juridique puisse être rapidement exploré afin de répondre aux enjeux en termes de responsabilité posés par le développement de l'IA. En ce qui concerne l'utilisation des dispositifs d'IA, le régime de responsabilité reste celui de droit commun, la faute. Si le médecin utilise un dispositif d'IA, qu'il suit la décision de la machine et que celle-ci s'est trompée, sa responsabilité pour faute peut-elle être engagée ? Actuellement, la responsabilité

LE GRAPH

Fondé en 1974 par six CHU (Clermont-Ferrand, Montpellier, Reims, Rennes, Rouen et Saint-Etienne), le Groupe de recherche et d'applications hospitalières (Graph) réunit à ce jour, dans le cadre de la loi de 1901 sur les associations, les établissements publics de santé adhérents et les personnalités du monde de la santé associées à ses activités à titre personnel.

Le Graph est un groupe de directeurs d'hôpital qui réunit médecins, philosophes, industriels, économistes... pour faire avancer la réflexion sur les grands sujets de santé et de société.

Ses objectifs

- Créer un nouvel espace de réflexion et de recherche en dehors des schémas traditionnels et du protocole figé.
- Faire évoluer le management et apporter des solutions innovantes aux grandes problématiques de santé.
- Promouvoir la réflexion et la recherche en matière de gestion hospitalière.
- Développer la recherche et anticiper les évolutions continues des organisations hospitalières.
- Faire émerger de nouveaux talents.
- Susciter les contacts et échanges d'expériences, en France et à l'étranger, dans une démarche de benchmark.

Le Graph organise trois séminaires par an : Alpes, Méditerranée et Europe (Berlin en 2014, Londres en 2015, Stockholm en 2017, Copenhague en 2018, Turin en 2019, Barcelone en 2020, Rotterdam en 2021).

Président : Gérard Vincent

Site Internet : www.le-graph.com - Twitter : @le_Graph

de l'établissement de santé pourra être engagée avec la possibilité de se retourner contre le fabricant. Mais, s'il ne suit pas la décision préconisée par la machine, et qu'il arrive un dommage, peut-on alors considérer qu'il est fautif?

Le modèle juridique retenu ne sera alors pas neutre. En effet, s'il est admis qu'un médecin qui ne suit pas la décision de la machine est fautif, le médecin aura intérêt à toujours suivre l'avis de la machine jusqu'à supprimer son libre arbitre. Cela ne semble évidemment pas souhaitable.

Au niveau européen, des réflexions sont en cours sur la qualification juridique de l'IA. Certains préconisent qu'elle puisse être dotée d'une personnalité juridique, ce qui reviendrait à lui adjoindre un patrimoine, une assurance. D'autres sont plutôt partisans que les dispositifs d'IA restent sous la responsabilité de ceux qui les ont conçus.

L'avenir de l'IA

La France est soumise à une forte concurrence internationale sur le sujet de l'IA. Des investissements colossaux pour la recherche en IA ont lieu en Chine et aux USA. Le rapport Villani parle d'un retard de l'Europe en la matière, retard important eu égard aux enjeux économiques et politiques de l'IA. La solution passe par le développement des financements pour la recherche, par le développement des politiques d'attractivité des jeunes chercheurs et par la formation aux métiers de l'IA.

Par ailleurs, le rapport France Stratégie « IA et travail » insiste sur la nécessité d'adapter les formations existantes à l'usage de l'IA et ce pour toutes les branches d'activité. Il faut, certes, former à l'usage de l'IA mais aussi éduquer à son utilisation pour permettre à chacun de développer son regard critique par rapport aux résultats fournis par la machine.

Au sein des hôpitaux, l'acculturation à l'IA doit passer par des rencontres sans doute plus développées entre ingénieurs, soignants et start-up, comme le préconise notamment Antoine Tesnière.

En outre, l'intelligence artificielle repose nécessairement sur le traitement de grandes quantités de données devant être pertinentes et de qualité. La plateforme d'exploitation des données de santé, Health Data Hub, recommandée par le

« 85% des solutions innovantes en santé meurent dans les deux ans. »

Pr Zyed Zalila

rapport Villani et prévue dans le projet de loi de santé 2019, devrait favoriser et sécuriser l'exploitation des données de santé.

Enfin, les modèles d'IA doivent aujourd'hui démontrer, comme l'explique Olivier Clatz, leur pertinence économique pour acquérir la confiance des investisseurs. Ainsi, on constate que l'amélioration de la qualité portée par l'IA, même si elle est souhaitable, peut devenir secondaire dans le choix ou non de développer un modèle d'IA. En santé alors, l'IA permettra-t-elle de redonner du temps aux professionnels de santé pour investir la relation soignant/malade dont la machine ne peut se prévaloir ou serait-elle un outil au service de la rentabilité attendue de notre système de santé?

Ces éléments sans nous pousser à renoncer à l'utilisation de l'IA doivent nous faire réfléchir sur la place que nous souhaitons lui donner dans notre société. Loin de porter un message technophobe, les experts s'accordent à dire qu'il faut démultiplier les opportunités offertes pour que l'IA progresse dans ses potentialités tout en s'assurant qu'elle reste au service de l'homme et du modèle de société que nous souhaitons. ●

NOTE

(2) Dans *L'Homme simplifié, le syndrome de la touche étoile* (2012), Jean-Michel Besnier dissèque l'impact des machines qui prétendent nous simplifier la vie sur les comportements humains qu'elles réduisent à la logique de leur fonctionnement dépourvu d'ambiguïté, d'ironie ou d'émotions.

Pour aller plus loin sur l'IA (NDLR)

"Automated deep learning design for medical image classification by health-care professionals with no coding experience: a feasibility study", *The Lancet Digital Health*, vol. 1, Issue 5, September 2019, Pages e232-e242 - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589750019301086>

Sciences Avenir, « L'intelligence artificielle en 50 questions », hors-série, septembre 2019.

HOSPIMEDIA

RÉPONSE EXPERT

Des experts répondent à vos questions juridiques



réactivité



expertise



disponibilité

Posez votre première question gratuitement sur

<http://reponse-expert.hospimedia.fr>