

Pour finir, les codes et autres lexiques techniques sont des choses très simples à apprendre à un ordinateur, c'est donc bien que leur maîtrise n'est pas une preuve d'intelligence (il suffit d'un peu de volonté et surtout de beaucoup d'habitude). Donc il ne faut pas se laisser impressionner.

LexterneduCHU
Externe en médecine

À lire sur ce sujet :

- Le jargon des médecins, Agence science press, Canada, 2007, sur une étude qui trouve 90 millions d'Américains qui ne comprennent pas leur médecin.
- Lost in translation, the impact of medical jargon in patient-centered care, Connor Farrington, The Guardian, juillet 2014. (Cet article traite du jargon médical et managérial dans la NHS (UK).)
- Medical jargon could cloud doctor-patient relationship, Reuters, janv. 2018. (anglais)
- Le jargon, figure du multiple, Béatrice Turpin, *Revue La Linguistique*, 2002
- Un lexique médical, sur *esculape.com*, en attendant que le module « français-médical » soit intégré aux logiciels de traduction courants...

Intelligence artificielle et médecine

Définir le concept d'intelligence artificielle (IA) n'est pas chose aisée car ce terme très à la mode décrit une réalité aux contours flous. La difficulté de donner une définition claire a même conduit certains, comme l'informaticien Larry Tesler, à dire ironiquement que « l'IA est tout ce qu'un ordinateur n'a pas encore réussi à faire » (a). La consultation des médias et des communiqués de presse laisserait à penser que l'IA serait aujourd'hui en mesure de se substituer à l'humain dans beaucoup de domaines, même ceux censés lui être propres. Si les efforts de recherche et développement sont en plein essor et certaines réalisations spectaculaires, le paysage global est plus nuancé. Nous sommes encore loin d'une IA dite générale. Aujourd'hui, nous assistons "seulement" au développement de l'IA dite restreinte, qui ne peut réaliser que certaines tâches spécifiques.

L'intelligence artificielle ne date pas d'aujourd'hui

Le premier élément qu'il semble important de rappeler est que les principes fondateurs de l'IA datent de plusieurs décennies, des années 1950 pour les réseaux de neurones par exemple. L'évolution récente de l'IA est portée par le progrès technologique qui conduit à des ordinateurs de plus en plus puissants, et à des données plus faciles à collecter et à stocker. Même si ces avancées techniques permettent à leur tour le développement de nouveaux algorithmes, beaucoup des applications actuelles ont en fait débuté il y a 30 ou 40 ans. Le premier exemple est la conduite autonome. Le tragique décès d'une piétonne en Arizona, renversée par une voiture Uber en mars 2018, a rappelé que des véhicules autonomes circulent quotidiennement sur les routes. Si le déploiement à grande échelle de la conduite autonome semble aujourd'hui une hypothèse réaliste, les premières expérimentations sur routes vides datent de la fin des années 1980. Un autre exemple très médiatisé est celui des victoires au jeu de Go de l'algorithme de DeepMind contre les champions humains en 2016, alors que ce jeu a été longtemps supposé trop complexe pour la machine. Mais faire jouer la machine dans des jeux "intellectuels" n'est pas nouveau. Le jeu d'Othello avait cédé au début

des années 1980, puis les échecs en 1997 avec la défaite de G. Kasparov. Aujourd'hui, des programmes de jeu d'échecs sur smartphones sont en mesure de battre les meilleurs joueurs mondiaux. Dans ce domaine, les défis actuels portent sur les jeux vidéo en temps réel. Possible qu'ils ne restent pas intéressants très longtemps...

L'intelligence artificielle est un "buzzword". Un deuxième élément sur lequel nous souhaitons insister est que l'IA est aujourd'hui un "buzzword", un mot très à la mode, que ce soit dans les médias grand public ou dans les communiqués de presse des entreprises ou des investisseurs. Cette agitation médiatique reste souvent en surface et cela rend parfois difficile la compréhension de ce que recouvre exactement le terme d'IA dans certaines applications. Il est légitime de se demander si dans certains cas, c'est effectivement un algorithme d'IA qui est implémenté, voire même pourquoi un algorithme d'IA est pertinent. La compréhension est encore plus difficile quand le discours médiatique ne correspond à aucun élément vérifiable, comme le sont une publication scientifique ou un logiciel open-source, dont le code source est accessible.

Les applications possibles de l'IA en médecine

Ces applications sont aujourd'hui à des stades de développement différents, qui vont d'une application imminente possible à de la recherche plus fondamentale. Nous n'évoquerons ici que des applications vérifiables,



a- Informaticien né en 1945 aux USA. Enseignant à l'université Stanford ; a particulièrement étudié les interactions homme-machine.

ayant fait l'objet de publications scientifiques ou reposant sur un logiciel open-source. Pour cette raison, nous ne mentionnerons pas certaines applications, pourtant médiatisées, qui ne répondent pas à ces critères.

Mettre en évidence des relations statistiques.

Parmi les tâches qu'un ordinateur fait sans conteste beaucoup mieux qu'un humain, se trouve la mise en évidence de relations statistiques complexes dans d'importantes quantités de données. Les images médicales au sens large sont un très bon exemple de telles données. Elles présentent deux avantages de premier ordre pour l'IA. D'une part, elles sont disponibles en très grande quantité. Ces milliers, voire même millions dans certains cas, d'images permettent de très bien entraîner les algorithmes d'IA. D'autre part, ce sont des données relativement simples, dans la mesure où il s'agit de données statiques relativement homogènes. Ce n'est par exemple pas le même degré de complexité que le dossier médical d'un patient pris dans son ensemble. Pour ces raisons, l'IA est particulièrement adaptée pour poser des diagnostics à partir d'images médicales. Cela donne naissance à un praticien extrêmement entraîné mais aussi extrêmement spécialisé, qui ne sait interpréter que des images, souvent d'un type donné. Mais les résultats sont unanimes. Les performances de diagnostic de l'IA sont aussi bonnes, voire meilleures, que celles des spécialistes les plus réputés dans certains domaines, à savoir la reconnaissance de différents types de cancer de la peau à partir de photographies, la détection de la tuberculose ou de pneumonies depuis des radiographies, ou encore le diagnostic de rétinopathies diabétiques à partir d'images de fond d'œil.

Les mêmes techniques d'analyse statistique peuvent aussi être utiles en amont du diagnostic. Ainsi, plutôt que de chercher à poser un diagnostic, l'IA peut faire des prédictions concernant le risque d'occurrence d'une maladie, son agressivité potentielle, ou encore sa sensibilité à certains traitements. Ces prédictions sont encore une fois fondées sur l'analyse d'une énorme masse de données physiologiques, génétiques, épigénétiques, protéomiques, résultats d'imagerie. Ces développements, même s'ils sont pour l'instant moins avancés que ceux portant sur le diagnostic en imagerie, sont cruciaux pour la médecine personnalisée et son futur.

Optimiser des problèmes complexes. En plus d'être imbattable pour analyser d'immenses quantités de données, l'IA est aussi très performante pour optimiser des problèmes complexes. C'est dans ce domaine que nous travaillons. Une première application est d'améliorer l'efficacité des essais cliniques et d'en diminuer le risque en optimisant les protocoles de soin. C'est notamment vrai en oncologie, où il s'agit d'opter pour le meilleur arbitrage entre toxicité et efficacité. L'optimisation se traduit par des recommandations sur la posologie, le choix des combinaisons de substances (entre chimiothérapie et immunothérapie), ou encore l'ordre de priorité entre différentes lignes de traitement.

Une autre application est d'utiliser l'optimisation en cours de traitement afin de rationaliser les adaptations qui ont lieu au chevet du patient. L'IA ouvre donc les portes d'une personnalisation dynamique où traitement et examens complémentaires (biopsie, imagerie, etc.) seraient conseillés en temps réel en fonction des risques, des bénéfices attendus, des réactions du patient et de l'évolution de son état. C'est une évolution par rapport

à la personnalisation telle qu'elle est généralement entendue et qui ne concerne que l'adaptation du traitement à des caractéristiques statiques du patient comme les biomarqueurs. Cet aspect de l'IA commence à émerger de la littérature académique pour être testé en clinique.

Finalement, d'autres utilisations plus ou moins avancées de l'IA en médecine peuvent aussi être signalées : robots chirurgiens, "chatbots" pour la télémédecine, détection de fraudes à l'assurance maladie, aide à la gestion administrative des dossiers, etc. Ces applications ne sont pas forcément spécifiques à la médecine et le rôle de l'IA n'y est pas forcément central.

L'arrivée de l'IA en médecine n'est pas sans soulever un certain nombre de questions

Beaucoup de questions soulevées par l'IA ont une portée normative et éthique, qui concerne la société toute entière. Or, ces questions sont complexes et requièrent une compréhension technique minimale.

Par exemple, comme toute modélisation implique des hypothèses, les algorithmes peuvent être le reflet des partis pris par leurs créateurs et ne sont alors pas exempts de subjectivité. De la même manière, les données permettant d'entraîner les algorithmes peuvent aussi véhiculer des biais. L'utilisation de l'ordinateur, en permettant de gérer de très grandes quantités de données et de hauts niveaux de complexité, peut rendre ces biais plus difficiles à appréhender.

Pour le personnel médical amené à être assisté par une IA, cette compréhension est importante d'un point de vue déontologique mais aussi juridique. C'est également vrai pour la société toute entière, qui doit démocratiquement choisir à quel point l'IA et ses nécessités (exploitation d'un grand nombre de données) peuvent entrer dans l'univers de notre santé. Cette compréhension des enjeux de l'IA nécessite une formation informatique minimale, ainsi qu'un rôle critique des médias (comme en science plus généralement) qui ne doivent pas uniquement relayer des communiqués de presse. Une conséquence importante de cette analyse est que cela rend nécessaire à nos yeux que les logiciels concernés soient ouverts et auditables par tous.

Des soins personnalisés. Une autre implication importante pour profiter des bénéfices de l'IA, est d'adapter les procédures thérapeutiques dans le cadre de la personnalisation dynamique décrite plus haut. Un premier exemple est celui de la posologie. Comme le traitement et les examens associés ne sont plus fixes, une posologie ne peut plus être définie de manière standard. Celle-ci devient complètement contingente au patient et à son évolution et non plus statique ou seulement dépendante de quelques paramètres mesurés en début de traitement. C'est d'autant plus vrai qu'avec l'IA, chaque acte médical a un rôle non seulement curatif mais aussi informationnel. Par exemple, administrer une dose de chimiothérapie permet de s'attaquer aux cellules tumorales mais aussi de collecter des informations sur les réactions du patient au traitement et, in fine, de mieux personnaliser la suite du protocole.

Un deuxième exemple d'adaptation liée à la personnalisation dynamique concerne les essais cliniques. Avec la personnalisation, le protocole de soin ne peut plus être

publié comme un arbre de décision mais plutôt comme un logiciel ouvert dont les recommandations peuvent être probabilistes. Il faudra ainsi accepter qu'il n'est pas toujours possible de justifier rationnellement chaque recommandation du logiciel, car celle-ci résulte d'un processus complexe. Dans ce contexte, l'essai clinique devra valider le fonctionnement du logiciel et les recommandations de cette "boîte noire". Il n'est pas certain que le double-aveugle soit le format le plus adapté ou même possible dans ce cadre.

Ainsi, actuellement les algorithmes qui s'appuient sur des travaux récents d'intelligence artificielle et de pharmacologie permettent, entre autres, une optimisation durant toute la durée du traitement, mais aussi d'intégrer ou pas les examens complémentaires à effectuer.

Nicolas Houy
Chercheur en mathématiques appliquées
Centre national de recherche scientifique (CNRS)
François Le Grand
Professeur à l'Emlyon business school

À PROPOS DE JARGON...

Le grand sympathique

« *Le grand sympathique vous fait souffrir* ».

Il n'est pas question d'une aventure amoureuse qui tourne mal, car le système sympathique est un ensemble de nerfs qui intervient dans le fonctionnement des organes assurant les grandes fonctions vitales (digestion, respiration, circulation du sang, etc.).

En temps normal tout cela fonctionne automatiquement et on ne ressent rien. Cependant quand il y a quelque chose qui cloche le système sympathique nous prévient en envoyant un violent signal douloureux.

Aux débuts de l'anatomie, les médecins avaient pensé que ce nerf "mettait en commun les sentiments" (en grec "sunpatheia") de tous ces organes. Vu son importance ils l'avaient aussi affublé de l'expression de "grand sympathique". En réalité, quand vous souffrez, rien n'est plus pénible que ces organes qui font ce qu'ils veulent et vous gâchent la vie au moment où l'on s'y attend le moins.

C'est un système plutôt antipathique !

Denis Milliès-Lacroix
Médecin et écrivain



DES PATIENT·E·S,
 UNE GÉNÉRALISTE, UN VÉLO...



FORUM
 courriers et échanges

Sucré, le mois du ramadan

Dans ma banlieue quasi jumelée avec Agadir suite au recrutement d'une usine d'automobiles dans les années 50, les visites à vélo sont rythmées par les thé à la menthe, gâteaux, couscous et tajine. Suffit d'arriver à la bonne heure et on peut facilement causer équilibre alimentaire pratique pour le suivi du diabète. Et recharger les batteries pour un pédalage efficace. Une exception, où l'exercice gastronomique devient casse-tête : le mois du ramadan.

Position médicale classique : pas pour les diabétiques, trop dangereux, trop de risque d'hypo d'hyper et de déséquilibre donc futures complications (les yeux les reins le cœur, vous savez bien ?). Mais dans la vraie vie, tout le monde le fait, les jeunes les vieux les femmes enceintes et les patient·e·s diabétiques.

« *Ce mois-ci tu viens le soir et pas à midi. Et tu repartiras avec la chorba* ». Ok mais c'est pas dangereux tout ça ? Quand on n'a pas mangé longtemps, après on mange trop, la glycémie fait des bonds, et quand prenez-vous vos médicaments ? Mystère de la faculté, on a oublié d'apprendre cette question-là. Téléphone à un cousin diabétologue : « *Mais oui, ils/elles le font, il faut les accompagner* ». Réunion au réseau de diabétologie où on n'en parlait pas auparavant : « *On va vous former sur diabète et ramadan, des études au Maghreb montrent que si on s'en occupe, cela se passe bien* ». Discussion avec des collègues issu·e·s de cette communauté : « *On peut dire aux gens qu'ils/elles ne sont pas obligé·e·s de le faire, il y a des sourates qui disent qu'il est interdit de mettre sa santé en jeu* ». Bien, ça, les sourates, ça donne des arguments de poids et ça montre qu'on connaît. « *Oui, mais moi cela ne se voit pas que je suis malade, Dieu me regarde et je ne suis pas couchée, je vis normalement* ». Diabète, maladie chronique sournoise et théorique... On essaie autrement : « *Et si vous faites un malaise ?* » « *Alors je couperai le jeûne, mais je devrai rattraper. Et imagine, si un jour je suis guérie de mon diabète, toutes ces semaines que je devrai rattraper, si ça se trouve ça me fera un jeûne d'une année entière...* ». Pas la peine de continuer à se voiler la face, c'est à nous de nous adapter. Repas à la tombée de la nuit, réunions de formation pour les professionnel·le·s, adaptation du discours des diététicien·ne·s, ateliers avec les habitant·e·s. « *Zut, moi qui étais venue pour que vous me disiez de ne pas le faire, voilà que vous permettez tout* ». La vie, c'est compliqué...

Martine Lalande