

L'intelligence artificielle en tant que clinicien :

argument en faveur d'un recours éthique aux technologies futures dans le milieu médical

Sara Gaines

Aujourd'hui la science-fiction est devenue réalité. Dans le monde entier la présence de l'intelligence artificielle (IA) dans les sociétés humaines voit son influence s'accroître, des appareils de poche aux logiciels internationalisés. Un domaine en particulier, la médecine, se tient au fait des différentes applications de ces technologies aujourd'hui et à l'avenir. Il n'est donc pas surprenant que les outils technologiques de l'IA soient en passe d'être adoptés dans le domaine de la santé et que cette tendance s'accompagne d'une inquiétude grandissante au sujet des problèmes éthiques qui entourent leur mise en service. À mesure des avancées technologiques, des préoccupations éthiques ont toujours été présentes. Toutefois, un domaine en particulier devra figurer au centre des conversations à venir, la relation patient-médecin, car le développement et les applications des nouvelles technologies pourraient placer l'IA au centre de décisions médicales, venant donc potentiellement influencer cette relation. Une version de cette technologie que je qualifie volontiers d'intelligence artificielle clinicienne de première ligne de soin peut être adoptée de façon éthique en suivant deux critères. En premier lieu, ses outils technologiques devraient être employés dans des environnements où le recours à l'intelligence artificielle soulage l'engorgement du système hospitalier permettant ainsi un meilleur accès aux soins de santé. Deuxièmement, ces technologies devraient être adoptées dans des environnements où les patients ont démontré une capacité à établir une relation personnelle avec l'intelligence artificielle. Aux États-Unis un organisme hospitalier, la Veteran Health Administration, serait à même de mettre à profit l'intelligence artificielle clinicienne de première ligne de soin en adhérant à ces critères relationnels.

Il semble difficile de ne pas considérer les futures applications de l'IA en médecine étant donné qu'elle est déjà pleinement adoptée dans la société.

Le dictionnaire unilingue Oxford English Dictionary définit l'intelligence artificielle comme « la théorie et le développement de systèmes informatiques capables d'opérer des tâches requérant ordinairement le recours à l'intelligence humaine. »¹ Si on s'en tient à cette définition, de nombreuses technologies employées quotidiennement par les usagers de portables montrent combien l'IA est devenue indispensable dans la vie des gens dans le monde. Le téléphone qu'on a dans sa poche est capable de chercher rapidement le restaurant le mieux noté dans un rayon géographique réduit, ainsi que de fournir des indications pour vous y rendre. Tout un chacun a déjà fait l'expérience de voir sa recherche en ligne d'un objet donné se muer en publicités diverses pour le produit en question sur de nombreuses plateformes de réseaux sociaux et sites Web pourtant sans peu de lien avec la recherche initiale. Il est plus facile que jamais de trouver de nouveaux morceaux de musique grâce à des services de streaming faisant chaque jour de nouvelles suggestions d'écoute. Ce ne sont là que quelques exemples d'intelligence artificielle s'étant facilement intégrés à la vie quotidienne, la présence de l'IA continuant de s'imposer avec de nouvelles évolutions technologiques. Cependant, afin d'évaluer l'impact de l'intégration des nouveaux outils technologiques non seulement dans nos activités quotidiennes mais tout spécifiquement dans le milieu médical, il est impératif d'éclaircir la définition de l'IA proposée dans le dictionnaire.

L'IA distingue les tâches accomplies par l'humain de celles qui le sont par une technologie « capable d'opérer des tâches requérant ordinairement le recours à l'intelligence humaine » par les termes respectifs d'intelligence artificielle forte ou d'intelligence artificielle faible. Les technologies de l'IA faible relèvent de celles qui sont structurées autour des habilités humaines.² Il s'agit par exemple de raisonnements en termes de probabilités et de capacités de perception visuelle. D'autre part, l'IA forte englobe les technologies hypothétiques considérées comme équivalentes à l'intelligence humaine, ou même superhumaine, en termes de capacité à l'exécution de tâches intelligentes.³ Les technologies basées sur l'IA forte pourraient appréhender le

1. Oxford English Dictionary Online, "artificial intelligence," November 2019. Oxford: Oxford University Press. <https://www.oed.com/view/Entry/271625?redirectedFrom=artificial+intelligence#eid>.

2. Stuart J. Russell and Peter Norvig, *Artificial Intelligence a Modern Approach* (Boston: Pearson, 2016)

3. Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* (Vancouver, BC: Langara College, 2018).

symbolisme, évoluer dans divers contextes sociaux, concevoir leurs propres mécanismes de pensée idéologique. Sous de nombreux aspects, cela reflète la distinction entre les technologies connues (faibles) et les technologies futures (fortes). En revanche, cette distinction n'est pas binaire, car elle évolue sur une échelle de gradation. De nombreuses technologies repoussent les limites des algorithmes de recherche ou des programmes conçus pour trouver la chanson suivante dans votre liste de lecture en se dirigeant vers ce qui fut un temps considéré comme de la science-fiction, et en fait encore partie à plus d'un titre. Dans la société, la perception de l'IA est influencée par la science-fiction qui convoque un grand nombre d'idées anciennes et nouvelles, dont certaines font appel aux technologies fondées sur l'IA forte et sur leur représentation. Ainsi, l'image qu'on se fait de l'IA à travers ces exemples fictifs peut tout aussi bien nuire ou contribuer à la manière dont les humains interagissent avec les innovations technologiques émergentes.

Quoique cela ne s'inscrive pas dans un phénomène global, les États-Unis font preuve d'une certaine défiance envers l'IA. L'IA théorique capable de pensée indépendante a souvent été dépeinte comme douteuse dans la culture américaine. Les peurs suscitées par l'IA furent d'ailleurs répertoriées dans le monde occidental bien avant que le citoyen lambda eût commencé à interagir avec l'IA au quotidien. En 1950, Isaac Asimov publia *Les Robots*, recueil de nouvelles traitant de robots équipés d'intelligence artificielle et de leurs interactions avec le monde autour d'eux. On peut trouver dans ces nouvelles les trois fameuses lois de la robotique :

1. Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger.
2. Un robot doit obéir aux ordres que lui donne un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la Première loi.
3. Un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la Première ou la Deuxième loi.⁴

Ces lois, revues et adaptées par de nombreux auteurs, dont Asimov lui-même, ont eu une grande influence sur la science-fiction et dans le domaine de l'éthique de l'intelligence artificielle durant des décennies. La plupart des ouvrages de fiction qui examinent les avancées de l'IA sont fondés sur l'extrapolation de situations résultant d'un désir de pousser ces lois à l'extrême ou encore d'aller à leur rencontre, alors que l'IA devenue

4. Isaac Asimov, "Runaround" *I, Robot*. Greenwich, CT: Fawcett Publications, 1950. Traduction en français de Pierre Billon, "Cycle fermé", *Le Livre des robots*. Paris: Opta/Club du livre d'anticipation, 1967.

ennemie de l'humanité était supposée être à son service. Fondamentalement, une grande partie de la culture fondée sur l'IA aux États-Unis est une culture de la peur.

Un des exemples les plus emblématiques de cette peur apparaît dans la franchise Terminator dans laquelle l'intrigue est fondée sur la défaite de Skynet, une super-intelligence artificielle dotée d'une conscience (le point le plus élevé sur l'échelle de l'IA forte). L'année 1984 vit la sortie du premier d'une série de six films, et en 2010, la franchise composée de longs métrages, séries, jeux vidéo, bandes dessinées, manèges à thème ainsi que d'une pléthore de produits dérivés avait amassé plus de trois milliards de dollars de revenus bruts.⁵ Deux films supplémentaires sont sortis depuis dans la même franchise. Pour la population américaine l'idée même de l'IA a quelque chose d'irrésistible ; dans ce cas précis, c'est le maléfique Skynet. À savoir que la franchise de Terminator n'est pas la seule qui ait réussi à fédérer un grand nombre de fans. Centré sur l'histoire d'une société humaine soumise à une IA pervertie, *The Matrix* constitue une autre franchise incontournable dans la culture populaire américaine avec un budget à hauteur de multi-milliards de dollars. D'innombrables films, séries et ouvrages présentant des systèmes d'IA dévoyés sont sortis par la suite. Le trope a acquis une telle célébrité dans les médias aux États-Unis que des listes d'IA tueuses, connues comme les "killer AIs", peuvent contenir des ouvrages allant de la science-fiction pure et dure jusqu'à des dessins animés pour enfants.⁶

En revanche, le reste du monde ne partage pas cette vision de l'IA. En effet, la perception japonaise des technologies fondées sur l'IA est presque diamétralement opposée à la peur qu'elle suscite dans la culture populaire américaine. Les médias japonais représentent les robots et les technologies fondées sur l'IA forte comme des alliés, et dans de nombreux cas, comme des amants.⁷ Une telle approche de l'IA peut être attribuée à des différences culturelles émanant de différents cadres de pensée religieuse présents au

5. Business Wire, "Pacifcor Names Latham & Watkins to Field Terminator Inquiries," *Berkshire Hathaway*, February 17, 2010. <https://web.archive.org/web/20170306034914/http://www.businesswire.com/news/home/20100217005514/en/Pacifcor-Names-Latham-Watkins-Field-Terminator-Inquiries>.

6. Andrew Dyce, "Our 10 Favorite Killer A.I.'s in Movies," *Screen Rant*, April 18, 2014. <https://screenrant.com/artificial-intelligence-movies-evil-computers/>.

7. Cat Ana, "Why the Japanese Find Deep Love with Deep Learning," *Medium (Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine)*, February 12, 2019, <https://becominghuman.ai/why-the-japanese-find-deep-love-with-deep-learning-829e1bb629c2>.

Japon.⁸ L'histoire du bouddhisme et du Shintoïsme a conduit la société japonaise à considérer toutes les choses, qu'elles soient douées de raison ou non, comme étant dignes de respect, ce qui entre en contraste avec les notions judéo-chrétiennes de la suprématie de l'être humain au sommet de tout autre règne, si ce n'est celui de Dieu.⁹ À travers sa capacité de voir de la vie en toute chose, la société japonaise devait être capable de l'envisager également dans l'IA et dans la robotique, ce qui l'amena nécessairement à percevoir ses objets technologiques comme les allié(e)s ou les amant(e)s dépeint(e)s dans ses médias. Même dans les conversations au sujet des outils technologiques à usage médical fondés sur l'IA, la volonté d'accepter un objet de cet ordre peut être directement attribuée au dessin animé des années 1950 intitulé *Astro Boy*.¹⁰

À l'opposé du visage amical attribué à l'IA au Japon, les avertissements contre l'IA dans la culture populaire américaine ne sont guère subtils. En effet, les films de ces franchises sont marqués par un sentiment d'inéluctabilité portant sur l'idée qu'un jour la science pourrait aller trop loin et que l'IA, censée être un atout pour l'humanité, pourrait soudain se retourner contre elle, nonobstant la présence des trois lois dans son code ou la prise de mesure de sécurité comme garde-fou. Il n'est pas étonnant que la recherche associant les termes « intelligence artificielle » et « trop loin » dans les pages Web des pays industrialisés puisse recueillir plus de 39.000 résultats.¹¹ En revanche, dans la réalité, ces craintes avérées n'ont pas mis fin aux progrès des technologies fondées sur l'IA. Ces développements n'ont pas toujours été couronnés de succès, quoique chaque avancée infructueuse ait planté les jalons de succès futurs.

Dans sa tentative d'inventer une IA qui soit assimilable à la présence humaine sur les réseaux sociaux, l'entreprise Microsoft s'est vite rendu compte que son robot social n'était pas à la hauteur de ces ambitions. En effet, le robot social Tay, dont le fonctionnement était fondé sur l'IA, fut doté de son propre compte sur Twitter en 2016, mais cette expérience peu concluante devait prendre fin au bout de seize heures de temps qui avaient été suffisantes pour voir Tay le chatbot poli et aimable se mettre

8. Joi Ito, "Why Westerners Fear Robots and the Japanese Do Not," *Wired* (Conde Nast, July 30, 2018), <https://www.wired.com/story/ideas-joi-ito-robot-overlords/>.

9. Joi Ito, "Why Westerners."

10. Don Lee, "Desperate for Workers, Aging Japan Turns to Robots for Healthcare," *Los Angeles Times*, July 25, 2019, <https://www.latimes.com/world-nation/story/2019-07-25/desperate-for-workers-aging-japan-turns-to-robots-for-healthcare..>

11. Results from a Google Scholar search on April 11, 2020, excluding patents and citations.

à proférer des insultes racistes.¹² De même, le logiciel de reconnaissance faciale employé par de nombreux utilisateurs sur leur téléphone portable a aussi démontré que l'IA est moins fiable lorsqu'elle est mise en service à grande échelle. Par exemple, la Chine a récemment mené une expérience de sécurité routière à grande échelle consistant à verbaliser les piétons qui traversent la rue en dehors des passages protégés : cette dernière s'est soldée en un nombre record de contraventions adressées à des acteurs et à des mannequins dont le visage était placardé sur les transports publics.¹³ En outre, lorsqu'il ne s'agit pas de reconnaissance faciale mais de la reconnaissance d'objets, certains outils d'identification non spécialisés n'ont également pas eu le succès escompté. Par exemple, l'un d'entre eux prit une tortue pour une arme à feu.¹⁴ Cependant, pour tout échec avéré, un jalon est posé en vertu du progrès.

Ces dernières années, des technologies fondées sur l'IA semblent être tout droit sorties d'un film de science-fiction et se rapprochant d'exemples d'IA forte ont rencontré un franc succès. L'IA de Google a certes pris une tortue pour un revolver, mais il y a par ailleurs de nombreuses applications spécialisées en reconnaissance d'objets permettant à leurs utilisateurs d'identifier un animal ou une plante rare dans son écosystème.¹⁵ Les animaux présents dans les jardins ne sont pas les seuls à avoir été impactés par les avancées de l'IA ; on pense en cela aux drones équipés de technologies fondées sur l'IA mis en service pour mettre fin au braconnage en Afrique.¹⁶ Dans le contexte urbain, on se tourne également vers l'IA pour résoudre des problèmes existants. La ville de Los Angeles s'en est remise à l'IA en tant que source de solutions potentielles pour gérer son réseau de canalisa-

12. James Vincent, "Twitter Taught Microsoft's Friendly AI Chatbot to Be a Racist Asshole in Less Than a Day." *The Verge*. March 24, 2016. <https://www.theverge.com/2016/3/24/11297050/tay-microsoft-chatbot-racist>.

13. Melanie Ehrenkranz, "Facial Recognition Flags Woman on Bus Ad for 'Jaywalking' in China." *Gizmodo*. November 26, 2018. <https://gizmodo.com/facial-recognition-flags-woman-on-bus-ad-for-jaywalking-1830654750>.

14. James Vincent, "Google's AI Thinks This Turtle Looks like a Gun, Which Is a Problem." *The Verge*. November 2, 2017. <https://www.theverge.com/2017/11/2/16597276/google-ai-image-attacks-adversarial-turtle-rifle-3d-printed>.

15. Emily Matchar, "AI Plant and Animal Identification Helps Us All Be Citizen Scientists," *Smithsonian.com* (Smithsonian Institution, June 7, 2017), <https://www.smithsonianmag.com/innovation/ai-plant-and-animal-identification-helps-us-all-be-citizen-scientists-180963525/>.

16. Builddie, "The Role of Artificial Intelligence in Wildlife Conservation," *Medium*, May 15, 2019, <https://medium.com/builddie/the-role-of-artificial-intelligence-in-wildlife-conservation-5dc3af2b4222>.

tions vieillissant et fragile.¹⁷ L'IA n'est pas parfaite sous tous rapports et de considérables développements sont nécessaires afin d'éviter un échec aussi retentissant que celui du robot Tay, mais des emplois courants de l'AI ont également rencontré un réel succès. Dans le milieu médical certaines applications novatrices de l'IA ne dérogent pas à la règle. En effet, des tentatives furent plus concluantes que d'autres, mais en somme l'IA au sens large a continué de s'imposer dans le domaine de la santé. C'est d'ailleurs à travers cette tendance dans le milieu médical que l'emploi de l'IA, même s'il s'était avéré concluant, a commencé à soulever des problèmes éthiques. Ces inquiétudes ne cessent d'augmenter alors que l'IA a se rapproche peu à peu du côté fort et que les systèmes d'IA ont commencé à s'imposer dans des espaces précédemment consacrés au personnel clinicien humain. Dans cette superposition de pouvoirs il est inquiétant de considérer que l'IA pourrait remplacer un praticien, ce qui viendrait bousculer une éthique installée dans un cadre bien établi de principisme, soit la déontologie privilégiée dans la médecine moderne en particulier aux États-Unis.

Le travail de Beauchamp et Childress au sujet du principisme précise les contours d'un cadre éthique fondé sur la manière dont le clinicien interagit avec son patient. Les quatre principes de non-malfaisance, bienfaisance, justice et autonomie guident les interactions du clinicien avec le patient, ainsi que le soutien qu'il lui apporte et les soins qu'il lui prodigue.¹⁸ Ainsi, la relation médecin-patient est à la source d'une pratique éthique de la médecine. À mesure que cette relation s'établit, elle s'accompagne d'un sentiment de confiance.¹⁹ Comme il est dûment noté dans l'ouvrage intitulé *The Principles of Biomedical Ethics*, « rien n'est plus important dans le système hospitalier que le maintien d'une culture de la confiance. »²⁰ La littérature scientifique évoquée plus loin dans ce travail indique aussi que les inquiétudes liées à l'introduction de l'IA dans le milieu médical sont fondées sur des problèmes de confiance, telle la crainte qu'un patient ne puisse pas prêter foi à des diagnostics, à des traitements ou à des interactions émanant d'une entité de l'IA. Ces inquiétudes se sont manifestées à

17. Gary Polakovic, "The next Big Effort in AI: Keeping L.A.'s Water Flowing Post-Earthquake," *USC News*, October 4, 2019, <https://news.usc.edu/160680/ai-la-water-supply-earthquake-usc-research/>.

18. Thomas L. Beauchamp and James F. Childress, *Principles of Biomedical Ethics*. New York: Oxford University Press, 2013.

19. Mark A. Hall et al., "Trust in Physicians and Medical Institutions: What Is It, Can It Be Measured, and Does It Matter?," *The Milbank Quarterly* 79, no. 4 (2001): 613.

20. Beauchamp and Childress, *Principles*, 40

travers les emplois historiques de l'IA en médecine, et ce dès les premières recherches effectuées dans ce domaine.

Dans les années 1970 le domaine de la santé a pu entrevoir ses premières mises en application des outils technologiques de l'IA. MYCIN, un des tout premiers systèmes d'IA mis au point par les chercheurs de l'école de médecine de Stanford, était employé pour identifier certaines bactéries, dont celles de la méningite et de la bactériémie, ainsi que pour proposer des traitements visant à la prévention des infections graves.²¹ Plus d'une décennie avant l'invention d'internet, MYCIN était en mesure de proposer un protocole de soin obtenant un seuil d'acceptabilité de 65% selon les paramètres de cette étude. Par souci de comparaison, il fut demandé à cinq membres de la faculté d'élaborer un protocole de soin fondé sur les mêmes données, ce qui fit chuter les taux d'acceptabilité dans une fourchette comprise entre 42,5% et 62,5%. Même avec des résultats si prometteurs, l'éthique de l'emploi du système MYCIN fut immédiatement remis en cause dû au fait que le traitement individualisé était déterminé par affectation de probabilités plutôt que par un praticien.²² En résumé, comment une machine pouvait-elle créer un protocole adapté à un cas clinique sans avoir aucune relation avec le patient et donc, aucune possibilité de déterminer quel traitement serait efficace ? En dépit du fait que MYCIN ne fut jamais mis en service dans le domaine de la santé, ces questions fondamentales persistent alors que l'IA continuait ses avancées en s'implantant peu à peu dans le cadre médical.

Les tentatives les plus prévalentes visant à entremêler IA et médecine occidentale moderne sont représentées dans les systèmes d'aide à la décision clinique (SADC), en particulier les systèmes d'aide au diagnostic médical (SADM). L'intention première dissimulée derrière l'emploi des SADM est d'interpréter des données afin de venir en aide au clinicien. L'assistance par recours au SADM pourrait, en théorie, aider un praticien à diagnostiquer un problème de santé en identifiant les manifestations et les signes avant-coureurs d'affections données afin de les signaler à un clinicien.²³ À présent,

21. V. L. Yu, "Antimicrobial Selection by a Computer. A Blinded Evaluation by Infectious Diseases Experts," *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 242, no. 12 (1979): 1279–282.

22. David E. Heckerman, and Edward H. Shortliffe, "From Certainty Factors to Belief Networks," *Artificial Intelligence in Medicine* 4, no. 1 (1992): 37.

23. Eta S. Berner and Tonya J. La Lande, "Overview of Clinical Decision Support Systems," in *Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice*, ed. Eta S. Berner (Switzerland: Springer International Press, 2016), 3.

la discipline la plus influencée par le SADM est la radiologie, étant donné l'application qui est faite de la technologie à l'imagerie médicale dont l'IRM et le tomodensitogramme. Les méthodes traditionnelles d'interprétation d'images médicales peuvent causer des erreurs de diagnostic, ce qui soulève la nécessité d'obtenir un second avis médical pouvant parfois venir compliquer le cas.²⁴ De plus, ces méthodes traditionnelles sont à la source d'une fatigue accrue des cliniciens tout en contribuant à une perte d'exactitude des diagnostics au cours de la journée de travail.²⁵ Les SADM qui ont déjà été développés et ceux qui se verront bientôt mis en service dans le cadre médical sont censés maîtriser certains de ces obstacles en donnant une seconde opinion en temps réel. Ainsi, le SADM peut prendre le relai du clinicien en proposant des suggestions dans de nombreux cas, sachant qu'il incombe au clinicien de prendre les décisions quant au diagnostic et au traitement préconisé.

Ayant décidé de tabler sur un certain engouement lié à l'inclusion totale du SADM dans le cadre médical, la société IBM a sorti un des exemples les plus célèbres d'IA au service du diagnostic médical : l'IA Watson dédiée au diagnostic des cancers. Le Watson d'IBM, ordinateur en mesure de comprendre le langage naturel et son contenu, connut un perfectionnement bien au-delà de ses ambitions premières afin de pouvoir prétendre à son utilisation dans le milieu médical.²⁶ Watson était conçu à l'origine pour se mesurer à des candidats humains au jeu télévisé du *Jeopardy !* Il remporta le succès en gagnant en 2011²⁷ contre Ken Jennings qui détenait le record du plus grand nombre de victoires consécutives au *Jeopardy !* de tous les temps. À la suite de cette victoire publique des outils technologiques de l'IA, IBM orienta les nouveaux objectifs de Watson vers la médecine en commercialisant en 2016 l'IA Watson for Oncology, dédiée au diagnostic des cancers.²⁸ Censé constituer la nouvelle limite de la médecine, Watson

24. Christopher Eakins et al., "Second Opinion Interpretations by Specialty Radiologists at a Pediatric Hospital: Rate of Disagreement and Clinical Implications," *American Journal of Roentgenology* 199, no. 4 (2012): pp. 916-920.

25. Elizabeth A. Krupinski et al., "Long Radiology Workdays Reduce Detection and Accommodation Accuracy," *Journal of the American College of Radiology* 7, no. 9 (2010): pp. 698-704

26. IBM, "Watson Overview," The DeepQA Research Team, July 25, 2016, https://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=2099.

27. Eric Brown, "Watson: The *Jeopardy!* Challenge and beyond," 2013 *IEEE 12th International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing*, 2013.

28. IBM Newsroom, "Manipal Hospitals Announces National Launch of IBM Watson for Oncology," July 26, 2016, <https://www-03.ibm.com/press/in/en/pressrelease/50290.wss>.

était présenté comme un système d'IA en mesure non seulement d'assister à l'interprétation d'images médicales, mais également capable de proposer un traitement véritablement efficace sans l'aval d'un clinicien. Les défenseurs de l'IA y virent une manière de prouver que la mise en service d'outils d'IA plus avancés en médecine avait ses bénéfices. Néanmoins, des considérations éthiques concernant une machine en capacité de prendre des décisions furent sujet à controverse.²⁹ Comme on l'apprit plus tard en s'appuyant sur des documents internes à la société IBM rendus publics en juillet 2018, une grande partie de ces craintes concernant l'emploi de Watson était légitime.

Une enquête du quotidien *The Boston Globe*, STAT révéla que les cadres d'IBM étaient au fait des problèmes du système de diagnostic oncologique Watson, soulignant que celui-ci avait livré « en de multiples occurrences des recommandations inadéquates et risquées. »³⁰ La plupart de ces problèmes n'étaient pas non plus inconnus des employés d'IBM. En effet, des archives révèlent les tentatives d'IBM de contacter des cliniciens pour les avertir que Watson disposait de capacités « très limitées ». ³¹ Ces tentatives demeurèrent sans succès permettant aux systèmes installés dans les hôpitaux de continuer à fonctionner selon la présomption que Watson for Oncology était capable de proposer des possibilités de traitement aux patients. À l'issue du rapport du STAT dévoilant les protocoles de soin inadaptés émis par Watson, de nombreux hôpitaux publièrent rapidement des démentis ayant pour but de dissiper les craintes selon lesquelles l'IA était allée trop loin, remplaçant effectivement le clinicien dans sa prise de décision clinique. Dans une déclaration censée rassurer l'opinion publique, déclaration soutenant que Watson n'avait été employé que comme un outil de diagnostic et non comme une entité investie d'un pouvoir décisionnaire, le porte-parole d'un hôpital déclara : « Aucune invention technologique ne peut remplacer un médecin ou sa connaissance intime du cas de chaque patient. »³² Le message était clair : la relation médecin-patient n'était en aucun cas ternie par l'utilisation de Watson for Oncology puisque les cliniciens ne faisaient pas usage de ce système d'aide au diagnostic pour prendre des décisions importantes.

29. Jennifer Bresnick, "Artificial Intelligence in Healthcare Market to See 40% CAGR Surge," *HealthITAnalytics*, July 24, 2017, <https://healthitanalytics.com/news/artificial-intelligence-in-healthcare-market-to-see-40-cagr-surge>.

30. Casey Ross and Ike Swetlitz, "IBM's Watson supercomputer recommended 'unsafe and incorrect' cancer treatments, internal documents show," *STAT*, July 25, 2018.

31. Julie Spitzer, "IBM's Watson recommended 'unsafe and incorrect' cancer treatments, STAT report finds," *Becker's Healthcare*, July 25, 2018.

32. Spitzer, "IBM's Watson."

En d'autres mots, ces décisions demeureraient entièrement à la discrétion du clinicien. Toutefois, même après que l'exactitude de diagnostic de Watson a été remise en question, le logiciel est encore employé dans les systèmes hospitaliers à ce jour, à compter les soixante-dix Centres médicaux des vétérans, les Veterans Affairs Medical Centers, aux États-Unis.³³

L'usage ininterrompu de Watson for Oncology n'est pas le seul signe indiquant que les organismes de santé sont toujours intéressés par une découverte des fonctions possibles de l'IA en médecine. Il est vrai que le diagnostic assisté par IA a été mis en service avec la garantie que le clinicien serait toujours en pleine possession de ses décisions médicales, mais à ce moment-même des entreprises sont en train de développer des outils technologiques dotés d'IA, leur faisant ainsi une place de plus en plus prépondérante dans le domaine médical. À un tel point que des préoccupations très sérieuses se sont en réalité imposées au sujet de l'IA employée en remplacement de cliniciens.³⁴ Et le constat est clair : au jour d'aujourd'hui, de nombreux programmes informatiques ont même été capables de réussir leurs études de médecine.

En 2017, la Chine fut le tout premier pays à être témoin de la réussite d'une IA aux examens de médecine. Un robot intelligent nommé Xiaoyi, ce qui en mandarin veut dire «le petit docteur», a défrayé la chronique pour avoir obtenu le score de 456 points sur 600 aux examens de médecine chinois, soient 96 points de plus que la note minimale d'admission.³⁵ Il faut savoir qu'il est impossible de réussir à l'examen chinois par seul recours à la mémorisation. En effet, cet examen est structuré de telle manière que les médecins en devenir doivent se livrer à des études de cas et donc, décider quelle réponse y apporter selon les informations à disposition. Cette épreuve est censée prouver que les candidats sont capables d'interpréter les données médicales qui leur sont présentées afin de prendre une décision sensée et éclairée.³⁶ La première tentative de Xiaoyi s'étant soldée par un échec (avec

33. Eliza Strickland, "How IBM Watson Overpromised and Underdelivered on AI Health Care," *IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News*, April 2, 2019, <https://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/how-ibm-watson-overpromised-and-underdelivered-on-ai-health-care>.

34. Kyle E. Karches, "Against the iDoctor: Why Artificial Intelligence Should Not Replace Physician Judgment," *Theoretical Medicine and Bioethics* 39 (2): 92

35. Ma Si, and Cheng Yu, "Chinese Robot Becomes World's First Machine to Pass Medical Exam," *China Daily*, November 10, 2017, http://www.chinadaily.com.cn/business/tech/2017-11/10/content_34362656.htm.

36. Alice Yan, "How a Robot Passed China's Medical Licensing Exam," *South China Morning Post*, November 20, 2017, accessed April 20, 2019.

un score à peine au-dessus de 100) donne une idée du réel niveau de difficulté de l'examen. Avant sa deuxième tentative, l'équipe de chercheurs avait forcé Xiaoyi à « étudier » en présentant au robot de nombreux ouvrages médicaux ainsi que des cas d'école.³⁷ Comme les autres candidats ayant réussi l'examen à cette période, Xiaoyi devait se préparer à l'épreuve écrite. Cependant, quand Xiaoyi montra qu'il était bien renseigné sur de nombreux types d'affections, l'équipe de chercheurs fut prompte à annoncer qu'il était seulement capable de « faire des suggestions aux médecins afin de les aider à identifier des problèmes au plus vite et d'ainsi éviter certains risques. »³⁸ En dépit du fait que cette IA avait réussi à l'examen de médecine, il valait mieux être clair avec les patients en leur garantissant qu'ils recevraient des soins aux mains de médecins et non d'une IA.

Une tout autre réaction a pu être constatée la fois suivante où une IA a réussi à l'examen de médecine. C'est en juin 2018 que l'IA Babylon Health a réussi l'examen britannique du Royal College of General Practitioners (MRCGP). Le MRCGP est le dernier d'une série d'examens censés évaluer les connaissances des candidats dans la spécialisation qu'ils comptent briguer. En somme, la réussite au MRCGP indique qu'à l'issue de nombreuses années d'étude le candidat est fin prêt à pratiquer la médecine. Le score moyen obtenu à cet examen de 2012 à 2017 était de 72%, à savoir que l'IA Babylon a été reçu avec un score de 81%.³⁹ Dans un communiqué publié après le succès de l'IA de la société Babylon, son fondateur et PDG, le Dr. Ali Parsa, contrairement à ses confrères, ne prit pas la peine de se vouloir rassurant quant au fait que le but de cette technologie n'était pas de remplacer les cliniciens ni de prendre des décisions médicales directement avec un patient. Soulignant le fait que la possibilité de voir un clinicien est parfois très limitée et les systèmes de santé surchargés, le Dr. Parsa affirma que cet accomplissement de l'IA à travers sa réussite à l'examen du MRCGP était « une illustration claire de la manière dont les services de santé fonctionnant avec l'IA pourraient soulager les charges pesant sur les systèmes de santé dans le monde entier. »⁴⁰ Ce succès de l'IA Babylon marque un basculement de la rhétorique au sujet de l'emploi de l'IA en médecine : son futur rôle pourrait ne pas se limiter à celui d'un outil consultable par les cliniciens, mais bien suppléer le clinicien lui-même.

37. Si and Yu, "Chinese Robot."

38. Yan, "How a Robot?"

39. Babylon Health, "Babylon AI Achieves Equivalent Accuracy with Human Doctors in Global Healthcare First," *PR Newswire: News Distribution, Targeting and Monitoring*, June 27, 2018.

40. Babylon Health, "Babylon AI Achieves Equivalent Accuracy with Human Doctors."

Des changements récents dans le domaine médical ont montré que les perspectives d'avenir évoquées par le Dr. Parsa pourraient bien prendre corps. Actuellement, un secteur de la médecine progresse de manière exponentielle, la télémédecine, dont le développement s'accompagne de conversations quant à l'évolution de la pratique médicale envers les patients.⁴¹ Aux États-Unis, la téléconsultation, définie dans une étude de l'American Hospital Association en tant que « vidéoconférence, surveillance à distance, consultations électroniques, et communications sans fil », qui est proposée aux patients par l'intermédiaire de leur système de santé a augmenté de 35% à 76% de 2010 à 2017.⁴² Un aspect commun de la télémédecine est la possibilité de prendre des rendez-vous médicaux virtuels, tels que ceux proposés par la clinique de Cleveland, dont le but est de traiter des affections bénignes ne nécessitant pas de rendez-vous en personne telles le rhume, les allergies et même la grippe, ce qui est précisément le type de consultation auquel faisait référence le Dr. Parsa dans son communiqué au sujet des applications possibles de l'IA Babylon.⁴³

Les patients américains commencent à s'habituer à l'idée de prendre un conseil médical ainsi que de se voir prescrire un traitement par le biais de la technologie. Des exemples dans notre pays et dans le monde démontrent que les individus sont disposés à interagir avec un humain par l'intermédiaire d'un outil technologique, et même voir les technologies de l'IA remplacer des cliniciens. Un des exemples les plus importants dans la pratique médicale actuelle est l'emploi des robots conversationnels thérapeutiques. Il a été mis en évidence que ces agents conversationnels aident les patients à mieux comprendre le diagnostic qui leur est fait ainsi qu'à adhérer au protocole de soin correspondant.⁴⁴ Une autre étude montre que les patients atteints d'un stress post-traumatique étaient plus ouverts à la communication et capables de reconnaître leur traumatisme en décrivant leurs symptômes à un robot plutôt qu'à une personne.⁴⁵ Cependant, on n'en est pas au point où cette version de l'IA dans le domaine médical s'approprierait déjà à remplacer les modèles thérapeutiques en place.

41. Tommaso Iannitti et al., "Narrative Review of Telemedicine Consultation in Medical Practice," *Patient Preference and Adherence*, 2015, 65.

42. American Hospital Association, "Fact Sheet: Telehealth," February 2019.

43. "Cleveland Clinic Express Care® Online," Cleveland Clinic, 2019.

44. Aditya Vaidyam and John Torous. "Chatbots: What Are They and Why Care?" *Psychiatric Times*, June 27, 2019. <https://www.psychiatrytimes.com/telepsychiatry/chatbots-what-are-they-and-why-care>.

45. Myrthe L. Tielman et al., "A Therapy System for Post-Traumatic Stress Disorder Using a Virtual Agent and Virtual Storytelling to Reconstruct Traumatic Memories," *Journal of Medical Systems* 41, no. 8 (2017): 125.

Alors que les participants à ces études ont bien voulu parler à un robot à qui ils ont d'ailleurs révélé plus de détails qu'ils ne le feraient en personne au premier abord ou lors d'une visioconférence, la recherche démontre qu'il existe à cela quelques réserves. En particulier, des études indiquent que certains individus sont désireux de communiquer plus d'informations à un de ces agents conversationnels intelligents quand ils sont assurés qu'un clinicien lira la transcription des échanges.⁴⁶ Cela étant dit, même si les participants étaient rassurés de savoir qu'ils obtiendraient un diagnostic psychologique solide ou un retour thérapeutique d'un clinicien en chair et en os, ils étaient tout de même désireux de se confier à une IA au début de la démarche thérapeutique pendant la session initiale. Considérant le succès commercial des applications de santé mentale et le fait que l'Association Américaine de Psychiatrie a commencé à catégoriser et à évaluer l'efficacité potentielle de ces applications, lesquelles contiennent souvent une composante conversationnelle, il est tout à fait raisonnable de penser que le public en fera plus d'usage à l'avenir.⁴⁷

L'idée même du thérapeute virtuel impose une dynamique différente de celle du modèle traditionnel, même si un clinicien est appelé à intervenir à la fin du processus. Dans ce nouveau modèle, la relation médecin-patient prend un aspect différent des interactions face-à-face, d'humain à humain décrites par Beauchamp et Childress. Bien que les participants aient voulu s'assurer que la prise de décision médicale restait aux mains d'un humain, la construction de la relation était initialement laissée à une IA. Cela marque une divergence d'approche par rapport à celles qu'on avait pu constater dans le cas des systèmes d'aide au diagnostic médical (SADM) comme Watson for Oncology qui opère en coulisses. Ces systèmes d'IA sont d'ailleurs conçus pour être employés comme des outils intervenant en toute discrétion pour établir un diagnostic en corrélation avec l'expertise d'un clinicien. Un agent conversationnel virtuel conçu à des fins thérapeutiques interagit en premier avec l'humain et relaie ensuite les renseignements rassemblés lors de l'échange d'un prestataire humain à un autre. L'IA de ces robots conversationnels thérapeutiques ne prend pas d'images, mais fait un travail fondé sur le dialogue et la relation avec un client. Cette relation pourrait

46. Timothy W. Bickmore et al., "Response to a Relational Agent by Hospital Patients with Depressive Symptoms," *Interacting with Computers* 22, no. 4 (2010): 289.

47. Jessica Truschel, "Top 25 Mental Health Apps for 2020: An Alternative to Therapy?," *Psychom.net*—Mental Health Treatment Resource Since 1986, March 19, 2020, <https://www.psychom.net/25-best-mental-health-apps>.

ne pas porter de ressemblance avec celle qui anime le tandem clinicien-patient mis en place par la médecine moderne, mais dans ces circonstances précises, l'IA est indéniablement mêlée à la relation entre le patient et le médecin. Et alors que ces agents conversationnels intelligents ne peuvent visiblement pas remplacer une interaction en personne avec un clinicien, d'autres outils technologiques en cours d'élaboration dans les laboratoires scientifiques du monde entier cherchent à repousser cette limite.

Au Japon où l'IA fait l'objet d'une perception très positive, les technologies de l'IA qui accompagnent les patients de manière directe vont plus loin que les thérapies en ligne. En effet, le Japon a commencé à mettre en service des robots de soin équipés d'IA qui sont capables de dispenser un dosage approprié de médicaments et de subvenir aux besoins de base de leur population de seniors, par exemple en réglant la température dans leur chambre.⁴⁸ La demande d'outils robotiques a tant augmenté dans les soins gériatriques que de nombreuses entreprises automobiles ont converti leurs activités, passant ainsi de la conception de véhicules autonomes aux géronto-technologies, telles les lits transformables en chaises roulantes ou l'emploi de supports cybernétiques, permettant au personnel de soin de soulever les patients sans aide extérieure.⁴⁹ De manière plus directe et plus personnelle, les robots humanoïdes équipés d'IA, tel Pepper construit par SoftBank Robotics, ont été conçus pour chanter des chansons aux patients âgés et pour répondre à des questions simples comme « où se trouvent les toilettes ? »⁵⁰ Même les animaux de compagnie conçus au Japon, tel le phoque robotisé Paro, ont été inventés spécifiquement pour réagir aux interactions humaines donnant ainsi les moyens aux patients âgés de construire une relation avec une entité non-vivante.⁵¹

Les outils technologiques comme Paro et Pepper ont obtenu un grand succès, car ils ont été conçus à dessein pour capitaliser sur l'habileté culturelle unique des patients japonais à créer des liens avec une IA. Étant donné l'a priori favorable qu'ont les Japonais envers l'IA, il n'est pas étonnant que leur culture soit très en avance quant à son adoption en médecine. Dans les exemples cités, les outils technologiques étaient mis en service pour

48. Naomi Tajitsu, "Japanese Automakers Look to Robots to Aid the Elderly," *Scientific American*. April 12, 2017, <https://www.scientificamerican.com/article/japanese-automakers-look-to-robots-to-aid-the-elderly>.

49. Don Lee, "Desperate for Workers."

50. Don Lee, "Desperate for Workers."

51. Amy Harmon, "A Soft Spot for Circuitry," *The New York Times*. July 5, 2010, https://www.nytimes.com/2010/07/05/science/05robot.html?_r=2&pagewanted=1.

assurer les soins des seniors tout en palliant le manque de personnel médical. En utilisant les outils mis à disposition par l'IA en médecine, les robots humanoïdes japonais dotés d'IA satisfont à cette première condition énoncée, et ce, de manière éthique. La seconde condition qui consiste à assurer le maintien de la relation patient-clinicien s'en voit partiellement satisfaite, vu que les patients ont fait montre d'une habilité claire à créer un lien avec ces outils, quoique différemment de la manière classique impliquant le patient et le clinicien qui prend les décisions médicales. Bien que l'IA humanoïde japonaise n'atteigne pas complètement le niveau des technologies futures qui pourraient être mises en service dans le domaine de la santé à l'avenir, les outils actuels constituent certainement un pas dans cette direction.

En substance, les États-Unis ne sont probablement pas prêts à une mise en service à grande échelle d'humanoïdes équipés d'IA semblables à ceux que l'on voit au Japon. Tout au plus, les technologies de l'IA les plus facilement adaptables au système de santé américain ressembleraient probablement à l'IA de Babylon où l'intelligence artificielle agirait en tant que clinicien en première ligne de soin. En tant que telle, l'IA serait en mesure d'établir un diagnostic rapide sur des affections bénignes comme les rhumes et les gripes, envoyant le patient à un clinicien en cas de besoin. Une IA de ce calibre pourrait tout à fait être mise en service aux États-Unis en adhérant aux deux principes éthiques suivants, à savoir satisfaire aux exigences d'un cas documenté et maintenir la relation patient-clinicien.

Le système de santé américain connaît les mêmes besoins que ceux qui sont pris en charge par l'IA au Japon, tout au moins concernant les préoccupations liées à une population vieillissante. Toutefois, l'inquiétude monte aux États-Unis concernant un manque de soutien accessible aux patients âgés ; cette inquiétude a été relayée dans un rapport datant de mars 2019 publié par le gouvernement Trump.⁵² Le rapport intitulé *Emerging Technologies to Support an Aging Population* (Technologies émergentes destinées au soin des aînés) indique clairement que le modèle de santé actuel ne fonctionne pas et que des technologies émergentes devraient être prises en compte afin de soulager le fardeau incombant aux prestataires de soins de santé. En adoptant certains outils technologiques, les États-Unis deviendraient moins dépendants des aides aux soins de santé à domicile, type d'emploi en forte croissance dû au nombre de gens nécessitant ce type de soins. Or, des

52. Mark Mather, Paola Scommegna, and Lillian Kilduff, "Fact Sheet: Aging in the United States," Population Reference Bureau, July 15, 2019, <https://www.prb.org/aging-unitedstates-fact-sheet/>.

inquiétudes liées à la faible rémunération et aux demandes physiques de ce type d'emploi sont en passe de contribuer à une pénurie dans cette catégorie de personnel à domicile.⁵³ A savoir que le manque de personnel ne touche certainement pas que les États-Unis où l'on remarque des insuffisances de soins qui pourraient être allégées ou résolues grâce à la technologie.

Les populations rurales constituent un défi particulier pour le système de santé dans son modèle moderne. Avec ses centres hospitaliers centralisés établis dans les plus grandes villes de la nation, les cliniciens se sont éloignés de l'image idéale du médecin de campagne pouvant effectuer des visites à domicile. Les défis apportés par les patients vivant dans des régions reculées a fait augmenter le besoin de solutions impliquant la télémédecine.⁵⁴ Lorsqu'il est donné aux patients la possibilité de voir un médecin virtuellement, ceux-ci n'ont pas à faire le trajet pour rejoindre l'établissement de soins le plus proche, ni à trouver un moyen de transport quand ils n'ont pas de véhicule personnel à disposition ou ne peuvent compter sur la visite d'un médecin. La société Babylon Health, par exemple, cible ouvertement les patients vivant dans ces zones isolées. Après sa réussite à l'examen de médecine au Royaume-Uni, l'IA de la société Babylon fut d'abord distribuée à des populations isolées d'Afrique permettant à un système de santé marqué par un manque de cliniciens de proposer des consultations à un plus grand nombre de patients et surtout de passer plus de temps auprès de ceux nécessitant des soins particuliers.⁵⁵ La société Babylon basée à Londres s'est beaucoup développée depuis grâce au système d'exploitation iOS et à une application Android censée offrir la même médecine de première ligne à tous les gens possédant un smartphone aux États-Unis. L'idée maîtresse de cette technologie est simple : dans un système où l'accès à la santé constitue un défi, il s'agit de trouver un moyen de faciliter cet accès.

Si l'IA en tant que clinicien de première ligne peut interagir avec un patient et diagnostiquer des maladies communes et des affections comme les allergies, le rhume, ou même la grippe, alors l'interaction médecin-patient peut en théorie être réservée aux cas plus complexes. Etant donné que le clinicien n'aurait pas besoin d'accorder du temps aux patients dont

53. U.S. Bureau of Labor Statistics, "Home Health Aides and Personal Care Aides: Occupational Outlook Handbook," September 4, 2019. <https://www.bls.gov/ooh/healthcare/home-health-aides-and-personal-care-aides.htm>.

54. Ahmed Hosney and Hugo J.W.L. Aerts, "Artificial Intelligence for Global Health." American Association for the Advancement of Science, November 22, 2019, <https://science.sciencemag.org/content/366/6468/955.full>.

55. Babylon Health, "Babylon AI Achieves Equivalent Accuracy with Human Doctors."

les affections peuvent être diagnostiquées de façon rapide et facile grâce à l'IA, il serait alors disponible pour avoir une conversation plus longue et plus détaillée avec des patients ayant besoin de soins plus spécifiques. Non seulement cela permettrait de maintenir une relation patient-clinicien entre un humain et une IA de première ligne pouvant prendre des décisions médicales, mais cela pourrait aussi optimiser la relation humaine médecin-patient. Toutefois, le modèle dans lequel l'IA prend la décision médicale a été vivement critiqué, même pour des diagnostics simples : il s'agit d'un phénomène connu sous le nom de boîte noire. L'inquiétude qu'il soulève est la suivante : dans l'éventualité où le diagnostic proviendrait d'une IA, même si la décision médicale semblait logique, il est impossible pour un humain de comprendre de quelle manière le diagnostic a été rendu.⁵⁶

Le fait que l'IA fonctionne sur le principe de la boîte noire peut être source de frustration étant donné l'impossibilité intrinsèque de comprendre ce qui fait une décision prise par IA, et par le fait que ce sentiment est probablement né de pratiques médicales anciennes liées aux relations médecin-patient. D'ailleurs, l'effet boîte noire pose un problème éthique semblable à celui que l'on peut constater dans certaines approches paternalistes de la médecine en ce que l'IA prend une décision que le patient est supposé accepter sans discuter. Avec les progrès de la médecine, on a pu constater parmi les patients dans les systèmes de santé occidentaux un désir accru d'autonomie dans la décision médicale et d'un certain contrôle sur les soins qu'ils veulent se voir prodiguer.⁵⁷ Cependant, il est possible que les technologies futures soient libérées de ces contraintes avec les progrès de l'IA. Cette dernière peut bien rendre une décision, mais si le problème de la boîte noire est pris en considération au plus vite, il est fort possible que des chercheurs concevront les technologies de la future IA afin qu'elles soient en capacité d'expliquer pourquoi certaines conclusions ont été retenues selon des données précises. Un tel progrès constituerait une remarquable impulsion partant d'une IA faible pour aller vers une IA forte, et au vu des exemples concernant les systèmes de diagnostic et les systèmes d'IA capables de réussir médecine, il est évident que des pas vers cette tendance sont déjà en train de se concrétiser.

Sans vouloir tomber dans le débat concernant un paternalisme potentiel au sein de l'IA et des habitudes paternalistes ancrées chez les cliniciens qui

56. Robin C. Feldman, Ehrik Aldana, and Kara Stein. 2019. "Artificial Intelligence in the Health Care Space: How can we trust what we cannot know," *Stanford Law & Policy Review* 30 (2): 406.

57. Beauchamp and Childress, *Principles*, 220.

visent la bienfaisance, il y a un point supplémentaire à ajouter suggérant que la boîte noire ne doit pas être considérée comme un défaut majeur des technologies de l'IA. Pour le dire simplement, le fait qu'une IA ne soit pas capable d'expliquer à un patient les tenants et les aboutissants d'une prise de décision concernant sa santé peut être mis en parallèle avec le cas d'un spécialiste tentant d'expliquer les tenants et les aboutissants d'un raisonnement médical à un patient n'ayant aucune connaissance de la médecine. Par ailleurs, les manques de communication et les incompréhensions entre cliniciens et patients sont bien documentés dans la littérature médicale, ce qui indique que même si un médecin a théoriquement les moyens d'expliquer ses décisions, il ne le fait pas toujours avec précision ou rigueur.⁵⁸ Tout cela révèle, cependant, que peu importe si c'est un clinicien ou une IA qui pose le diagnostic directement au patient, car il faut avant tout éviter les erreurs de communication et maintenir la confiance entre le patient et son médecin. Avec le développement des systèmes d'IA, des chercheurs devraient faire en sorte d'atténuer le problème de la boîte noire, quoique son existence au sein de l'IA n'indique pas en soi que cette technologie soit indubitablement caractérisée par un manque d'éthique.

Il est à parier que, dans un avenir où le problème de la boîte noire sera résolu, où la société sera à même d'accorder sa pleine confiance à une décision prise par IA sans demander d'explication, des problèmes liés à l'utilisation de l'IA perdureront. Une des inquiétudes premières des individus ayant choisi de se reposer sur l'IA plutôt que sur leur propre savoir-faire réside dans le fait qu'ils pourraient être tentés de mettre de côté leur propre intelligence pour dépendre à tort de la technologie. Un exemple de ce phénomène est celui de conducteurs qui, en suivant aveuglément les instructions de leur GPS, précipitèrent leur véhicule dans une étendue d'eau.⁵⁹ A chaque fois, ces personnes ont visiblement préféré mettre de côté leur propre sens de l'orientation, ignorant les panneaux de direction qui indiquaient qu'ils n'étaient pas sur le bon chemin et décidant de suivre les instructions de leur GPS envers et contre tout jusqu'à la submersion. En général, ces situations n'ont pas fait de blessés et n'ont occasionné que des dommages matériels, un sentiment d'humiliation et quelques gros titres dans les journaux. Pourtant,

58. Dennis Rosen. *Vital Conversations: Improving Communication Between Doctors and Patients*. New York: Columbia University Press, 2014, 161–162.

59. Malone Kircher. "Yet Another Person Listens to GPS App and Drives Car into Lake." *Intelligencer*, January 24, 2018. <https://nymag.com/intelligencer/2018/01/waze-app-directs-driver-to-drive-car-into-lake-champlain.html>.

dans certains cas, la dépendance à un outil technologique défectueux peut avoir des conséquences bien moins bénignes. Dans le cas de Watson for Oncology, il a vite été clair que les traitements envisagés ne seraient pas efficaces pour certains patients, et pouvaient ainsi faire plus de mal que de bien. Des patients auraient pu perdre la vie si les cliniciens s'en étaient remis uniquement aux suggestions de l'IA au lieu de compter sur leur formation médicale afin de repérer des cas où un traitement n'était pas approprié. À savoir que les informations erronées provenant d'une IA et de la confiance aveugle d'un clinicien en une IA qui « savait mieux » que lui auraient été la cause directe de ces décès.

Le problème de la boîte noire et l'éventualité qu'un clinicien puisse laisser de côté sa formation médicale pour s'en référer uniquement à une IA adoptée par un système de santé sont certainement des problèmes à prendre en compte puisque l'IA est de plus en plus mêlée à la prise de décision médicale. Néanmoins, ces préoccupations ne devraient pas empêcher le recours aux technologies futures au sein des systèmes de santé. En acceptant cet état de fait au vu des tendances actuelles qui marquent les technologies de l'IA dans le monde et aux États-Unis, il est impératif d'envisager les applications éthiques des technologies qui pourront s'inscrire dans un avenir proche. Comme il a été évoqué plus haut, la prochaine étape logique de l'emploi de l'IA dans le domaine de la santé est celle du rôle qu'elle pourrait assumer en tant que clinicien de première ligne. En cela, il faut garder en mémoire que le recours éthique aux systèmes d'IA en médecine est à double ressort : l'IA doit combler un besoin dans l'environnement médical et le patient doit être capable d'établir un lien avec l'IA de façon à ce que la relation médecin-patient soit préservée. Certains cabinets médicaux ou quelque secteur d'un système hospitalier donné pourraient assumer quelques aspects de ces critères, mais il existe un système de santé aux États-Unis qui serait visiblement susceptible de constituer, dans sa totalité, le fondement d'une utilisation éthique de l'IA en première ligne de soin : il s'agit de l'administration des anciens combattants, la Veterans Health Administration (VHA).

Afin d'établir la nécessité du recours éthique à l'IA pour le diagnostic médical dans ce contexte particulier, il faut savoir que la VHA s'est rendue tristement célèbre par de longs délais d'attente, des soins inadéquats et la réputation de ne pas répondre aux besoins de ses patients. Les démarches nécessaires à l'obtention de la couverture de santé proposée par la VHA peuvent tourner au cauchemar pour certains membres des forces armées américaines auxquels ces services sont pourtant réservés. Parmi des exemples

particulièrement atroces liés à une mauvaise gestion des demandes de prestations d'invalidité, il y a celui d'un garde côte blessé pendant son service qui a passé trente-quatre ans à faire appel de son droit à l'allocation handicapé auprès du département des anciens combattants.⁶⁰ Dans un cas similaire, une ancienne combattante souffrant de diabète a dû lutter pour ses droits aux soins, encourageant pendant ce temps l'amputation d'un pied ; avant que sa demande ait été approuvée, la double amputation était consommée.⁶¹ À savoir que même lorsqu'un vétéran se voit octroyer ses droits, des problèmes sérieux subsistent.

La VHA est tristement renommée pour les difficultés que connaissent les anciens combattants dans la prise de rendez-vous médicaux dans un délai convenable, même pour les affections engageant leur pronostic vital.⁶² Ce problème a fait la une des médias dans tous les États-Unis lorsque CNN a sorti un rapport au sujet du système de santé des anciens combattants de la ville de Phoenix, dans l'état de l'Arizona, où des vétérans ont perdu la vie pour n'avoir pas pu obtenir de consultation avec un médecin. CNN a mis en évidence que ces décès étaient le résultat d'une liste secrète créée par des administrateurs de la VHA pour dissimuler le fait qu'environ 1500 patients avaient été contraints d'attendre des mois avant d'obtenir un rendez-vous en consultation, ce qui a entraîné la mort d'environ quarante d'entre eux par défaut de soin.⁶³ La VHA a alors pris des mesures pour identifier des secteurs où l'attente dépasse la norme en vigueur concernant l'accès aux soins en temps utile, mais il est difficile de déterminer ce qui constitue une longue attente et de composer avec un système qui permet la prise de rendez-vous, mais finit par les reporter de nombreuses fois.⁶⁴ Il y a eu des progrès de faits depuis le scandale de Phoenix, mais l'attente reste un souci majeur pour la VHA, en dépit des mesures mises en place ces dernières

60. Dave Philipps, "Veterans Claiming Disability Pay Face Wall of Denials and Delays," *The New York Times*, November 13, 2017, <https://www.nytimes.com/2017/11/13/us/veterans-affairs-department-benefits-delays.html>.

61. Dave Phillipps, "Veterans Claiming Disability Pay."

62. *Waiting for Care: Examining Patient Wait Times at VA Committee on Veterans' Affairs Committee on Veterans' Affairs*, 2013, Statement of Chairman Mike Coffin, Subcommittee on Oversight and Investigations of Veterans' Affairs. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=cab07006a&AN=cwru.b4081068&site=eds-live>.

63. Scott Bronstein and Drew Griffin, "A Fatal Wait: Veterans Languish and Die on a VA Hospital's Secret List," *CNN* (Cable News Network, April 24, 2014), <https://www.cnn.com/2014/04/23/health/veterans-dying-health-care-delays/index.html>.

64. Brendan McGarry, "VA Audit Confirms Veterans' Wait Times Complaints," *Military.com*, 2014, <https://www.military.com/daily-news/2014/06/10/va-audit-confirms-veterans-wait-times-complaints.html>.

années pour améliorer les systèmes de prise de rendez-vous et accroître la surveillance des temps d'attente.⁶⁵ Alors que la prise de rendez-vous et son report fréquent sont cités comme une des raisons d'une longue attente, il faut aussi compter sur la pénurie de personnel de santé.

Des estimations suggèrent que d'ici 2025, une pénurie de cliniciens aux États-Unis affectera principalement les systèmes hospitaliers situés en milieu rural et ceux qui seront dans l'incapacité de proposer des salaires compétitifs.⁶⁶ Malheureusement, la VHA pêche par ces deux aspects, ce qui cause des inquiétudes supplémentaires pour les centres médicaux de l'administration des anciens combattants dont les subventions sont insuffisantes. Par ailleurs, de potentiels problèmes causés par une future pénurie de médecins ont déjà été repérés au sein de la VHA. Entre 2011 et 2015, le nombre de cliniciens quittant ce système de santé a augmenté chaque année à cause de départs en retraite et de démissions spontanées.⁶⁷ En 2018 l'office gouvernemental des comptes, la United States Government Accountability Office (GAO), a issu un rapport démontrant clairement que la VHA traverse des difficultés de recrutement et de rétention des médecins et bien que des mesures aient été prises pour améliorer la rétention, bon nombre de ses centres médicaux ne peuvent compter que sur des intervenants à mi-temps, sur des bénévoles ou sur les cliniciens en stage qui finissent par quitter également ce système de soins.⁶⁸ Naturellement, la VHA a fait du recrutement une de ses priorités, mais l'office gouvernemental des comptes a découvert en 2019 que les tentatives d'augmenter le nombre de médecins n'avaient réussi qu'au prix d'un défaut d'accréditation des cliniciens.⁶⁹ Dans un exemple flagrant cité dans le rapport en question, la VHA avait embauché un médecin dont la licence avait précédemment été révoquée pour préjudice porté à un patient par négligence. Par ailleurs, tous les rapports au sujet du temps d'attente, de la disponibilité et du recrutement des médecins brossent également le portrait d'une VHA en cruel manque de moyens.

65. Patricia Kime, "5 Years After Nationwide Scandal, VA Still Struggles to Track Wait Times," *Military.com*, July 26, 2019, <https://www.military.com/daily-news/2019/07/26/5-years-after-nationwide-scandal-va-still-struggles-track-wait-times.html>.

66. Department of Health and Human Services, Health Resources and Services Administration, Designated Health Professional Shortage Areas Statistic, HRSA Data Warehouse, 2017.

67. *Steps Taken to Improve Physician Staffing, Recruitment, and Retention, but Challenges Remain*. Statement by Director of Health Care, Debra Draper Before the Subcommittee on Health, Committee on Veterans' Affairs, House of Representatives Veterans Health, 2018.

68. *Steps Taken to Improve Physician Staffing*.

69. Kathy Larin, "Veterans health administration: Greater focus on credentialing needed to prevent disqualified providers from delivering patient care," *Nova Science Publishers, Inc.* 2019: 205.

Alors qu'une petite partie des défis auxquels fait face la VHA peuvent être résolus par le recours à l'IA, sa mise en service en tant que clinicien de première ligne soulagerait de nombreuses inquiétudes tout en assurant la première des deux conditions nécessaires à sa mise en place éthique. L'évocation d'une utilisation de l'IA dans ce contexte ne serait pas une première puisque que son emploi a déjà été présenté comme une solution aux problèmes logistiques de la VHA. En effet, en 2008, au cours d'une audience devant le comité des anciens combattants, le Committee on Veterans' Affairs, était présentée une proposition de recours à l'IA pour renforcer le système de traitement des demandes de soins de santé de la VHA.⁷⁰ En dépit du scandale de la VHA de Phoenix concernant le traitement des demandes de prestations, les propositions faites lors de cette audition ne produisirent pas les résultats escomptés. Toutefois, dès 2021, sera prévue la mise en service d'un nouveau système de logiciel, laquelle affectera toutes les antennes de la VHA, dans le but de sensiblement améliorer le processus de prise de rendez-vous de consultation et d'écourter l'attente.⁷¹ Bien évidemment, il faudra du temps pour constater si l'adoption de l'IA dans le logiciel de prise de rendez-vous entraînera la diminution des plaintes déposées par des patients connaissant des difficultés à obtenir une consultation en temps utile. Quoique le système facilite le suivi, de la prise des rendez-vous à la confirmation, le problème de la pénurie de médecins qualifiés demeure et doit être pris en compte. L'emploi actuel de Watson for Oncology dans plus de soixante-dix centres médicaux réservés aux anciens combattants est censé venir en renfort des médecins, mais une future mise en service de l'IA en tant que clinicien de première ligne soulagerait le manque de main d'œuvre de façon plus immédiate. Grâce à cette solution, les patients de la VHA pourraient prendre rendez-vous en temps réel avec une IA pour des soins de base ou pour se voir prescrire une consultation chez un spécialiste, ce qui permettrait aux médecins en poste de répondre aux besoins des vétérans nécessitant des soins plus pointus.

En admettant que l'emploi de l'IA pour le diagnostic pourrait pourvoir aux besoins avérés de la VHA, il reste la deuxième condition nécessaire à l'utilisation éthique de cet outil technologique. Pour une utilisation éthique, les membres des forces armées américaines doivent pouvoir maintenir la relation médecin-patient dans le cadre de ce recours à l'IA en tant que

70. *The Use of Artificial Intelligence to Improve the U.S. Department of Veterans Affairs' Claims Processing System*, 2008. Hearing before the Subcommittee on Disability Assistance and Memorial Affairs of the Committee on Veterans' Affairs U.S. House of Representatives

71. Patricia Kime, "5 Years After Nationwide Scandal."

clinicien de première ligne. Fort heureusement, durant leur service, de nombreux militaires ont acquis une certaine capacité à forger des relations personnelles avec des outils technologiques d'avant-garde. C'est particulièrement évident au sein des unités de neutralisation, d'enlèvement et de destruction des engins explosifs (NEDEX) et dans leur emploi de robots démineurs, lequel a débuté en 1972.⁷² Depuis le moment où ces engins ont été mis en service sur le terrain, les groupes d'intervention NEDEX ont démontré une capacité remarquable à tisser des liens émotionnels avec le robot démineur, au point où les unités lui donnaient un nom et le traitaient comme un animal de compagnie.⁷³ Certaines unités ont eu des liens suffisamment forts avec ces robots pour connaître un véritable sentiment de deuil et organiser des funérailles pour leur « compagnon d'arme » si le robot avait souffert des dommages irréparables⁷⁴. Des exemples de groupes d'intervention NEDEX et de leurs robots tombés au champ d'honneur montrent que les soldats sont capables de forger des liens avec des entités non-humaines. De même, les anciens combattants atteints de troubles de stress post-traumatique (TSPT) ont montré un désir de divulguer plus de renseignements à un agent conversationnel intelligent qu'ils ne pourraient vouloir le faire dans une situation ordinaire.⁷⁵ Dans le stade actuel des choses, il semble que ces liens immédiats avec l'IA soient susceptibles de se développer vu la volonté avérée de l'armée de se tourner vers des technologies innovantes pour répondre aux besoins des militaires.

À travers l'histoire, la recherche militaire a été au premier plan des avancées médicales. Bien que le développement de ces technologies ait souvent des causes tragiques, l'armée a généralement constitué un environnement dans lequel les appareillages prothétiques ont connu de grandes avancées et les méthodes de sauvetage des membres et de leurs fonctions ont beaucoup progressé.⁷⁶ D'ailleurs, même les choses aussi basiques que les

72. Military.com, "The Very First Bomb Disposal Robot," January 15, 2014, <https://www.military.com/video/ammunition-and-explosives/explosive-ordnance-disposal/the-first-bomb-disposal-robot/3059244734001>.

73. Doree Armstrong, "Emotional Attachment to Robots Could Affect Outcome on Battlefield," Office of Minority Affairs Diversity, September 13, 2013, <https://www.washington.edu/news/2013/09/17/emotional-attachment-to-robots-could-affect-outcome-on-battlefield/>.

74. Megan Garber, "Funerals for Fallen Robots," *The Atlantic*, September 20, 2013, <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/09/funerals-for-fallen-robots/279861/>.

75. Myrthe L. Tielman et al., "A Therapy System for Post-Traumatic Stress Disorder."

76. Melissa Block, "Orthotic Brace Takes Soldiers from Limping to Leaping," *NPR*, March 31, 2014, <https://www.npr.org/sections/health-shots/2014/03/31/295328707/orthotic-brace-takes-soldiers-from-limping-to-leaping>.

garrots ou la production industrielle d'antibiotiques trouvent leurs sources dans le contexte militaire.⁷⁷ Ces avancées se sont ensuite étendues du contexte militaire à tous les systèmes de santé et on peut s'attendre à ce qu'il en soit de même pour les progrès médicaux à venir.

Une recherche déclassifiée en cours menée au sein de l'Agence pour les projets de recherche avancée de défense, la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), fait mention d'un intérêt pour la mise en service de technologies médicales dotées d'IA au sein des armées. Un des programmes de la DARPA intitulé Warfighter Analytics using Smartphones for Health (WASH) entend mettre à profit la technologie présente dans les téléphones intelligents pour surveiller la santé et le niveau de préparation physique d'un soldat, comme une sorte de tracker de santé allant jusqu'à repérer des changements mineurs dans la démarche d'un soldat, dans sa tension musculaire et son niveau de transpiration.⁷⁸ Un autre projet annoncé pour 2019, Bioelectronics for Tissue Regeneration (BETR) axé sur la régénération tissulaire bioélectronique, entend associer l'IA à des capteurs pour suivre la réponse de l'organisme à des stimulations biochimiques ou biophysiques des tissus, le but étant de communiquer des données à des déclencheurs capables de cicatrifier les blessures.⁷⁹ Alors que la technologie militaire avance et que l'IA s'intègre de plus en plus aux interactions humaines au sein de l'armée, les exemples de militaires qui développeront des liens avec la technologie durant leur carrière ne feront que se multiplier. Et en plus des interactions avec l'IA ayant lieu pendant leur carrière, les militaires des forces armées américaines auront également accès à la technologie intelligente destinée à la consommation de masse.

Ces interactions avec l'IA pourront établir les fondations sur lesquelles les militaires ayant besoin d'un traitement médical dans le cadre de la VHA pourront être soignés dans un délai convenable tout en maintenant le lien patient-médecin grâce à l'IA tenant le rôle du clinicien de première ligne. Évidemment, tous les militaires ne pourront avoir le même niveau d'interaction avec l'IA, en particulier les patients âgés qui n'avaient jamais été en contact avec l'IA durant leur carrière. Ainsi, de façon à adhérer

77. Leah Samuel, "6 Battlefield Medical Innovations That Moved to Mainstream Medicine," *STAT*, November 10, 2017, <https://www.statnews.com/2017/11/10/medical-innovations-war/>.

78. Jonathan M. Smith, "Warfighter Analytics Using Smartphones for Health (WASH)." <https://www.darpa.mil/program/warfighter-analytics-using-smartphones-for-health>.

79. Dr. Paul Sheehan, "Bioelectronics for Tissue Regeneration (BETR)." <https://www.darpa.mil/program/bioelectronics-for-tissue-regeneration>.

au plus près à un emploi éthique de l'IA pour le diagnostic, il devra être donné le choix aux militaires qui se feront soigner dans un centre médical réservé aux vétérans d'avoir affaire en premier lieu à une IA ou d'attendre qu'un médecin soit en mesure de les recevoir en consultation. À savoir qu'obliger un individu à faire ce choix en dépit de son confort, alors qu'il ne désire pas parler à un agent conversationnel ou profiter de l'assistance d'une IA pour effectuer le diagnostic d'un rhume ou d'une grippe, pourrait endommager le lien patient-médecin et rendre la mise en service de cette technologie bien peu éthique. Pourtant, étant donné la nature des progrès de la relation entre humanité et IA et les indications suggérant une future application dans les forces armées américaines, les années à venir verront probablement une augmentation du nombre des patients désireux d'interagir d'abord avec une IA. Comme nous l'avons évoqué précédemment, concernant les patients atteints de TSPT et leurs interactions avec un agent conversationnel et à propos du succès de la téléconsultation, il est possible que ces patients préfèrent s'en remettre à une IA, si cela implique qu'ils peuvent recevoir des soins immédiats.

Au cœur de la mise en service de l'IA se trouve un désir de dispenser de meilleurs soins qui soient plus ciblés et plus accessibles. Pour de nombreuses raisons, proposer l'application de l'IA en tant que clinicien de première ligne dans le système de santé américain constitue un grand défi dû à une méfiance sociétale bien ancrée envers l'IA. Toutefois, les préoccupations éthiques enracinées dans cette méfiance n'ont pas été suffisantes pour empêcher des avancées technologiques, et il est désormais impératif de réfléchir au-delà de l'hypothétique autorisation de l'emploi de l'IA en médecine pour orienter la conversation sur la question suivante : comment l'IA devrait-elle être mise en œuvre ? Dans le but d'assurer une utilisation éthique des futures technologies dans le système de santé, deux conditions doivent être remplies. À savoir que l'outil technologique doit servir un besoin documenté et que la mise en œuvre de la technologie ne doit pas endommager le potentiel d'évolution de la relation patient-médecin.

L'incapacité de la Veterans Health Administration à prendre pleinement en charge ses patients selon les standards établis pourrait être prise en compte à travers l'emploi de l'IA en tant que clinicien de première ligne. De surcroît, de nombreux membres des forces armées américaines qui à l'avenir seront pris en charge dans les centres médicaux réservés aux vétérans auront eu des interactions avec l'IA et forgé une relation unique avec les technologies de l'IA pendant leur carrière. Ces interactions pourraient donc les rendre

capables de garder confiance en une décision médicale quand l'IA agit en tant que clinicien, et ce dans le respect du lien patient-clinicien. L'IA pourrait ne pas être encore tout à fait capable d'assumer pleinement ce rôle dans la phase du diagnostic, mais il est impératif d'anticiper une mise en œuvre éthique de l'IA dans l'avenir. Comme les futures technologies de l'IA amélioreront certainement les soins de santé, la Veterans Health Administration est susceptible de bénéficier considérablement de ces avancées, car elle constitue un environnement où la contribution de l'IA peut effectivement adhérer aux principes fondateurs de l'éthique médicale occidentale.

Références

- American Hospital Association. "Fact Sheet: Telehealth." February 2019. <https://www.aha.org/system/files/2019-02/fact-sheet-telehealth-2-4-19.pdf>.
- Ana, Cat. "Why the Japanese Find Deep Love with Deep Learning." *Medium. Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine*, February 12, 2019. <https://becominghuman.ai/why-the-japanese-find-deep-love-with-deep-learning-829e1bb629c2>.
- Armstrong, Doree. "Emotional Attachment to Robots Could Affect Outcome on Battlefield." Office of Minority Affairs Diversity. September 13, 2013. <https://www.washington.edu/news/2013/09/17/emotional-attachment-to-robots-could-affect-outcome-on-battlefield/>.
- Asimov, Isaac. "Runaround" *I, Robot*. Greenwich, CT: Fawcett Publications, 1950.
- Bickmore, Timothy W., Suzanne E. Mitchell, Brian W. Jack, Michael K. Paasche-Orlow, Laura M. Pfeifer, and Julie O'Donnell. "Response to a Relational Agent by Hospital Patients with Depressive Symptoms." *Interacting with Computers* 22, no. 4 (2010): 289–98.
- Block, Melissa. "Orthotic Brace Takes Soldiers from Limping to Leaping." *NPR*, March 31, 2014. <https://www.npr.org/sections/health-shots/2014/03/31/295328707/orthotic-brace-takes-soldiers-from-limping-to-leaping>.
- Bronstein, Scott, and Drew Griffin. "A Fatal Wait: Veterans Languish and Die on a VA Hospital's Secret List." *CNN*. Cable News Network, April 24, 2014. <https://www.cnn.com/2014/04/23/health/veterans-dying-health-care-delays/index.html>.
- Buiddie. "The Role of Artificial Intelligence in Wildlife Conservation." *Medium*. May 15, 2019. <https://medium.com/buiddie/the-role-of-artificial-intelligence-in-wildlife-conservation-5dc3af2b4222>.
- Business Wire. "Pacifcor Names Latham & Watkins to Field Terminator Inquiries." Berkshire Hathaway. February 17, 2010. <http://www.businesswire.com/news/home/20100217005514/en/Pacifcor-Names-Latham-Watkins-Field-Terminator-Inquiries>.
- Eakins, Christopher, Wendy D. Ellis, Sumit Pruthi, David P. Johnson, Marta Hernanz-Schulman, Chang Yu, and J. Herman Kan. "Second Opinion Interpretations by Specialty Radiologists at a Pediatric Hospital: Rate of Disagreement and Clinical Implications." *American Journal of Roentgenology* 199, no. 4 (2012): 916–20.

- Babylon Health, "Babylon AI Achieves Equivalent Accuracy with Human Doctors in Global Healthcare First." PR Newswire: News Distribution, Targeting and Monitoring, June 27, 2018. <https://www.prnewswire.com/news-releases/babylon-ai-achieves-equivalent-accuracy-with-human-doctors-in-global-healthcare-first-686718631.html>.
- Beauchamp, Thomas L., and James F. Childress. *Principles of Biomedical Ethics*. New York: Oxford University Press, 2013.
- Berner, Eta S. and Tonya J. La Lande, "Overview of Clinical Decision Support Systems," in *Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice*, ed. Eta S. Berner. Switzerland: Springer International Press, 2016.
- Bresnick, Jennifer. "Artificial Intelligence in Healthcare Market to See 40% CAGR Surge." HealthITAnalytics, July 24, 2017. <https://healthitanalytics.com/news/artificial-intelligence-in-healthcare-market-to-see-40-cagr-surge>.
- Brown, Eric. "Watson: The *Jeopardy!* Challenge and beyond." 2013 IEEE 12th International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing, 2013.
- Brynjolfsson, Erik, and Andrew McAfee. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Vancouver, BC: Langara College, 2018.
- "Cleveland Clinic Express Care® Online." Cleveland Clinic. Accessed April 29, 2019. <https://my.clevelandclinic.org/online-services/express-care-online>.
- Dyce, Andrew. "Our 10 Favorite Killer A.I.'s in Movies." Screen Rant, April 18, 2014. <https://screenrant.com/artificial-intelligence-movies-evil-computers/>.
- Ehrenkranz, Melanie. "Facial Recognition Flags Woman on Bus Ad for 'Jaywalking' in China." *Gizmodo*. November 26, 2018. <https://gizmodo.com/facial-recognition-flags-woman-on-bus-ad-for-jaywalking-1830654750>.
- Feldman, Robin C., Ehrik Aldana, and Kara Stein. 2019. "Artificial Intelligence in the Health Care Space: How can we trust what we cannot know." *Stanford Law & Policy Review* 30 (2): 399–419.
- Garber, Megan. "Funerals for Fallen Robots." *The Atlantic*. September 20, 2013. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/09/funerals-for-fallen-robots/279861/>.
- Hall, Mark A., Elizabeth Dugan, Beiyao Zheng, and Aneil K. Mishra. "Trust in Physicians and Medical Institutions: What Is It, Can It Be Measured, and Does It Matter?" *The Milbank Quarterly* 79, no. 4 (2001): 613–39.
- Harmon, Amy. "A Soft Spot for Circuitry." *The New York Times*. July 5, 2010. https://www.nytimes.com/2010/07/05/science/05robot.html?_r=2&pagewanted=1.
- Hosny, Ahmed, and Hugo J. W. L. Aerts. "Artificial Intelligence for Global Health." *American Association for the Advancement of Science*, November 22, 2019. <https://science.sciencemag.org/content/366/6468/955.full>.
- Heckerman, David E., and Edward H. Shortliffe. "From Certainty Factors to Belief Networks." *Artificial Intelligence in Medicine* 4, no. 1 (1992): 35–52.
- Iannitti, Tommaso, Alessandro Di Cerbo, Julio Cesar Morales-Medina, and Beniamino Palmieri. "Narrative Review of Telemedicine Consultation in Medical Practice." Patient Preference and Adherence, 2015, 65.
- IBM. "Watson Overview." The DeepQA Research Team, July 25, 2016. https://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=2099.

- IBM Newsroom. "Manipal Hospitals Announces National Launch of IBM Watson for Oncology" IBM, July 26, 2016. <https://www-03.ibm.com/press/in/en/pressrelease/50290.wss>.
- Ito, Joi. "Why Westerners Fear Robots and the Japanese Do Not." *Wired*. Conde Nast, July 30, 2018. <https://www.wired.com/story/ideas-joi-ito-robot-overlords/>.
- Karches, Kyle E. 2018. "Against the IDoctor: Why Artificial Intelligence Should Not Replace Physician Judgment." *Theoretical Medicine and Bioethics* 39 (2): 91–110.
- Kircher, Malone. "Yet Another Person Listens to GPS App and Drives Car Into Lake." *Intelligencer*, January 24, 2018. <https://nymag.com/intelligencer/2018/01/waze-app-directs-driver-to-drive-car-into-lake-champlain.html>.
- Kime, Patricia. "5 Years After Nationwide Scandal, VA Still Struggles to Track Wait Times." *Military.com*, July 26, 2019. <https://www.military.com/daily-news/2019/07/26/5-years-after-nationwide-scandal-va-still-struggles-track-wait-times.html>.
- Krupinski, Elizabeth A., Kevin S. Berbaum, Robert T. Caldwell, Kevin M. Schartz, and John Kim. "Long Radiology Workdays Reduce Detection and Accommodation Accuracy." *Journal of the American College of Radiology* 7, no. 9 (2010): 698–704.
- Larin, Kathy. "Veterans health administration: Greater focus on credentialing needed to prevent disqualified providers from delivering patient care." *Nova Science Publishers, Inc.* 2019: 205–284.
- Lee, Don. "Desperate for Workers, Aging Japan Turns to Robots for Healthcare." *Los Angeles Times*. July 25, 2019. <https://www.latimes.com/world-nation/story/2019-07-25/desperate-for-workers-aging-japan-turns-to-robots-for-healthcare>.
- Matchar, Emily. "AI Plant and Animal Identification Helps Us All Be Citizen Scientists." *Smithsonian.com*. Smithsonian Institution, June 7, 2017. <https://www.smithsonianmag.com/innovation/ai-plant-and-animal-identification-helps-us-all-be-citizen-scientists-180963525/>.
- Mather, Mark, Paola Scommegna, and Lillian Kilduff. "Fact Sheet: Aging in the United States." *Population Reference Bureau*, July 15, 2019. <https://www.prb.org/aging-unitedstates-fact-sheet/>
- McGarry, Brendan. "VA Audit Confirms Veterans' Wait Times Complaints." *Military.com*, 2014. <https://www.military.com/daily-news/2014/06/10/va-audit-confirms-veterans-wait-times-complaints.html>.
- Military.com. "The Very First Bomb Disposal Robot." January 15, 2014. <https://www.military.com/video/ammunition-and-explosives/explosive-ordnance-disposal/the-first-bomb-disposal-robot/3059244734001>.
- National Science and Technology Council. "Emerging Technologies to Support an Aging Population." March 2019. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/03/Emerging-Tech-to-Support-Aging-2019.pdf>.
- Oxford English Dictionary Online. "Artificial Intelligence." November 2019. Oxford: Oxford University Press. <https://www.oed.com/view/Entry/271625?redirectedFrom=artificial+intelligence#eid>.
- Philipps, Dave. "Veterans Claiming Disability Pay Face Wall of Denials and Delays." *The New York Times*. November 13, 2017. <https://www.nytimes.com/2017/11/13/us/veterans-affairs-department-benefits-delays.html>.

- Polakovic, Gary. "The next Big Effort in AI: Keeping L.A.'s Water Flowing Post-Earthquake." USC News, October 4, 2019. <https://news.usc.edu/160680/ai-la-water-supply-earthquake-usc-research/>.
- Ross, Casey, and Ike Swetlitz. "IBM's Watson supercomputer recommended 'unsafe and incorrect' cancer treatments, internal documents show." *STAT*, July 25, 2018. <https://www.statnews.com/2018/07/25/ibm-watson-recommended-unsafe-incorrect-treatments/>.
- Rosen, Dennis. *Vital Conversations: Improving Communication Between Doctors and Patients*. New York: Columbia University Press, 2014.
- Russell, Stuart J., and Peter Norvig. *Artificial Intelligence a Modern Approach*. Boston: Pearson, 2016.
- Samuel, Leah. "6 Battlefield Medical Innovations That Moved to Mainstream Medicine." *STAT*, November 10, 2017. <https://www.statnews.com/2017/11/10/medical-innovations-war/>.
- Si, Ma, and Cheng Yu. "Chinese Robot Becomes World's First Machine to Pass Medical Exam." November 10, 2017. http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/tech/2017-11/10/content_34362656.htm.
- Sheehan, Dr. Paul. "Bioelectronics for Tissue Regeneration (BETR)." <https://www.darpa.mil/program/bioelectronics-for-tissue-regeneration>.
- Smith, Jonathan M. "Warfighter Analytics Using Smartphones for Health (WASH)." <https://www.darpa.mil/program/warfighter-analytics-using-smartphones-for-health>.
- Spitzer, Julie. "IBM's Watson recommended 'unsafe and incorrect' cancer treatments, STAT report finds." *Becker's Healthcare*, July 25, 2018. <https://www.beckershospitalreview.com/artificial-intelligence/ibm-s-watson-recommended-unsafe-and-incorrect-cancer-treatments-stat-report-finds.html>.
- Strickland, Eliza. "How IBM Watson Overpromised and Underdelivered on AI Health Care." *IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News*. April 2, 2019. <https://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/how-ibm-watson-overpromised-and-underdelivered-on-ai-health-care>.
- Tajitsu, Naomi. "Japanese Automakers Look to Robots to Aid the Elderly." *Scientific American*. April 12, 2017. <https://www.scientificamerican.com/article/japanese-automakers-look-to-robots-to-aid-the-elderly/>.
- Tielman, Myrthe L., Mark A. Neerincx, Rafael Bidarra, Ben Kybartas, and Willem-Paul Brinkman. "A Therapy System for Post-Traumatic Stress Disorder Using a Virtual Agent and Virtual Storytelling to Reconstruct Traumatic Memories." *Journal of Medical Systems* 41, no. 8 (2017): 125.
- Truschel, Jessica. "Top 25 Mental Health Apps for 2020: An Alternative to Therapy?" *Psycom.net—Mental Health Treatment Resource Since 1986*, March 19, 2020. <https://www.psycom.net/25-best-mental-health-apps>.
- United States Bureau of Labor Statistics. "Home Health Aides and Personal Care Aides: Occupational Outlook Handbook," September 4, 2019. <https://www.bls.gov/ooh/healthcare/home-health-aides-and-personal-care-aides.htm>.