



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



## VIE DE L'ACADÉMIE

### Intelligence artificielle, numérique et métiers d'imagerie médicale<sup>☆</sup>

L'IA est une révolution scientifique, en particulier dans les spécialités médicales où l'analyse d'images tient une place prépondérante, l'anatomopathologie, la radiologie et la médecine nucléaire. Comment l'irruption de l'IA et du numérique va-t-elle modifier l'exercice de ces spécialités médicales basées sur l'imagerie ? Il n'est jamais facile de prévoir l'avenir, mais on peut essayer de distinguer deux phases.

#### Pour les 10 années à venir

On voit dès maintenant que l'IA va intervenir à toutes les étapes de l'imagerie médicale.

Elle va permettre d'accélérer l'acquisition et d'améliorer la qualité des images radiologiques. À titre d'exemple, la qualité d'images IRM traitées par IA acquises deux fois plus vite (2 minutes) sur des machines de routine (aimant de 3 teslas) est équivalente à celles d'images acquises sur des IRM de recherche à 7 teslas, deux fois plus coûteuses et nécessitant un temps d'acquisition deux fois plus long. Le même phénomène est observé en PET-scanner.

L'IA permet, dès maintenant, de reconnaître, de façon automatique, de nombreuses anomalies radiologiques : pour n'en citer que quelques-unes, mentionnons la détection des fractures et des luxations articulaires, la plupart des anomalies visibles sur la radiographie pulmonaire les cancers notamment, les cancers du sein en mammographie avec une fiabilité équivalente à celle de lecteurs radiologues entraînés, d'hématomes intracrâniens ou de nodules pulmonaires en scanner.

Dès maintenant, les radiologues assistés par l'IA font part du confort qu'elle procure, soulagés de la hantise de

manquer une image subtile ou petite et cachée au sein d'un examen comportant une multitude d'images et de séquences d'acquisition. Elle leur permet de se concentrer sur la validation et la caractérisation de l'anomalie détectée. L'IA va ainsi permettre de minimiser l'erreur médicale. Le radiologue « augmenté » de l'IA sera plus performant.

L'IA permet aussi de quantifier les anomalies radiologiques, notamment en oncologie dans l'évaluation de la masse tumorale pour le suivi sous traitement, élément essentiel pour juger de son efficacité ou, par exemple, la quantification des plages de démyélinisation dans le pronostic et le suivi de la sclérose en plaques. Ces innovations entrent dès maintenant dans la pratique de l'imagerie. Cette fonction de quantification est essentielle pour la détermination et le suivi des traitements. Elle va économiser le temps du radiologue et lui permettre de se consacrer à la prise en compte du contexte médical.

L'IA va aussi permettre de fluidifier et d'améliorer le délai de prise en charge des urgences médicales : elle est capable de reconnaître et de prioriser de nombreuses situations urgentes et d'en aviser immédiatement les praticiens qui ont en charge le patient. De façon plus générale, elle va permettre de trier et d'orienter les patients sur une grande échelle en fonction de leur situation et d'améliorer l'organisation médicale. Car l'IA ne connaît pas la fatigue ; elle est debout et de rendement égal 7 j/7 et 24 h/24. Elle pourra générer un compte rendu automatique, soumis à validation. Elle permet ainsi d'activer la prise de décision.

L'IA associée à la télémédecine bénéficie aussi à la santé des populations en triant les patients qui doivent être pris en charge dans des centres de référence, fonction particulièrement utile dans les régions des pays développés où la ressource médicale se fait rare et, plus encore, dans les pays en voie de développement où un dépistage par une imagerie « avancée » rustique et portable devient possible dans des lieux peu accessibles et non médicalisés. Il suffira d'un capteur-plan radiographique portable pour la pathologie osseuse et thoracique ou d'une sonde d'échographie pour la pathologie abdominale, et d'une connexion internet pour obtenir un premier diagnostic et, surtout, déterminer si un patient isolé doit être transporté dans le centre régional.

<sup>☆</sup> Résumé d'une communication présentée lors de la journée dédiée « Médecine et intelligence artificielle » du mardi 3 mai 2022 à l'occasion de la parution de l'ouvrage : « Nordlinger B, Villani C, de Fresnoye O Dir. Médecine et intelligence artificielle. Paris : CNRS éditions, 2022 ».

L'IA a aussi envahi le domaine de la recherche médicale, notamment en imagerie, car l'IA permet de traiter de très grandes bases de données et d'explorer un nombre illimité de corrélations, parfois inattendues. Chaque nouveau numéro des revues scientifiques d'imagerie apporte son lot de nouvelles applications. *Radiology*, la première revue internationale de radiologie, a d'ailleurs créé une revue réservée aux applications de l'IA en imagerie.

L'IA rend aussi possible le traitement des « données brutes » de l'image qui contiennent des informations qui ne sont pas captées par l'œil humain et sont filtrées par les algorithmes actuels pour présenter l'image médicale au lecteur. Ces informations non accessibles à notre œil peuvent être extraites et analysées à l'aide d'outils d'apprentissage machine ou d'apprentissage profond pour extraire et sélectionner de nouveaux biomarqueurs (descripteurs radiomiques) utiles pour le diagnostic, le pronostic, ou la prédiction de la réponse à un traitement.

### Et au-delà de 10 ans ?

Il est encore plus difficile d'imaginer le futur après cette phase intermédiaire. La perspective d'avoir à cohabiter avec une autre intelligence qui ne connaît ni la fatigue ni la variation d'humeur a quelque chose d'inquiétant.

Car, à n'en pas douter, non seulement les métiers de l'image médicale, mais aussi tout l'exercice, médical seront bouleversés. On n'en sera plus à la détection d'anomalies, mais à la caractérisation précise, au croisement et à l'intégration de toutes les données acquises, des données cliniques à la génomique, et finalement au diagnostic médical et à la proposition thérapeutique. La grande limite actuelle de l'IA en médecine est son inaptitude à replacer les données analysées dans le contexte global du patient (« contextualisation »). Mais, on peut en être certain, les signaux qui génèrent la mystérieuse intuition médicale, tels que l'expression d'un visage, la couleur d'une peau ou d'une muqueuse, une transpiration excessive ou un souffle court, un changement dans le timbre dans la voix, seront devenus mesurables à travers toutes sortes de capteurs. Le croisement d'un nombre très important de paramètres très divers ne pose aucun problème à l'IA quand notre intelligence sature.

Les maladies rares sont une autre chasse gardée actuelle de l'intelligence humaine. Ce qui fait la force de l'humain aujourd'hui, son aptitude à évoquer une affection exceptionnelle, malgré une expérience limitée de la pathologie, entrera dans le champ de l'IA qui finira par acquérir une connaissance médicale bien supérieure à celle qu'un être humain peut accumuler, car les données massives permettront d'étendre le champ de l'IA aux maladies rares.

L'IA nous dira que le sous-type de la maladie du patient est XPR3 avec une probabilité de 98 % (96,2–98,8) et qu'elle relève du traitement ciblé de première ligne OPH4, efficace dans cette situation dans 95,2 % (93,1–98,2).

La formation médicale, aussi, sera fortement affectée, car il s'agira d'être à même d'exercer une fonction de contrôle et d'apporter une valeur ajoutée à l'IA. À n'en pas douter, l'IA sera utilisée dans les examens de fin de cursus. Le candidat devra démontrer qu'il apporte quelque chose par rapport à l'IA utilisée isolément avant d'être autorisé à exercer une fonction de validation. L'IA ne sera une prime que pour ceux que leur expertise placera dans cette position de contrôle et d'ultime validation.

Indiscutablement, les futurs développements de l'IA en imagerie posent la question de la place qui restera aux radiologues. Il est possible que le nombre de radiologues nécessaire soit moins important, malgré l'augmentation constante du flux d'exams d'imagerie. Cependant, on ne voit pas aujourd'hui comment la validation ultime pourrait échapper à des radiologues sélectionnés pour leur expertise.

### Déclaration de liens d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

J.-D. Laredo

*Chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Lariboisière, 2, rue Ambroise-Paré, 75010 Paris, France*  
Adresse e-mail : [jean-denis.laredo@aphp.fr](mailto:jean-denis.laredo@aphp.fr)

Reçu le 24 avril 2022

Accepté le 24 avril 2022

Disponible sur Internet le 26 juillet 2022