

AU CŒUR DU SUJET 

# L'intelligence artificielle au service de la santé



**PARRAIN DU DOSSIER : JEAN CHARLET**

Jean Charlet est chargé de recherche à l'AP-HP. Il travaille au Laboratoire d'informatique médicale et ingénierie des connaissances pour la e-santé, Limics (Inserm/Sorbonne Université/Université Sorbonne Paris Nord).

© Getty Images



Grâce aux progrès informatiques, la santé est entrée dans l'ère de la médecine augmentée. Le développement de l'intelligence artificielle et l'exploitation des données massives (ou *big data*) génèrent beaucoup d'espoirs pour l'amélioration de la qualité des soins : amélioration du diagnostic, du suivi des patients et de la prévention, mise au point de nouvelles thérapies ou techniques, comme la chirurgie assistée par ordinateur... Si les applications sont nombreuses, il reste néanmoins encore beaucoup de travail pour que l'intelligence artificielle entre dans la pratique courante des médecins et des chercheurs.

**L**a recherche médicale vit une révolution numérique liée à l'abondance de données et à notre capacité à les collecter, à les stocker et surtout à les traiter.

« Les capacités des ordinateurs sont quasi illimitées : ils peuvent analyser des milliards d'informations à une vitesse considérable et en comparant une multitude de paramètres, alors que le cerveau humain ne gère plus de 6 ou 7 variables en même temps », résume Irène Buvat, directrice de recherche au Service hospitalier Frédéric-Joliot (CEA, Orsay). Associé à l'expertise des médecins, le développement de l'intelligence artificielle (IA) est donc très prometteur en santé.

#### Données et programmes

L'IA s'appuie sur deux éléments importants : les algorithmes et les données massives.

Les **algorithmes** sont des programmes informatiques qui imitent des modes de

## 55 % des Français

estiment que l'intelligence artificielle jouera un rôle positif dans le domaine de la santé, en améliorant soins et prévention.

Source : étude Keley pour YouGov France, 2018

raisonnement faisant appel à l'intelligence. Il y a les programmes d'IA où les tâches à effectuer ont été prédéfinies par l'humain. Il s'agit par exemple d'un programme sachant jouer aux échecs car on lui a fourni les règles du jeu et la puissance de calcul nécessaire pour anticiper les conséquences de ses choix. Il existe aussi les programmes d'IA avec apprentissage, ●●●



→ **Algorithme** : suite d'opérations et/ou de règles formelles effectuée par un programme informatique pour résoudre un type de problème donné.





## Les algorithmes à l'épreuve de l'éthique

L'automatisation de certaines tâches grâce aux algorithmes n'est pas sans soulever des questions morales et déontologiques. « Si l'on délègue à des machines des décisions habituellement prises par des médecins, ces derniers ne vont-ils pas perdre leurs compétences ? » interroge Jean Charlet. À cette question, le Comité consultatif national d'éthique (CCNE) a répondu en novembre 2018 : « Une place trop grande accordée à ces systèmes risquerait de déshumaniser la médecine. La relation entre personnel soignant et patient reste primordiale. L'homme "doit garder la main", le contrôle, la décision finale. » Un avis partagé par le Conseil de l'Europe et l'Académie de médecine américaine dans des rapports publiés en 2020. Autres questionnements éthiques soulevés par le CCNE : « Comment s'assurer,

en face de systèmes aussi complexes, que le patient donne un consentement éclairé à leur usage ? Qui est responsable en cas d'erreur ou de dérèglement de la machine ? La gestion des données massivement collectées par ces systèmes inquiète : que deviennent-elles et que reste-t-il du secret médical ? » Face à ces questions, sur lesquelles travaillent déjà de nombreux experts, les sages du CCNE insistent surtout sur le fait que « le risque principal serait de ne pas avoir suffisamment recours à l'IA, explique David Gruson, codirecteur du groupe de travail du CCNE. Nous avons beaucoup de données de santé en France, il ne faudrait pas les sous-exploiter. » Enfin, la formation des médecins et soignants à ces outils ainsi que l'information des patients restent des sujets capitaux au cœur du développement de l'IA médicale.

où le système apprend par lui-même, pour peu qu'on lui fournisse les bons exercices et surtout les bons corrigés. Par exemple, si on fournit au programme une multitude de photos d'objets et leurs identifications associées, il pourra par la suite distinguer une voiture d'un avion sur n'importe quelle nouvelle photo. Certains programmes, si on leur fournit suffisamment de données, sont mêmes capables de découvrir des rapprochements par eux-mêmes, sans aucune indication préalable. On parle alors d'apprentissage profond ou *deep learning*.

Autre élément indispensable à l'IA donc, les données massives, ou *big data*. Dans le domaine de la santé, les données numériques se multiplient : dossiers de l'Assurance maladie, fichiers des causes de décès ou du Système national des données de santé, dossiers médicaux de patients (résultats d'examens et d'imagerie, comptes rendus chirurgicaux, protocoles thérapeutiques...), etc. À quoi s'ajoutent encore les données issues de programmes de recherche. Il existe donc beaucoup d'enjeux

autour de toutes ces informations pour permettre leur utilisation optimale par l'IA. Il s'agit notamment de s'assurer de leur précision, de leur représentativité de la vie réelle, mais aussi de la qualité de leur organisation et de leur partage (ce qui nécessite un juste équilibre entre confidentialité des données et accès à ces données).

### Un essor en cancérologie

Le projet ConSoRe (pour Continuum Soins-Recherches), mis en place par Unicancer, le réseau des centres de lutte contre le cancer, a justement pour objectif d'organiser ces données massives dans le domaine de la cancérologie : « Il s'agit d'un système qui collecte, analyse et structure les données. Associé à un moteur de recherche, il permet à des médecins d'identifier des patients répondant à des critères de recherche précis, de visualiser l'évolution de leur maladie et leurs traitements, de localiser des dossiers de cancers rares, ou encore de savoir si des cas similaires ont déjà été traités ailleurs », explique Emmanuel Reyrat, directeur du département des systèmes d'information à Unicancer.

Ces données pourront ensuite être traitées par différents algorithmes.

C'est probablement dans le domaine du diagnostic que l'IA va d'abord bouleverser la cancérologie. Plusieurs équipes de recherche dans le monde ont déjà prouvé que des programmes sont capables de détecter un mélanome ou un cancer du sein avec plus d'acuité qu'un médecin, même lorsqu'il s'agit d'une tumeur atypique. En France, une équipe du Centre de recherche des Cordeliers (Paris) a développé un algorithme qui détermine à l'avance les patients atteints d'un cancer du rectum qui répondront complètement à la radiochimiothérapie, ce qui permet de leur éviter une opération inutile. Dans le cadre du plan France médecine génomique 2025, des projets de recherche bio-informatique visent à trouver des corrélations entre les données génomiques et les expressions cliniques des cancers : ...

→ **Données génomiques** : données issues de l'analyse du génome - séquençage de l'ADN - et du fonctionnement des gènes des cellules.



INFO

INTOX



L'intelligence artificielle (IA) fait naître autant d'espoirs qu'elle nourrit de peurs. D'où l'importance de déconstruire quelques idées reçues.

### L'IA fonctionne comme un cerveau humain.

INTOX

Certains programmes d'IA ont été créés en s'inspirant de ce que l'on comprend aujourd'hui du fonctionnement du cerveau, mais notre connaissance en la matière est très parcellaire. Par ailleurs, l'IA ne pense pas, elle n'a pas d'intuition et le plus souvent elle ne gère pas le contexte des informations qu'elle traite. L'objectif des chercheurs n'est pas que l'IA pense comme nous, mais plus modestement qu'elle soit capable d'imiter ou d'améliorer notre façon d'accomplir certaines tâches très précises, comme jouer aux échecs ou distinguer un mélanome d'un simple grain de beauté.



© Getty Images

### L'IA va supprimer des emplois.

INTOX

Certes, l'IA ouvre la voie à l'automatisation de certaines tâches. En médecine, elle permettra très probablement de gagner du temps et de la précision, mais elle ne remplacera pas le lien humain entre un médecin et son patient, empreint d'empathie et d'intuition.

### L'IA n'échappe pas au racisme et au sexisme.

INFO

Parce qu'une grande majorité des programmes d'IA sont conçus par des hommes blancs et nourris avec des données essentiellement recueillies chez des hommes blancs, ils présentent de nombreux biais. Ainsi, les programmes de reconnaissance faciale sont par exemple à la peine avec les visages de personnes non caucasiennes, voire avec les visages de femmes. La médecine doit relever le défi du racisme et du sexisme, qui génèrent des inégalités d'accès aux soins. Il serait donc judicieux que l'IA puisse y contribuer...

●●● ils espèrent ainsi pouvoir faire des diagnostics génétiques de certains cancers et étudier de nouvelles pistes thérapeutiques. Dans le cadre du projet européen Desiree (Decision Support and Information Management System for Breast Cancer), auquel ont participé l'AP-HP (Paris) et le laboratoire Limics, un programme d'aide à la décision thérapeutique pour la prise en charge de femmes atteintes d'un cancer du sein vient d'être mis au point, sur la base des recommandations de bonnes pratiques mais aussi de l'expérience de toutes les décisions

prises lors de réunions de concertation pluridisciplinaires (RCP).

#### Au service des patients mais aussi des médecins

Autre domaine dans lequel l'IA se développe : la santé cardiovasculaire. Une équipe de l'University College of London (Angleterre) développe par exemple un algorithme pour prédire le risque de décès après un infarctus du myocarde ou un **accident vasculaire cérébral** à partir de l'analyse des données d'imagerie IRM du cœur. D'autres projets visent à améliorer les logiciels de simulation

et de réglage avant la pose d'un stimulateur cardiaque. En France, le Samu travaille à l'adaptation francophone d'un programme danois d'IA capable d'aider les opérateurs du 15 à détecter un arrêt cardiaque grâce à l'analyse, en temps réel, de signaux verbaux (mots clés) et non verbaux (intonation de la voix, rythme de la respiration, etc.).

→ **Accident vasculaire cérébral** : accident neurologique d'origine vasculaire dû à l'obstruction d'une artère irriguant le cerveau (notamment par un caillot) ou à une hémorragie.



L'analyse des données d'imagerie médicale fait partie des champs les plus explorés par l'IA. Le projet européen SUOG (Smart Ultrasound in Obstetrics and Gynecology), porté notamment en France par des équipes de Sorbonne Université, l'Inserm et l'AP-HP, vise à utiliser l'IA pour améliorer le suivi de grossesse : intégré à l'appareil d'échographie, ce programme pourra suggérer en temps réel au praticien les images qu'il doit réaliser pour poser un diagnostic en cas de pathologie suspectée, afin d'optimiser une éventuelle prise en charge.

Il existe aussi des programmes de recherche en santé mentale, et notamment dans le champ de la prévention. Le projet PsyCARE (Intervention précoce dans

la psychose : vers une psychiatrie préventive et personnalisée) porté par Marie-Odile Krebs, professeur de psychiatrie, développe notamment une IA permettant de détecter et d'analyser précocement la psychose d'un adolescent ou d'un jeune adulte afin de mettre en place une prise en charge psychiatrique préventive et personnalisée. Pour identifier les personnes à risque, l'IA interviendra notamment via la modélisation des connaissances autour de la schizophrénie et l'identification d'un ensemble de **biomarqueurs** utilisés via un algorithme d'apprentissage.

#### De nouveaux outils à apprivoiser

L'objectif des chercheurs qui travaillent sur des projets d'IA n'est pas de remplacer les médecins,

mais de les aider à mieux diagnostiquer, mieux soigner et mieux anticiper les risques. « Il existe aujourd'hui de nombreuses preuves de concept que l'IA peut être utile en santé, insiste Jean Charlet, chercheur au Limics. Mais comme tout nouvel outil, elle va modifier la façon dont le travail est organisé. Or plus un outil est sophistiqué, plus il modifie en profondeur l'organisation préalable. » Nul doute, donc, que l'IA va s'implanter très progressivement dans le domaine de la santé, avec des conséquences sur la relation patient-médecin et l'émergence de nouveaux enjeux éthiques (cf. encadré p. 14). ■

→ **Biomarqueur** : molécule biologique que l'on peut doser, caractéristique d'un état ou d'une pathologie.

#### TÉMOIGNAGE DE CHERCHEUR

## « La reconnaissance faciale pour dépister la souffrance respiratoire »

### Maxens Decavèle

Réanimateur à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière (AP-HP, Paris), le Dr Maxens Decavèle prépare sa thèse de sciences sous la direction du Pr Alexandre Demoule, chercheur dans l'unité Inserm « Neurophysiologie respiratoire expérimentale et clinique » dirigée par le Pr Thomas Similowski.

**120 000 €**  
Financement FRM en 2019



**Manquer d'air, suffoquer, s'essouffler... La dyspnée est une perception très désagréable de sa propre respiration, souvent associée à la peur.** Très fréquente chez les patients en réanimation sous assistance respiratoire, elle peut entraîner une souffrance physique et psychologique si elle persiste ou se répète plusieurs fois. Or ces patients sont bien souvent incapables de verbaliser cette sensation ! C'est donc aux soignants de reconnaître les signes de dyspnée comme l'expression apeurée du visage, les mouvements de la cage thoracique ou l'accélération du rythme cardiaque. Pour systématiser cette surveillance et la rendre opérationnelle en continu, nous développons actuellement un programme de reconnaissance automatisée des expressions faciales de dyspnée, en collaboration avec l'Institut des systèmes intelligents et de robotique de Paris. Pour « construire » l'algorithme, nous travaillons pour l'instant à partir de visages d'étudiants soumis expérimentalement à de la dyspnée. L'entraînement de la machine sera ensuite complété par l'observation en continu de vrais patients, afin de nourrir l'algorithme avec des données en conditions de vie réelles. ■

© DR