

## L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

### DE QUOI PARLE-T-ON ?

*Définir l'intelligence artificielle (IA) n'est pas chose facile. Depuis ses origines comme domaine de recherche spécifique, au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, elle a toujours constitué une frontière, incessamment repoussée. L'intelligence artificielle désigne en effet moins un champ de recherche bien défini qu'un programme, fondé autour d'un objectif ambitieux : comprendre comment fonctionne la cognition humaine et la reproduire ; créer des processus cognitifs comparables à ceux de l'être humain. Le champ est donc naturellement extrêmement vaste, tant en ce qui concerne les procédures techniques utilisées que les disciplines convoquées : mathématiques, algorithmique, sciences cognitives...*

*Les méthodes d'IA sont très nombreuses et diverses (apprentissage par renforcement, apprentissage adversarial, réseaux de neurones...) et ne sont pas nouvelles : beaucoup d'algorithmes utilisés aujourd'hui ont été conçus il y a plusieurs dizaines d'années.*

*L'ensemble de ces méthodes ont été considérablement accélérées par des gains de performance spectaculaires en termes de capacité de calcul et de stockage, liés à l'évolution des moyens informatiques pendant ces quatre dernières décennies.*

*Les applications se multiplient : traduction, voiture autonome, diagnostic de cancer, etc. Le développement de l'IA se fait dans un contexte technologique marqué par la "mise en données" du monde, qui touche l'ensemble des domaines et des secteurs, de la robotique à la blockchain, en passant par le calcul haute performance et le stockage massif. Au contact de ces différentes réalités technologiques se jouera sûrement le devenir de l'intelligence artificielle.<sup>1</sup>*

- **Deux approches d'IA appliquées au domaine de la santé**

Comprendre le fonctionnement de nos organes, nos tissus, nos cellules relève de la gageure ; la complexité de ces mécanismes défie l'entendement humain... mais la puissance d'analyse informatique nous fait aujourd'hui disposer d'outils pour accélérer la recherche et apporter des résultats viables médicalement.

Les capacités de collecte et de stockage accrues ont permis d'accumuler des données numérisées. En regard de ces gisements de données, les algorithmes d'intelligence artificielle sont utilisés comme un outil nouveau, un "macroscope" capable de donner du sens, une valeur médicale à l'échelle de ces masses de données.

Deux approches d'analyse et d'usage de l'IA en santé sont complémentaires aujourd'hui. La première est plutôt "agnostique" et tend à appliquer des algorithmes afin de faire apparaître des inférences entre les données, en se concentrant sur l'efficacité des résultats obtenus et la valeur médicale de biomarqueurs de prévention, de stratification, de suivi...

L'autre approche est davantage guidée par un effort de modélisation à l'échelle cellulaire, tissulaire, voire organique, afin de guider, de "superviser", l'apprentissage algorithmique pour gagner en efficacité, réduire la masse de données requises pour l'apprentissage et favoriser l'adaptabilité des solutions déployées.

#### • Quelques chiffres clés

La France compte parmi les 4 premiers pays au monde pour la production mondiale d'articles sur l'intelligence artificielle, avec la Chine, les Etats-Unis et le Royaume-Uni grâce à son excellence en mathématiques, en STIC (sciences et technologies de l'information et de la communication) et en sciences cognitives.

**268**  
équipes de recherche

**5 300**  
chercheurs

**138 cours**  
liés à l'IA sont délivrés  
par 81 écoles d'ingénieurs  
et 38 universités

**18 diplômes**  
de mastères spécialisés en IA

**80** **270**  
ETI et PME start-up  
spécialisées dans l'IA avec un  
rythme de création soutenu :  
plus de 30 % par an depuis 2010

**400 M€**  
C'est le financement public  
pour la recherche en IA via des  
partenariats publics-privés sur le  
quinquennat, dans une enveloppe  
totale d'1,5 milliard d'euros

## CE QUI SE PROFILE D'ICI 2030

► **Une accélération de la recherche se dessine. Traitement d'images, (apprendre aux machines à voir), traitement du langage (apprendre aux machines à lire), connexion entre les acteurs de la santé, suivi des patients en temps réel... D'ici à 2030, l'intelligence artificielle devrait être présente sur tous les fronts de la santé, s'appuyant sur la production continue de données nouvelles.**

#### • Les débouchés potentiels sont multiples

**En matière de prévention** : les analyses menées sur les données multidimensionnelles récoltées à long terme sur de larges cohortes de population permettront d'identifier des facteurs de risque pour certaines maladies comme le cancer, le diabète ou les maladies neurodégénératives. Elles permettront aussi de caractériser plus rapidement les maladies rares, grâce à une analyse plus rapide et plus efficace des images (scanners, échographies) et de construire des systèmes performants d'aide au diagnostic.

**En matière de prise en charge** : l'intelligence artificielle participera à la personnalisation des traitements, en particulier dans le cas de certains cancers, de mieux en mieux caractérisés en fonction de données génétiques, car l'enjeu est d'établir des choix thérapeutiques de plus en plus individualisés.

**En matière de pharmacovigilance et d'efficacité pharmacologique** : l'accroissement de l'assise d'analyse des données, issues de cohortes, de bases médico-économiques et de données en vie réelle sur le long terme, autorisera des réactions rapides en cas de réaction indésirable aux médicaments, jusqu'à permettre des réflexions sur de nouveaux modèles économiques et sociétaux de parcours du soin, rémunérés à l'efficacité.

**En matière de recherche clinique** : l'utilisation des données permettra de créer un environnement d'accès unifié aux cohortes pour accélérer la sélection des patients selon des critères plus précis, permettant de mieux tester des hypothèses médicales.

## L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

### CE QUI EST EN COURS

Les applications de l'intelligence artificielle dans le secteur de la santé sont bien réelles et alimentent beaucoup d'espoirs. L'IA permet par exemple de développer des dispositifs médicaux avec des logiciels embarqués qui permettent d'enclencher une spirale vertueuse : à la fois une transmission des données, leur analyse déportée, une mise à jour logicielle, et des fonctionnalités nouvelles issues de ces analyses...

Cependant, si le potentiel de l'IA en matière de santé apparaît considérable, si des projets sont engagés, avec des résultats prometteurs, on ne constate pas de révolution. Les freins technologiques ne semblent pas en cause, mais, s'agissant des données héritées du passé, on constate des difficultés de "nettoyage" de données, de "curation" avant analyse ou de travail sur l'interopérabilité de bases à apparier. L'ensemble de ces freins sont les marques d'une période à la charnière entre un système de données dont on a hérité et la prise de conscience, doublée de moyens d'analyse accrus, de la valeur à venir issue de ces données. Pour l'heure, les freins se situent donc plutôt dans le "carburant" de l'IA, les données, dont la qualité est primordiale.

La machine et ses algorithmes auront beau être "supersoniques", ils sont inopérants sur des données de mauvaise qualité ; "garbage in, garbage out" ("ordures à l'entrée, ordures à la sortie"). En effet, les algorithmes d'apprentissage doivent reposer sur des données homogènes et qualifiées. Les données constituent donc les actifs essentiels au développement de l'IA, *"la valeur créée par l'intelligence artificielle provient des données nécessaires à l'apprentissage bien plus que de l'algorithme, dont les développements se font de manière ouverte (en open source)"*, selon le Conseil national du numérique.

L'accès aux données est également un frein en soi aujourd'hui, s'agissant en particulier des grands entrepôts de données cliniques, et pour cause : quel sera le retour sur investissement pour des institutions qui permettent à des algorithmes d'affiner des biomarqueurs dont l'assise analytique est fondée sur leurs données ?

► Enfin, de nombreux freins culturels subsistent, liés aussi au nécessaire temps d'adaptation à ces nouvelles technologies, ainsi que des freins d'ordre législatif, car ces nouvelles possibilités supposent au préalable un débat politique, juridique et éthique.

#### • Qui est propriétaire des données ?

Aujourd'hui, lorsqu'un centre hospitalier détient les données d'un patient avec son consentement, celles-ci sont utilisées dans ce cadre de soins ou de diagnostics. La législation impose de demander à nouveau au patient son autorisation si le médecin souhaite les exploiter en vue d'un autre projet. Cette approche apparaît comme un frein au big data, qui nécessite d'avoir à disposition une masse de données la plus grande et complète possible. Faire sortir les données n'est pas permis par la loi, ou bien seulement après des processus d'anonymisation et d'agrégation. Ces process nécessaires, mis en avant par la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil), font malgré tout perdre les options d'agrégation à l'échelle individuelle des données.

Idéalement, chaque citoyen devrait être mis en capacité d'être décisionnaire sur la question du partage de ses données, médicales ou non. Il faudrait entreprendre un travail d'éducation en profondeur auprès des citoyens, pour que chaque patient prenne conscience du potentiel d'utilisation qu'elles représentent et soit armé pour décider ou non, en toute connaissance de cause, de les proposer à la recherche.

Une innovation comme la blockchain va apporter des solutions très opportunes à un moment où, à juste titre, le consentement du patient est mis au cœur de l'accès et de l'usage des données. La blockchain est une technologie robuste qui, en répartissant une information sur un très grand nombre de machines, permet de tracer des décisions ou des usages autour des données. En d'autres termes, la blockchain est une technologie qui permettra à ce consentement (ou des évolutions de ce consentement) d'être solidement répertorié. De même, cette technologie apporte un répertoire précis de l'usage fait de sets de données : qui utilise quel set ? Cette question est importante dans le cadre de l'émergence d'apprentissages d'IA fondés sur des sets séparés.

## CE QU'IL FAUT DÉPASSER

En attendant que ces obstacles soient dépassés, il est nécessaire de trouver rapidement des solutions techniques et juridiques pour permettre aux centres hospitaliers et aux instituts de recherche d'utiliser les données. Cette évolution suppose deux conditions.

- **L'appropriation de l'IA par le corps médical**

Le nécessaire temps d'adaptation et d'intégration de ces technologies par le corps médical est un point clé. Si certains médecins sont enthousiastes à l'idée d'être épaulés par les technologies, d'autres sont plus sceptiques, voire critiques. Les promesses de l'IA sont donc bien réelles, reste néanmoins à relever l'immense défi de trouver un nouvel équilibre entre la machine, le patient et les équipes médicales.

Que faire si certaines machines entrent en compétition avec des tâches effectuées par des médecins? Comment redistribuer les compétences médicales? L'IA entraînera-t-elle une certaine ubérisation de la médecine?

Ces interrogations et ces peurs légitimes traduisent une mauvaise appréhension des vraies limites de l'IA, qui va accélérer des suggestions thérapeutiques fondées sur l'analyse de données, mais qui laissera libre cours à toutes les interactions qui ne sont pas aujourd'hui fondées sur l'analyse de donnée ; soit qu'on n'en dispose pas, soit que les mécanismes sont d'une complexité qui dépasse la nature même de "donnée" : toutes les relations interpersonnelles, tous les choix humains complexes, les affects, demeurent du domaine exclusif de la relation humaine entre les patients, les aidants, les médecins...

L'intelligence dite aujourd'hui "artificielle" n'a d'intelligent que le nom. Il s'agit d'algorithmes fondés sur des inférences entre données. La nature et la typologie de ces données sont elles-mêmes réductrices de ce qu'est la réalité.

- **La prise en compte des enjeux relatifs à la protection de la donnée**

**Les enjeux de responsabilité** : si une machine délivre un mauvais diagnostic, si un robot dysfonctionne, qui sera responsable? Les questions de responsabilité sont très complexes et nécessitent une réflexion et un cadre éthico-juridique approprié, adapté à l'innovation au sein d'une compétition mondiale.

**Les enjeux d'accès** : l'Ordre des médecins, dans son rapport de janvier 2018<sup>1</sup>, rappelle qu'il est *"impératif que les progrès attendus des technologies d'intelligence économique artificielle, big data et robotique profitent à tous et n'accroissent pas des fractures sociales ou socio-culturelles. Notre société, par son organisation démocratique et républicaine, doit particulièrement veiller à ce que les progrès qui pourraient être issus de ces technologies, dans le dépistage, la connaissance fine des maladies et des risques de leur survenue, n'altèrent pas notre modèle solidaire de protection sociale, mais contribuent à réduire les inégalités et les risques d'exclusion."*

<sup>1</sup>Médecins et patients dans le monde des data, des algorithmes, et de l'intelligence artificielle.