

# JUSQU'OU LES DONNÉES PEUVENT-ELLES ACCOMPAGNER

LA TRANSFORMATION DE LA SANTÉ PAR L'IA ?



HEALTHCARE  
DATA INSTITUTE

## RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Dans un monde où l'innovation technologique redéfinit les frontières de la médecine, l'intelligence artificielle se présente comme un vecteur de transformation majeur dans le secteur de la santé. Ce rapport explore l'intégration et l'impact de l'IA dans la santé, soulignant son potentiel pour optimiser la prise en charge des patients, mieux personnaliser les soins et améliorer le pilotage des systèmes de santé.

L'IA a le pouvoir de transformer la santé publique et les soins individuels en permettant, par exemple, un diagnostic plus rapide et plus précis, en optimisant les parcours de soins ou encore en facilitant le monitoring à domicile des patients. Le Healthcare Data Institute a identifié plusieurs domaines clés d'application de l'intelligence artificielle, tout au long du parcours de soins du patient et à l'échelle du système de santé.

Chaque domaine semble pouvoir bénéficier de l'apport de l'IA, qui permet de traiter et d'analyser des volumes massifs de données pour extraire des connaissances pertinentes améliorant ainsi les décisions cliniques et opérationnelles.

Toutefois, l'adoption et le développement de ces cas d'usage est très inégal dans le monde et des tropismes géographiques forts se démarquent.

Le leadership de l'IA en santé est notamment assuré par les Etats-Unis - culturellement moins réticents aux risques liés à l'innovation, la Chine et dans une moindre mesure l'Europe. L'état des lieux dressé dans ce rapport ne se veut pas exhaustif : il vise à mettre en lumière des tendances, des réalisations concrètes et à explorer certains freins et certains accélérateurs du développement et de l'adoption de l'IA en santé.

Par ailleurs, l'adoption de l'IA dans la santé n'est pas sans défis. Les préoccupations culturelles, éthiques et réglementaires sont au cœur des débats, soulignant la nécessité d'un cadre robuste pour protéger les patients et rassurer les professionnels de santé mais aussi suffisamment agile pour ne pas retarder l'innovation.

Le Healthcare Data Institute analyse ainsi les freins et les accélérateurs de la transformation de la santé par l'IA en se concentrant sur les leviers européens, réglementaires, éthiques, techniques, économiques et de formation. Enfin, le Healthcare Data Institute propose une série de recommandations stratégiques pour les parties prenantes clés.

En conclusion, l'IA représente une opportunité sans précédent de transformer la santé.

Son intégration réussie nécessite cependant une approche multidisciplinaire et multi-acteurs, centrée sur l'humain, pour surmonter les obstacles éthiques, réglementaires et opérationnels.

# OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs de ce rapport sont les suivants :

- **Explorer l'état de l'art** de l'intégration de l'intelligence artificielle dans la santé, en identifiant les avancées, les défis et les opportunités.
- **Analyser l'impact de l'IA** sur différents aspects de la santé, incluant la prévention, les soins, l'efficacité opérationnelle, et le pilotage des systèmes de santé.
- **Identifier les freins et les accélérateurs** de l'adoption de l'IA dans le secteur de la santé, telles que les problématiques éthiques, réglementaires, et de sécurité des données.
- **Proposer des recommandations** concrètes pour les décideurs, les professionnels de la santé, et les développeurs de technologies, afin de surmonter ces obstacles et de maximiser les bénéfices de l'IA en santé.
- **Esquisser une vision ambitieuse** pour l'intégration de l'IA dans la santé, en mettant en lumière les innovations prometteuses et les tendances émergentes.

La méthodologie adoptée pour ce rapport s'appuie sur quatre composantes principales :

**Desk research** : cette phase a impliqué une revue approfondie de la littérature existante, des rapports de recherche, des articles académiques et des études de cas pour comprendre l'état actuel de l'IA dans la santé et identifier les tendances émergentes.

**Réunions du groupe de travail** : un groupe de travail composé des membres du Healthcare Data Institute a été formé pour discuter des défis, opportunités, et meilleures pratiques associés à l'IA dans la santé (voir la liste des membres ci-dessous).

**Audition d'experts :** des entretiens avec des experts reconnus dans les domaines de l'IA et de la santé ont été menés pour recueillir des insights spécifiques, des perspectives d'avenir, et des recommandations pratiques basées sur leur expérience et expertise.

**Travaux du MSc. Management pharmaceutique et des biotechnologies - ESCP :** les étudiants du MSc. Management pharmaceutique et des biotechnologies de l'ESCP ont mené un benchmark des principaux cas d'usage de l'IA en santé dans le monde. Le groupe de travail leur adresse ses sincères remerciements.



# MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

## LE GROUPE DE PILOTAGE

**Ingrid Dufour-Bonami**, Medical Digital Lead EMEA chez Bayer

**Caroline Henry**, Associé fondateur de Phase 4 Avocats

**Vincent Planat**, Architect / Technologist chez Dedalus

**Stéphane Roques**, Directeur Comptes Stratégiques chez Medtronic

## Les membres du Healthcare Data Institute

**Agathe Axel**, Directeur de comptes stratégiques chez GEHC

**Aliénor Anido**, Senior Consultante Data Scientist chez Veltys

**Audrey Acloque**, DPO chez Unicancer

**Ayoub Elbab**, Responsable BI chez ELSAN

**Jean-Michel Batto**, Software Architect au CEA

**Manon Belhassen**, CEO chez PELyon

**Nora Benhabilès**, Directrice Adjointe de la Direction de la Recherche Fondamentale du CEA Déléguée à la valorisation innovation et essai-image au CEA

**Joséphine Flamant**, Directrice Juridique chez Sancare

**Armelle Graciet**, Directrice des Affaires Industrielles du SNITEM

**Frédéric Jallat**, Professeur à l'ESCP et Directeur Académique du MSc. Management pharmaceutique et des biotechnologies

**Franck Le Meur**, Président de Techtomed

**Nathalie Manaud**, Directrice innovation du LEEM

**Adel Mebarki**, Directeur Général chez Kap Code

**Aurélien Pécoul**, Responsable open-innovation chez AstraZeneca

**Martin Prodel**, Manager - Data Science Team chez HEVA

**Pomone Richard**, Médecin Pathologiste chez MEDIPATH

**Guillaume Reynaud**, Directeur des relations publiques chez Dedalus

**Stéphane Sclicson**, Principal chez IQVIA

**Thierry Thomas**, Head of Medical Excellence France chez Bayer

**Olivier Vire**, Président de MEDIPATH

**Kevin Ouazzani**, Médecin

### **Remerciements particuliers**

Les étudiants du MSc. Management pharmaceutique et des biotechnologies - ESCP :

**Claire Audrac, Guillaume Bernard, Nicolas Desforges, Elena Dhez, Soléa Frougneux, Fares Gueddah, Andréa Hachem, Pauline Le Noc, Gabrielle Morillon, Alexandre Osty, Justine Parisse**

## **EXPERTS AUDITIONNÉS**

**Pr Stéphanie Allassonnière**, Professeure de mathématiques appliquée à l'université Paris-Cité, UFR de Médecine

**Emmanuel Bacry**, Directeur Scientifique du Health Data Hub

**Pr Olivier Cussenot**, Université d'Oxford, membre honoraire de l'Institut Universitaire de France

**Félix Faucon**, membre de la Supervisory Board Europe de EIT Health

**Nicolas Fieulaine**, chercheur en psychologie sociale à l'Université de Lyon

**Marco Fiorini**, Directeur général de la Filière Intelligence Artificielle & Cancers

**Hélène Guimiot-Breaud**, Cheffe du service de la santé à la CNIL

**Franck Mouthon**, Président de France Biotech, Co-fondateur et Président exécutif de Theranexus

**Rémi Spagnol**, Directeur des investissements de Supernova Invest

**Florence Thueux**, Présidente de M2care

**Félicien Vallet**, Chef du service IA à la CNIL

**Pierre Zweigenbaum**, Directeur de recherche au CNRS



# **SOM MAIRE**

<b>INTRODUCTION</b>	<b>P10</b>
<b>1 - ÉTAT DES LIEUX DE L'UTILISATION DE L'IA DANS LE PARCOURS DE SOINS ET LE SYSTÈME DE SANTÉ</b>	<b>P13</b>
<b>2 - FREINS ET ACCÉLÉRATEURS DE L'ADOPTION DE L'IA EN SANTÉ</b>	<b>P32</b>
<b>I - QUELS SONT LES LEVIERS POUR FAVO- RISER LE DÉVELOPPEMENT DE SOLUTIONS D'IA ?</b>	<b>P33</b>
<b>II - QUELS SONT LES LEVIERS POUR ACCROÎTRE L'ACCEPTABILITÉ ET LA CONFIANCE DANS LES SOLUTIONS D'IA ?</b>	<b>P55</b>
<b>RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS</b>	<b>P60</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>P63</b>



# **INTRO DUCTION**

L'intelligence artificielle (IA) est une branche des mathématiques appliquées et de l'informatique visant à simuler certains traits de l'intelligence humaine comme le raisonnement et l'apprentissage afin de réaliser des tâches prédéfinies (IA restreinte) voire, en totale autonomie, la capacité à effectuer tout ou partie des tâches intellectuelles d'un être humain.

L'IA se manifeste à travers deux approches principales : les approches mécanistiques et les modèles basés sur l'apprentissage. Les approches mécanistiques, ou empiriques, reposent sur des règles logiques et des algorithmes explicites programmés par des humains.

En parallèle, les modèles d'apprentissage, notamment l'apprentissage profond (deep learning), permettent aux machines d'apprendre à partir de grandes quantités de données, améliorant leur performance à mesure qu'elles sont exposées à plus d'informations.

Ces systèmes traitent et interprètent l'information en suivant des instructions prédéfinies.

L'essor de cette technologie procède de son adossement à des progrès technologiques majeurs et à la mise à disposition de plus en plus de bases de données massives, statistiquement représentatives et de meilleure qualité.

L'IA a par exemple bénéficié des innovations technologiques clés en cybersécurité, au cloud, à l'augmentation des capacités de stockage des données et au développement des supercalculateurs.

Elle s'appuie par ailleurs sur la technologie dite "GPU<sup>1</sup>", Processeur de calcul dont l'essor est constant depuis plus de 10 ans et qui permet les calculs massifs nécessaires à l'établissement des cartes de connaissances. L'autre aspect de la réussite est la mise en place d'interfaces conversationnelles : l'accès à l'IA se fait en langage naturel, ce qui rend son usage facile.

L'IA en santé est aujourd'hui un domaine stratégique majeur. En France, dès 2018, le gouvernement lançait la Stratégie Nationale pour l'Intelligence Artificielle (SNIA), visant à positionner le pays comme un leader européen et mondial dans le domaine de l'IA<sup>2</sup>.

Avec une première phase (2018-2022) axée sur le renforcement des capacités de recherche grâce à un investissement de 1,85 milliard d'euros, et une seconde phase (2021-2025) dédiée à la diffusion des technologies d'IA dans l'économie et au soutien à l'innovation, la France s'est engagée pleinement dans l'exploitation de l'IA.

Ceci est également souligné par la création d'un comité stratégique dédié en 2023<sup>3</sup>. L'attractivité de la France en matière d'IA est réelle. Début 2024, Google a annoncé un nouveau centre d'intelligence artificielle basé à Paris<sup>4</sup>.

D'autres géants technologiques internationaux, tels que Facebook

avec son laboratoire FAIR, Samsung, IBM et Fujitsu, ont également choisi Paris pour établir des centres de recherche en IA<sup>5</sup>.

Pourtant, il reste du chemin à parcourir pour faire de la France un leader de l'IA et plus particulièrement de l'IA en santé. Dans ce contexte évolutif, le Healthcare Data Institute a souhaité faire un point d'étape et explorer concrètement les progrès de l'IA dans le secteur de la santé.

Ce rapport vise, dans un premier temps, à dresser un panorama des principaux cas d'usage de l'IA en santé, en prenant quelques exemples français et internationaux pour en évaluer le niveau de maturité.

Dans un second temps, ce rapport se concentre sur les freins et les accélérateurs du développement, de l'adoption et d'acceptation de l'IA dans le domaine de la santé.



# 01

## ÉTAT DES LIEUX DE L'UTILISATION DE L'IA DANS LE PARCOURS DE SOINS ET LE SYSTÈME DE SANTÉ

Dans le secteur de la santé, l'intelligence artificielle suscite un intérêt croissant, marqué par une abondance de projets innovants et de progrès technologiques prometteurs.

De la détection précoce des maladies à l'optimisation des parcours de soins, les récits d'avancées significatives dans l'utilisation de l'IA sont fréquents.

Toutefois, malgré cet enthousiasme et ces annonces, la réalité est que la plupart de ces projets d'IA ont des niveaux de maturité très hétérogènes et sont peu intégrés dans la pratique clinique quotidienne.

Le passage de la théorie à la pratique se heurte à des obstacles non négligeables, reflétant un écart entre le potentiel perçu de l'IA et son application effective dans les environnements de soins de santé.

Cette première partie mettra en lumière 4 domaines de la santé dans lesquels des solutions d'IA peuvent apporter une valeur ajoutée : la prévention, le soin, le

suivi du patient et le pilotage des systèmes de santé.

Nous avons choisi d'illustrer chaque domaine avec quelques exemples représentatifs du niveau de maturité de ces solutions dans des environnements différents (pays, champs thérapeutiques, etc.)

Pour chaque domaine, nous décrirons d'abord le cas d'usage théorique et le type d'application possible avant de qualifier le degré de maturité par l'apport d'exemples illustratifs ainsi que le mécanisme sous-jacent de l'IA.

Ceci nous permettra d'examiner ensuite les freins et les accélérateurs du développement de ces technologies.

## Comment l'IA peut-elle contribuer à apporter des solutions innovantes en matière de prévention ?

Loin d'être une simple succession d'innovations technologiques, l'intégration de l'IA dans les stratégies de prévention révèle une transformation profonde de notre capacité à anticiper, détecter et agir face aux maladies bien avant les premiers symptômes cliniques.

Deux cas d'usage se distinguent dans le domaine de la prévention grâce à l'intelligence artificielle : l'oncologie et l'épidémiologie.

En oncologie, l'IA promet d'améliorer la prévention et le dépistage des cancers, tandis qu'en épidémiologie, elle contribue à renforcer notre capacité à prévenir et à gérer les épidémies. Il est toutefois important de nuancer.

Bien que l'IA montre un potentiel considérable dans ces domaines, sa mise en œuvre en routine cli-

nique à grande échelle reste à ce jour un horizon et non une réalité.

### LA PRÉVENTION ET LA DÉTECTION DES CANCERS SONT LES PREMIERS CAS D'USAGE PRÉVENTIFS DE L'IA

#### Potentiel du cas d'usage

En analysant de vastes sources de données, incluant l'historique médical complet, la génomique, les images de routine, les données non structurées des dossiers de santé, et même l'historique familial plus détaillé, de premiers modèles d'apprentissage profond contribuent à la stratification des sous-populations à risque de cancer.

Des algorithmes de recherche récents intègrent des sources de données innovantes telles que l'imagerie satellite<sup>6</sup>, l'historique des recherches sur Internet<sup>7</sup>, et les données issues d'objets connectés<sup>8</sup> pour affiner davantage ces prédictions.

Cette capacité de prévention est permise car l'IA apporte "la couche d'adaptation" à l'accès aux modèles prédictifs. La capacité à

dialoguer en langage naturel et la mise à disposition de modèles pilotables sans connaissances informatiques, permettent en effet à l'expert d'utiliser l'outil IA et d'obtenir un résultat.

### **Niveau de maturité : intermédiaire**

Le domaine de l'oncologie est diversifié avec des solutions à des stades d'avancement très hétérogènes. Pour le cancer du poumon, première cause de décès par cancer chaque année dans le monde, des programmes innovants sont en cours pour développer des méthodes de détection précoce destinées aux personnes non admissibles aux dépistages traditionnels<sup>9</sup>.

Parallèlement, une IA développée par des chercheurs du MIT a montré sa capacité à prédire l'apparition de tumeurs mammaires jusqu'à quatre ans avant leur détection par les méthodes d'imagerie traditionnelles<sup>10</sup>.

Depuis 2017, la FDA a été particulièrement active aux Etats-Unis dans l'approbation d'un grand nombre d'algorithmes liés à la prévention et au dépistage des cancers. Certains se distinguent par leur capacité à détecter les nodules pulmonaires chez des populations asymptomatiques<sup>11</sup> alors que d'autres ont démontré leur efficacité dans la détection des densités de tissus mous et des calcifications<sup>12 13</sup>.

Malgré ces résultats enthousiasmants, les exemples d'une utilisation en routine clinique restent pour le moment limités, soulevant la question des barrières à l'adoption de ces outils d'IA dans le contexte du diagnostic doit encore faire ses preuves pour gagner la confiance des utilisateurs.

L'interface en langage naturel et l'explication de son mode d'exploration de l'information, seront autant de leviers de création et de développement de l'usage de nombreux outils de diagnostic.

## LA CRISE SANITAIRE DU COVID-19 A MIS EN EXERGUE L'USAGE DE L'IA DANS L'ANTICIPATION DES ÉPIDÉMIES

### Potentiel du cas d'usage

L'utilisation de l'intelligence artificielle dans la prévention des épidémies repose sur l'analyse de vastes ensembles de données provenant de sources diverses, telles que les données issues de l'activité des professionnels de santé (pharmaciens, hospitaliers, libéraux, etc.), les médias sociaux, les rapports de santé publique, les données de mobilité, et même les changements environnementaux capturés par l'imagerie satellite.

En combinant ces données associées à des indicateurs avancés, l'IA peut identifier des tendances indiquant le début potentiel d'une épidémie avant qu'elle ne se propage largement.

### Niveau de maturité : intermédiaire à avancé

La technologie a prouvé sa capacité préventive lors de la crise sanitaire de 2019, lorsque les algorithmes d'IA de la startup ca-

nadienne BlueDot avaient réussi à détecter les premiers signes d'apparition d'une épidémie avant les annonces officielles de l'OMS<sup>14</sup>.

Depuis, certains hôpitaux utilisent l'IA pour surveiller en temps réel les informations liées aux épidémies à travers le monde, en analysant des sources d'information variées, y compris les actualités et les données des réseaux sociaux<sup>15</sup>.

Enfin, Microsoft est entré dans la lutte contre les maladies transmises par les moustiques, comme le Zika<sup>16</sup>. L'entreprise utilise l'IA pour identifier et capturer des moustiques porteurs de maladies, analysant ensuite leur matériel génétique pour détecter des virus émergents.

L'IA apporte une valeur ajoutée importante dans le domaine de la prévention grâce à sa capacité unique de prédiction, inaccessible par d'autres moyens. Cependant, le développement et l'adoption de ces technologies se confrontent au manque de marchés établis et aux difficultés à définir des business models associés.

De plus, les exemples cités reflètent des opportunités conjoncturelles, notamment liées à des crises sanitaires, sans pour autant s'inscrire dans une approche plus structurelle et viable sur le long terme. Cela soulève la question d'une absence d'incitations à développer ces cas d'usage plus largement en raison, notamment, de l'absence d'opportunités économiques.

## **L'IA peut-elle aider à mieux prendre en charge les patients ?**

Dans le domaine du diagnostic et de la prise en charge médicale, l'intelligence artificielle connaît des développements prometteurs, marquant des tendances fortes vers une médecine plus précise et personnalisée. Ces avancées s'articulent autour de deux axes principaux : l'aide au diagnostic et la médecine de précision.

## **L'IA AUGMENTE LA QUALITÉ DU DIAGNOSTIC**

### **Potentiel du cas d'usage**

L'IA peut contribuer au diagnostic médical en analysant des flux de données issus de l'examen clinique, de l'imagerie médicale, de l'anatomopathologie ou encore du séquençage génomique. De nombreuses études se sont penchées sur ce cas d'usage, notamment en oncologie.

Certaines ont révélé la promesse de l'apprentissage profond pour le diagnostic du cancer, montrant que les réseaux de neurones convolutionnels pouvaient atteindre une précision équivalente à celle des dermatologues dans la classification des cancers de la peau, à partir de photographies numériques<sup>17</sup>. D'autres ont analysé l'impact de l'IA dans le diagnostic non invasif de tumeurs cérébrales<sup>18</sup>, du cancer de la prostate via l'IRM<sup>19</sup> et du diagnostic histopathologique automatisé pour le cancer du sein<sup>20</sup>.

## **Niveau de Maturité : avancé**

Bien que l'intégration de l'IA dans le diagnostic médical en soit encore à ses premières étapes dans certaines spécialités, les domaines de la radiologie et de l'anatomopathologie se distinguent par un niveau de maturité particulièrement avancé, avec des solutions intégrées à la pratique clinique quotidienne depuis plusieurs années.

En anatomopathologie, l'adoption d'algorithmes bénéficiant du marquage CE pour leur utilisation clinique est déjà une réalité, illustrant l'efficacité et la fiabilité de ces technologies. La radiologie, quant à elle, se positionne en tête de l'adoption de l'IA avec le plus grand nombre d'algorithmes approuvés par la FDA, atteignant un total impressionnant de 531 algorithmes à la fin de l'année 2023<sup>21</sup>.

Cette avancée considérable de la radiologie s'explique par la robustesse des outils d'IA utilisés, la disponibilité des données sous un format standardisé et partagé

par la communauté médicale depuis plusieurs années ainsi qu'un gain immédiat conséquent pour les praticiens. Ce segment était déjà par ailleurs fortement investi par les projets d'IA, tous secteurs confondus (hors santé), avec une transposabilité facilitée dans le domaine médical.

L'IA offre des perspectives inégalées dans la détection précoce des cancers. Elle révolutionne le dépistage, notamment comme dans les cancers colorectaux, avec la solution GI Genius™ développée par Medtronic. Cette dernière met la puissance de l'IA au service des patients, pour assister les gastroentérologues, dans la détection et la caractérisation en temps réel des polypes colorectaux lors d'une coloscopie.

Elle permet une détection optimisée des adénomes (polypes dangereux à retirer), une réduction de moitié du nombre d'adénomes manqués, et donc, une diminution potentiellement significative de la survenue d'un cancer d'intervalle (entre deux examens)<sup>22</sup>.

En France, des innovations telles que Veye Chest, qui a obtenu le marquage CE en 2022, contribuent à la détection avancée de nodules pulmonaires. Parallèlement, Mammoscreen de Therapixel, en tant qu'outil d'assistance pour le triage mammographique, est désormais intégré dans la pratique quotidienne de 15 centres à travers le pays<sup>23</sup>.

Enfin, des solutions comme Oph-tAI, permettent de diagnostiquer en quelques minutes une rétinopathie diabétique contre plus d'une heure en pratique courante. Cette solution est marquée CE et en cours d'études cliniques pour d'autres indications, prouvant que l'IA peut déjà être utilisée dans la pratique médicale. Cette technologie est entraînée sur des bases de données conséquentes, d'environ 350 000 images rétiniennes, permettant une analyse standardisée et homogène accessible à tous les ophtalmologues, qu'ils soient spécialistes de la rétine ou non. L'objectif est de pallier le manque de praticiens, d'améliorer la qualité et l'équité des soins pour les

patients diabétiques, et de réaliser les dépistages au plus tôt pour un traitement plus efficace. C'est aussi le cas en radiothérapie avec la solution ART-Plan de Therapanacea qui permet un contour automatique de la tumeur et des organes environnants grâce au deep-learning<sup>24</sup>.

Ici encore, il convient de rappeler que l'IA apporte une interface conversationnelle qui permet à l'expert de dialoguer et d'obtenir des éléments d'information sur le processus décisionnel de l'IA. De la sorte, l'expert peut devenir plus efficace dans ses choix et mieux orienter le patient dans son parcours de soin.

## L'IA PERMET DE PERSONNALISER LA PRISE EN CHARGE DES PATIENTS

### Potentiel du cas d'usage

De nombreuses études montrent que la convergence entre intelligence artificielle et médecine de précision peut améliorer la prise en charge des patients, en adaptant les traitements aux caractéristiques génétiques ou physiologiques et aux besoins de chaque personne. Ces études se sont notamment penchées sur la prédiction de la réponse aux traitements, les associations entre les caractéristiques d'imagerie d'un cancer et son expression génétique<sup>25</sup>, ou encore, l'intégration des informations environnementales à la prise en charge<sup>26</sup>.

### Niveau de maturité : émergent à intermédiaire

La plupart des études menées sur l'utilisation de l'IA dans la médecine personnalisée et de précision sont encourageantes mais demeurent essentiellement au stade expérimental<sup>27</sup>. Néanmoins, certains exemples encourageants existent. En chirurgie du rachis,

la société Medtronic propose aux équipes médicales de personnaliser la chirurgie de correction des déformations de la colonne vertébrale des patients (par exemple, dans le cadre d'une scoliose).

La préparation de l'opération peut être améliorée. Le chirurgien peut visualiser la correction envisagée et modifier son plan d'intervention si besoin quelques jours en amont. Il peut également faire préparer des implants personnalisés pour apporter la correction attendue pour et par le patient concerné. Cette solution s'appuie sur une modélisation à partir des images cliniques (ex. scanner).

Des algorithmes proposent ensuite la meilleure correction pour le patient. Cette proposition est validée par le clinicien - avec ou sans ajustement - et l'implant est alors mis en production puis envoyé stérile à l'équipe clinique.

Une fois la chirurgie effectuée, les résultats obtenus pour ce patient sont analysés en retour et permettent ainsi d'améliorer les mo-

dèles prédictifs pour les patients suivants. Cette solution appelée UNID™ASI est autorisée par la FDA et la Commission Européenne<sup>28</sup>. Dans le domaine de la médecine reproductive, EMBRYOLY, développé par ImVitro, apporte également une solution personnalisée.

La plateforme vise à réduire le délai avant la grossesse et à optimiser l'évaluation et le classement des embryons grâce à une IA qui évalue les embryons selon leur potentiel de grossesse clinique. Cette technologie marquée CE et utilisée dans des centres comme l'Hôpital Saint Joseph Marseille, vise à personnaliser, soutenir et accélérer la prise de décision des cliniciens<sup>29</sup>.

L'avènement des premières solutions d'IA, principalement dans le diagnostic par imagerie, témoigne d'un marché qui gagne en maturité.

Parallèlement, nous observons une convergence prometteuse entre l'IA et la médecine de précision, signalée par d'importants travaux de recherche. Cependant, malgré ces avancées, le passage de ces algorithmes à une échelle industrielle reste un défi.

## L'IA peut-elle contribuer à renforcer le virage ambulatoire ?

La tendance politique de nombreux pays, en particulier les pays développés tels que la France<sup>30</sup> ou le Royaume-Uni<sup>31</sup>, est d'opérer un virage ambulatoire afin de répondre à deux besoins : celui d'optimiser au mieux les dépenses dans le système de soins et de développer des parcours de soins répondant au mieux aux besoins des patients.

La situation des deux pays est contrastée. Autant le premier recours au Royaume-Uni est extrêmement bien organisé, du fait de sa fonction de gate-keeper, autant, en France, l'intégration du premier recours est seulement en devenir.

Les modalités de rémunération des professionnels de santé peuvent aussi constituer un frein au déploiement de la télémédecine, comme l'ont démontré les difficultés rencontrées par l'as-

surance maladie pour établir la cotation des actes en France.

### LA TÉLÉSURVEILLANCE, FER DE LANCE DU DÉPLOIEMENT DE L'IA AUPRÈS DES PATIENTS

#### Description du cas d'usage

La télésurveillance médicale, enrichie par l'intelligence artificielle, représente une avancée majeure dans le suivi à distance des patients atteints de pathologies chroniques telles que l'insuffisance cardiaque, rénale ou respiratoire.

L'IA permet d'analyser en temps réel des données physiologiques telles que la fréquence cardiaque, la pression artérielle et les niveaux d'oxygène dans le sang.

Cette analyse permet de détecter rapidement toute anomalie ou tendance indiquant une possible détérioration de l'état de santé, déclenchant automatiquement des alertes pour une intervention rapide des professionnels de santé.

L'IA, au travers des assistants vocaux ou chatbots, joue également un rôle clé dans l'éducation

et l'engagement des patients en leur fournissant des conseils personnalisés.

### **Niveau de Maturité : avancé**

En France, des entreprises comme Optified-self, Newcard, et Implicity se distinguent en exploitant des algorithmes d'IA pour l'analyse en temps réel des paramètres physiologiques des patients.

Ces technologies permettent de générer automatiquement des alertes en cas d'anomalies ou de risques de décompensation, facilitant ainsi une intervention précoce.

À l'international, la portée de la télésurveillance s'étend à un éventail plus large de conditions médicales. Par exemple, Biofourmis à Singapour a développé une solution de pointe dans le suivi des patients atteints d'un cancer du poumon, atteignant le statut de licorne, tandis qu'en Europe de

l'Ouest et en Scandinavie, chaque pays dispose généralement d'une à deux solutions matures de télésurveillance généraliste.

Le domaine de la télésurveillance médicale, propulsé par l'intelligence artificielle, connaît une croissance exponentielle, témoignant de ses bénéfices tangibles tant pour les patients, qui gagnent en sécurité et sérénité, que pour le système de santé, grâce à la simplification de la charge de travail et à la réduction des coûts.

Néanmoins, ce secteur fait face à des défis liés au modèle économique qui reste à affiner. En libérant la charge mentale des patients et en économisant le temps des soignants, la télésurveillance ouvre la voie à une gestion de la santé plus efficace et humaine.

# Comment l'IA peut-elle contribuer à mieux piloter les systèmes de santé ?

## GESTION DE L'APPROVISIONNEMENT EN PRODUITS DE SANTÉ

### Potentiel du cas d'usage

L'intégration de l'IA dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement hospitalière contribue à améliorer la prévision de la demande et l'optimisation des achats en fournitures médicales.

Elle permet une analyse avancée des tendances de consommation et des besoins futurs, assurant ainsi une meilleure allocation des ressources et évitant les excédents ou les pénuries de stock.

### Niveau de Maturité : avancé

Les solutions telles que DemandAMP+ au Canada montrent une maturité avancée dans l'application pratique de l'IA pour la gestion précise de la demande.

Les hôpitaux dans divers pays, y compris l'hôpital Bayındır en Turquie et l'hôpital d'Odense au Danemark, implémentent d'autres solutions d'IA pour une gestion optimisée des stocks et des commandes. De même, au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, des plateformes IA aident à anticiper la demande de médicaments, contribuant à la réduction significative des coûts liés aux déséquilibres de stock.

## OPTIMISATION DU TEMPS MÉDICAL

### Potentiel du cas d'usage

L'IA contribue à augmenter l'efficacité globale des professionnels de santé permettant de consacrer plus de temps aux patients (consultation approfondie, réduction des délais d'attente...).

Par exemple, en termes de pratiques médicales, les outils de télésurveillance précités permettent aux cliniciens d'effectuer un suivi systématique, plus rapide, en partie automatisé, permettant de ne recevoir que les patients qui en ont besoin et d'éviter aux autres

patients des visites inutiles.

### **Niveau de Maturité : avancé**

Des initiatives comme le service d'Amazon Web Services pour décharger les cliniciens des tâches administratives, et les “scribes” automatisés d'Ambience Healthcare aux États-Unis ou de Nabla en France, qui transforment les conversations en notes médicales, témoignent d'une application concrète de l'IA.

Ces solutions montrent une maturité notable en libérant environ 16 heures de travail clinique par semaine, indiquant un niveau avancé d'intégration de l'IA dans la gestion médicale.

## **OPTIMISATION DES FLUX HOSPITALIERS**

### **Potentiel du cas d'usage**

En milieu hospitalier, la gestion des flux de patients représente un défi important qui peut être exacerbé par des événements imprévus tels que la pandémie de COVID-19. L'objectif est de prévoir les afflux importants de patients avant qu'ils ne surviennent

pour permettre l'organisation des capacités, grâce à des technologies comme l'IA.

Cela comprend l'allocation des lits dans des services comme les soins intensifs, le transfert sécurisé de patients entre services, et l'identification des ceux qui sont prêts pour le suivi à domicile.

L'IA par sa capacité à travailler sur des données partielles et/ou erronées peut donc établir des plans d'action en les expliquant. De la sorte, l'expert reçoit des propositions adaptées et pertinentes, il peut établir un choix réfléchi.

### **Niveau de Maturité : avancé**

La solution d'IA CALAI, développée par la startup suisse Calyps, prédit avec une précision de plus de 90% le nombre d'admissions aux urgences et les hospitalisations subséquentes, permettant ainsi une planification efficace des ressources. Elle est implémentée dans des établissements tels que la Clinique de La Source à Lausanne et le Centre Hospitalier de Valencienne.

Aux États-Unis, des études pratiques sur l'application de l'IA révèlent des bénéfices organisationnels et économiques notables. Par exemple, une innovation développée par Philips a significativement réduit les réadmissions hospitalières de patients souffrant de BPCO de 80% dans les 30 jours suivant leur sortie, engendrant des économies substantielles de 1,3 million de dollars<sup>32</sup>.

De plus, un hôpital américain rapporte des économies potentielles de 3,9 millions de dollars annuellement grâce à l'adoption d'une technologie d'IA destinée à fluidifier les urgences par des transferts accélérés vers d'autres unités<sup>33</sup>.

D'autres pays comme Israël, le Royaume-Uni, la Finlande et la Suède ont exploré l'utilisation de l'IA pour la prédiction des tendances épidémiologiques et la prise de décision stratégique.

L'utilisation de l'IA dans la gestion des flux hospitaliers est portée tant par des startups innovantes que

par de grandes multinationales, attestant ainsi d'un marché suffisamment mature pour adopter ces technologies et d'un impact désormais mesurable.

Cette adoption transversale cependant soulève la question de la sous-utilisation dans certains pays, comme la France, interrogeant sur les barrières potentielles à une intégration plus large de ces outils dans le domaine hospitalier.

## LUTTE CONTRE LES DÉSERTS MÉDICAUX ET LES PÉNURIES DE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

### Potentiel du cas d'usage

La télémédecine, les chatbots, et d'autres solutions d'intelligence artificielle jouent un rôle essentiel dans la réponse à un problème majeur des systèmes de santé mondiaux : la pénurie de professionnels de santé.

L'IA a le potentiel de transformer l'accès aux soins dans les déserts médicaux en contribuant à prioriser les cas urgents, optimiser la distribution des ressources limitées, et soutenir les professionnels

de santé dans leurs décisions cliniques, améliorant ainsi l'efficacité globale du système.

### **Niveau de Maturité : intermédiaire à avancé**

En France, par exemple, des entreprises comme Tesson mettent en place des cabines de consultation dans des lieux tels que les pharmacies ou les gares pour simplifier les consultations de télémedecine.

De plus, un consortium européen coordonné par Inria développe DeepSPA, un outil de télémedecine visant à connecter les patients isolés aux professionnels de santé.

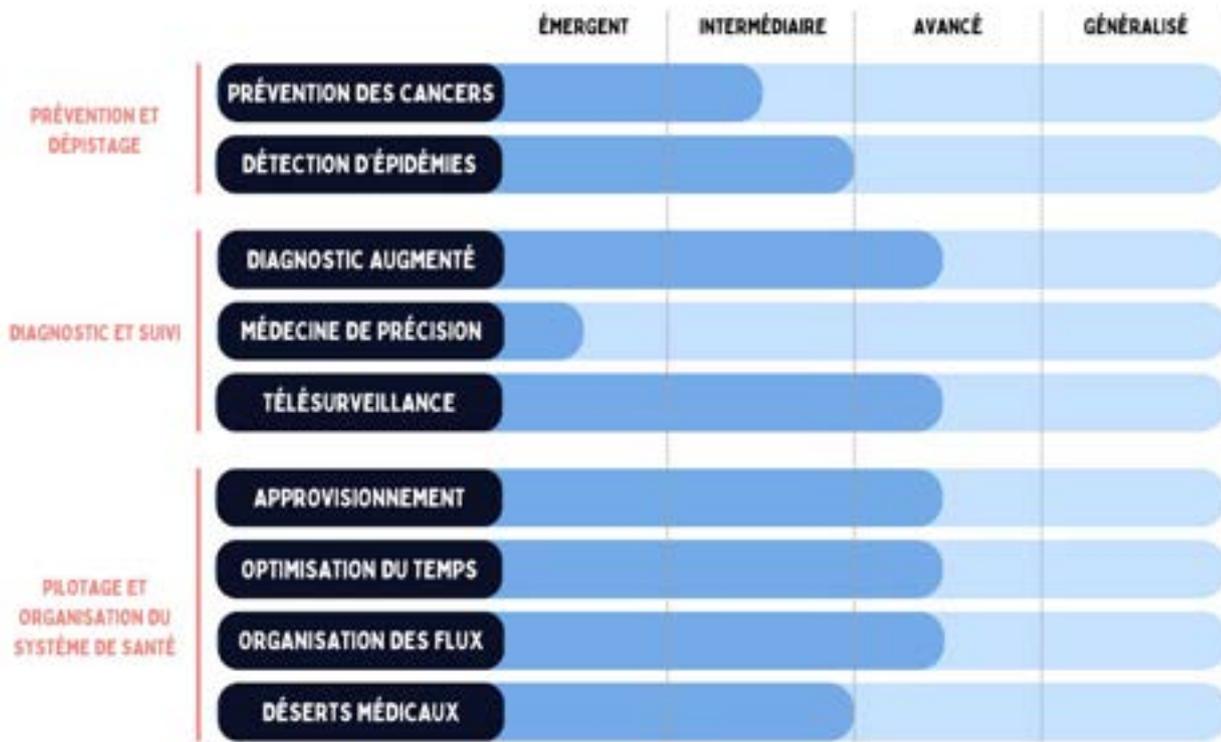
Au Canada, la plateforme Petal offre un système de prise de rendez-vous personnalisé alors que d'autres IA permettent le triage automatisé des cas dans les zones rurales.

Au Japon, un investissement de 100 millions de dollars a été prévu pour la création de dix hôpitaux utilisant l'IA pour des tâches administratives, permettant aux médecins de dégager plus de

temps pour les consultations.

En Suède, des chatbots médicaux alimentés par l'IA fournissent des conseils de santé de base, réduisant la pression sur les services d'urgence.

## NIVEAUX DE MATURITÉ DES CAS D'USAGE DE L'IA EN SANTÉ



## Quels sont les pays les plus avancés en matière d'IA ?

L'intégration de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé varie considérablement d'une région à l'autre, reflétant une mosaïque de progrès technologiques, de politiques de santé, et d'acceptation culturelle.

Cette disparité met en lumière non seulement les potentielles inégalités en termes d'accès aux soins, mais aussi une appétence et des investissements différents dans l'innovation.



Sources : 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40

## DE GRANDES DISPARITÉS D'ACCÈS AUX SOINS ET AUX TECHNOLOGIES SE CREUSENT DANS LE MONDE

En contraste, plusieurs régions en développement, notamment en Afrique, en Asie du Sud, et dans certaines parties de l'Amérique Latine, font face à des obstacles significatifs à l'adoption de l'IA en santé. Ces défis incluent non seulement un manque d'infrastructures technologiques et de financements mais aussi une insuffisance de formation et de sensibilisation à l'IA parmi les professionnels de la santé.

De plus, l'absence de cadres réglementaires adaptés et de politiques de soutien freine l'intégration et l'utilisation efficace de l'IA pour la prévention des maladies.

Au niveau international, l'OMS a publié en 2021 une stratégie mondiale sur la santé numérique, incluant sa vision des futurs changements induits par l'IA. La Commission européenne a également adopté une approche similaire en

2022 dans le cadre de sa stratégie e-santé. En juin 2022, la base de données OCDE.AI répertoriait 259 stratégies nationales, agendas et plans liés à l'IA dans le domaine de la santé à travers le monde.

La diversité des technologies explorées jusqu'à présent et la variété des initiatives soulignent l'importance de poursuivre une stratégie ambitieuse autour de l'IA. L'objectif n'est pas d'imposer une technologie ou un domaine d'application spécifique, mais plutôt de démontrer concrètement l'efficacité de l'IA.

En prouvant son utilité, cela encouragera l'adoption généralisée de cette avancée technologique essentielle.



# 02

## **FREINS ET ACCÉLÉRATEURS DE L'ADOPTION DE L'IA EN SANTÉ**

# I. Quels sont les leviers pour favoriser le développement de solutions d'IA ?

## COMMENT LA FRANCE PEUT-ELLE ACCROÎTRE SON LEADERSHIP DANS L'IA EN EUROPE ?

### La diversité historique des systèmes de santé Européens impacte la gestion des données de santé

Les systèmes de santé européens, depuis leur conception, ont adopté des modèles de financement différents susceptibles d'influencer la gestion des données de santé pour l'IA.

Les modèles beveridgiens, financés par l'État, pourraient favoriser la centralisation des données, facilitant le développement d'IA à grande échelle. À l'inverse, les modèles bismarckiens, fondés sur les cotisations des employés et employeurs et la facturation à l'acte, pourraient présenter une gestion plus fragmentée des

données, reflétant la diversité des prestataires.

Ces distinctions ont un impact direct sur l'accessibilité des données pour l'IA. Par exemple, dans un système centralisé, l'accès aux données pourrait être plus direct et uniforme, facilitant ainsi le développement d'applications d'IA à grande échelle.

À l'inverse, dans un système plus fragmenté, les défis liés à l'interopérabilité et à la standardisation des données peuvent représenter des obstacles majeurs à l'innovation. Par ailleurs, les systèmes qui s'appuient sur une facturation à l'acte sont plus exposés à la nécessité de revaloriser celui-ci quand apparaissent des solutions nouvelles, comme celles utilisant l'IA, pour s'assurer de l'adoption des innovations.

Mais cette approche théorique est nuancée par l'observation du monde réel. Ainsi, la décentralisation du NHS dans les années 90 a nui à l'interopérabilité des SI et des bases de données, comme l'ont

démontré les grandes difficultés de déploiement du dossier médical électronique outre-Manche.

La convergence des efforts d'interopérabilité pilotés par une autorité centrale (quel que soit le degré de décentralisation du système de santé et l'hétérogénéité initiale des bases de données), la confiance des patients envers les professionnels de santé, la familiarité de tous - patients et médecins- avec les nouvelles technologies, et les garanties éthiques et de sécurité attachées à la conservation et au traitement des données de santé, forment des facteurs bien plus déterminants que la forme institutionnelle des systèmes de santé.

### **Malgré une stratégie ambitieuse, l'Union européenne reste en proie à l'hétérogénéité des visions et organisations de ses Etats membres**

Le paysage de l'intelligence artificielle dans le secteur de la santé en

Europe connaît une évolution notable. Au carrefour des stratégies européennes pour l'IA et la donnée et d'appui à la santé, l'IA Act sera la première réglementation globale de l'IA au monde.

Après un processus législatif tumultueux, le 9 décembre 2023, un accord politique est intervenu entre le Conseil de l'Europe et le Parlement Européen<sup>42</sup>. Le 2 février 2024, une étape décisive a encore été franchie avec l'adoption du texte par les représentants des 27 Etats membres.

L'adoption formelle de l'IA Act par les co-législateurs européens est attendue. Une fois entré en vigueur, le texte, qui a pour ambition d'offrir un cadre juridique performant, éthique et sécurisé au développement de l'IA en Europe, devrait être pour l'essentiel applicable deux ans plus tard.

Dans cette dynamique, l'OMS a, de son côté, établi des lignes directrices éthiques et de gouver-

nance pour les grands modèles multimodaux d'IA<sup>43</sup>. Prenant encore exemple sur le législateur européen, le Président américain a amorcé l'encadrement de l'IA aux Etats-Unis, en adoptant le 30 octobre 2023 un décret présidentiel dédié à l'IA dite générative<sup>44</sup>.

En parallèle, l'Europe poursuit sa stratégie pour le développement des espaces européens communs de données<sup>45</sup> avec une proposition de règlement portant création d'un Espace Européen des Données de Santé (EHDS)<sup>46</sup>. Le texte ambitionne de favoriser l'usage secondaire des données de santé en unifiant les démarches d'accès et en encadrant la tarification de l'accès aux données de santé, une étape qui pourrait s'avérer essentielle pour l'avancée de l'IA en santé<sup>47</sup>.

Adopté par le Parlement en décembre 2023, le règlement sur l'Espace Européen des Données de Santé soulève néanmoins d'importantes interrogations pour

les personnes concernées et les producteurs de données et fait actuellement l'objet de nouvelles négociations. D'autres initiatives européennes structurantes, telles que le projet EHDEN (European Health Data Evidence Network)<sup>48</sup>, jouent un rôle clé en harmonisant les pratiques dans les hôpitaux grâce à des financements significatifs.

En outre, diverses initiatives s'efforcent d'établir des normes pour l'échange de données cliniques entre les pays membres, stimulant ainsi une collaboration transfrontalière et une standardisation dans le traitement des données de santé. Un partenariat substantiel entre la Commission européenne et l'OMS/Europe, doté d'un budget de 12 millions d'euros, est également en cours pour renforcer les systèmes d'information sanitaire<sup>49</sup>.

A l'issue des dernières négociations sur l'IA Act, la Commission européenne a lancé un train de mesures sur l'innovation dans le

domaine de l'IA afin de soutenir les jeunes pousses et les PME dans le domaine de l'intelligence artificielle (financement, accès à la donnée, création de l'Office Européen sur l'IA)<sup>50</sup>.

Malgré ce contexte favorable, la stratégie de l'Union européenne concernant le partage des données de santé suscite des débats animés. Ainsi, dans le contexte de la mise en œuvre de l'Espace Européen des Données de Santé, des problèmes de gouvernance et d'accès aux données ont été identifiés. Par exemple, les dispositions de ce texte qui imposent un partage obligatoire des données et instaurent des organes d'accès aux données de santé, font l'objet de discussions approfondies, notamment sur la nature des données à partager et les règles de propriété intellectuelle applicables.

Enfin, cette même exigence de partage des données qui pourrait être imposée aux acteurs de la santé par les nouvelles législations européennes soulève des inquiétudes stratégiques. Cette

contrainte pourrait inciter certains acteurs à transférer leurs opérations vers des pays dont la législation n'imposerait pas un tel partage. Les autorités de régulation d'accès aux données de santé ont une perception du risque différente selon les pays, avec pour certaines une position très « risk adverse » qui peut être un frein à l'innovation. Il convient donc de dépasser pour elles la seule mission de sécuriser l'utilisation des données de santé (le risque) pour s'orienter vers la favorisation de de l'innovation en santé (le bénéfice).

Les tensions apparues lors du processus législatif de ces différents textes mettent en lumière l'hétérogénéité des approches adoptées par les différents États membres de l'Union européenne concernant des aspects critiques tels que la gouvernance, l'accès, le partage et la standardisation des données.

Il est à cet égard notable de constater que la France n'a pas été partie prenante à la première phase du projet TEHDAS (Toward-

ds European Health Data Space) dédié au développement de principes européens pour l'usage secondaire des données de santé<sup>51</sup>.

### **La France n'a pas une position de leadership, mais des opportunités d'évolution existent**

La position de la France n'est pas prédominante à l'échelle européenne et mondiale dans le domaine de l'IA. En termes de production de publications scientifiques en IA, la France se classait au 12ème rang mondial en 2019 et représentait seulement 3,7 % des demandes de brevets en IA à l'Office européen des brevets (OEB), se classant ainsi au 6ème rang mondial<sup>52</sup>.

Malheureusement, à ce jour, l'absence d'une direction nationale claire et cohérente pour guider l'intégration de l'IA dans le système de santé constitue un obstacle majeur à son développement. Cette lacune se traduit par un manque de coordination entre les différentes initiatives et projets liés à l'IA, aussi bien au niveau

national qu'europpéen. Ainsi, une vision stratégique nationale pour l'IA dans la santé est nécessaire pour limiter la fragmentation des efforts.

Il est important de souligner que le cadre européen actuel représente une opportunité de premier plan pour la France. Comme nous l'avons exploré précédemment, l'Europe traverse une période de transformations majeures et de construction de modèles futurs, ouvrant ainsi la voie à une affirmation du leadership des Etats membres. Pour exploiter pleinement ces opportunités, une collaboration étroite et harmonieuse entre les acteurs français de la santé numérique et de l'IA s'avère indispensable.

En effet, l'intégration de la France dans des projets européens offre la possibilité d'apprendre des pays plus avancés et de démontrer les avantages pour l'ensemble des acteurs du domaine de la santé. L'objectif est de progresser plus rapidement vers des solutions disponibles sur le marché, en les

testant, en recueillant les retours des cliniciens, et en améliorant ces solutions au fur et à mesure, suivant ainsi une approche de type «test & learn».

**Le Healthcare Data Institute recommande aux autorités françaises et européennes de prioriser le financement de preuves de concept à grande échelle (incluant des projets d'apprentissage fédéré) au sein de tiers-lieux d'expérimentation dédiés.**

**Ce soutien devrait être conditionné aux capacités d'interopérabilité et de déploiement rapide de ces programmes et à une évaluation régulière et rigoureuse des avantages et des risques par un comité comprenant notamment patients et financeurs.**

### **QUELS SONT LES LEVIERS RÉGLEMENTAIRES POUR FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DE L'IA ?**

Le Healthcare Data Institute a identifié trois domaines spécifiques où le cadre réglementaire peut représenter un obstacle au développement des solutions ba-

sées sur l'IA en santé : la recherche, l'évaluation des solutions médicales utilisant l'IA, et l'adoption de ces solutions par les professionnels de la santé.

### **Construire un cadre réglementaire pour accélérer et encourager la recherche sur l'IA**

Le France est face à un véritable enjeu de leadership au niveau européen qui se traduit, notamment par sa capacité, ou non, à porter ou à participer à des programmes de recherche ambitieux dans le domaine de l'IA. Actuellement, les chercheurs français indiquent rencontrer des freins dans l'accès aux données de santé qui impactent, selon eux, significativement l'exercice de la recherche.

Tout d'abord, confrontés à des difficultés telles que la complexité des parcours réglementaires, l'inadéquation des méthodologies de référence à certains projets de recherche, la difficulté de répondre aux exigences de la protection des données dans le cas de projets multi-omics, les délais d'autorisa-

tion des traitements de données, l'insuffisance du support à la conformité des projets, certains chercheurs voient leurs projets de recherche ralentis ou même bloqués.

Ces contraintes les dissuadent parfois d'entreprendre des projets dépendant de l'accès aux données de santé en France. Ils s'orientent vers des sources de données internationales pensant s'absoudre du cadre national.

Par ailleurs, les défis comprennent également les nombreuses étapes de validation et de contrôle nécessaires à la mise en œuvre d'un projet. La validation de la méthodologie et des données par les comités éthiques, perçue parfois comme une défiance envers les chercheurs, est source de frustration surtout lorsqu'il s'agit d'en justifier plusieurs fois, auprès de plusieurs comités différents.

La Commission Nationale Informatique et Libertés est consciente de certaines de ces difficultés et s'engage dans un processus de révision des méthodologies de

référence qui ne peut qu'être saluée dans le fond, comme dans la méthode puisqu'elle entend coconstruire avec l'écosystème ces méthodologies renouvelées.

**Le Healthcare Data Institute recommande l'élargissement des Méthodologies de Référence et référentiels pour couvrir un maximum de projets pour faciliter l'accès aux données et encourage l'ensemble des acteurs de l'écosystème à participer à la consultation de la CNIL sur la révision des Méthodologies de Référence.**

**Le Healthcare Data Institute recommande la rationalisation des processus d'évaluation éthique et scientifique en instituant le recours à un comité éthique et scientifique indépendant et unique.**

**Préciser les conditions d'évaluations des solutions d'IA**

Le nombre de dispositifs médicaux intégrant des modules ou fonctionnalités reposant sur l'in-

telligence artificielle connaît une expansion rapide ces dernières années. Une fois qu'ils ont obtenu le marquage CE, les fabricants ont la liberté de commercialiser leurs solutions sur le territoire européen. Cependant, l'un des défis majeurs auxquels ils sont confrontés est de trouver un modèle économique viable pour leur produit. Une opportunité clé est d'obtenir la prise en charge des coûts du DM par les autorités de santé, à condition de démontrer son bénéfice clinique et médico-économique.

La Haute Autorité de Santé (HAS) a élaboré plusieurs guides pour l'évaluation des DM en France, en incluant l'évaluation des dispositifs médicaux embarquant de l'intelligence artificielle<sup>53</sup>. Cependant, cette évaluation présente des défis uniques en raison de la complexité de la réglementation et de la nécessité d'adaptation des méthodes d'évaluation.

En effet, un défi majeur dans l'évaluation des systèmes d'IA en santé est leur nature évolutive. Contrairement aux dispositifs médicaux

statiques, les systèmes intégrant de l'IA changent et s'améliorent avec le temps. Les procédures réglementaires actuelles doivent donc être adaptées pour prendre en compte cette évolutivité, assurant ainsi que les évaluations restent pertinentes et fiables au fil du temps. Un deuxième défi réside dans la disponibilité de quantités suffisantes de données pour tester et entraîner les algorithmes.

Tout comme la recherche de participants pour des essais cliniques est un enjeu majeur, garantir l'accès à une quantité adéquate de données de santé de haute qualité est crucial pour le développement et l'évaluation des algorithmes d'IA en santé. En effet, l'évaluation de l'efficacité clinique de ces dispositifs est tributaire de la quantité et de la qualité des données utilisées pour les former et les tester.

**Le Healthcare Data Institute recommande d'introduire des cadres réglementaires dynamiques alignés avec les autres Etats Membres de l'Union Européenne pour tendre vers une approche unique Européenne**

**pour l'évaluation des systèmes d'IA en santé à des fins de remboursement, permettant des réévaluations plus fréquentes pour refléter les améliorations et les changements au fil du temps des technologie de traitement et de protection des données.**

### **La responsabilité médicale dans les décisions de l'IA**

L'implication croissante de l'intelligence artificielle dans le processus de diagnostic ou de traitement en médecine soulève des questions importantes sur la responsabilité médicale. Si l'aide d'un dispositif pour élaborer un diagnostic ou effectuer un traitement n'est pas nouvelle, l'autonomie, l'évolutivité et les performances des systèmes d'intelligence artificielle questionnent quant aux périmètres de responsabilité des fournisseurs de système d'IA et des utilisateurs de ces systèmes.

L'IA Act apporte à cet égard une définition du périmètre d'obligations des fournisseurs et utilisateurs. Deux propositions

de directives révisant, pour la première, la responsabilité du fait des produits<sup>54</sup> et prévoyant, pour la seconde, l'adaptation des règles en matière de responsabilité civile extracontractuelle au domaine de l'intelligence artificielle, apportent des éléments de prévision et de sécurité juridique importants.

En adaptant les règles existantes au contexte particulier de l'IA, ces textes, s'ils sont adoptés, pourraient notamment préciser les circonstances susceptibles de caractériser le défaut d'un système d'IA et les fautes des utilisateurs et fournisseurs d'un même système, susceptibles d'engager leur responsabilité.

Reste que l'articulation avec le droit de la responsabilité médicale et l'orientation des contentieux sont à éprouver, notamment en matière diagnostique puisque les règles actuelles imposent au médecin d'établir son diagnostic en toute indépendance.

Au-delà des obligations de sélection des dispositifs, de res-

pect des recommandations des fournisseurs dans l'utilisation et la surveillance du système et de pertinence des données d'entrée qui sont imposées aux professionnels de santé utilisateurs des systèmes d'IA, il est probablement nécessaire, pour assurer la sécurité juridique de ces professionnels, que le rapport entre l'autonomie du système et l'indépendance du médecin notamment dans le diagnostic, soit précisé pour permettre une utilisation sereine de ces nouvelles technologies.

**Le Healthcare Data Institute recommande de clarifier le cadre réglementaire concernant la responsabilité médicale en cas d'erreur des systèmes d'IA en santé, et notamment à vocation diagnostique.**

## **COMMENT LES MODÈLES ÉCONOMIQUES DES SOLUTIONS D'IA EN SANTÉ PEUVENT-ILS SOUTENIR LEUR DÉVELOPPEMENT ?**

### **La valorisation des solutions**

Il existe une multitude de modèles économiques, chacun adapté à

différents acteurs et typologies de solutions d'IA en santé. Les solutions destinées directement aux patients et ayant une valeur médicale peuvent emprunter le chemin du remboursement.

D'autres solutions, orientées vers les industries de santé, peuvent suivre un modèle commercial B2B plus traditionnel. En outre, certains acteurs se positionnent en tant qu'intermédiaires dans la chaîne de valeur de l'IA, offrant des services et des plateformes facilitant l'utilisation de ces technologies.

Parmi ces différents modèles, la voie du remboursement, lorsqu'elle est possible, est souvent celle qui présente le plus de difficultés, en raison de sa complexité et des exigences réglementaires. L'expérience de l'Allemagne avec le remboursement des dispositifs médicaux numériques (DIGA) illustre bien les complexités de ces modèles.

Bien que ces dispositifs soient remboursés, leur adoption sur le marché reste limitée. Ce cas dé-

montre que, si le remboursement est une étape cruciale, il ne suffit pas à lui seul à garantir le succès des technologies de santé digitale.

Parallèlement, une tendance émerge vers le développement d'initiatives de santé digitale B2C, souvent à la croisée de la santé et du bien-être, cherchant à influencer les décisions des autorités de santé par leur succès commercial. Ces modèles économiques alternatifs valorisent l'adoption directe par les consommateurs et créent de nouveaux usages.

L'utilisation croissante de ces solutions facilite également la collecte de données essentielles pour l'évaluation et peut favoriser leur intégration dans les systèmes de remboursement.

Enfin l'adoption de l'IA comme élément technologique va faire émerger des acteurs du B2B2C. Cette chaîne de valeur va permettre la construction d'IA dont la diffusion se fera en mode éditeur.

## **La valorisation des données**

Au-delà de la commercialisation des solutions finales, un modèle économique essentiel dans le domaine de l'IA en santé repose sur la valorisation des données utilisées. Ce modèle met en lumière l'importance stratégique des données comme actif économique, ouvrant la voie à des opportunités de monétisation et de collaborations dans l'écosystème de la santé.

Dès 2020, le groupe de travail constitué dans le cadre du Contrat Stratégique de Filière des Industries et Technologies de Santé formulait ses recommandations pour un modèle économique de la mise à disposition des données de santé issues du SNDS<sup>55</sup>. Ce modèle a vocation à être équilibré pour répondre aux attentes des producteurs/fournisseurs de données, qui cherchent à être justement récompensés pour leurs investissements financiers, leurs efforts et leur expertise dans la production et la mise à disposition des données.

De plus, il doit répondre aux besoins des demandeurs/utilisateurs de données en veillant à ce que le coût financier de l'accès aux données soit raisonnable. Ce modèle doit également intégrer les coûts de production, l'expertise requise et les coûts de mise à disposition des données. En outre, la valeur des données doit être au cœur de ce modèle, favorisant la qualité des données pour renforcer la reconnaissance des études et analyses, ainsi que la compétitivité internationale.

Malgré ces recommandations, la mise en pratique d'un modèle de valorisation et de tarification des données de santé rencontre de très nombreux obstacles et les acteurs concernés peinent à aboutir à des modèles clairs depuis plusieurs années. Cette valorisation est principalement étudiée dans le cadre des entrepôts de données hospitalières.

Les récents travaux du comité stratégique des données de santé insistent sur la nécessité de mettre en place un modèle de tarification

commun pour garantir la transparence et l'équité dans l'accès aux données de santé<sup>56</sup>.

Cette approche vise à éviter les tarifs arbitraires et à encourager un accès élargi aux données pour la recherche et l'innovation. Une autre dimension importante est la standardisation des tâches liées à la mise à disposition des données de santé, afin d'accélérer la production de devis et la contractualisation. Cette standardisation contribuerait à une tarification transparente et non arbitraire.

Enfin, ces réflexions à l'échelle française ne peuvent être déconnectées de la construction des espaces européens communs de données. Dans le cadre de la stratégie européenne des données, deux textes, au moins, auront une importance capitale sur la construction de la stratégie de valorisation des données: le Règlement européen sur la gouvernance des données<sup>57</sup>, entré en application le 24 septembre 2023 et le futur Règlement sur l'espace européen des données de santé.

Les deux textes favorisent la réutilisation des données pour dynamiser l'innovation, et prévoient un principe de rémunération transparente, juste et équitable de l'accès aux données. Le premier de ces règlements prévoit également le rôle important des services d'intermédiation de données entre les détenteurs et les utilisateurs de données aujourd'hui peu développé en France.

**Le Healthcare Data Institute suggère de mettre en place une convention unique régissant l'accès aux données de santé et leur valorisation, sur le modèle de ce qui est déjà pratiqué dans le cadre des études cliniques, et de confronter cette approche aux acteurs européens dans un objectif d'alignement des positions.**

## QUELS SONT LES LEVIERS TECHNIQUES DE DÉVELOPPEMENT DE L'IA ?

Sur le plan technique, des freins au développement de l'IA en santé peuvent résulter en amont des caractéristiques des sources de données utilisées, de la pertinence des données, comme de l'intégration de ces données. De nouvelles approches basées sur la fédération permettent de lever différents inhibiteurs alors que le sujet spécifique d'IA générative est déjà à considérer avec attention pour appréhender un futur prochain sereinement.

### **Caractéristiques et pertinence des données**

L'entraînement des algorithmes d'intelligence artificielle entretient une très forte dépendance aux sources de données utilisées dans ce processus. Des impacts significatifs peuvent apparaître en fonction du type d'algorithme utilisé, de l'objectif de la tâche, et des spécificités du domaine médical.

Les établissements de soins produisent une grande quantité de données sur de longues périodes. Toutefois, la qualité de ces données est souvent limitée, avec des problèmes tels que la discontinuité temporelle et la non structuration (langage libre).

Pour cela, il est donc nécessaire d'avoir à l'esprit les différentes catégories de caractéristiques de données à prendre en compte.

## CARACTÉRISTIQUES DES DONNÉES

01

### VOLUME

Les modèles d'apprentissage profond requièrent souvent de grandes quantités de données pour obtenir des performances optimales.

02

### COHÉRENCE

L'hétérogénéité des données (provenant de différents prestataires de soins ou organisation/systèmes) nécessaire à l'apprentissage des algorithmes soulève des défis en termes de maintien de leur cohérences et continuité, en particulier lorsque les données sont mises à jour ou modifiées à différents endroits.

03

### TEMPORALITÉ

La temporalité (évolution de la donnée dans le temps) est inhérente au domaine médical. Elle joue un rôle significatif dans l'entraînement des algorithmes d'intelligence artificielle pour des tâches telles que la prédiction de l'évolution de la maladie ou la détection des tendances.

04

### HÉTÉROGÉNÉITÉ

Variation géographiques, ethniques, pratiques médicales, raison sociale, etc. Une grande hétérogénéité peut être source de robustesse si le volume associé est conséquent, mais s'avérer contre-productif à l'inverse. Cela soulève le défi de la gestion de la dimensionnalité qui doit être appréhendée efficacement tout en évitant le surajustement (overfitting).

05

### REPRÉSENTATIVITÉ

Les données doivent être représentatives de la population à laquelle l'algorithme sera appliqué (pratiques médicales, démographiques, géographiques etc.)

06

### CONFIDENTIALITÉ & SÉCURITÉ

Les algorithmes doivent être conçus pour garantir la confidentialité et la sécurité des données tout en maintenant des performances élevées.

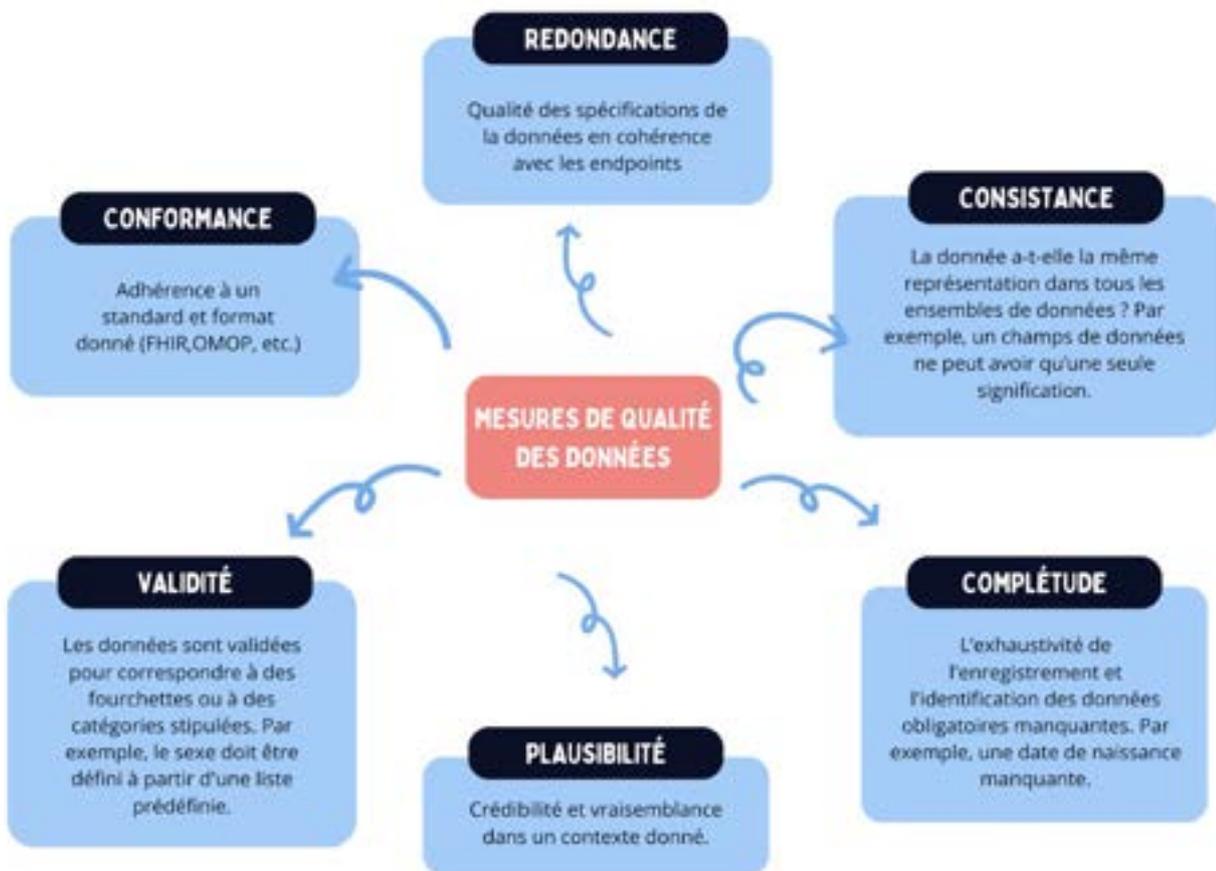
07

### BIAIS ET DISCRIMINATION

Des biais existant dans les données d'entraînement (raciaux, sexuels, etc.) peuvent faire l'objet d'une amplification par les modèles d'IA ce qui peut entraîner des mauvaises interprétations par les cliniciens.

La mesure de qualité des données médicales est une étape nécessaire et importante dans le processus d'entraînement des algorithmes IA.

Trop souvent basée sur des métriques 'ad hoc', la mesure de la qualité gagnerait à être réalisée par référence aux travaux autorisés adressant cette question.<sup>58</sup>



L'analyse fine des caractères des données sources et leur qualité au regard des critères ci dessus, peuvent apparaître à première vue comme des freins au développement et déploiement de nouvelles IA pour la santé. Cependant une bonne maîtrise des sources de données par l'organisme de soin devient rapidement un accélérateur lorsque la maintenance, l'évolution et l'extension des algorithmes en place sont considérés.

## Intégration des données

La diversité des données est également un frein au développement de l'IA en santé. Les données sont actuellement souvent fragmentées dans différents systèmes d'information et formats propriétaires, rendant leur extraction complexe et coûteuse. Les technologies ETL (Extract, Transform, Load), basées sur des architectures de type «Data warehouse», sont efficaces et robustes, mais manquent de

flexibilité pour intégrer de nouvelles sources de données.

De nouvelles approches pour stocker et analyser de très larges volumes de données structurées et non-structurées ont vu le jour depuis une dizaine d'années, dynamisées par les GAFAM et le marché des objets communicants.

Des plateformes de data sciences intégrant et automatisant toute la chaîne de traitement de la données (de l'acquisition à haute fréquence de formats très variés, en passant par le stockage dit 'no-sql' proposant une indexation profonde, jusqu'à des outils de visualisation facilitant la recherche et la caractérisation de données) ont vu le jour et sont maintenant déployées dans les nouvelles générations d'entrepôts de données de santé.

Ces outils, très orientés "donnée", sont autant d'accélérateurs au développement de nouveaux algorithmes. Ils facilitent l'intégration des données pour permettre aux data scientists de se concentrer sur

le développement d'algorithmes.

Enfin, cet ensemble cohérent d'outils est maintenant intégré aux services d'automatisation d'apprentissage automatique (MLOps) également centrés sur le traitement de la donnée. La valeur ajoutée de ces services est indéniable quant au processus de création, maintenance et déploiement d'algorithmes d'IA (automatisation des pipelines de déploiement, garantie de la répétabilité et reproductibilité, gestion des versions, surveillance des défaillances, sécurité et gouvernance et optimisation en continu des modèles).

L'importance du chaînage des sources pour enrichir les données est primordiale. L'utilisation de données du Système National des Données de Santé (SNDS), par exemple, peut être avantageuse pour la recherche clinique.

Cependant, la transmission des données soulève des questions de maîtrise et d'hébergement des données, en particulier lorsque

celles-ci sont transmises à des tiers hors de l'Union européenne.

## Sécurité

Bien que les techniques d'apprentissage fédérées gagnent petit à petit du terrain, l'immense majorité des algorithmes en santé est actuellement basée sur des entrepôts centralisés.

Le référentiel CNIL pour les entrepôts (référence à ajouter) encadre strictement l'usage des données secondaires pour la recherche et donc pour le développement d'IA. Partitionnement réseau, cryptographie des sources, stricte authentification font partie d'un ensemble de recommandations plus vaste que la solution d'entrepôt doit respecter. La pseudonymisation est de rigueur.

Notons que de nouveaux risques importants ont fait jour en lien direct avec l'usage de la donnée dans les algorithmes. Par exemple les attaques par retro-engineering (récupération d'information sur les données d'entraînement

originales) ou par poisoning de données (altération des performances et précision des modèles d'IA en injectant des données malveillantes ou bruitées) ne sont plus des exceptions et doivent être pris très au sérieux par les équipes cyber des établissements de soin.

En résumé, dans un contexte où l'accroissement du volume et la diversité des données est nécessaire au développement de nouveaux algorithmes, il est crucial de mettre en œuvre toutes les recommandations appropriées s'appliquant au cycle de vie des données et des modèles d'IA, y compris la protection des données, la détection des attaques, la validation et la vérification des modèles, ainsi que la sensibilisation et la formation des utilisateurs.

Parfois considéré comme un frein au déploiement de nouveaux algorithmes, le renforcement de la sécurité des données pour l'IA ne peut être évité pour obtenir une pleine adhésion des cliniciens et patients à terme.

## Technologies de fédération d'accès

Les technologies de fédération d'accès dans le domaine de l'intelligence artificielle en santé ouvrent des portes vers de nouvelles opportunités à haut potentiel. Cette approche, permettant le traitement et l'utilisation des données sans nécessiter leur déplacement ni agrégation dans une base centrale, est particulièrement attractive. Elle favorise une approche souveraine de la donnée tout en renforçant sa confidentialité.

Nous pouvons identifier deux approches complémentaires et de maturité différentes.

- Les requêtes de données qui s'appuient sur une distribution d'entrepôts (ex: projet européen EHDEN<sup>59</sup>) et qui exécutent des agrégations fédérées de statistiques. Ces approches, matures, nécessitent des techniques innovantes d'agrégation et de consolidation.
- L'apprentissage fédéré qui permet d'exécuter un entraî-

nement de l'algorithme sur chaque entrepôt cible et d'agréger ces différentes contributions dans une version consolidée. Cette méthode, selon laquelle "c'est l'algorithme qui se déplace vers la donnée", nécessite des techniques innovantes d'agrégation des contributions fédérées et des mesures pour prévenir les risques d'exposition de données sensibles, comme le Secure Multiparty Computation ou la Differential Privacy.

Toutefois, l'audibilité de l'algorithme agrégé et un modèle de récompense robuste prenant en compte les contributions de chaque acteur restent des défis à relever. De nombreux projets de recherche européens terminés ont intégré ces techniques.<sup>60 61 62 63 64 65 66 67 68</sup>

De nouvelles initiatives sont en cours également preuve que ces technologies vont jouer un rôle très important dans les stratégies de digitalisation des organismes de soins à moyen terme.<sup>69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83</sup>

## PROJETS EUROPÉENS D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET FEDERATED LEARNING



\* Projets menés avant 2023

### IA génératives et nouveaux défis techniques

#### *L'utilisation des IA génératives dans la santé:*

L'apparition récente du service ChatGPT sur la toile (développé par OpenAI) a mis en évidence les capacités remarquables des grands modèles de langage (LLM) pour comprendre et assimiler des

éléments de langage avancés et générer du contenu. En quelques mois, les LLM sont devenus un élément incontournable des stratégies d'intelligence artificielle des CIO/CEO dans de nombreux domaines.

La santé ne fait pas exception avec des potentialités très importantes applicables à tout le spectre des usages et des acteurs de la santé :

établissements de soins, industrie pharmaceutique, établissement de recherche, agences publiques et gouvernementales, compagnies assurances et startups. Intégrer des LLM dans les systèmes de soins imposent d'avoir une bonne connaissance de leur potentialité mais également des enjeux, risques et limites dues à la complexité du langage médical et des pratiques/contextes cliniques à prendre en compte.

### ***La nécessité d'introduire des modèles spécifiques au monde médical:***

Les LLMs ont prouvé une performance indéniable pour différentes tâches requérant un traitement en langage naturel (NLP)<sup>84</sup>. Cependant, la complexité du langage médical et des pratiques/contextes cliniques à prendre en compte ont exposé les limites de cette approche et imposé l'introduction de modèles spécifiques.

Ces nouveaux modèles s'appuient sur un 'pré-entraînement' (souvent non supervisé) qui vise à prédire un groupe syntaxique en consi-

dérant son prédécesseur. Puis un 'raffinage' (fine-tuning) est appliqué pour adapter le modèle au domaine visé. Il s'appuie sur des techniques maîtrisées de l'IA comme l'apprentissage supervisé ou par renforcement (RLHF avec intervention humaine), impliquant souvent une collaboration interdisciplinaire avec validation clinique.

Il existe de nombreux LLM pour la santé (voir tableau III <https://arxiv.org/pdf/2310.05694.pdf>) dont les performances sont étudiées avec attention car ces modèles apportent de bien meilleurs résultats.

### ***Quels défis à relever ?***

Différents défis se dressent à court terme pour envisager sereinement l'utilisation de ces nouvelles technologies dans les processus de soins

- **Confidentialité des données:** Comme tout modèle IA, mais a fortiori pour les LLM qui sont très gourmands en données d'entraînement, le risque de stocker dans le modèle des données sensibles est présent.

Les stratégies existantes d'anonymisation et d'identification des risques doivent être absolument appliquées

- **'L'hallucination'** et la propagation d'information éloignées du contexte et des faits est importante avec ces algorithmes car ils ont une maîtrise linguistique très élevée dans leur réponse ce qui a tendance à introduire l'apparence d'une proximité avec un 'vrai' expert humain.
- **L'interprétabilité:** Les LLMs restent extrêmement opaques dans leur processus d'analyse. L'applicabilité des IA, sujet déjà sensible devient avec ces modèles, critique. Il faut obligatoirement effectuer un audit des données d'entraînement, or leur volume excède ce que les capacités humaines peuvent appréhender.
- **Le volume la qualité et l'accessibilité:** Les LLMs requièrent de très gros volumes de données (particulièrement la phase de "pre-training") pour leur entraînement. La qualité de ces données devient très importante dans la phase de 'raffinage'.

En conclusion, les pratiques médicales offrent un champ d'application vaste et prometteur aux LLMs. L'utilisation de modèles spécifiques va s'imposer pour arriver au niveau de performance et de fiabilité requis pour des pratiques de soin. Cependant, la complexité du langage médical et la diversité des contextes médicaux induisent de nombreux défis dont une part importante tient à la donnée.

Une synergie dans la collaboration entre les professionnels de la santé, les spécialistes des données, les éthiciens et les décideurs politiques s'impose pour appréhender ces révolutions technologiques très disruptives afin de répondre aux besoins médicaux, aux défis et aux implications éthiques.

**Le Healthcare Data Institute recommande, lors de la mise en place de projets (appels d'offres, entrepôts de données, etc.), d'imposer des normes techniques, avec des spécifications fonctionnelles, afin d'assurer la robustesse, l'interopérabilité, la transparence et l'explicabilité pour accroître la confiance.**

## II. Quels sont les leviers pour accroître l'acceptabilité et la confiance dans les solutions d'IA ?

### COMMENT EST PERÇUE L'IA PAR LE GRAND PUBLIC ET LES PROFESSIONNELS DE SANTÉ ?

#### **Les mythes autour de l'IA sont influencés par les médias sociaux et les œuvres culturelles**

La désinformation entourant l'IA alimente des craintes et de nombreux fantasmes. Cette confusion est prévalente non seulement auprès du grand public, mais également parmi les professionnels de santé. Le défi réside donc dans la démystification de l'IA, en séparant ses capacités réelles des exagérations souvent véhiculées par les médias et certaines représentations culturelles.

Les émotions générées par l'intégration de l'IA, ainsi que les images et significations construites dans les médias sociaux et les œuvres culturelles, jouent un rôle clé dans

la perception de cette technologie. Ces influences peuvent parfois avoir un impact plus fort que les politiques publiques ou les discours scientifiques.

Par ailleurs, l'ère des réseaux sociaux a exacerbé la crise de la parole scientifique ou experte. Cette tendance brouille les pistes pour le public, rendant difficile la distinction entre les faits scientifiquement validés et les spéculations ou exagérations.

#### **Perception et adoption de l'IA par les professionnels de santé et le grand public**

Les perceptions de l'IA varient considérablement entre les professionnels de santé et le grand public. Les professionnels tendent à avoir une approche pragmatique, influencée par des considérations pratiques et des exigences professionnelles. En revanche, le grand public forme ses perceptions à travers une variété de sources, conduisant à une compréhension plus hétérogène.

**Le Healthcare Data Institute recommande aux autorités de santé de lancer une grande campagne nationale d'information à destination du grand public sur l'utilisation de l'IA dans le domaine de la santé afin de promouvoir une compréhension réaliste de cette technologie.**

## **COMMENT LA FORMATION ET LA COMMUNICATION PEUVENT CONTRIBUER À L'ADOPTION DE L'IA ?**

L'adoption efficace de l'intelligence artificielle dans le secteur de la santé dépend fortement de la qualité de la formation, de la diffusion des connaissances, et de la communication autour de ces technologies. Ainsi, il est primordial de renforcer la compréhension de l'intelligence artificielle par les professionnels de santé.

Une communication claire et transparente concernant son fonctionnement et ses limites est essentielle pour dissiper les craintes et encourager une utilisation confiante de ces technologies. Le partage d'expériences concrètes et l'implication dans des

projets d'IA s'avèrent souvent plus efficaces que la théorie seule pour persuader les professionnels de santé de l'utilité de ces outils.

## **Diversité dans l'utilisation de l'IA selon la spécialité et la localisation**

La façon dont les professionnels de santé perçoivent et utilisent l'IA varie considérablement en fonction de leur spécialité et de leur localisation. Par exemple, les oncologues ou les radiologues, déjà familiers avec l'IA, adoptent une approche proactive, tandis que les médecins généralistes peuvent avoir des préoccupations différentes ou une familiarité moindre avec cette technologie.

De plus, une distinction est observée entre les spécialistes des grandes métropoles et ceux des hôpitaux de province, ce qui soulève des questions d'équité dans l'accès aux soins. L'objectif est de garantir une égalité des chances pour tous les patients, indépendamment de leur localisation ou du spécialiste consulté.

## **Formation initiale et continue des professionnels de santé**

La sensibilisation à l'IA doit débuter dès la formation initiale, avec l'intégration prévue de modules dédiés à la transformation numérique en santé dans les programmes de formation dès 2024. Ces formations, adaptées aux besoins spécifiques des études médicales et paramédicales, couvriront divers aspects de l'IA et du numérique. En parallèle, la formation continue des professionnels de santé en exercice est essentielle pour l'adoption croissante de l'IA. Ces formations devront aborder la compréhension des relations entre les données et l'IA, ainsi que les enjeux éthiques liés à l'utilisation de l'IA, notamment en ce qui concerne le secret médical et la transmission des données, deux préoccupations majeures des soignants.

**Le Healthcare Data Institute recommande de mettre en place des modules de formation sur l'IA et la Data Science adaptés à chaque spécialité médicale dans le cadre de la formation continue, avec des items obligatoires. Ces**

**modules doivent inclure des cas pratiques, des simulations, et des études de cas réels pour illustrer l'application de l'IA dans des contextes cliniques variés.**

## **L'IA, catalyseur de la collaboration soignant-patient ?**

Les outils d'IA comme «Prédic» en Angleterre favorisent la décision partagée médecin-patient en éclairant sur les avantages et risques des traitements. Ils enrichissent la relation soignant-soigné, facilitant des choix médicaux plus informés. L'IA contribue aussi à humaniser cette relation, rendant les décisions médicales plus personnalisées grâce à l'intégration des perceptions et craintes du patient, marquant un progrès vers une médecine centrée sur le patient.

## **COMMENT BÂTIR UNE IA ÉTHIQUE ET DE CONFIANCE ?**

### **Le principe de garantie humaine dans l'IA**

La mise en œuvre de l'intelligence artificielle dans le secteur de la

santé souligne l'importance cruciale de maintenir un contrôle humain sur ces technologies, en accord avec les directives européennes sur la garantie humaine. Ainsi, les professionnels de santé sont appelés à jouer un rôle actif de supervision et de validation des résultats produits par l'IA.

Cette responsabilité est d'autant plus importante dans des domaines à enjeux élevés, tels que les diagnostics médicaux, où les conséquences des décisions peuvent être très significatives. Un aspect crucial est la capacité des professionnels de santé à interpréter les résultats de l'IA dans le contexte global de la condition et de l'histoire du patient.

### **L'explicabilité de l'IA : un facteur clé pour accroître la confiance**

L'explicabilité est vitale pour l'adoption de l'IA en santé, assurant la confiance des professionnels et patients. Pour des décisions critiques, la clarté sur le fonctionnement de l'IA et sur ses recommandations est indispensable.

Toutefois, la complexité de certains modèles, comme ceux basés sur l'apprentissage profond, peut rendre difficile une transparence totale. Cette situation est parfois comparée au jugement médical humain, qui n'exige pas toujours une explication complète.

Malgré cela, les leçons tirées des systèmes experts des années 80 soulignent l'importance des explications pour la confiance utilisateur. Un équilibre doit être trouvé entre fournir des explications compréhensibles et gérer la complexité des systèmes, en évitant les détails excessifs qui pourraient nuire à la compréhension. L'objectif est de rendre l'IA en santé accessible et fiable, sans sacrifier sa complexité technique.

**Le Healthcare Data Institute recommande de standardiser les informations données aux utilisateurs pour comprendre facilement les recommandations de l'IA, les données sous-jacentes accessibles notamment l'explicabilité sur l'utilisation de l'IA dans les diagnostics et les**

**traitements, renforçant ainsi la confiance entre les patients, les professionnels de santé et les fournisseurs de solutions.**

### **Information des patients sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans le soin**

Dans le cadre de l'utilisation de ces données pour entraîner des algorithmes d'intelligence artificielle, une attention toute particulière doit être portée à l'information des patients. En effet, il est crucial d'éviter les malentendus et les informations erronées qui pourraient entraver l'acceptation des technologies d'IA dans le domaine de la santé.

Mais, dans le cadre de l'IA, une question éthique et pratique importante se pose : celle de la nécessité d'informer les patients lorsqu'un diagnostic est réalisé avec l'aide d'un algorithme d'IA. Informer les patients de l'utilisation de l'IA dans leur diagnostic peut avoir des implications sur leur perception et leur compréhension du processus de diagnostic.

Cela peut aider à démystifier l'IA et à réduire les appréhensions potentielles quant à son utilisation en santé.

Cependant, cette démarche nécessite une communication claire et adaptée. Les professionnels de santé doivent être capables d'expliquer de manière compréhensible comment l'IA a été utilisée dans le diagnostic, et quel rôle elle a joué par rapport à la décision finale.



# **RÉSUMÉ**

## **DES RECOMMANDATIONS**

1

Le Healthcare Data Institute recommande aux autorités françaises et européennes de prioriser le financement de preuves de concept à grande échelle (incluant des projets d'apprentissage fédéré) au sein de tiers-lieux d'expérimentation dédiés.

Ce soutien devrait être conditionné aux capacités d'interopérabilité et de déploiement rapide de ces programmes et à une évaluation régulière et rigoureuse des avantages et des risques par un comité comprenant notamment patients et financeurs.

2

Le Healthcare Data Institute recommande l'élargissement des Méthodologies de Référence et référentiels pour couvrir un maximum de projets pour faciliter l'accès aux données et encourage l'ensemble des acteurs de l'écosystème à participer à la consultation de la CNIL sur la révision des Méthodologies de Référence.

3

Le Healthcare Data Institute recommande la rationalisation des processus d'évaluation éthique et scientifique en instituant le recours à un comité éthique et scientifique indépendant et unique.

4

Le Healthcare Data Institute recommande d'introduire des cadres réglementaires dynamiques alignés avec les autres Etats Membres de l'Union Européenne pour tendre vers une approche unique Européenne pour l'évaluation des systèmes d'IA en santé à des fins de remboursement, permettant des réévaluations plus fréquentes pour refléter les améliorations et les changements au fil du temps des technologie de traitement et de protection des données.

5

Le Healthcare Data Institute recommande de clarifier le cadre réglementaire concernant la responsabilité médicale en cas d'erreur des systèmes d'IA en santé, et notamment à vocation diagnostique.

6

Le Healthcare Data Institute suggère de mettre en place une convention unique régissant l'accès aux données de santé et leur valorisation, sur le modèle de ce qui est déjà pratiqué dans le cadre des études cliniques, et de confronter cette approche aux acteurs européens dans un objectif d'alignement des positions.

7

Le Healthcare Data Institute recommande, lors de la mise en place de projets (appels d'offres, entrepôts de données, etc.), d'imposer des normes techniques, avec des spécifications fonctionnelles, afin d'assurer la robustesse, l'interopérabilité, la transparence et l'explicabilité pour accroître la confiance.

8

Le Healthcare Data Institute recommande aux autorités de santé de lancer une grande campagne nationale d'information à destination du grand public sur l'utilisation de l'IA dans le domaine de la santé afin de promouvoir une compréhension réaliste de cette technologie.

9

Le Healthcare Data Institute recommande de mettre en place des modules de formation sur l'IA et la Data Science adaptés à chaque spécialité médicale dans le cadre de la formation continue, avec des items obligatoires. Ces modules doivent inclure des cas pratiques, des simulations, et des études de cas réels pour illustrer l'application de l'IA dans des contextes cliniques variés.

10

Le Healthcare Data Institute recommande de standardiser les informations données aux utilisateurs pour comprendre facilement les recommandations de l'IA, les données sous-jacentes accessibles notamment l'explicabilité sur l'utilisation de l'IA dans les diagnostics et les traitements, renforçant ainsi la confiance entre les patients, les professionnels de santé et les fournisseurs de solutions.



# RÉFÉR ENCES

- 1 - Graphics Processing Unit
- 2 - Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance. La stratégie nationale pour l'IA. [Internet]. Disponible sur : <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/numerique/enjeux/la-strategie-nationale-pour-l-ia>.
- 3 - Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance. Comité Intelligence Artificielle Générative. [Internet]. Disponible sur : <https://www.economie.gouv.fr/comite-intelligence-artificielle-generative>.
- 4 - Usine Digitale. Pour concurrencer Fair et Kyutai, Google lance un laboratoire de recherche dédié à l'IA à Paris. [Internet]. Disponible sur : <https://www.usine-digitale.fr/article/pour-concurrencer-fair-et-kyutai-google-lance-un-laboratoire-de-recherche-dedie-a-l-ia-a-paris.N2208338>.
- 5 - Libération. Intelligence artificielle : Google inaugure un nouveau centre à Paris. [Internet]. Disponible sur : [https://www.liberation.fr/economie/economie-numerique/intelligence-artificielle-google-inaugure-un-nouveau-centre-a-paris-20240215\\_D7LSG6DC3JAH7GN4PLX2TT7711/](https://www.liberation.fr/economie/economie-numerique/intelligence-artificielle-google-inaugure-un-nouveau-centre-a-paris-20240215_D7LSG6DC3JAH7GN4PLX2TT7711/).
- 6 - Bibault JE, Bassenne M, Ren H, Xing L. Deep learning prediction of cancer prevalence from satellite imagery. *Cancers*. 2020;12:3844.
- 7 - White RW, Horvitz E. Evaluation of the feasibility of screening patients for early signs of lung carcinoma in web search logs. *JAMA Oncol*. 2017;3:398-401.
- 8 - Beg MS, Gupta A, Stewart T, Rethorst CD. Promise of wearable physical activity monitors in oncology practice. *J Oncol Pract*. 2017;13:82-89.
- 9 - Cancer.ca. Leveraging Artificial Intelligence to Detect Lung Cancer Earlier in More People. (Internet). (Date de consultation : 16 novembre 2023). Disponible sur <https://cancer.ca/fr/research/for-researchers/funding-results/break-through-team-grants/leveraging-artificial-intelligence-to-detect-lung-cancer-earlier-in-more-people>
- 10 - Sciences et Avenir. Une intelligence artificielle pour prédire le cancer du sein. (Internet). (Date de consultation : 6 novembre 2024). Disponible sur [https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cancer/une-intelligence-artificielle-pour-pre-dire-le-cancer-du-sein\\_134056](https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cancer/une-intelligence-artificielle-pour-pre-dire-le-cancer-du-sein_134056)
- 11 - Food and Drug Administration (FDA). ClearRead CT. 2016.
- 12 - Food and Drug Administration (FDA). ProFound™ AI Software V2.1. 2019.
- 13 - Food and Drug Administration (FDA). Transpara™. 2019.
- 14 - Siecledigital. Une IA avait détecté l'épidémie de coronavirus avant les déclarations de l'OMS. [Internet]. 2020 [cité le 11 février 2024]. Disponible sur : <https://siecledigital.fr/2020/01/29/une-ia-avait-detecte-lepidemie-de-coronavirus-avant-les-declarations-de-loms/>
- 15 - HealthMap. [Internet]. Disponible sur : <https://www.healthmap.org/en/>
- 16 - Beg MS, Gupta A, Stewart T, Rethorst CD. Promise of wearable physical activity monitors in oncology practice. *J Oncol Pract*. 2017;13:82-89.
- 17 - Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. Corrigendum: dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017;546:686.
- 18 - Chang K, Bai HX, Zhou H, Su C, Bi WL, Agbodza E, Kavouridis VK, Senders JT, Boaro A, Beers A, et al. Residual convolutional neural network for the determination of IDH status in low- and high-grade gliomas from MR imaging. *Clin Cancer Res*. 2018;24:1073-1081.
- 19 - Schelb P, Kohl S, Radtke JP, Wiesenfarth M, Kickingereeder P, Bickelhaupt S, Kuder TA, Stenzinger A, Hohenfellner M, Schlemmer HP, et al. Classification of cancer at prostate MRI: deep learning versus clinical PI-RADS assessment. *Radiology*. 2019;293:607-617.
- 20 - Ehteshami Bejnordi B, Veta M, van Diest PJ, van Ginneken B, Karssemeijer N, Litjens G, van der Laak JAWM, the CAMELYON16 Consortium, Hermsen M, Manson QF, et al. Diagnostic assessment of deep learning algorithms for detection of lymph node metastases in women with breast cancer. *JAMA*. 2017;318:2199-2210.
- 21 - Medical Futurist. The Current State of FDA-Approved AI-Based Medical Devices. [Internet]. Disponible sur : <https://medicalfuturist.com/the-current-state-of-fda-approved-ai-based-medical-devices/>
- 22 - Wallace MB et al. Impact of Artificial Intelligence on Miss Rate of Colorectal Neoplasia, *Gastroenterology*. 2022; YGAST 64945 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35304117/>
- 23 - MammoScreen, Therapixel : l'intelligence artificielle qui détecte les cancers du sein.» Bpifrance. Disponible sur : <https://bigmedia.bpifrance.fr/portraits/mammoscreen-therapixel-lintelligence-artificielle-qui-detecte-les-cancers-du-sein/>
- 24 - TheraPanacea. Our Products [Internet]. [Date de consultation : 26 janvier 2024]. Disponible sur : <https://www.therapanacea.eu/our-products/>
- 25 - Zhu Z, et al. Deep learning for identifying radiogenomic associations in breast cancer. *Comput Biol Med*. 2019;109:85-90.
- 26 - Poostchi M, et al. Image analysis and machine learning for detecting malaria. *Transl Res*. 2018;194:36-55.
- 27 - Johnson KB. Precision Medicine, AI, and the Future of Personalized Health Care. *Clin Transl Sci*. 2021;14:86-93. doi:10.1111/cts.12884.
- 28 - Wallace MB et al. Impact of Artificial Intelligence on Miss Rate of Colorectal Neoplasia, *Gastroenterology*. 2022; YGAST 64945 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35304117/>
- 29 - MammoScreen, Therapixel : l'intelligence artificielle qui détecte les cancers du sein.» Bpifrance. Disponible sur : <https://bigmedia.bpifrance.fr/portraits/mammoscreen-therapixel-lintelligence-artificielle-qui-detecte-les-cancers-du-sein/>
- 30 - TheraPanacea. Our Products [Internet]. [Date de consultation : 26 janvier 2024]. Disponible sur : <https://www.therapanacea.eu/our-products/>
- 31 - Zhu Z, et al. Deep learning for identifying radiogenomic associations in breast cancer. *Comput Biol Med*. 2019;109:85-90.

- 32** - Philips. Reducing Hospital Readmissions with Integrated COPD Care. Disponible sur : <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/case-studies/20191001-reducing-hospital-readmissions-with-integrated-copd-care.html?ga=2.55919470.438260299.1707683085-1477372451.1707683085>
- 33** - Chong-Yik R, Bennett AL, Milani RV, Morin DP. Cost-Saving Opportunities with Appropriate Utilization of Cardiac Telemetry. *Am J Cardiol*. 2018 Nov 1;122(9):1570-1573. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.07.016.
- 34** - Transforming healthcare with AI [Internet]. McKinsey & Company; 2020 Mar [cited 2024 Feb 2]. Available from: <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/transforming-healthcare-with-ai>
- 35** - Chen PL, Roh W, Reuben A, Cooper ZA, Spencer CN, Prieto PA, et al. Analysis of Immune Signatures in Longitudinal Tumor Samples Yields Insight into Biomarkers of Response and Mechanisms of Resistance to Immune Checkpoint Blockade. *Cancer Discov*. 2016 Aug;6(8):827-837. Available from: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abq0225>
- 36** - Liu X, Faes L, Kale AU, Wagner SK, Fu DJ, Bruynseels A, et al. A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health*. 2019 Oct;1(6):e271-e297. Available from: <https://meridian.allenpress.com/aplm/article/143/7/859/10038/Artificial-Intelligence-Based-Breast-Cancer-Nodal>
- 37** - Note réactive - Chine [Internet]. Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance; 2018 [cited 2024 Feb 2]. Available from: <https://www.economie.gouv.fr/igpde-editions-publications/note-reactive-chine-2018-7>
- 38** - Artificial Intelligence in Healthcare in China [Internet]. Daxue Consulting; 2019 [cited 2024 Feb 2]. Available from: <https://daxueconsulting.com/ai-healthcare-china/>
- 39** - The next frontier for AI in China could add \$600 billion to its economy [Internet]. McKinsey & Company; 2022 [cited 2024 Feb 2]. Available from: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-frontier-for-ai-in-china-could-add-600-billion-to-its-economy>
- 40** - EU invests €220 million to test AI solutions in healthcare, food industry, and everyday life [Internet]. European Commission; 2023 Jun [cited 2024 Feb 2]. Available from: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/news/eu-invests-eu220-million-test-ai-solutions-healthcare-food-industry-and-everyday-life>
- 41** - Commission européenne. Une approche européenne de l'intelligence artificielle. [Internet]. Disponible sur : <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/european-approach-artificial-intelligence#:~:text=La%20strat%C3%A9gie%20europ%C3%A9enne%20en%20mati%C3%A8re,r%C3%A8gles%20et%20des%20actions%20concr%C3%A8tes>.
- 42** - Parlement européen. Loi sur l'IA de l'UE : première réglementation de l'intelligence artificielle [Internet]. 2023 Dec 19 [cité 2024 Jan 26]. Disponible sur: <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20230601STO93804/loi-sur-l-ia-de-l-ue-premiere-reglementation-de-l-intelligence-artificielle>
- 43** - Organisation mondiale de la Santé. L'OMS publie des lignes directrices sur l'éthique et la gouvernance de l'IA pour les grands modèles multimodaux (LMM) [Internet]. 2024 Jan 18 [cité 2024 Jan 26]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news/item/18-01-2024-who-releases-ai-ethics-and-governance-guidance-for-large-multi-modal-models>
- 44** - L'Usine digitale. Les Etats-Unis imposent des règles pour la création de grands modèles d'intelligence artificielle. [Internet]. Disponible sur : <https://www.usine-digitale.fr/article/les-etats-unis-imposent-des-regles-pour-la-creation-de-grands-modeles-d-intelligence-artificielle.N2189533>.
- 45** - Commission européenne. Second Staff Working Document on Data Spaces. [Internet]. Disponible sur : <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/library/second-staff-working-document-data-spaces>.
- 46** - Commission européenne. Proposition de RÈGLEMENT DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL sur l'Espace européen des données de santé. [Internet]. Disponible sur : [https://health.ec.europa.eu/publications/proposal-regulation-european-health-data-space\\_en?preflang=fr](https://health.ec.europa.eu/publications/proposal-regulation-european-health-data-space_en?preflang=fr).
- 47** - Wery E. IA et données de santé : que prévoit le futur règlement européen ? [Internet]. Droit & Technologies. 2023 Apr 20 [cité 2024 Jan 26]. Disponible sur: <https://www.droit-technologie.org/actualites/ia-et-donnees-de-sante-que-prevoit-le-futur-reglement-europeen/>
- 48** - EHDEN - European Health Data and Evidence Network <https://cordis.europa.eu/project/id/806968>
- 49** - Organisation mondiale de la Santé Bureau régional pour l'Europe. La Commission européenne et l'OMS/Europe concluent un accord de 12 millions d'euros pour renforcer les systèmes d'information sanitaire et stimuler la gouvernance et l'interopérabilité des données de santé en Europe [Internet]. 2023 Dec 11 [cité 2024 Jan 26]. Disponible sur: <https://www.who.int/europe/fr/news/item/11-12-2023-european-commission-and-who-europe-sign-12-million-agreement-to-strengthen-health-information-systems-and-boost-health-data-governance-and-interoperability-in-europe>
- 50** - Commission européenne. Commission launches AI innovation package to support artificial intelligence startups and SMEs. [Internet]. Disponible sur : <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/news/commission-launches-ai-innovation-package-support-artificial-intelligence-startups-and-smes>.
- 51** - TEHDAS. Projet. [Internet]. Disponible sur : <https://tehdas.eu/project/>
- 52** - État de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en France. La position scientifique et technologique de la France dans le domaine de l'intelligence artificielle [Internet]. 2024 [cité 26 janvier 2024]. Disponible sur : [https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/EESR14\\_R\\_53/la\\_position\\_scientifique\\_et\\_technologique\\_de\\_la\\_france\\_dans\\_le\\_domaine\\_de\\_l\\_intelligence\\_artificielle/](https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/EESR14_R_53/la_position_scientifique_et_technologique_de_la_france_dans_le_domaine_de_l_intelligence_artificielle/)
- 53** - Haute Autorité de Santé. Un nouvel outil pour l'évaluation des dispositifs médicaux embarquant de l'intelligence artificielle [Internet]. 2020 Oct 14 [cité 2024 Jan 26]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/jcms/p\\_3212876/fr/un-nouvel-outil-pour-l-evaluation-des-dispositifs-medicaux-embarquant-de-l-intelligence-artificielle](https://www.has-sante.fr/jcms/p_3212876/fr/un-nouvel-outil-pour-l-evaluation-des-dispositifs-medicaux-embarquant-de-l-intelligence-artificielle)
- 54** - Commission européenne. Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on liability for defective products. COM(2022) 495. [Internet]. Disponible sur : [https://single-market-economy.ec.europa.eu/document/3193da9a-cecb-44ad-9a9c-7b6b23220bcd\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/document/3193da9a-cecb-44ad-9a9c-7b6b23220bcd_en)
- 55** - Contrat Stratégique de Filière des Industries et Technologies de Santé (CST-ITS). Recommandations pour un modèle économique de la mise à disposition des données de santé issues du Système National des Données de Santé. Version finale du 7 février 2020. Disponible sur : [https://ariis.fr/wp-content/uploads/2022/11/GT1\\_Recommandations.pdf](https://ariis.fr/wp-content/uploads/2022/11/GT1_Recommandations.pdf)

- 56** - Health Data Hub. GT Financement - Note de synthèse des travaux [Internet]. 2023. Disponible sur : [https://www.health-data-hub.fr/sites/default/files/2023-11/GT%20Financement\\_Note%20de%20synth%C3%A8se%20des%20travaux\\_V2.pdf](https://www.health-data-hub.fr/sites/default/files/2023-11/GT%20Financement_Note%20de%20synth%C3%A8se%20des%20travaux_V2.pdf)
- 57** - EUR-Lex. Règlement (UE) 2022/868 du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2022 établissant des règles techniques et des normes concernant les aéronefs sans pilote. [Internet]. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32022R0868>.
- 58** - Weiskopf NG, Bakken S, Hripcsak G, Weng C. A Data Quality Assessment Guideline for Electronic Health Record Data Reuse. EGEMS (Wash DC). 2017 Sep 4;5(1):14. doi:10.5334/egems.218.
- 59** - EH DEN - European Health Data and Evidence Network <https://cordis.europa.eu/project/id/806968>
- 60** - RECODID - Integrated human data repositories for infectious disease-related international cohorts to foster personalized medicine approaches to infectious disease research; <https://cordis.europa.eu/project/id/825746/fr>
- 61** - MELLODY - Machine Learning Ledger Orchestration for Drug Discovery; <https://cordis.europa.eu/project/id/831472>
- 62** - FeatureCloud - Privacy preserving federated machine learning and blockchaining for reduced cyber risks in a world of distributed healthcare; <https://cordis.europa.eu/project/id/826078/results/fr>
- 63** - EUCAN-CONNECT - A federated FAIR platform enabling large-scale analysis of high-value cohort data connecting Europe and Canada in personalized health <https://cordis.europa.eu/project/id/824989/fr>
- 64** - EGI-ACE EGI - Advanced Computing for EOSC <https://cordis.europa.eu/project/id/101017567/fr>
- 65** - DeepHealth - Deep-Learning and HPC to Boost Biomedical Applications for Health <https://cordis.europa.eu/project/id/825111/fr>
- 66** - CONCORDIA - Cyber security cOmpeteNce fOr Research and InnovAtion <https://cordis.europa.eu/project/id/830927>
- 67** - CINECA - Common Infrastructure for National Cohorts in Europe, Canada, and Africa <https://cordis.europa.eu/project/id/825775>
- 68** - C3-Cloud - Transforming integrated care for multi-morbid conditions <https://cordis.europa.eu/project/id/689181>
- 69** - TRUMPET - TRUStworthy Multi-site Privacy Enhancing Technologies <https://cordis.europa.eu/project/id/101070038/fr>
- 70** - TAILOR: Foundations of Trustworthy AI - Integrating Reasoning, Learning and Optimization <https://cordis.europa.eu/project/id/952215/fr>
- 71** - SYNTHEMA - Synthetic generation of hematological data over federated computing frameworks <https://cordis.europa.eu/project/id/101095530/fr>
- 72** - SoBigData++ - European Integrated Infrastructure for Social Mining and Big Data Analytics <https://cis.cnrs.fr/sobig-data/>
- 73** - SECURED - Scaling Up secure Processing, Anonymization and generation of Health Data for EU cross border collaborative research and Innovation <https://cordis.europa.eu/project/id/101095717/fr>
- 74** - PAROMA-MED - Privacy Aware and Privacy Preserving Distributed and Robust Machine Learning for Medical Applications; <https://cordis.europa.eu/project/id/101070222/fr>
- 75** - ORCHESTRA Connecting European Cohorts to Increase Common and Effective Response to SARS-CoV-2 Pandemic: ORCHESTRA; <https://cordis.europa.eu/project/id/101016167/fr>
- 76** - INCISIVE - interoperable health imaging repository for the empowerment of imaging analysis related to the diagnosis, prediction and follow-up of cancer <https://cordis.europa.eu/project/id/952179/fr>
- 77** - GenoMed4ALL - Genomics and Personalized Medicine for all through Artificial Intelligence in Haematological Diseases <https://cordis.europa.eu/project/id/101017549/fr>
- 78** - FLUTE - Federate Learning and mUlti-party computation Techniques for prostatE cancer: <https://cordis.europa.eu/project/id/101095382>
- 79** - FAITH AI analytics for mental health monitoring in cancer patients <https://cordis.europa.eu/project/id/875358/fr>
- 80** - EuCanImage - A European Cancer Image Platform Linked to Biological and Health Data for Next-Generation Artificial Intelligence and Precision Medicine in Oncology <https://cordis.europa.eu/project/id/952103/fr>
- 81** - DataTools4Heart - A European Health Data Toolbox for Enhancing Cardiology Data Interoperability, Reusability and Privacy <https://www.datatools4heart.eu/>
- 82** - dAlbetes - Federated virtual twins for privacy-preserving personalised outcome prediction of type 2 diabetes treatment <https://cordis.europa.eu/project/id/101136305>
- 83** - CHAIMELEON - CHAIMELEON Accelerating the lab to market transition of AI tools for cancer management <https://cordis.europa.eu/project/id/952172>
- 84** - Yang R, Tan TF, Lu W, et al. Large language models in health care: Development, applications, and challenges. HCS2. 2023 Jul 24;1(1):e61. doi:10.1002/hcs2.61.



**HEALTHCARE**  
**DATA INSTITUTE**