



## La chaîne de valeur des données de santé : De la génération à la valorisation dans le contexte de l'IA

Pr. Anass Doukkali, M. Said Hayar, M. Naoufal Rahali, Centre d’Innovation en e-Santé,  
Université Mohammed V, Rabat

### Résumé

La transformation numérique redéfinit les contours de nombreux domaines, dont celui de la santé qui connaît l'évolution la plus notable, notamment avec l'essor des données de santé et l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) pour les traiter.

Dans cet article, sont abordées les questions relatives à la génération des données de santé, à leur traitement ainsi qu'à leur valorisation. L'accent est aussi mis sur les principaux défis liés à leur collecte, leur stockage et leur sécurisation.

L'intelligence artificielle est discutée sous l'angle de ses apports et de ses défis avec une microanalyse pour son intégration dans le secteur de la santé national.

**Mots clés :** données de santé, intelligence artificielle, médecine préventive, ....



## Introduction

La transformation numérique dans le secteur de la santé est en cours et elle redéfinit la sphère et la dynamique de ce secteur. Elle apporte une valeur incontestable, principalement à travers la multiplicité des données de santé à l'intersection des nouvelles technologies. Du dossier de santé électronique à la surveillance du bien-être en passant par les applications mobiles, les données de santé viennent enrichir le domaine médical. Par conséquent, le paysage soignant se réajuste à des soins plus précis, qualifiés de médecine personnalisée, préventive, prédictive ou participative, et à une recherche médicale plus innovante.

Dans cet article, on explore le champ des données de santé et leurs provenances diverses et variées. En effet, on peut discerner une forte expansion dans la génération et l'enrichissement des sources des données susmentionnées grâce aux progrès fulgurants des technologies médicales digitales. De ce fait, on mettra en relief la valeur de ces informations sur l'amélioration du traitement des patients et sur la recherche médicale et, plus particulièrement, sur la réutilisation de ces informations au profit d'une médecine plus ajustée et plus subtile avec le support des technologies d'IA.

L'intégration de l'IA dans la santé est une révolution technologique capitale, propice à du diagnostic amélioré et des traitements avantageux. Néanmoins, elle demeure munie de défis éthiques et sociétaux qu'on mettra en lumière dans l'article.

En conclusion, on envisage une réflexion prospective concernant la mise en œuvre des technologies IA dans le secteur de la santé en général et au Maroc en particulier, tout en identifiant les prérequis et obstacles.

### 1. Les données de santé et leurs usages

Les données de santé sont générées dès la naissance d'un individu et captées tout au long de sa vie par de multiples canaux. Cela inclut des informations comme le poids et la taille enregistrées à la naissance, le compte-rendu de la sage-femme ou toutes données générées à l'occasion d'une consultation chez un professionnel de santé ou dans un hôpital (ordonnance médicale, radiographie, analyses biologiques...).

Internet, les smartphones, les réseaux sociaux et les objets connectés ont considérablement enrichi le volume des données disponibles. Cela comprend non seulement des informations directement liées à la santé ou au bien-être, mais aussi des données plus indirectes, comme les recherches sur des maladies effectuées en ligne ou des échanges sur des conditions médicales via des messageries ou les conversations domestiques captées par des appareils connectés.



Chaque jour, les professionnels de santé et les patients génèrent une multitude de données, enrichissant ainsi les dossiers médicaux, les systèmes de remboursement de l'assurance maladie, et les bases de données des établissements de santé. Ces informations sont principalement recueillies pour la production de soin. Cela correspond à ce que l'on nomme l'utilisation primaire des données de santé. Cette approche implique la collecte systématique d'informations pertinentes au cours du processus de production de soins, incluant l'historique médical, les diagnostics, les interventions thérapeutiques et le suivi des patients, permettant d'améliorer significativement l'efficacité des soins, en fournissant aux professionnels de santé les données nécessaires pour prendre des décisions éclairées et personnalisées (Institute of Medicine, 2015).

Ces mêmes données peuvent cependant être exploitées une seconde fois. Que ce soit pour dynamiser la recherche, faciliter les dépistages précoce, soutenir le diagnostic, avancer vers une santé prédictive, améliorer l'accès aux soins, personnaliser les soins aux patients, ou encore évaluer les politiques de santé publique. On parle alors d'une utilisation secondaire des données de santé.

L'exploitation et la réutilisation des données de santé, au-delà de leur collecte initiale à des fins de soins, constituent un domaine de plus en plus reconnu pour son potentiel à transformer le système de santé. Cette réutilisation offre de vastes perspectives pour l'innovation médicale et l'amélioration des soins. Elle concerne l'exploitation de ces mêmes données à des fins autres que le soin direct, englobant la recherche médicale, l'amélioration de la qualité des soins, la gestion des systèmes de santé, et l'évaluation des politiques de santé publique (Safran et al., 2007).

## 2. Un usage secondaire des données de santé en pleine croissance

Loin de se limiter à leur première utilisation pour les soins, l'exploitation des données de santé ouvre des horizons économiques immenses pour l'ensemble du secteur médical, non seulement les établissements hospitaliers, mais aussi les compagnies d'assurance, l'industrie pharmaceutique et les fabricants d'équipements médicaux. Le rapport publié en 2019 par EY<sup>1</sup> prévoyait des gains considérables au Royaume-Uni, cinq milliards de livres pour le National Health Service (NHS) sur dix ans et 4,6 M£ pour les autres acteurs.

La valorisation des données de santé, au-delà de leur utilisation primaire dans les soins médicaux, devient de plus en plus pertinente et stratégique. Cet intérêt accru est mis en évidence par le développement d'un nouvel écosystème dynamique, caractérisé par une croissance accélérée de la recherche et du développement et soutenu par des financements gouvernementaux importants. C'est ainsi qu'on a assisté à la création de startups innovantes, dont certaines, comme Innovaccer, Komodo Health, Evidation Health, K Health, etc., qui se

<sup>1</sup> Realising the value of healthcare data : a framework for the future ; EY, 2019.



sont rapidement positionnées comme des acteurs majeurs dans l'usage secondaire des données de santé grâce à d'importants investissements. Ces investissements témoignent de l'attrait grandissant pour le potentiel des données de santé.

Parallèlement, au niveau de la recherche, on a observé une augmentation notable en ce qui concerne le dépôt de brevets, en particulier dans les domaines des technologies médicales et biotechnologiques, avec une hausse respective de 39 % et 19 % entre 2005 et 2017. Cette progression s'explique en grande partie par l'adoption de l'IA dans la conception de nouveaux dispositifs médicaux.

En outre, la crise du Covid-19 a servi de catalyseur à l'exploitation mondiale des données de santé, incitant les gouvernements à allouer des ressources considérables au développement d'infrastructures spécialisées et à l'élaboration de cadres réglementaires appropriés. Par exemple, en 2021, la Corée du Sud a investi 850 millions d'euros pour booster la recherche dans le domaine de la santé numérique, soulignant ainsi l'importance stratégique de ces initiatives à l'échelle globale.

### 3. Des sources de données très variées

Les données de santé ont de multiples sources, chacune de ces sources permet d'apporter une vision spécifique pour la compréhension globale de la santé des patients et la gestion des systèmes de soins. Sans être exhaustive, la figure 1 ci-dessous synthétise les différentes sources des données de santé.

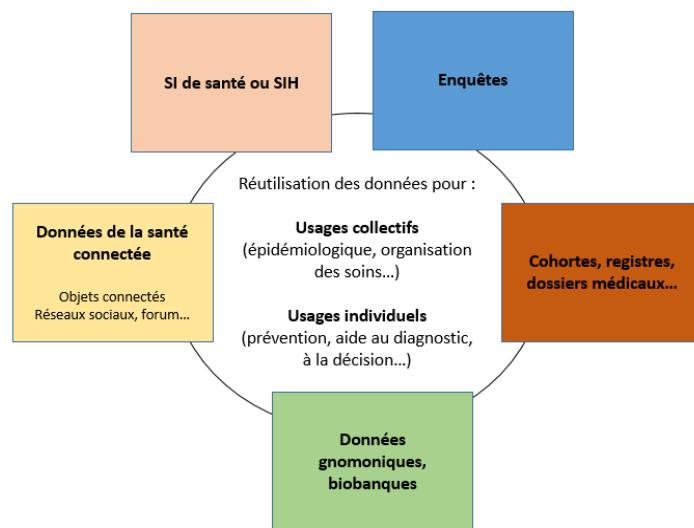


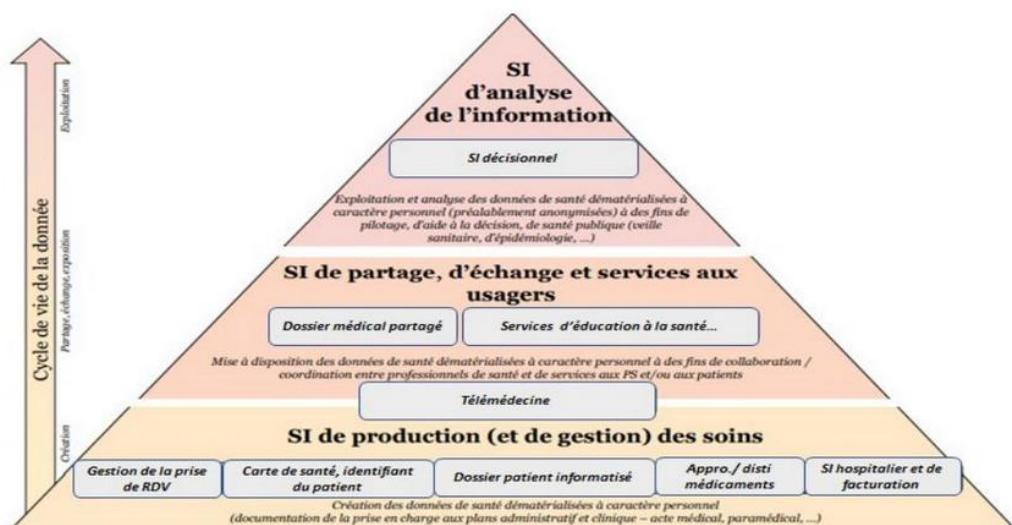
Figure 1 – Les données de santé : des sources variées (adapté par les auteurs)  
Source : Franck von Lenep – le système national des données de santé, 2017

Parmi ces sources, on peut citer :



- Les systèmes d'informations de santé (SIS) (Cf. figure 2) ou systèmes d'informations hospitaliers (SIH) qui organisent la gestion des données de santé et les échanges d'informations entre professionnels de santé et établissements ou entre services d'un même établissement. Ils comprennent les dossiers médicaux électroniques (DME), appelés communément dossiers médicaux partagés (DMP). Ce sont les premières bases de centralisation des données de santé. Ils contiennent des informations détaillées sur l'historique médical, les diagnostics et les traitements des patients (EMR association, 2021).

### Les briques d'un SI de santé complet



Figures 2 – Les systèmes d'information de santé (adapté par les auteurs)

- La télésanté, regroupant l'ensemble des actes de soins et de prévention réalisés à distance. On y trouve, la télé médecine, une forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) (Dubreuil, 2019). Au Maroc, le Décret n° 2-18-378 du 25 juillet 2018 indique que la télé médecine est constituée d'actes de téléconsultation, télédemande, télésurveillance médicale, téléassistance médicale et la réponse médicale. On a aussi la santé mobile ou m-santé qui désigne quant à elle, l'ensemble des appareils électroniques, applications pour mobiles (Apps), objets connectés (OC) concernant la santé. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il s'agit de l'utilisation des appareils mobiles tels que les téléphones portables, les dispositifs de surveillance patient, les assistants numériques personnels (PDA) et autres technologies sans fil, dans le cadre des pratiques médicales et de la santé publique (OMC, 2018). Ce sont en effet, « *des dispositifs connectés à internet pouvant collecter, stocker, traiter et diffuser des données ou pouvant accomplir des actions spécifiques en fonction des informations reçues* » (Dubreuil, 2019).

Ces dispositifs mobiles de santé permettent la collecte de données physiologiques continues, telles que la fréquence cardiaque, la tension artérielle et même les niveaux d'activité, informations cruciales pour le suivi et l'optimisation des soins.

- La génomique et les mesures biomoléculaires qui ouvrent la voie à la médecine personnalisée. La caractérisation des profils génétiques et moléculaires des patients fournit une base pour le ciblage de traitements et la prévision de la susceptibilité des individus à des maladies spécifiques, offrant un potentiel significatif pour des soins véritablement personnalisés.
- En plus des données de santé produites lors des interactions des individus avec le système de soins de santé organisée, d'autres sources contribuent également à la production de données disponibles pour l'analyse en santé. Les enquêtes de santé, les cohortes et les registres sont qualifiés de sources riches et variées d'information et d'études qui offrent des perspectives uniques pour la compréhension holistique de la question de santé publique. Les enquêtes de santé dans lesquelles on obtient des données par questionnaire donnent un aperçu des comportements, des conditions de vie et des déterminants sociaux de la santé publique. Elles permettent d'obtenir beaucoup d'informations sur des aspects du bien-être et de la vie de chaque jour de l'individu.  
Les registres de santé, qui collectent systématiquement des données sur la population atteinte de certaines maladies, traitée de certaines façons ou exposée à certains risques de santé, sont essentiels à l'incitation et à la prévalence des conditions de santé, l'évaluation de l'efficacité des interventions médicales et la prise de décisions sur les ressources de santé sur l'échelle de la population.

Ces diverses sources d'informations augmentent de façon significative les bases de données communes à la disposition des chercheurs et des professionnels de santé, facilitant des analyses approfondies et plus éclairées des problèmes de santé complexes. Lorsqu'elles sont mises en œuvre conjointement avec les technologies de l'analyse de données et de l'IA, elles représentent un énorme potentiel pour la compréhension générale des maladies et leur traitement.

## 4. Les défis de la collecte des données de santé

### 4.1. Fiabilité, hétérogénéité et volume

La collecte des données de santé est essentielle pour la prise des décisions cliniques et le développement de la recherche médicale. Néanmoins, il existe de nombreux défis et problèmes associés qui nuisent à la qualité et à la disponibilité des données. Il s'agit notamment des problèmes de diversité, de volume et de qualité des données, qui doivent être gérés avec l'aide de méthodologies et de technologies avancées pour s'assurer de l'utilisation adéquate et responsable des données.



Concernant la fiabilité des données dans les contextes cliniques et de recherche, on peut souligner les problèmes d'erreur de mesure, de capture et de casse du matériel, qui nuisent tous à la qualité des données (Kahn, 2016). Afin d'éviter cela, ces questions doivent être prises en charge en vérifiant les données en question.

En ce qui concerne l'hétérogénéité des données, le problème de diversité des formats et des normes de collecte et de détection est une véritable difficulté. Cette question entrave sérieusement à la fois l'intégration et l'analyse des données, qui sont difficiles à comprendre sans une normalisation et une interopérabilité des systèmes (Hripcsak et Albers, 2013).

Pour ce qui est du volume des données, il faut noter qu'avec l'événement e-santé, le secteur de la santé génère de plus en plus de données, posant des défis en termes de stockage, de traitement et d'analyse, et nécessitant des infrastructures technologiques modernes et des compétences en science des données pour gérer efficacement ces ensembles de données (Raghupathi et Raghupathi, 2014).

#### 4.2. Stockage, sécurité et confidentialité

Au courant de ces dernières décennies, on a assisté à une dématérialisation accrue des données. Les bases de données relationnelles, en tant que normes pour le stockage structuré de l'information, ont permis d'effectuer des analyses complexes et des exploitations statistiques des informations des patients. Cependant, l'apparition du cloud computing représente une grande avancée, offrant une flexibilité et une accessibilité inégalées, permettant de stocker d'énormes bases de données et d'assurer une accessibilité et une sécurité au niveau mondial. Cela a naturellement accru l'importance de la sécurité des données de santé. Les données médicales deviennent de plus en plus intéressantes, constituant une cible aux piratages informatiques, notamment, dans un monde de plus en plus connecté où le risque de vulnérabilité devient encore plus important. Elles sont aussi exposées à des fuites accidentelles. Par conséquent, l'adoption de mesures de sécurité avancées, telles que le cryptage des données, la gestion stricte des accès, des audits réguliers, etc., sont nécessaires (Liu et al., 2015).

En outre, les données devraient être confidentielles, car elles contiennent des informations médicales sur les patients. L'exposition des données sans leur consentement prend de façon imprescriptible la sphère privée des personnes et affaiblit leur confiance dans le système de santé. L'observance de la sphère privée du patient, nécessite des politiques et des procédures d'implémentation rigoureuses pour la diffusion et l'utilisation des données.

A noter que la diffusion et la gestion de ces données sont réglementées d'une manière hétérogène d'un pays à l'autre, mais deux lois en particulier sont devenus de facto des standards internationaux : le Règlement Général sur la Protection des Données de l'Union Européenne (RGPD) et le Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) aux États-Unis.



Le RGPD, appliqué depuis mai 2018, a établi des directives à suivre concernant la collecte, le stockage et le traitement des données personnelles pour garantir aux individus un plus grand contrôle sur leurs informations personnelles. D'un autre côté, la HIPAA fournit les bases de la protection des informations personnelles en matière de santé, imposant des exigences spécifiques en matière de confidentialité et de sécurité pour les données de santé aux États-Unis.

## 5. Valorisation des données de santé dans le contexte de l'IA

L'intégration de l'IA va radicalement changer le paysage de la santé. La capacité d'analyse d'énormes quantités de données collectées par les appareils électroniques promet une amélioration des soins, de la recherche médicale, du développement des produits, de l'analyse des coûts et de l'utilisation des services de santé. Cette évolution technologique permettra une approche des soins plus individualisée, renforçant la prévention et permettant aux autorités de prendre des décisions en fonction des données spécifiques aux profils génétiques et de santé des patients (Cf. figure 3).

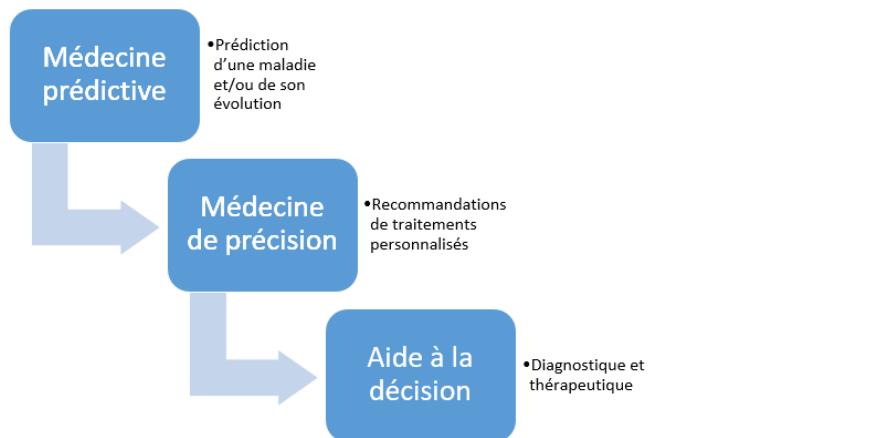


Figure 3 – Les principaux domaines d'application de l'IA aux données de santé (auteurs)

### 5.1. Vers une nouvelle ère de la médecine

L'IA fait progresser la médecine vers des modèles prédictifs et personnalisés, améliorant ainsi l'interaction entre les patients et les professionnels de santé. Les technologies d'apprentissage automatique extraient des informations générées par les données de santé afin d'accroître la précision du diagnostic, tels que les études du diagnostic du cancer du sein, où les machines rivalisent avec des radiologues humains (Esteva et al., 2019). Ceci promet de réorganiser le domaine de la santé pour accorder la priorité à la prévention et à des interventions individualisées. Par exemple, l'un des thèmes clés de la médecine prédictive est la prévision



des risques de contracter une maladie des années avant le début de la maladie, ce qui permet des interventions précoces.

### 5.2. Personnalisation et participation des patients

L'IA favorise la personnalisation des traitements, en prenant en compte le profil pharmacologique des patients et en réduisant les risques d'effets secondaires et d'échec de traitement afin d'améliorer le taux et la qualité des soins (Collins et Varmus, 2015). D'ailleurs, elle promeut également la médecine participative dans laquelle les patients sont responsables de la prise en charge de leur santé à l'aide du numérique à travers une implication dans la prise active de soins et l'avancée de leurs dossiers médicaux personnels pour une meilleure autonomie (Swan, 2009).

### 5.3. Impact économique et optimisation des soins

En outre, l'introduction de l'IA dans le secteur de la santé n'est pas seulement un moyen d'assurer une meilleure qualité des soins, mais aussi un catalyseur de bénéfices et d'avantages économiques. En simplifiant l'approche des soins, l'IA permet d'économiser des ressources importantes en réduisant le coût des erreurs médicales et de rationaliser l'allocation des moyens. L'automatisation des routines administratives et la précision de la prise de décision peuvent aider dans la meilleure planification des ressources.

## 6. Défis et perspectives d'avenir

Les avancées de l'IA dans le secteur de la santé présagent des améliorations majeures en termes de qualité des soins. Toutefois, l'intégration de cette technologie soulève d'importantes questions relatives à la sécurité et à la confidentialité des données des patients, ainsi qu'aux responsabilités découlant des erreurs possibles dues à son utilisation. Par conséquent, il est important d'adopter une approche qui respecte scrupuleusement les normes éthiques et de sécurité (Char et al., 2018). Il est également essentiel de garantir un accès équitable à ces technologies afin de prévenir une augmentation des disparités dans l'accès aux soins de santé.

D'un point de vue économique, malgré les bénéfices potentiels significatifs de l'IA pour la santé, son adoption rencontre des obstacles, notamment les coûts initiaux d'investissement et le besoin de formation spécialisée pour les professionnels de santé. Investir dans des infrastructures adaptées et encourager un apprentissage continu sont indispensables pour tirer pleinement parti des opportunités économiques offertes par l'IA.

La mise en œuvre réussie de l'IA dans le domaine clinique nécessite aussi une transformation à la fois technologique et culturelle dans le secteur de la santé. Il est vital de former les professionnels à l'usage judicieux de ces technologies pour en maximiser les avantages



(Chazard et al., 2018). Cela suppose la modernisation des équipements existants et l'adoption d'une attitude ouverte face aux innovations que l'IA peut apporter.

Concernant les aspects éthiques et juridiques, la transparence des algorithmes, la protection de la vie privée et un accès juste aux nouvelles technologies sont des sujets qui méritent une vigilance accrue. La création de cadres éthiques robustes et de comités d'évaluation indépendants est primordiale pour assurer une utilisation éthique de l'IA dans la santé, protégeant ainsi les données des patients tout en respectant leurs droits (Diakopoulos, 2016; Vayena et al., 2018).

En outre, dans ce contexte, l'anonymisation et la pseudonymisation des données de santé sont des questions clés. Ces processus permettent de protéger la vie privée des individus tout en facilitant l'utilisation des données à des fins d'étude et de recherche. Cependant, il conviendra de trouver un équilibre entre la confidentialité et l'utilité des données.

## 7. L'intégration de l'IA au secteur de la santé au Maroc

Les technologies IA sont tributaires de l'existence de gisements de données médicales digitalisées. Cependant, le dernier livre blanc<sup>2</sup> du CIeS<sup>3</sup> sur la digitalisation et le partage des données de santé au Maroc, révèle un système de santé insuffisamment informatisé, caractérisé par des difficultés dans la collecte et l'exploitation des données. Ces données sont souvent éparpillées entre diverses applications et systèmes d'information, parfois redondants. Malgré les efforts déployés par les autorités publiques, un retard significatif est constaté dans la mise en place des SIH. Ce document note également une quasi inexistence de dossiers médicaux numériques chez les professionnels de santé du secteur privé. Les hôpitaux publics présentent un meilleur équipement, mais la centralisation des données médicales personnelles fait défaut. Tout cela entrave considérablement la digitalisation des données de santé et par conséquent entrave la mise en place des technologies d'IA.

Pour l'intégration réussie de ces technologies, le Maroc doit d'abord accroître la maturité numérique chez l'ensemble des acteurs de la santé, permettant ainsi la digitalisation et le partage des données de santé, et cela à travers :

- L'adoption généralisée des systèmes d'information de santé à l'échelle nationale ;
- La mise en place d'un DMP au niveau national pouvant constituer un gisement de données exploitables.

Il conviendra aussi de définir et de mettre en œuvre un cadre de référence d'interopérabilité spécifique au secteur de la santé, pour harmoniser les données, d'autant plus que plusieurs projets de digitalisation des données de santé sont en cours, dont le dossier patient partagé initié

<sup>2</sup> Digitalisation et partage des données de santé au Maroc : Réalités, opportunités et enjeux , CleS, mars 2024.

<sup>3</sup> Centre d'Innovation en e-Santé de l'Université Mohammed V de Rabat.



par le Ministère de la santé et de la protection sociale et la feuille de soins électronique initiée par la Caisse nationale de sécurité sociale. Ces deux projets constituent le socle des gisements de données de santé de demain.

Ces nouveaux gisements de données impliquent la mise en œuvre de solutions de stockage. Il conviendra alors de renforcer et soutenir l'offre et les infrastructures de stockage au niveau national pour garantir la souveraineté numérique soutenue par les autorités publiques. Des précautions relatives à l'hébergement des données doivent être prises en ce qui concerne le choix de l'hébergeur. En effet, ce dernier doit pouvoir justifier d'un niveau très élevé de certification en matière de stockage de données de santé : certification ISO 27001, certification HDS (hébergeur de données de santé) comme le préconise le livre blanc du CIeS.

En ce qui concerne la sécurité et la protection des données, il est nécessaire de renforcer la politique nationale de sécurité en mettant en place un cadre normatif national intégrant des exigences plus élevées pour la sécurité des données de santé et renforcer le cadre réglementaire actuel, en assurant sa conformité avec les normes internationales pour les échanges et le stockage de données de santé.

Sans oublier l'accompagnement des acteurs du secteur de la santé dans l'appropriation des outils et technologies de l'IA. Dans ce sens, il est vivement recommandé la collaboration avec les ordres des médecins pour élaborer un cadre de contrôle approprié à mettre en place, en capitalisant sur les travaux internationaux.

## Conclusion

La transformation numérique et notamment à travers l'un de ces principaux piliers qu'est l'intelligence artificielle (IA), nous confronte à tout un ensemble de défis qu'il nous faudra très rapidement relever.

Avec ses avancées significatives dans les soins, la précision des diagnostics, l'efficacité des traitements..., qu'elle nous promet, l'IA nécessite une réflexion et une action concertée. La clé pour sa réussite, dépend de notre capacité à rendre ses algorithmes, à la fois performants, transparents et compréhensibles. En effet, une IA explicable gagnera plus facilement la confiance des patients et des professionnels de santé. Ce qui permettra une adoption plus large de cette technologie innovante.

Face à une cyber sécurité de plus en plus menaçante suite à l'explosion de la production des données de santé, l'IA nous oblige aussi à repenser la sécurité et la confidentialité de ces données. L'accent doit alors être mis sur le renforcement de la protection de l'information, sans pour autant arrêter cette innovation.

De même, les bénéfices de l'IA doivent profiter à chacun de nous, sans accentuer les inégalités déjà existantes. Dans ce cadre, l'objectif d'équité doit être recherché en rendant cette

technologie inclusive et accessible à tous. Cela nous mènera vers une santé plus juste et plus équitable.

En ce qui concerne les professionnels de santé, qu'ils exercent en libéral ou en établissements, ils doivent être préparés et accompagnés pour l'appropriation de cette technologie. Les cursus de formation doivent être enrichis par l'acquisition de compétences numériques.

Pour le Maroc, qui se positionne en avant-garde de la révolution digitale en santé, il doit poursuivre ses initiatives de digitalisation des données de la santé mais aussi les enrichir et les fédérer afin d'atteindre la maturité numérique nécessaire pour la bonne intégration de cette nouvelle technologie et profiter de toutes ses promesses. Un DMP national, voire même une plateforme nationale de données de santé, constituerait un terrain de jeu idéal pour mettre à profit cette technologie.

## Références bibliographiques

Chazard, E., et al. (2018). "Développement de compétences en intelligence artificielle chez les professionnels de santé." *Revue de l'IA en Santé*.

Collins, F. S., & Varmus, H. (2015). "A new initiative on precision medicine." *New England Journal of Medicine*, 372(9), 793-795.

Commission Européenne. (2019). *Éthique et intelligence artificielle: vers un cadre réglementaire européen*.

Direction Générale de l'Offre de Soins (DGOS). (2023). *Santé 2023: Stratégies pour l'intégration de l'IA dans les soins de santé en France*. Rapport de la DGOS.

Diakopoulos, N. (2016). "Accountability in Algorithmic Decision Making." *Communications of the ACM*, 59(2), 56-62.

Dubreuil. (2019). *Livre Blanc du Conseil national de l'Ordre des médecins, 2015*.

Éditions législatives. (Décembre 2018). *OMC*.

Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., & Chou, K. (2019). "A Guide to Deep Learning in Healthcare." *Nature Medicine*, 25, 24–29

Haute Autorité de Santé (HAS). (2020). *Éthique et intelligence artificielle en santé*. Rapport de la HAS.

Hripcsak, G., & Albers, D. J. (2013). "Next-generation phenotyping of electronic health records." *Journal of the American Medical Informatics Association*, 20(1), 117-121.

Institute of Medicine. (2015). *Health IT and Patient Safety: Building Safer Systems for Better Care*. National Academies Press.

Kahn, M. G. (2016). "Data Quality in Electronic Health Records Research: Quality Domains and Assessment Methods." *Journal of the American Medical Informatics Association*, 23(3), 516-520.

Laraichi, S., & Chatain, L. (2024). *Post-Covid-19: comment la valorisation des données va-t-elle façonner la médecine de demain?*

Raghupathi, W., & Raghupathi, V. (2014). "Big data analytics in healthcare: promise and potential." *Health Information Science and Systems*, 2, 3.

Swan, M. (2009). "Emerging patient-driven health care models: An examination of health social networks, consumer personalized medicine and quantified self-tracking." *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(2), 492-525.

VELTYS. (Date non spécifiée). *Benchmark sur le potentiel économique des données de santé – strictement confidentiel*.