

JANVIER 2024

# NOTRE SANTÉ DANS LE CLOUD

Découvrir le rôle évolutif  
de la technologie cloud  
computing dans  
le secteur de la santé



The  
**Health Policy  
Partnership**  
[research, people, action]

**iHD** The European Institute  
for Innovation through  
Health Data

## À propos de ce rapport

Le rapport a été rédigé par Catherine H. Whicher et Suzanne Wait de The Health Policy Partnership, avec le soutien de Dipak Kalra et Nathan Lea de l'European Institute for Innovation through Health Data. Il est basé sur des recherches documentaires et des entretiens avec des experts.

Nous tenons à remercier les contributeurs suivants pour leurs contributions :

- ▶ **Dr Torsten Haferlach**, Munich Leukemia Laboratory
- ▶ **Pr Mark Lawler**, Queen's University Belfast
- ▶ **Pr Liesbet M. Peeters**, Hasselt University, MS Data Alliance
- ▶ **Gözde Susuzlu Briggs**, 'Data Saves Lives', European Patients' Forum
- ▶ **Pr Pascal Verdonck**, Ghent University, Belgian & European Association of Hospital Managers

Nous remercions également les collègues d'Amazon Web Services (AWS) qui ont partagé leur expérience sur l'utilisation de la technologie cloud computing dans les environnements de santé.

**Veillez citer les références suivantes** : The Health Policy Partnership et l'European Institute for Innovation through Health Data. 2023. Notre santé dans le cloud : Découvrir le rôle évolutif de la technologie cloud computing dans le secteur de la santé. Londres : The Health Policy Partnership

# SOMMAIRE

Résumé .....	4
--------------	---

Envisager l'avenir des systèmes de santé .....	6
--	---



## Comprendre la technologie cloud computing ....10

Qu'est-ce que la technologie cloud computing ? .....	10
Avantages pour les systèmes de santé, les soins aux patients et la recherche .....	12
Atténuer les risques grâce aux données de santé .....	13

## Moteur du changement : la technologie cloud computing en pratique ..... 16

Améliorer l'équité en matière de santé .....	17
Adopter une approche proactive de la santé publique .....	18
Améliorer l'efficacité des soins .....	19
Offrir des soins intégrés et centrés sur la personne .....	20
Permettre la médecine de précision .....	21
Partager des données pour stimuler l'innovation .....	22



## Favoriser l'intégration optimale de la technologie cloud computing dans les systèmes de santé ..... 25



Créer l'acceptation sociale et culturelle ...	26
Surmonter les obstacles techniques .....	27

## Ouvrir la voie vers l'avenir ..... 28

## Références ..... 30

# RÉSUMÉ



Les systèmes de santé du monde entier sont confrontés à des défis sans précédent ; les relever nécessite une approche à la fois globale et axée sur les données. La technologie cloud computing (« cloud ») est un élément clé de cette approche axée sur les données. Non seulement le cloud offre des quantités de capacité virtuelle nettement plus importantes que les systèmes sur site, mais il permet également une approche flexible du calcul et du stockage des données, garantissant ainsi évolutivité et efficacité. C'est un aspect important, car la fourniture des soins et la recherche liée à la santé sont plus intensives et collaboratives que jamais en termes de données, et les processus de collecte, de combinaison, de stockage, d'analyse et d'échange de ces données nécessitent une puissance et une vitesse de calcul qui dépassent de loin les capacités sur site ordinaires.

“ Si vous adhérez au principe que le bien-être du patient est prioritaire, il vous suffit de privilégier une approche de soins de santé intégrée et axée sur les données. Cela requiert confiance et consentement, mais aussi un investissement dans les infrastructures.

**Pr Pascal Verdonck**, Ghent University, Belgian & European Association of Hospital Managers

La technologie cloud computing est déjà présente dans nos vies avec la messagerie électronique, les réseaux sociaux ou les services bancaires en ligne ; cependant, en matière de soins de santé, la plupart des gens en savent très peu sur son rôle. En fait, le cloud computing a déjà démontré un énorme potentiel dans le domaine de la santé, qui se traduit par des avantages tangibles pour la santé des individus et des populations dans plusieurs domaines importants :

- des soins plus efficaces et centrés sur la personne
- une approche de la santé basée sur la population
- une recherche qui stimule l'innovation
- des systèmes de santé durables et résilients

## → Des soins plus efficaces et centrés sur la personne

Le cloud computing peut faciliter l'intégration de toutes les informations sur une personne dans les décisions cliniques, améliorant ainsi la continuité des soins. Il peut également permettre le déploiement d'outils d'intelligence artificielle (IA) et d'apprentissage automatique qui accélèrent le diagnostic et l'accès au traitement.



**Un système d'IA basé sur le cloud computing et entraîné à lire des images cérébrales interprète les tomodensitométries (TDM) des patients chez qui l'on soupçonne un AVC en quelques secondes plutôt qu'en plusieurs heures, et avec une plus grande précision, leur offrant ainsi un accès beaucoup plus rapide à un traitement salvateur.<sup>1</sup>**

## → Une approche de la santé basée sur la population



La technologie cloud computing peut faciliter l'application d'analyses avancées pour regrouper les données afin d'établir une causalité

entre des facteurs. Ces liens aident à cerner les possibilités d'améliorer l'équité en santé et à fournir les interventions au rythme voulu.

**Les responsables de santé publique ont utilisé la technologie cloud computing pour naviguer à travers de nombreux ensembles de données pendant la pandémie de COVID-19, dans un cas un tableau de bord des données de santé publique a été construit en seulement neuf jours.<sup>2</sup>**

“ Il ne s’agit pas vraiment de choisir entre le déploiement vers des offres de cloud computing publiques et un déploiement sur site. Le débat porte sur ce que nous, en tant qu’écosystème, acceptons comme principes directeurs de fiabilité en matière de stockage, de manipulation et d’analyse des données.

Pr Liesbet M. Peeters, Hasselt University, MS Data Alliance

→ Une recherche qui stimule l’innovation

La technologie cloud computing peut offrir des puissances de traitement supérieures de plusieurs ordres de grandeur à l’informatique traditionnelle. Il en résulte une démocratisation de la recherche, car des organisations de toutes tailles peuvent accéder à des analyses d’apprentissage automatique et à des informations sur les données.



**Les données contenues dans le génome d’une seule personne sont équivalentes à plus de 100 000 photographies.<sup>3</sup> Avant la technologie cloud computing, le traitement des données du panel moléculaire d’une personne prenait jusqu’à 10 heures en laboratoire. Maintenant, il peut être achevé en 15 minutes.<sup>4,5</sup>**

→ Des systèmes de santé durables et résilients

L’utilisation du cloud computing peut contribuer à éliminer les inefficacités et à faciliter le bon déroulement des opérations pour la fourniture de soins, optimisant ainsi les issues de santé et permettant aux professionnels de santé de consacrer plus de temps aux soins de leurs patients.



**Dans le cas des hôpitaux qui traitent leurs dossiers de santé électroniques dans le cloud computing, interroger les bases de données est désormais beaucoup plus rapide, et les tâches qui prenaient autrefois 15 à 20 minutes à un clinicien sont désormais accomplies en 15 à 20 secondes.<sup>6</sup>**

Malgré ce potentiel, l’adoption de la technologie cloud computing en est à ses débuts dans le secteur de la santé par rapport à d’autres secteurs, et plusieurs obstacles à l’optimisation de son utilisation subsistent. Le manque de connaissances générales et de compréhension du cloud computing, ainsi que les risques perçus liés à la protection de la vie privée et à la sécurité sont les premiers obstacles importants à surmonter.

Pour assurer la sécurité et la protection des données des citoyens lors de la transition des organisations vers le cloud, il est essentiel d’adopter une démarche de responsabilité partagée et collaborative. Les prestataires de services cloud doivent se concentrer sur l’intégration de mesures d’atténuation efficaces dans l’architecture du cloud. De plus, les audits et évaluations indépendants sont cruciaux pour démontrer l’adoption des normes et certifications reconnues dans l’industrie, garantissant ainsi cette sécurité. Les organismes de santé doivent veiller à former leur personnel et à mettre en place des mesures appropriées de protection des données. Et les décideurs politiques doivent mettre en œuvre des orientations, des cadres réglementaires et des mécanismes cohérents pour permettre une approche cohérente dans l’ensemble de l’écosystème de la santé.

“ Bien sûr, c’est l’avenir, mais cela a déjà lieu aujourd’hui. Les défenseurs des patients doivent connaître [le cloud computing] pour pouvoir informer leurs communautés et participer aux discussions liées à son utilisation.

Gözde Susuzlu Briggs, 'Data Saves Lives', European Patients' Forum

La technologie cloud a le potentiel d’apporter une grande transformation en matière de santé et de systèmes de santé. Compte tenu de l’étendue de ses applications, la compréhension de la technologie cloud ne doit pas se cantonner aux départements informatiques ; toutes les parties prenantes doivent s’engager au profit de la santé des individus et de la population, en gardant à l’esprit les besoins des personnes recevant des soins.

# ENVISAGER L'AVENIR DES SYSTÈMES DE SANTÉ



Les systèmes de santé du monde entier sont confrontés à des défis sans précédent. Il s'agit notamment de pénuries de ressources humaines, de contraintes financières, de populations vieillissantes souffrant souvent de multiples maladies non transmissibles et de l'augmentation des inégalités sociales qui entraînent des disparités dans les risques et les résultats en matière de santé.<sup>7</sup> Face à ces pressions, les dirigeants des systèmes de santé luttent pour développer des systèmes de santé plus résilients, durables et efficaces tout en offrant simultanément des soins axés sur la personne, équitables et de haute qualité à tous.

**L'amélioration de la santé des individus et de la population exige une approche globale et axée sur les données.** Des efforts simultanés sont nécessaires pour optimiser la santé publique, renforcer les systèmes de santé, veiller à ce que les individus reçoivent des soins centrés sur la personne et adaptés à leurs besoins et favoriser l'innovation par la recherche (*Figure 1*). Pour atteindre ces priorités, il faut tirer des enseignements des nombreuses sources d'information différentes sur chaque individu afin de comprendre ses risques et ses besoins en matière de santé et d'adapter les solutions en conséquence (*Figure 2*). L'adoption d'une telle approche globale et fondée sur les données a joué un rôle déterminant dans l'atténuation de l'impact de la pandémie de COVID-19 ;<sup>8,9</sup> elle devrait donc servir de modèle pour soutenir tous les aspects de l'amélioration de la santé des individus et des populations.

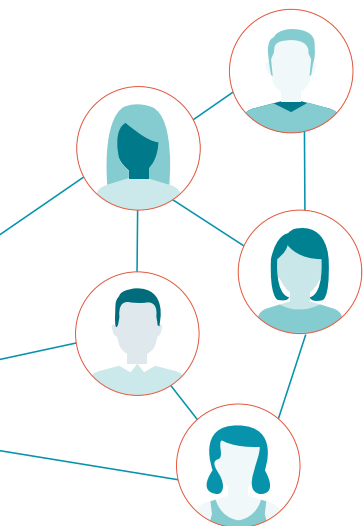


FIGURE 1. Une vision globale des priorités pour améliorer la santé des individus



## La technologie cloud est un outil clé de cette vision axée sur les données pour améliorer la santé et les systèmes de santé.

L'avènement de la technologie cloud a permis de regrouper, stocker et connecter de nombreux types de données et d'informations sur plusieurs sites, en donnant à tous les utilisateurs accès à un espace virtuel partagé. Ses applications, qui sont en théorie illimitées, peuvent favoriser la fourniture de soins de meilleure qualité, plus personnalisés et plus efficaces,<sup>9</sup> rendant ainsi les systèmes de santé plus durables en réduisant le gaspillage et l'inefficacité.<sup>10</sup> Le cloud computing peut également améliorer la réactivité des systèmes de santé aux innovations de demain. Si le cloud computing est intégré de manière appropriée, il pourrait devenir un outil indispensable pour optimiser les écosystèmes de santé et de recherche.

FIGURE 2. La richesse des données liées à la santé d'une personne<sup>11</sup>





**Toutefois, l'utilisation de la technologie cloud computing dans le domaine de la santé accuse un retard par rapport à d'autres secteurs, et des défis persistent pour les décideurs qui souhaitent adopter une approche axée sur le cloud computing.** De nombreuses organisations et plusieurs pays, ainsi que l'Union Européenne, ont mis au point des politiques qui privilégient l'acquisition et l'utilisation de services informatiques via le cloud.<sup>12-14</sup> Toutefois, la mise en œuvre de telles politiques dans les nombreuses couches d'un système de santé ne se fait pas en une seule opération.<sup>10</sup> De la préparation, du temps, une gestion du changement et une formation appropriée sont nécessaires pour faciliter la transition.

**Une compréhension limitée de la technologie cloud constitue également un obstacle à son adoption plus large dans le secteur de la santé.** La recherche suggère que certaines parties prenantes sont préoccupées par l'application de la technologie cloud computing dans les soins de santé, en particulier en ce qui concerne la protection de la vie privée, la cybersécurité et la gouvernance.<sup>10 11 15-18</sup> Répondre à ces préoccupations est d'une importance capitale : une approche collaborative favorisant le partage des responsabilités est nécessaire entre les fournisseurs de services cloud, les organisations qui utilisent leurs services et les décideurs politiques, pour garantir que les technologies basées sur le cloud sont toujours appliquées dans le meilleur intérêt des personnes et des populations qu'elles servent.

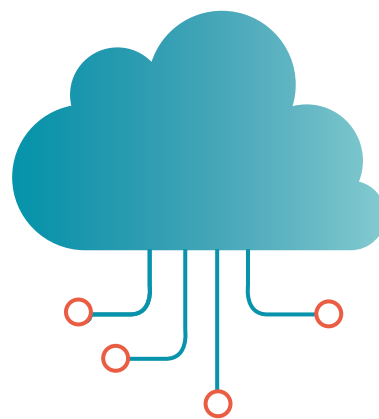


La transparence dans l'adoption du cloud computing est absolument cruciale. Il est important d'expliquer les avantages, la valeur pour le patient, les solutions et les risques. Bien sûr, c'est l'avenir, mais cela se produit déjà également. Les patients doivent être impliqués non pas parce qu'ils en savent plus, mais parce qu'ils disposent de connaissances différentes. L'expérience vécue est un élément extrêmement important d'une approche multipartite.

**Gözde Susuzlu Briggs, 'Data Saves Lives', European Patients' Forum**

**Ce rapport vise à démystifier la technologie cloud computing dans le contexte de la santé et à démontrer son rôle en tant qu'outil clé au sein de nos systèmes de santé.** Il fournit une description accessible de ce qu'est la technologie cloud computing et s'appuie sur des exemples concrets de domaines où elle a déjà été déployée efficacement. Il examine comment des questions critiques, telles que la gouvernance, la cybersécurité et la protection de la vie privée, ont été ou peuvent être abordées. Enfin, il examine comment les décideurs de toute l'Europe peuvent impliquer toutes les parties prenantes concernées et favoriser l'adoption optimale de la technologie cloud computing pour améliorer la santé de la population.

# COMPRENDRE LA TECHNOLOGIE CLOUD COMPUTING



## QU'EST-CE QUE LA TECHNOLOGIE CLOUD COMPUTING ?

La technologie cloud computing est, par essence, une infrastructure informatique fournie sous forme de service évolutif et mesuré, avec un fournisseur de services de cloud computing gérant l'infrastructure réseau sous-jacente.

### Termes utiles

**Fournisseur de services de cloud computing** : entité, organisation ou société fournissant la technologie cloud computing à l'utilisateur.

**Puissance de calcul** : capacité d'un ordinateur à exécuter des fonctions telles que des calculs, des téléchargements en aval ou en amont.

**Cybersécurité** : mesures utilisées pour protéger les informations numériques contre la consultation, la manipulation ou l'accès d'une autre façon par des utilisateurs non autorisés.

**Chiffrement** : une méthode pour masquer des informations en les modifiant pour qu'elles soient illisibles sans une clé.

**Sur site** : serveurs détenus et exploités par l'utilisateur, c'est-à-dire en dehors du cloud computing.

**Parc de serveurs** : collection dédiée de serveurs ; généralement le modèle utilisé par les fournisseurs de services cloud computing pour fournir des services informatiques à grande échelle aux utilisateurs.

La technologie cloud constitue un moyen de capitaliser sur la grande quantité de données et la puissance des analyses disponibles dans le domaine de la santé. L'attribut le plus connu de la technologie cloud est qu'elle offre des capacités virtuelles significativement plus importantes que les environnements sur site. Cela est important car la fourniture de soins et la recherche en santé sont plus que jamais axées sur les données et collaboratives, et les processus de collecte, de croisement, de stockage, d'analyse et d'échange de ces données nécessitent une puissance de calcul, une cybersécurité et une vitesse qui dépassent de loin les capacités ordinaires sur site.<sup>5 19 20</sup> Par exemple, la quantité de données contenues dans le génome d'une seule personne équivaut à plus de 100 000 photographies.<sup>3</sup>

La technologie cloud permet une approche flexible des services informatiques offrant une efficacité et une durabilité accrues. Le cloud computing est un service mesuré qui permet d'utiliser les services informatiques sur une base mesurée plutôt que de payer à l'avance pour la connectivité fixe, les logiciels, le matériel et les coûts associés aux serveurs sur site, comme l'énergie et le refroidissement (*Encadré 1*). Le fournisseur de services de cloud computing assume la responsabilité d'un stockage et d'une connectivité fiables des données (comme la maintenance des serveurs et les mises à jour logicielles sous-jacentes)<sup>21</sup> et de la mise en œuvre de mesures de cybersécurité appropriées au niveau de l'infrastructure.

**ENCADRÉ 1.** Principales caractéristiques de la technologie cloud computing<sup>9 11 21</sup>

CARACTÉRISTIQUE	Qu'est-ce que cela signifie ?	Pourquoi est-ce important ?
 <p><b>Service mesuré</b> (tarification à l'usage)</p>	Les services informatiques sont mesurés	<b>Les dépenses</b> par unité permettent de réaliser des économies pour toutes les ressources TI qui ne sont pas utilisées (par exemple en raison de variations saisonnières de la demande).
 <p><b>Libre-service à la demande</b></p>	L'utilisateur acquiert automatiquement des capacités informatiques en fonction des besoins sans interaction humaine significative	<b>L'administrateur</b> peut modifier ses ressources directement via le fournisseur de services de cloud computing sur une console dédiée (par exemple en ajoutant du « matériel virtuel » pour des analyses avancées)
 <p><b>Évolutivité rapide (« élasticité »)</b></p>	Les capacités informatiques peuvent être augmentées et réduites, souvent automatiquement	<b>Les technologies cloud computing</b> réagissent à l'évolution de la demande des clients. Des économies peuvent être réalisées lors de la clôture d'un projet, et le retard est éliminé lors de la mise à l'échelle d'une nouvelle initiative
 <p><b>Accès réseau étendu</b></p>	Les fonctionnalités de la technologie cloud computing sont disponibles sur un réseau et accessibles par différents appareils	<b>Des équipes de projet et des organisations entières</b> , quel que soit leur emplacement physique, peuvent accéder aux mêmes ensembles de données, d'outils analytiques et de logiciels
 <p><b>Mise en commun des ressources</b></p>	Les ressources du fournisseur peuvent servir plusieurs utilisateurs simultanément, quel que soit leur emplacement	<b>De grandes équipes</b> et organisations peuvent accéder aux services informatiques en même temps sans rencontrer de limites de capacité

Par conséquent, les hôpitaux et les organismes de recherche qui font la transition vers des services basés sur le cloud peuvent réduire leurs coûts au fil du temps, avec des dépenses opérationnelles flexibles ajustables à la hausse ou à la baisse pour répondre à leurs besoins.<sup>21</sup> Les utilisateurs peuvent également choisir le degré d'intégration de leurs pratiques TI dans des environnements cloud plutôt que dans des environnements sur site, ce qui leur permet d'opter pour une approche hybride. Les fournisseurs de services de cloud computing disposant de plusieurs parcs de serveurs peuvent également proposer un choix d'emplacement géographique pour le stockage et le traitement des données, ce qui peut être utile à des fins de conformité ou de reprise après sinistre.

### **AVANTAGES POUR LES SYSTÈMES DE SANTÉ, LES SOINS AUX PATIENTS ET LA RECHERCHE**

**La puissance de traitement de la technologie cloud et sa capacité à regrouper les données se traduisent par des avantages significatifs pour les systèmes de santé et les individus.** La technologie cloud est déjà présente dans nos vies lorsque nous utilisons la messagerie électronique, les réseaux sociaux, les services de streaming ou les services bancaires en ligne. Cependant, lorsqu'il s'agit de soins de santé, la plupart des gens savent très peu de choses sur le rôle ou la valeur potentielle de cette technologie. Grâce au cloud computing, les systèmes de santé peuvent utiliser les données dans plusieurs contextes avec moins de risques de duplication et d'inefficacité. Il peut favoriser une meilleure coordination des soins, permettant l'utilisation de dossiers médicaux électroniques et des interactions en temps réel entre professionnels de santé, ce qui signifie une meilleure continuité des soins pour les individus. Il peut également rendre accessibles à toute l'équipe de soins (autorisée) des données des patients actualisées permettant aux cliniciens de surveiller les patients à distance et de les aider à en savoir plus sur leur état, et de jouer un rôle proactif dans la recherche de réponses pertinentes de la part de leurs équipes soignantes en temps réel.

**La technologie cloud multiplie également considérablement la vitesse de la recherche et la démocratise.** Elle peut offrir des puissances de traitement supérieures de plusieurs ordres de grandeur à l'informatique traditionnelle. Par conséquent, des organisations de toutes tailles peuvent accéder à des analyses d'apprentissage automatique et à des informations sur les données. Les données et ressources informatiques provenant de multiples contextes et emplacements géographiques peuvent être regroupées dans des espaces virtuels centralisés et accessibles, tels que des registres de données ouverts, mis à la disposition des équipes de recherche du monde entier à des fins d'étude.<sup>5</sup>

## ATTÉNUER LES RISQUES LIÉS AUX DONNÉES DE SANTÉ



Chacun doit comprendre qu'il y aura toujours des risques. En tant que collectivité, nous devrions ouvrir le débat sur les types de risques auxquels nous sommes prêts à faire face. Il ne s'agit pas vraiment de choisir entre le cloud et le déploiement sur site. Le débat porte sur ce que nous, en tant qu'écosystème, acceptons comme principes directeurs de fiabilité en matière de stockage, de manipulation et d'analyse des données.

Pr Liesbet M. Peeters, Hasselt University, MS Data Alliance Académique

**Toute plate-forme qui contient des données comporte certains risques.** Les individus souhaitent à juste titre veiller à ce que leurs données de santé soient traitées avec prudence et avec une diligence raisonnable, et ils citent régulièrement les préoccupations relatives à la vie privée et à la sécurité comme étant au cœur de leur prise de décision concernant la numérisation des données de santé.<sup>10 11 15-17</sup> Les approches prudentes en matière de partage de données sont compréhensibles et appropriées, indépendamment de l'emplacement du serveur de données, que ce soit dans un cabinet médical, un hôpital régional, un centre de stockage dédié ou sur un serveur cloud. Bon nombre des préoccupations entourant la technologie cloud s'appliquent en fait à toutes les plates-formes de santé numériques et représentent des priorités auxquelles tous les gestionnaires de données de santé numériques doivent répondre (*Encadré 2*).<sup>22</sup>

**La protection contre les risques est primordiale pour les fournisseurs de services cloud, et des mesures d'atténuation peuvent être intégrées dans l'architecture sous-jacente du cloud computing.** Des audits indépendants et des évaluations indépendantes jouent également un rôle crucial dans la démonstration de la fiabilité des fournisseurs de services cloud ayant adopté des normes et certifications appropriées de l'industrie. Tous les fournisseurs de services cloud computing doivent maintenir des exigences cohérentes et élevées en matière de cybersécurité et appliquer des stratégies rigoureuses de sécurité des données pour aider à atténuer les risques connus liés au stockage et au partage des données.<sup>23-25</sup> Ils devraient également collaborer étroitement avec les utilisateurs finaux (hôpitaux ou instituts de recherche, par exemple), en leur fournissant les outils et le soutien nécessaires pour se tenir au courant des exigences en matière de sécurité et former leur personnel en matière de cybersécurité. Cela permettra aux utilisateurs de gérer de manière appropriée les vulnérabilités, y compris les erreurs humaines, dans leurs opérations.<sup>26</sup>

**ENCADRÉ 2.** Priorités pour le déploiement de la technologie cloud computing dans les établissements de santé<sup>10 11 15-19 27</sup>

PRIORITÉ	Risque perçu	Comment le gérer efficacement
 <p><b>Sécurité des données</b></p>	<p>Cybersécurité, par exemple accès non autorisé aux données de santé (piratage)</p>	<p>Tous les serveurs, qu'ils soient sur site ou dans le cloud computing, sont exposés à des cyberattaques ciblées ou aléatoires. Des investissements appropriés dans les pratiques de sécurité des données, la formation à la sécurité et l'architecture d'urgence sont nécessaires pour minimiser ce risque. Les techniques de chiffrement sont de plus en plus importantes pour masquer les données aux utilisateurs non autorisés</p>
 <p><b>Confidentialité des données</b></p>	<p>Les utilisateurs du réseau approuvés qui trouvent un moyen de consulter les données de santé individuelles privées sans raison légale de le faire</p>	<p>Les systèmes peuvent utiliser différents niveaux d'accès pour ajouter des couches de protection supplémentaires qui fonctionnent spécifiquement pour des données plus sensibles (telles que les données individuelles des patients) afin que seuls les utilisateurs spécialement autorisés puissent les consulter ou y accéder. L'accès au système peut être contrôlé par audit pour examiner les habitudes d'utilisation et signaler les accès non autorisés</p>
 <p><b>Disponibilité et fiabilité</b></p>	<p>Panne du serveur cloud computing entraînant la corruption ou la perte de données</p>	<p>Les utilisateurs peuvent choisir d'héberger des données sur plusieurs serveurs redondants à des emplacements distincts pour servir de sauvegarde, réduisant ainsi la probabilité que tout problème localisé du serveur affecte l'utilisateur</p>
 <p><b>Respect de la gouvernance des données</b></p>	<p>Les données ne sont pas toujours traitées conformément aux exigences réglementaires</p>	<p>La technologie cloud computing permet de concevoir des systèmes avec des normes réglementaires, de gouvernance et législatives intégrées, empêchant aux utilisateurs d'outrepasser les exigences définies par leur administrateur</p>



LE POINT DE VUE DU PATIENT

## UNE TUMEUR PRESQUE MANQUÉE

Dans un pays européen, Marie\* a consulté son gynécologue pour un examen de routine. Son médecin a remarqué une petite grosseur sur son sein à l'échographie, mais ne l'a pas considérée préoccupante. Le système de santé de ce pays étant principalement basé sur papier, le médecin ne pouvait pas comparer les résultats avec les résultats précédents à moins que Marie puisse apporter un CD ou des impressions physiques de scans précédents à son rendez-vous. Elle ne disposait ni de l'un ni des autres, car elle avait récemment déménagé d'un pays d'Amérique latine où les pratiques de tenue de dossiers étaient différentes. Elle a été invitée à revenir pour son prochain contrôle de routine dans un an ou deux.

Alors que Marie rendait visite à sa famille, elle a décidé de consulter son ancien gynécologue pour un deuxième avis. Le système de santé de son pays d'origine utilise la technologie cloud computing. Avec sa permission d'accéder à ses dossiers médicaux numériques, le gynécologue a pu comparer les résultats les plus récents avec les résultats des examens précédents de la dernière décennie. Ces comparaisons ont clairement montré que la grosseur avait doublé de taille, ce qui a poussé à planifier une biopsie. Marie a été diagnostiquée avec un cancer du sein à un stade précoce et a reçu un traitement immédiat.

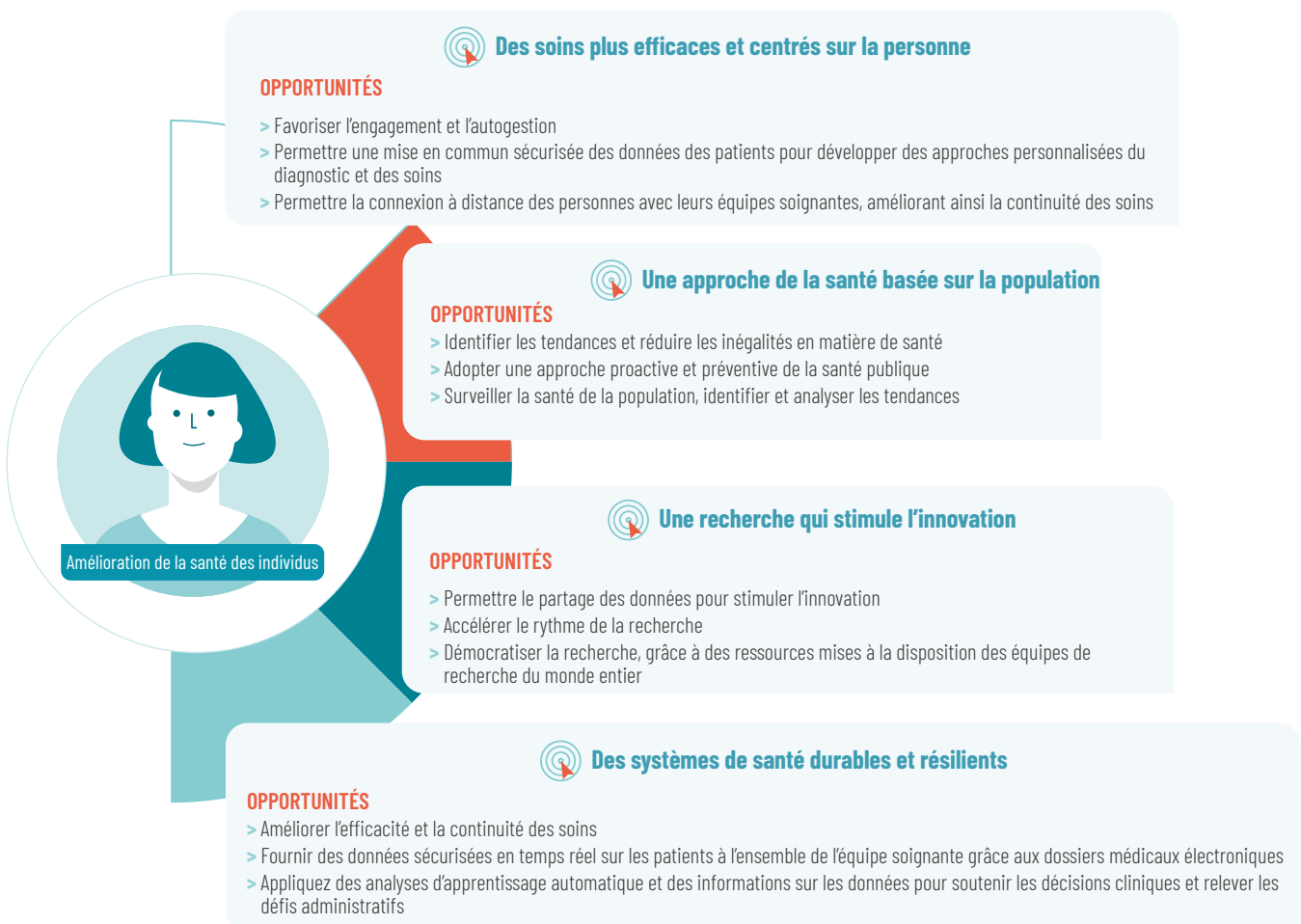
*\* Ce scénario est inspiré de l'expérience de la vie réelle ; le nom de la patiente a été changé pour respecter son anonymat.*

# MOTEUR DU CHANGEMENT : LA TECHNOLOGIE CLOUD COMPUTING EN PRATIQUE



Bien que l'adoption de la technologie cloud dans le domaine de la santé en soit à ses débuts par rapport à d'autres secteurs, le cloud computing a déjà démontré un énorme potentiel dans les systèmes de santé, les établissements de recherche et les pratiques de santé publique. Cette section présente une série d'études de cas qui démontrent comment les caractéristiques de la technologie cloud computing lui permettent de relever certains des principaux défis auxquels sont confrontés les secteurs des soins de santé, de la santé publique et de la recherche (*Figure 3*).

**FIGURE 3.** Comment atteindre les objectifs du système de santé grâce à la technologie cloud





## AMÉLIORER L'ÉQUITÉ EN MATIÈRE DE SANTÉ



Lorsqu'il s'agit de s'attaquer aux déterminants sociaux de la santé, nous avons tendance à sous-utiliser la technologie. Cependant, sa pertinence ne cesse d'augmenter dans la prévention des maladies non transmissibles parce qu'elle [vous permet] de recueillir et de comprendre des quantités importantes de données provenant de différentes sources pour déterminer quelles interventions vous aideront à atteindre vos objectifs en matière de santé de la population et à améliorer l'équité en matière de santé de la façon la plus efficace et la plus efficace.

Pr Mark Lawler, Queen's University Belfast

### Améliorer l'équité en matière de santé et lutter contre les inégalités sont des objectifs essentiels pour tous les systèmes de santé.

L'impact disproportionné de la COVID-19 sur les personnes appartenant à des groupes ethniques minoritaires ou défavorisés<sup>28</sup> a renouvelé l'urgence de comprendre et d'aborder les déterminants sociaux de la santé. La santé des individus est influencée par de nombreux aspects de leurs réalités vécues, y compris leur quartier, leur revenu, leur éducation et leur origine ethnique.<sup>29</sup> Pour comprendre l'impact potentiel de ces différentes variables sur la santé, il faut explorer les données pour trouver des liens possibles (*Étude de cas 1*).

**La technologie cloud permet l'analyse combinée de données individuelles et de données au niveau de la population afin d'identifier les liens possibles entre les variables.** Cela nécessite le traitement informatique de vastes quantités de données – au-delà de la capacité d'un seul serveur ordinaire – et l'application d'analyses avancées pour déterminer les tendances et la causalité. De telles analyses peuvent donner des résultats qui aident à identifier les inégalités des issues entre les populations.<sup>30 31</sup> Cela peut à son tour déterminer des interventions proactives pour y remédier, comme la distribution plus efficace des ressources dans la population.

#### Étude de cas 1. Identifier les disparités dans la prise en charge du cancer en Europe<sup>31-33</sup>

Il existe d'importantes inégalités dans la prise en charge du cancer en Europe, tant à l'intérieur des pays qu'entre eux. L'Organisation européenne du cancer (ECO - « European Cancer Organisation ») a mis au point l'European Cancer Pulse comme un outil pour saisir et visualiser ces disparités et apporter un soutien aux professionnels de santé et aux défenseurs des patients dans leurs efforts pour exiger des améliorations dans la prise en charge du cancer et la recherche sur le cancer. L'outil a rassemblé et analysé des données provenant de 34 pays dans dix domaines d'intérêt, y compris les différences dans la charge de maladie, les dépenses de recherche, les programmes de détection précoce et la survie des patients. Les données capturent des informations sur plus de 120 indicateurs d'inégalités au sein du continent européen.

L'agrégation et la présentation de telles données permettent aux professionnels de santé, aux chercheurs, aux particuliers et aux associations de patients de repérer des lacunes spécifiques dans les modèles de soins et de meilleures pratiques. Cela leur fournit également les éléments de preuve nécessaires pour présenter des arguments convaincants en faveur d'un changement.

## ADOPTER UNE APPROCHE PROACTIVE DE LA SANTÉ PUBLIQUE



Depuis la pandémie, les individus commencent à comprendre peu à peu le mouvement des données derrière les technologies numériques et la santé numérisée, et ses réelles implications en termes de résultats en matière de santé de la population, mais c'est encore très nouveau pour eux.

Gözde Susuzlu Briggs, 'Data Saves Lives', European Patients' Forum

### La possibilité de relier différents ensembles de données peut faciliter l'élaboration d'approches ciblées de santé publique.

La pandémie de COVID-19 a clairement montré que les responsables de la santé publique doivent être en mesure de naviguer dans de nombreux ensembles de données substantiels afin de déterminer rapidement les tendances en matière de santé de la population et d'atténuer les risques grâce à la diffusion d'interventions à la cadence voulue.<sup>8</sup> Dans un cas, les responsables de la santé publique ont utilisé la technologie cloud pour créer un tableau de bord des données de santé publique en seulement neuf jours.<sup>2</sup> Cependant, la gestion de la santé de la population dépasse les interventions immédiates ou urgentes. Les approches basées sur le cloud computing peuvent également permettre de croiser en toute sécurité les données capturées à partir des smartphones et des appareils portables des individus avec d'autres données de santé (*Étude de cas 2*). Grâce aux analyses significatives de ces données, il est possible d'adapter les approches préventives et de mettre en relation une personne avec son équipe soignante en temps réel.<sup>34</sup>

#### Étude de cas 2.

#### Promouvoir des modes de vie sains chez les jeunes grâce à la technologie mobile<sup>34</sup>

L'inactivité physique est un facteur de risque majeur de maladies non transmissibles au cours de la vie d'une personne. Un mode de vie sédentaire et une mauvaise alimentation peuvent mener à l'obésité et à d'autres risques graves pour la santé. L'adolescence est un bon moment pour intervenir et introduire des habitudes favorables à la santé, comme l'activité physique, une bonne nutrition et un sommeil de qualité.

Dans une étude pilote, des chercheurs ont développé une application mobile dédiée sur une plate-forme cloud qui se connecte aux données des équipements portables utilisées par les participants. Ces données ont été analysées dans le cloud et utilisées pour proposer des interventions personnalisées à chaque utilisateur. Le système a également mis en relation les utilisateurs avec des experts qui pouvaient fournir une assistance spécifique et répondre à leurs questions au fur et à mesure que l'étude progressait. Les données de chaque personne pouvaient être transférées en toute sécurité du cloud vers leur dossier de santé national pour soutenir la continuité des soins et un suivi plus approfondi des progrès réalisés après la fin de l'étude.

## AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DES SOINS



Bien plus d'applications du cloud computing sont en cours de développement dans le secteur de la santé, allant au-delà du simple diagnostic. Les données complètes sur la santé d'un patient peuvent être directement converties en médecine de précision et en plans thérapeutiques personnalisés. Nous en serons très bientôt là.

**Dr Torsten Haferlach, Munich Leukemia Laboratory**

**Compte tenu des pressions financières qui pèsent sur tous les systèmes de santé, remédier aux inefficacités liées à la fourniture des soins constitue une occasion importante d'alléger les contraintes budgétaires tout en améliorant la qualité des soins.**

Les experts ont estimé que jusqu'à 20 % des soins de santé sont inefficaces – c'est-à-dire qu'ils ne contribuent pas à de meilleurs résultats en matière de santé – et qu'une grande partie de cette inefficacité est liée à un manque de coordination au sein des systèmes de santé.<sup>35</sup> Cela peut être évité facilement. Le passage des dossiers de santé papier à leur version électronique est un facteur clé d'efficacité, notamment parce qu'il offre la possibilité de combiner différents types de données provenant de sources différentes en un seul dossier.<sup>5</sup> Il peut s'agir de données non structurées (texte), étant donné que les outils d'apprentissage automatique disponibles via la technologie cloud sont désormais capables de lire les formulaires manuscrits.<sup>36</sup> Des processus rationalisés et axés sur les données peuvent faciliter le bon déroulement des opérations liées à la fourniture des soins, et ainsi optimiser les résultats en matière de santé. De tels processus peuvent également éliminer les inefficacités pour les professionnels de santé, les administrateurs et le personnel auxiliaire. L'utilisation de l'intelligence artificielle basée sur le cloud computing pour accélérer les temps de traitement des diagnostics en est un exemple (*Étude de cas 3*).

### Étude de cas 3.

#### **Utiliser l'intelligence artificielle pour examiner les scans du cerveau en quelques secondes<sup>1</sup>**

Le temps est un élément essentiel lorsqu'il s'agit de faire face à un AVC. L'une des étapes diagnostiques clés pour confirmer un AVC est une tomodensitométrie (TDM), qui pourrait demander plusieurs heures d'examen aux professionnels de santé, en risquant de retarder un traitement salvateur et des interventions salvatrices. Une équipe de recherche a décidé de former l'intelligence artificielle pour remédier à ce goulot d'étranglement dans le secteur des soins. En collaboration avec des spécialistes de l'apprentissage automatique, l'équipe a créé un algorithme capable de lire une tomodensitométrie en 30 secondes. Le système basé sur le cloud computing a entraîné un gain de temps de plusieurs heures par analyse et ses lectures étaient plus précises que celles des experts humains.

Ces technologies permettent des soins salvateurs plus rapides de lésions cérébrales et laissent aux cliniciens plus de temps à passer avec leurs patients. Elles peuvent également conférer aux petits hôpitaux les mêmes pouvoirs de diagnostic que les centres spécialisés, vu que les seuls outils nécessaires sont un scanner et une connexion au cloud computing.

## OFFRIR DES SOINS INTÉGRÉS ET CENTRÉS SUR LA PERSONNE



Si vous êtes d'accord pour dire que le patient est prioritaire, il vous suffit de privilégier un système de soins de santé intégré et axé sur les données - les défis éventuels sont secondaires. C'est la seule façon de créer de la valeur dans le secteur des soins de santé, en offrant de meilleures expériences et de meilleurs résultats à moindre coût. Cela requiert confiance et consentement, mais aussi un investissement dans les infrastructures.

Pr Pascal Verdonck, Ghent University, Belgian & European Association of Hospital Managers

Les systèmes de santé s'efforcent depuis des années de fournir des soins davantage axés sur la personne. Les consignes cliniques pour presque toutes les affections préconisent une approche multidisciplinaire des soins pour permettre la coordination entre les différents fournisseurs impliqués dans les soins de chaque personne. La technologie cloud computing peut permettre une manipulation et une analyse sûres des nombreuses données qu'une personne peut générer au cours de sa vie, et rationaliser ainsi la communication entre les différents professionnels de santé. Cela est particulièrement important pour les personnes souffrant de plusieurs maladies chroniques qui, compte tenu de la nature cloisonnée des soins spécialisés, doivent parfois suivre des parcours de soins souvent parallèles (*Étude de cas 4*). Une telle situation peut être déroutante, prendre du temps et, si le traitement n'est pas coordonné pour tenir compte de leurs besoins médicaux spécifiques, même nocive. La technologie cloud computing peut également faciliter l'organisation et l'étude de dossiers médicaux électroniques, afin de fournir des informations aux cliniciens en temps réel.<sup>6</sup> Il s'agit d'une étape clé vers le renforcement de l'efficacité des soins, à la fois en réduisant le temps des professionnels de santé qui n'est pas dédié aux soins et en améliorant l'accès fiable au dossier de santé complet d'une personne (*Étude de cas 5*).

### Études de cas 4. **Intégrer les soins aux patients souffrant de pathologies multiples**<sup>37-40</sup>

On estime que plus de 28 % des personnes de plus de 50 ans vivent avec plus d'une maladie non transmissible. Des chercheurs ont mis en place des études pilotes dans trois pays d'Europe pour tester des technologies basées sur une infrastructure cloud pour la prise en charge conjointe d'insuffisance cardiaque congestive, de diabète, de dépression et d'insuffisance rénale. Les outils ont engendré automatiquement le plan de soins de chaque patient en fonction des meilleures pratiques cliniques, ainsi que leurs antécédents médicaux, leurs médicaments, leurs objectifs de santé et d'autres données. Le patient et son équipe de soins pluridisciplinaires ont ensuite revu et personnalisé le plan.

Les équipes soignantes ont rapidement pu voir les meilleures pratiques recommandées pour chacune des multiples affections. Elles ont pu s'engager dans une conversation plus nuancée centrée sur le plan de soins proposé pour le patient et toute personnalisation supplémentaire nécessaire pour répondre à ses besoins et objectifs. Les participants à l'étude ont apprécié le potentiel du système pour simplifier leur plan de soins, estimant que cela améliorerait leur compréhension et leur engagement.

## Étude de cas 5.

**Tirer des informations des données des patients via une plate-forme de données complète<sup>6</sup>**

Un groupe de recherche d'un hôpital en Belgique avait des volumes importants de données de santé numérisées, mais sa capacité à tirer des informations était limitée car les données étaient réparties dans différents serveurs et emplacements. Pour utiliser des outils analytiques avancés, le groupe a migré tous les dossiers médicaux électroniques des patients et les autres données pertinentes vers une infrastructure cloud computing. L'équipe médicale a ensuite pu concevoir une plate-forme de données dédiée avec une sécurité et des analyses complètes répondant à ses besoins et objectifs spécifiques.

Interroger les bases de données est désormais beaucoup plus rapide, et les tâches qui prenaient autrefois 15 à 20 minutes à un clinicien sont accomplies en 15 à 20 secondes. La capacité d'effectuer des analyses plus complexes des données à l'aide d'outils conçus pour leur système signifie que les administrateurs de soins de santé peuvent rapidement recueillir des informations sur leurs patients, contribuant ainsi à gérer plus efficacement la fourniture de soins pour chaque patient.

**PERMETTRE LA MÉDECINE DE PRÉCISION**

Nous avons séquencé plus de trois pétaoctets de données. Plus concrètement, si vous vouliez télécharger une vidéo de trois pétaoctets, vous devriez patienter devant votre téléviseur pendant 100 ans, jour et nuit. Hors du cloud computing, il n'y a aucun moyen de stocker autant de données.

**Dr Torsten Haferlach**, Munich Leukemia Laboratory

La médecine de précision a longtemps été présentée comme l'avenir des soins, mais de nombreux défis ont entravé sa transition de la recherche théorique à la pratique clinique. Les progrès de la recherche, comme une meilleure compréhension du génome humain, ainsi qu'une puissance accrue de calcul et des capacités accrues d'analyse des données accrues, contribuent à faire de cette transition une réalité.<sup>41</sup> L'intégration de la médecine de précision dans le pilier qu'est la pratique clinique repose également sur des plates-formes TI sophistiquées alimentées par la technologie cloud.<sup>42</sup>

Celles-ci permettent de traiter les données génomiques à grande échelle et rapidement, permettant ainsi d'identifier des traitements adaptés au profil génomique de chaque patient (*Étude de cas 6*).



Étude de cas 6.

**Permettre des traitements personnalisés pour les patients atteints d'un cancer du sang<sup>4 5</sup>**

En 2020, les cancers du sang ont touché plus de 250 000 personnes en Europe. Le Munich Leukemia Laboratory (MLL) travaille sur le diagnostic et le traitement de deux types de cancer du sang, la leucémie et le lymphome. Avant d'accéder aux outils analytiques avancés disponibles avec la technologie cloud computing, le traitement des données du panel moléculaire d'un patient prenait jusqu'à 10 heures. Désormais, cette tâche peut être achevée en 15 minutes, fournissant le diagnostic plus tôt, de sorte que le traitement peut commencer plus rapidement. L'environnement cloud computing du laboratoire permet également à MLL de collaborer en toute sécurité sur ces énormes ensembles de données avec des groupes de recherche du monde entier en ouvrant un « tunnel » autorisant l'accès à des tiers pour sélectionner des données et des outils analytiques dans son cloud. Ce tunnel peut ensuite être fermé une fois l'analyse terminée. Outre le séquençage génétique, MLL travaille avec des données d'imagerie dans un système hautement automatisé qui peut traiter 500 images en seulement 20 secondes, par des outils d'intelligence artificielle. Le laboratoire explore l'application de l'intelligence artificielle pour élaborer des recommandations de traitement adaptées à chaque patient.

Depuis sa création en 2005, MLL fonctionne entièrement numériquement, et veille à scanner tous les documents physiques dès réception afin que chaque information relative à chaque cas soit disponible à la demande. L'accréditation ISO 15189 pour toutes les étapes des processus sur site et dans le cloud a pu répondre aux questions de confidentialité et de sécurité posées par les cliniciens, les patients et les chercheurs externes.

**PARTAGER DES DONNÉES POUR STIMULER L'INNOVATION**



Vu notre lenteur dans la numérisation des soins de santé et le partage transfrontalier des données, de nombreuses informations urgentes et susceptibles de transformer nos systèmes de santé ne sont pas transmises, ou le sont beaucoup trop lentement. Lorsqu'il s'agit d'innovation dans le domaine de la santé, le fossé entre le monde de la médecine et celui de la science des données est énorme.

**Pr Liesbet M. Peeters**, Hasselt University, MS Data Alliance

Le partage de données est très précieux pour les chercheurs et peut être facilité par la technologie cloud. Les données correctement chiffrées qui sont stockées sur une plateforme virtuelle appropriée sont faciles à anonymiser et à mettre à la disposition de plusieurs équipes de recherche pour interrogation et utilisation à diverses fins. La technologie cloud permet des connexions entre les données, les outils analytiques, les chercheurs et les participants d'études pour rendre possible ce partage de données (Étude de cas 7).

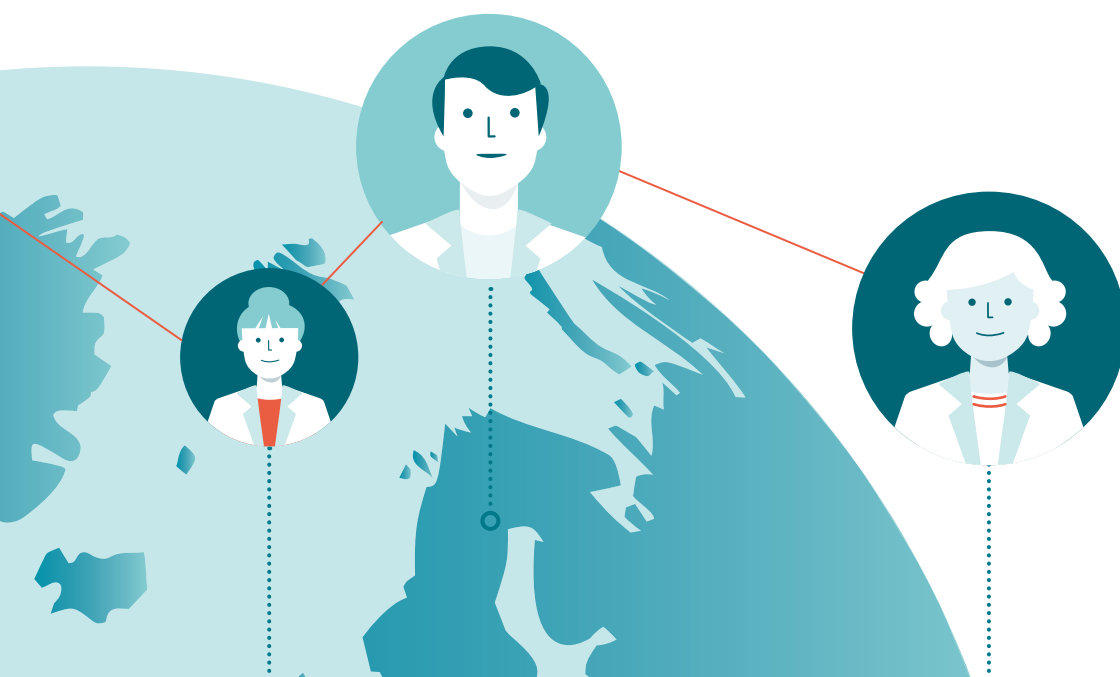


Cela non seulement démocratise l'accès à la recherche mais également multiplie les possibilités de découverte et d'innovation significatives.<sup>25</sup> Le partage des données peut également permettre de tirer parti des ensembles de données existants, améliorant ainsi le retour sur investissement de la collecte de données. Findata est un tel exemple de réutilisation des données sur la santé et les services sociaux. De la même manière que MLL ouvre des « tunnels » pour les chercheurs externes (*Étude de cas 6*), le gouvernement finlandais accepte les demandes de chercheurs désireux d'analyser les données sur son environnement opérationnel dédié, Kapseli, à l'aide de logiciels statistiques et d'outils informatiques pour soutenir la recherche.<sup>43 44</sup>

### Études de cas 7. **Projet « 100 000 génomes » de Genomics England<sup>45</sup>**

Le matériel génétique de chaque personne constitue un grand ensemble de données. Démêler et comprendre les informations qu'il contient, multipliées par les millions de génomes séquencés, représente un défi de calcul et d'analyse de très grande envergure. Pourtant, ces volumes de données doivent être analysés à l'échelle de la population pour mieux comprendre les maladies rares. Pour traiter et capturer ces informations, Genomics England s'est associé à plusieurs organisations spécialisées et a chargé son fournisseur de services de cloud computing de fournir l'infrastructure sous-jacente et les outils de plate-forme nécessaires pour construire son environnement de recherche dédié.

Au total, 85 000 personnes ont été mobilisées pour le séquençage du génome entier. Rien que sur les 4 000 premiers participants, le séquençage et l'analyse du génome entier ont été en mesure de fournir à 25 % de nouveaux diagnostics basés sur les résultats du projet. Les résultats du projet, qui continuent d'être diffusés dans le cadre de la recherche, permettront une analyse plus rapide et plus complexe de l'information génétique de toutes les personnes qui y ont participé. Cela permettra, à son tour, de nouvelles percées et innovations dans le domaine de la science biomédicale, en particulier dans le domaine des maladies rares.





LE POINT DE VUE DU PATIENT

## **OBTENIR UN DIAGNOSTIC POUR UNE FAMILLE QUI ATTEND DES RÉPONSES DEPUIS PRÈS DE DEUX DÉCENNIES**

Annabel\* est née en 2003. C'était un bébé qui semblait en bonne santé, avant de montrer plusieurs retards de développement et problèmes de santé au cours de sa première année de vie, pour aboutir à un diagnostic d'autisme sévère et de difficultés d'apprentissage à l'âge de 20 mois. Au cours des années qui ont suivi, Annabel a subi d'autres examens, y compris un dépistage génétique, mais sa famille n'a jamais reçu de diagnostic clair et sa santé a continué à se détériorer. À l'âge de 10 ans, elle souffrait de crises presque constamment ; elle devait subir une gastrostomie et dépendait d'un fauteuil roulant, avec une scoliose sévère.

Annabel ayant atteint l'adolescence, son pédiatre lui a suggéré de rejoindre une nouvelle étude, le projet britannique « 100 000 génomes », qui menait des recherches sans précédent sur les maladies rares. Quatre ans plus tard, la famille d'Annabel a finalement reçu une réponse : une mutation génétique unique. En fait, Annabel est la seule personne connue au monde avec cette mutation précise.

Recevoir un diagnostic clair a été un soulagement pour la famille d'Annabel, qui sait maintenant que ses autres enfants ne risquent pas de développer des symptômes similaires ou de transmettre la mutation génétique à leurs propres enfants. Des recherches sont en cours sur les thérapies ciblées qui peuvent aider d'autres enfants atteints de maladies similaires à l'avenir.

*\* Ce scénario est inspiré de l'expérience de la vie réelle ; le nom de la patiente a été changé pour respecter son anonymat.*



# FAVORISER L'INTÉGRATION OPTIMALE DE LA TECHNOLOGIE CLOUD COMPUTING DANS LES SYSTÈMES DE SANTÉ



La technologie cloud a le potentiel de devenir un facteur clé d'amélioration de la santé des individus et des populations, mais des politiques obsolètes et des obstacles au niveau du système persistent. Les complexités inhérentes aux systèmes de santé freinent souvent l'adoption d'approches axées sur les données en général et expliquent en partie pourquoi le secteur est à la traîne par rapport à d'autres dans le domaine du cloud computing.<sup>23</sup> En outre, certaines parties prenantes rencontrent des obstacles lors de l'acquisition<sup>46</sup> – par exemple, lorsqu'elles passent de l'acquisition de services informatiques en tant que dépense d'investissement à leur achat en tant que dépense opérationnelle.<sup>10</sup> Les coûts initiaux de l'adoption et de la migration des données peuvent également avoir un effet dissuasif.<sup>9,10</sup> L'obstacle le plus répandu, cependant, est une compréhension limitée de la technologie cloud computing et des risques et avantages connexes en matière de stockage et de traitement des données.

## CRÉER L'ACCEPTATION SOCIALE ET CULTURELLE



Toutes les actions réalisées en rapport avec les données devraient être utiles au patient, au service de santé, à la recherche et à l'industrie. Les individus et les institutions sont beaucoup plus favorables à la collecte et au partage de données lorsqu'ils en voient l'intérêt, tant individuellement que collectivement.

Pr Mark Lawler, Queen's University Belfast

**La connaissance et la compréhension limitées de la technologie cloud computing constituent l'un des premiers défis à relever pour renforcer l'acceptation.** La recherche suggère que les connaissances générales sur la technologie cloud computing sont souvent limitées, parfois même au sein des services informatiques des hôpitaux, et qu'il y a un manque d'« attractivité des utilisateurs » pour la technologie cloud computing par les professionnels de santé parce que les avantages potentiels peuvent ne pas être compris ou visibles pour eux.<sup>10 22</sup> Cela s'applique également aux patients, qui ignorent souvent les avantages potentiels de la nouvelle technologie pour leur santé. Certains peuvent trouver cette technologie intimidante, même s'ils voient son potentiel, tandis que d'autres peuvent ne pas la comprendre ou peuvent sentir qu'elle n'a pas été développée en tenant compte de leurs intérêts.<sup>47</sup>

**La participation de la communauté des patients sera essentielle pour améliorer la connaissance et la compréhension de la technologie cloud computing et répondre aux préoccupations concernant la confidentialité et la sécurité.** Bon nombre des préoccupations concernant la technologie cloud computing s'appliquent également à d'autres plates-formes numériques. Travailler en étroite collaboration avec les organisations de patients lors du développement et de l'intégration de technologies basées sur le cloud computing peut aider à mieux comprendre le cloud computing et ses applications potentielles, avec une gestion sécurisée et responsable des données de santé. Le Health Data Hub en France est un exemple de plateforme de données qui favorise la co-création et l'utilisation transparente et sécurisée des données de santé.<sup>48</sup> Un autre exemple d'approche collaborative est DATA-CAN, le Health Data Research Hub du Royaume-Uni focalisé sur le cancer.<sup>32 49</sup> Dans ces deux modèles, des représentants de patients et du public peuvent être membres, leur permettant de s'assurer que le déploiement de la technologie cloud computing tient compte de leurs besoins et priorités.<sup>32 48 49</sup>

**Un changement de culture est également nécessaire au sein des établissements de santé afin de faciliter une adoption plus généralisée de la technologie cloud computing.** Les dirigeants des entreprises de soins de santé doivent veiller à communiquer de manière transparente sur les avantages et les risques liés à l'utilisation de services informatiques hébergés en externe, et à démontrer leur capacité à atténuer les risques.<sup>10 16 23</sup> Ils doivent considérer et présenter la migration vers la technologie cloud computing comme une transformation de l'entreprise, et pas seulement comme un changement dans l'in-

frastructure informatique. Ils doivent également investir dans de nouvelles compétences pour leurs spécialistes informatiques et leurs délégués à la protection des données afin de s'assurer qu'ils sont pleinement capables d'adopter et d'utiliser la technologie cloud computing, et d'optimiser son intégration dans leurs méthodes de travail.<sup>10</sup>

## SURMONTER LES OBSTACLES TECHNIQUES



La réutilisation des données médicales conduit à accorder beaucoup plus d'attention à la qualité des données et à la façon dont elles sont stockées. Il est ensuite possible de tirer les connaissances requises des énormes volumes de données liées à la santé et aux résultats de santé qui sont réellement disponibles. Les administrateurs hospitaliers se demandent : « Comment pouvons-nous construire au mieux notre architecture de stockage ? » et « Comment interpréter et comprendre efficacement toutes les données ? »

Pr Pascal Verdonck, Ghent University, Belgian & European Association of Hospital Managers

**Les défis techniques qui ne sont pas spécifiques au cloud computing mais plutôt à l'utilisation des données de santé en général doivent également être abordés pour soutenir l'adoption généralisée de la technologie.** Des cadres de référence exhaustifs sont essentiels afin de garantir la clarté des exigences pour le stockage des données et centraliser la réglementation des données transférées entre différentes juridictions.<sup>10 46</sup> En France, la Certification Hébergeur des Données de Santé (HDS) joue ce rôle.<sup>50</sup>

Une question importante est également la propriété des données, qui peut parfois être vague. Les gestionnaires de données peuvent avoir du mal à équilibrer les principes de données « FAIR » – qui stipulent que les données de recherche doivent être Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables – avec les exigences du règlement général sur la protection des données (RGPD) qui impliquent le respect des normes de gouvernance des données les plus élevées pour garantir la sécurité et la confidentialité.<sup>18</sup> Cette ambiguïté doit être résolue non seulement pour mettre en place la technologie cloud computing, mais aussi pour établir les meilleures pratiques pour tous ceux qui travaillent avec des données de santé numérisées.

**Assurer l'interopérabilité entre les ensembles de données est une étape importante pour faciliter une adoption plus large du cloud computing dans le secteur de la santé.** L'absence de définitions et de méthodologies harmonisées pour les données de santé signifie que différents systèmes de données ne peuvent pas « communiquer entre eux ». Cela freine l'adoption de la technologie cloud computing comme outil pour mieux comprendre et établir des liens entre les différents ensembles de données.<sup>9 11 18</sup> Il est donc urgent d'assurer une plus grande interopérabilité entre les ensembles de données dans le cloud computing ainsi qu'entre les différents fournisseurs de services cloud computing.<sup>10 27 46 51</sup>

# OUVRIR LA VOIE VERS L'AVENIR



J'espère que la technologie cloud computing sera utilisée pour simplifier la vie quotidienne des patients, gagner leur acceptation et leur confiance, et faciliter les soins. Et parfois, sans même qu'ils s'en rendent compte de ce qui se passe 'en coulisses', ils pourraient sentir que cela devient plus facile de faire face à leurs défis quotidiens en matière de soins de santé.

**Gözde Susuzlu Briggs**, 'Data Saves Lives', European Patients' Forum



La technologie cloud computing peut transformer de manière innovante l'ensemble de nos systèmes de santé, mais des cadres réglementaires et législatifs appropriés sont nécessaires pour guider cette transformation. Comme pour toute innovation, l'adoption de cette nouvelle technologie nécessite une préparation du système, tant sur le plan technique que par le biais d'un changement de culture.<sup>10</sup> Les gouvernements et les décideurs du système de santé ont un rôle central à jouer pour promouvoir la préparation du système en favorisant l'innovation. Ils doivent veiller à ce que les cadres stratégiques soient adaptés pour refléter le rôle croissant de la technologie cloud computing dans les systèmes de santé et la recherche. Des orientations harmonisées et des cadres réglementaires harmonisés sont également nécessaires pour protéger de manière adéquate la gouvernance des données, la confidentialité et la sécurité, et pour refléter les priorités des citoyens en matière d'utilisation sécurisée de leurs données de santé. L'espace européen des données de santé (« European Health Data Space »), qui est un exemple puissant d'un tel cadre global, peut servir de point de départ utile pour promouvoir un partage responsable des données et faciliter les systèmes de santé fondés sur les données dans toute l'Europe.

L'adoption appropriée de la technologie cloud computing nécessitera également la participation des patients, du grand public et des professionnels de santé. Compte tenu de l'étendue des applications possibles de la technologie cloud computing, la sécurisation de son rôle approprié dans les systèmes de santé ne devrait pas être une préoccupation uniquement pour les services informatiques des hôpitaux ou les spécialistes de la donnée. La participation consciencieuse des communautés de patients à toute initiative liée aux données aide à les placer au cœur de la prise de décisions concernant les changements qui les touchent et ont un impact sur leurs données de santé. Ils devraient être pleinement informés des avantages, des opportunités, des limites et des risques associés à la technologie cloud computing et à ses applications, ce qui les autorisera à jouer un rôle actif dans la prise de décision concernant son adoption et son rôle dans le domaine de la santé et des soins de santé. L'engagement des professionnels de santé en première ligne des soins, ainsi que des gestionnaires d'hôpitaux et de toutes les parties prenantes œuvrant à l'amélioration de la santé, est également essentiel. Tous doivent s'efforcer de collaborer pour assurer une voie d'adoption faisable, sûre et prometteuse qui puisse faire progresser les objectifs sociétaux pour des soins de santé plus équitables et efficaces pour tous.



## RÉFÉRENCES

1. Google Cloud. Johns Hopkins University BIOS Division: Advancing intracerebral hemorrhage treatments through AI. Disponible sur : <https://cloud.google.com/customers/jhu-bios/> [Consulté le 08/02/23]
2. Amazon Web Services. NHS Digital and Tableau Support UK COVID-19 Pandemic Response with Modern Cloud Analytics on AWS. Disponible sur : <https://aws.amazon.com/partners/success/nhs-digital-tableau/> [Consulté le 02/05/23]
3. Phillips KA, Trosman JR, Kelley RK, et al. 2014. Genomic Sequencing: Assessing The Health Care System, Policy, And Big-Data Implications. *Health Aff (Millwood)* 33(7): 1246-53
4. World Health Organization. Estimated number of prevalent cases in 2020, Hodgkin lymphoma, leukaemia, multiple myeloma, non-hodgkin lymphoma, both sexes, all ages. Disponible sur : [https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-table?v=2020&mode=population&mode\\_o&population=900&populations=900&key=asr&sex=0&cancer=33\\_36\\_35\\_34&type=2&statistic=1&prevalence=1&population\\_group=0&ages\\_group%5B%5D=0&ages\\_group%5B%5D=17&group\\_cancer=0&include\\_nmsc=1&include\\_nmsc\\_other=1](https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-table?v=2020&mode=population&mode_o&population=900&populations=900&key=asr&sex=0&cancer=33_36_35_34&type=2&statistic=1&prevalence=1&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&group_cancer=0&include_nmsc=1&include_nmsc_other=1) [Consulté le 17/02/23]
5. Haferlach T. 2023. Interview with Catherine Whicher and Suzanne Wait at The Health Policy Partnership and Dipak Kalra at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 20/03/23
6. Google Cloud. AZ Delta: Bringing personalized medicine one step closer with data analytics. Disponible sur : <https://cloud.google.com/customers/azdelta/> [Consulté le 10/03/23]
7. World Health Organization. 2010. Monitoring the building blocks of health systems: a handbook of indicators and their measurement strategies. Geneva: WHO
8. Cresswell K, Williams R, Sheikh A. 2021. Using cloud technology in health care during the COVID-19 pandemic. *The Lancet Digital Health* 3(1): e4-e5
9. Raghavan A, Demircioglu MA, Taihagh A. 2021. Public Health Innovation through Cloud Adoption: A Comparative Analysis of Drivers and Barriers in Japan, South Korea, and Singapore. *Int J Environ Res Public Health* 18(1): 334
10. Cresswell K, Domínguez Hernández A, Williams R, et al. 2022. Key Challenges and Opportunities for Cloud Technology in Health Care: Semistructured Interview Study. *JMIR Human Factors* 9(1): e31246
11. Al-Issa Y, Ottom MA, Tamrawi A. 2019. eHealth Cloud Security Challenges: A Survey. *J Healthc Eng* 2019: 7516035
12. European Medicines Agency. 2022. European Medicines Agency cloud strategy: accelerating innovation and digitalisation for better public and animal health outcomes. Amsterdam: EMA
13. UK Central Digital and Data Office. 2017. Guidance: Government Cloud First policy. [Mis à jour le 21/07/22]. Disponible sur : <https://www.gov.uk/guidance/government-cloud-first-policy> [Consulté le 27/02/23]
14. European Commission. 2019. European Commission Cloud Strategy: Cloud as an enabler for the European Commission Digital Strategy. Brussels: EC
15. Navaz AN, Serhani MA, El Kassabi HT, et al. 2021. Trends, Technologies, and Key Challenges in Smart and Connected Healthcare. *IEEE Access* 9: 74044-67
16. Tahir A, Chen F, Khan HU, et al. 2020. A Systematic Review on Cloud Storage Mechanisms Concerning e-Healthcare Systems. *Sensors* 20(18): 5392

17. Mehrtak M, Seyedalinaghi S, Mohssenipour M, et al. 2021. Security challenges and solutions using healthcare cloud computing. *J Med Life* 14(4): 448-61
18. Govarts E, Gilles L, Bopp S, et al. 2022. Position paper on management of personal data in environment and health research in Europe. *Environ Int* 165: 107334
19. Tanwar AS, Evangelatos N, Venne J, et al. 2021. Global Open Health Data Cooperatives Cloud in an Era of COVID-19 and Planetary Health. *OMICS* 25(3): 169-75
20. Navale V, Bourne PE. 2018. Cloud computing applications for biomedical science: A perspective. *PLoS Comput Biol* 14(6): e1006144
21. Mell P, Grance T. 2011. The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology
22. Verdonck P. 2023. Interview with Catherine Whicher at The Health Policy Partnership and Nathan Lea at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 03/02/23
23. Peeters L. 2023. Interview with Catherine Whicher and Suzanne Wait at The Health Policy Partnership and Nathan Lea at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 06/02/23
24. Lian J-W. 2017. Establishing a Cloud Computing Success Model for Hospitals in Taiwan. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing* 54: 0046958016685836
25. Lawler M, Morris AD, Sullivan R, et al. 2018. A roadmap for restoring trust in Big Data. *Lancet Oncol* 19(8): 1014-15
26. Furnell S. 2022. Supporting cybersecurity literacy for workforce-ready graduates [online]. *Times Higher Education*. Disponible sur : <https://www.timeshighereducation.com/campus/supporting-cybersecurity-literacy-workforceready-graduates> [Consulté le 12/03/23]
27. Sheffield NC, Bonazzi VR, Bourne PE, et al. 2022. From biomedical cloud platforms to microservices: next steps in FAIR data and analysis. *Scientific Data*: 10.1038/s41597-022-01619-5
28. Mathur R, Rentsch CT, Morton CE, et al. 2021. Ethnic differences in SARS-CoV-2 infection and COVID-19-related hospitalisation, intensive care unit admission, and death in 17 million adults in England: an observational cohort study using the OpenSAFELY platform. *Lancet* 397(10286): 1711-24
29. Whitehead M, Dahlgren G. 1991. What can be done about inequalities in health? *Lancet* 338(8774): 1059-63
30. Pujadas ER, Raisi-Estabragh Z, Szabo L, et al. 2022. Atrial fibrillation prediction by combining ECG markers and CMR radiomics. *Sci Rep*: 10.1038/s41598-022-21663-w
31. European Cancer Organisation. European Cancer Pulse. Disponible sur : <https://www.europecancer.org/pulse> [Consulté le 17/02/23]
32. Lawler M. 2023. Interview with Catherine Whicher, Suzanne Wait and Emily Medhurst at The Health Policy Partnership [Teleconference]. 15/02/23
33. Couespel N, Venegoni E, Lawler M. 2023. The European Cancer Pulse: tracking inequalities in cancer control for citizen benefit. *The Lancet Oncology* 24(5): 441-42
34. Caon M, Carrino S, Angelini L, et al. 2018. Teenagers' Usage of a Mobile-Wearable-Cloud Platform to Promote Healthy Lifestyles: the PEGASO Experience. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2018: 1576-79
35. World Health Organization. 2010. *The world health report: health systems financing: the path to universal coverage*. Geneva: WHO
36. Microsoft. Leading innovation in the UK's NHS. Disponible sur : <https://customers.microsoft.com/en-gb/story/825757-nhsbsa> [Consulté le 08/02/23]

37. Lim Choi Keung S. 2021. The C3-Cloud Approach to Clinical and Technical Co-production of a Multi-morbidity Integrated Care Information Technology Infrastructure. *International Journal of Integrated Care* 21(S1): 150
38. Traore L, Assele-Kama A, Keung S, et al. 2019. User-Centered Design of the C3-Cloud Platform for Elderly with Multiple Diseases - Functional Requirements and Application Testing. *Stud Health Technol Inform* 264: 843-47
39. Despotou G, Laleci Erturkmen GB, Yuksel M, et al. 2020. Localisation, Personalisation and Delivery of Best Practice Guidelines on an Integrated Care and Cure Cloud Architecture: The C3-Cloud Approach to Managing Multimorbidity. *Stud Health Technol Inform* 270: 623-27
40. Bezerra De Souza DL, Oliveras-Fabregas A, Espelt A, et al. 2021. Multimorbidity and its associated factors among adults aged 50 and over: A cross-sectional study in 17 European countries. *PLoS One* 16(2): e0246623
41. Wagner AH, Walsh B, Mayfield G, et al. 2020. A harmonized meta-knowledgebase of clinical interpretations of somatic genomic variants in cancer. *Nat Genet* 52(4): 448-57
42. Stark Z, Dolman L, Manolio TA, et al. 2019. Integrating Genomics into Healthcare: A Global Responsibility. *The American Journal of Human Genetics* 104(1): 13-20
43. Findata. Home page. Disponible sur : <https://findata.fi/en/> [Consulté le 08/02/23]
44. Findata. Kapseli®. Disponible sur : <https://findata.fi/en/kapseli/> [Consulté le 17/02/23]
45. Genomics England. Home page. Disponible sur : <https://www.genomicsengland.co.uk/initiatives/100000-genomes-project> [Consulté le 12/03/23]
46. Molnár-Gábor F, Lueck R, Yakneen S, et al. 2017. Computing patient data in the cloud: practical and legal considerations for genetics and genomics research in Europe and internationally. *Genome Med*: 10.1186/s13073-017-0449-6
47. Susuzlu Briggs G. 2023. Interview with Catherine Whicher, Suzanne Wait and Emily Medhurst at The Health Policy Partnership and Nathan Lea at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 16/02/23
48. Health Data Hub. Innover avec l'ensemble des acteurs. Disponible sur : <https://www.health-data-hub.fr/innover-avec-lensemble-des-acteurs> [Consulté le 15/01/24]
49. Wheatstone P, Gath J, Carrigan C, et al. 2021. DATA-CAN: a co-created cancer data knowledge network to deliver better outcomes and higher societal value. [online]. *BMJ Partnerships in Practice*. Disponible sur : <https://blogs.bmj.com/bmj/2021/08/11/data-can-a-co-created-cancer-data-knowledge-network-to-deliver-better-outcomes-and-higher-societal-value/> [Consulté le 05/04/23]
50. Agence du numérique en santé. HDS - Certification Hébergeur de Données de Santé. Disponible sur : <https://industriels.esante.gouv.fr/produits-et-services/hds-certification-hebergeur-de-donnees-de-sante> [Consulté le 15/01/24]
51. Wong BLH, Maaß L, Vodden A, et al. 2022. The dawn of digital public health in Europe: Implications for public health policy and practice. *The Lancet Regional Health - Europe* 14: 100316





© 2023 The Health Policy Partnership Ltd. Le présent rapport est réservé à un usage personnel, de recherche ou éducatif uniquement, et ne peut être utilisé à des fins commerciales. Toute adaptation ou modification du contenu de ce rapport est interdite, sauf avec l'autorisation de The Health Policy Partnership.

**Ce document a été publié initialement en anglais en juin 2023. Il a été traduit en français en janvier 2024, date à laquelle des ajustements très mineurs ont été apportés afin de rendre le rapport plus pertinent au contexte français.**

Ce rapport a été élaboré par the Health Policy Partnership (HPP) avec le soutien et le financement d'Amazon Web Services (AWS). HPP a dirigé la recherche et la rédaction, avec la contribution du European Institute for Innovation through Health Data (i~HD) et les commentaires reçus de contributeurs experts. À part HPP et i~HD, aucun des contributeurs au rapport n'a été rémunéré pour son temps. HPP détient le contrôle éditorial sur le contenu final.

The  
**Health Policy  
Partnership**

[research, people, action]

**i~HD** The European Institute  
for Innovation through  
Health Data