

## La bonne recette pour le métaverse

### Comment le secteur de la santé pourrait profiter des mondes virtuels

Anselm Küsters et Patrick Stockebrandt



© shutterstock/Alena Divina

**Le Metaverse est déjà à l'origine d'un changement insidieux dans le domaine de la santé. En tant qu'environnement multisensoriel, cet espace virtuel naissant générera des données de santé totalement inédites, d'une ampleur et d'une granularité sans précédent dans l'histoire, et améliorera de manière significative les applications d'apprentissage automatique. La stratégie Metaverse de la Commission européenne devrait donc donner la priorité au secteur de la santé et proposer un contrôle de Metaverse à l'échelle européenne, qui informerait de manière uniforme les utilisateurs des normes techniques des services de santé Metaverse, comme la protection des données et les possibilités d'accès.**

- ▶ Le Metaverse créera de nouvelles opportunités pour les professionnels de la santé et les fournisseurs de soins de santé dans les domaines de l'éducation et de la formation, de la communication à distance et de la télésurveillance, ainsi que de l'analyse et du diagnostic. Parallèlement, les patients bénéficieront de jumeaux numériques, d'une sensibilisation à la santé grâce à des avatars modifiables, d'un soulagement de la douleur, de thérapies immersives, de conseils virtuels ainsi que d'"exergaming".
- ▶ Une approche européenne des applications de santé dans le Metaverse devrait se concentrer sur la protection des données, l'accessibilité, la transparence, les normes de sécurité et le contrôle et la prise de décision par les personnes. S'y ajoutent des questions de concurrence et de politique industrielle qui auront un impact sur l'objectif d'inclusivité des soins de santé dans le Metaverse. C'est précisément parce que le Metaverse, en tant que nouvel environnement intégré, doit satisfaire à certaines exigences en matière de protection des données et d'accès, mais que ces exigences ne peuvent être suffisamment vérifiées ni par les utilisateurs ni par la concurrence, qu'une institution externe est nécessaire pour prendre en compte l'interaction entre ces facteurs et fixer des normes.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction : le métavers arrive en Europe .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>L'impact du Metaverse sur le secteur de la santé .....</b>	<b>5</b>
2.1	Applications pour les professionnels et les entreprises médicales.....	7
2.2	Impact du métavers sur les patients et la population.....	10
<b>3</b>	<b>Vers un écosystème de la santé prêt pour Metaverse en Europe .....</b>	<b>16</b>
3.1	Opportunités : accès amélioré et prestations inédites .....	17
3.2	Risques : Conflits réglementaires et protection des données .....	19
3.3	Solution : Le contrôle de Metaverse .....	23
<b>4</b>	<b>Conclusion : une chance pour l'Europe .....</b>	<b>25</b>

## 1 Introduction : le métavers arrive en Europe

Le métavers - un environnement virtuel immersif - est sur toutes les lèvres. Avec un marché mondial qui a déjà dépassé les 100 milliards de dollars l'année dernière<sup>1</sup> et qui pourrait à lui seul augmenter le PIB américain de 760 milliards de dollars supplémentaires d'ici 2035,<sup>2</sup> il est en train de transformer radicalement l'économie et la société mondiales.<sup>3</sup> Au plus tard depuis que le fondateur de Facebook, Mark Zuckerberg, a rebaptisé son entreprise "Meta", le sujet a également été abordé par les institutions de l'Union européenne (UE). Les premières idées de réglementation de cet espace numérique naissant ont été soulevées fin 2022 par la présidente de la Commission Ursula von der Leyen et le commissaire au marché intérieur Thierry Breton<sup>4</sup> et esquissées par des économistes de la Commission.<sup>5</sup> Entre avril et mai 2023, plusieurs panels de citoyens sur les mondes virtuels ont été organisés, ainsi qu'une première consultation exploratoire, avec pour objectif la création de mondes virtuels ouverts, interopérables et innovants, basés sur les valeurs de l'UE.<sup>6</sup> Une stratégie de la Commission sur le métavers est attendue pour le 11 juillet, qui rassemblera les expériences acquises à ce jour et identifiera probablement les premiers projets de réglementation.<sup>7</sup>

Les résultats du panel de citoyens suggèrent que la santé devrait jouer un rôle central dans les plans de l'UE. La santé physique et mentale est soulignée comme un "pilier" du développement et de l'utilisation des mondes virtuels dans l'UE. Sur cette base, le panel a recommandé de mener un programme de recherche intensif sur l'impact des mondes virtuels sur la santé des individus, avec une participation obligatoire de toutes les entreprises travaillant sur cette technologie. En outre, des indicateurs ont été demandés pour mesurer l'impact de l'utilisation des mondes virtuels sur la santé sociale, environnementale, mentale et physique.<sup>8</sup> Suivant cette impulsion, le présent **Input du cep** demande que les plans Metaverse européens soient davantage axés sur le secteur de la santé, car celui-ci recèle un grand potentiel : les technologies médicales basées sur l'intelligence artificielle (IA), qui joueront un rôle décisif dans Metaverse, pourraient sauver environ 400.000 vies par an en Europe et permettre d'économiser jusqu'à 200 milliards d'euros.<sup>9</sup> Ce n'est pas pour rien que le secteur de la santé était le domaine prioritaire de l'IA avec 6,1 milliards de dollars investis en 2022<sup>10</sup> - et la tendance est à la hausse.<sup>11</sup> À cela s'ajoute, outre cette IA pure, l'intégration de différentes technologies apparentées, comme la "gamification" basée sur la réalité augmentée ou les formats de thérapie virtuelle, dont l'interaction donne lieu à des exigences réglementaires inédites.

<sup>1</sup> Voir Meier, T., Dispositifs médicaux pour le Metaverse, MPR 2022, p. 138.

<sup>2</sup> Estimation tirée de : Deloitte, The Metaverse and its Potential for the United States, Final Report (mai 2023), p. 4.

<sup>3</sup> Voir aussi [The promise and peril of the metaverse | McKinsey](#).

<sup>4</sup> Blog du commissaire Thierry Breton (2022), "People, technologies & infrastructure - Europe's plan to thrive in the metaverse", [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT\\_22\\_5525](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_5525).

<sup>5</sup> DG COMP, "Comprendre le métavers - une perspective de concurrence", <https://eaccny.com/news/chapternews/dg-comp-understanding-the-metaverse-a-competition-perspective/>.

<sup>6</sup> [Mondes virtuels \(Metaversen\) - une vision pour l'ouverture, la sécurité et le respect \(europa.eu\)](#).

<sup>7</sup> "Initiative on virtual worlds".

<sup>8</sup> Panel de citoyens européens sur les mondes virtuels (2023), [Final recommendations Virtual Worlds \(europa.eu\)](#), p. 2, 9-10.

<sup>9</sup> Deloitte (2020), The socio-economic impact of AI in healthcare (Octobre 2020), [mte-ai impact-in-healthcare oct2020 report.pdf \(medtecheurope.org\)](#).

<sup>10</sup> Nestor Maslej, Loredana Fattorini, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Katrina Ligett, Terah Lyons, James Manyika, Helen Ngo, Juan Carlos Nieves, Vanessa Parli, Yoav Shoham, Russell Wald, Jack Clark, et Raymond Perrault, "The AI Index 2023 Annual Report," Institute for Human-Centered AI, Stanford University, Stanford, CA, avril 2023, p. 195.

<sup>11</sup> On peut s'attendre à ce que les entreprises ainsi que les investisseurs en capital-risque continuent d'être fortement incités à financer le développement de la technologie médicale et de l'IA en rapport avec le métaverse. Voir également Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#), p. 927.

Bien que le métavers promette non seulement un marché énorme, mais aussi une amélioration considérable de la qualité de vie, le sujet semble encore "lointain" dans notre pays. Au vu des plaintes répétées sur le manque de numérisation du système de santé allemand et des querelles incessantes sur les dossiers médicaux numériques, il n'est guère surprenant qu'environ 80% des consommateurs n'aient jamais entendu parler d'un métaverse lié à la santé.<sup>12</sup> C'est alarmant, car l'Europe est engagée dans une compétition mondiale pour l'avenir du Metaverse, qui favorise déjà aujourd'hui - sans grande "fanfare" - un changement dans le système de santé.<sup>13</sup> La FDA américaine travaille déjà sur la question de savoir comment les dispositifs médicaux pourraient être rendus utilisables dans le Metaverse.<sup>14</sup> Les fabricants de médicaments utilisent déjà l'IA pour la recherche pharmaceutique.<sup>15</sup> Récemment, la Coalition internationale des autorités de réglementation des médicaments a constaté que les nouvelles technologies numériques remettent de plus en plus en question le cadre juridique.<sup>16</sup> C'est d'autant plus vrai dans le Metaverse, où les modèles réglementaires occidentaux et chinois seront en concurrence.<sup>17</sup>

Alors que les entreprises et les consultants économiques expriment souvent une vision très optimiste du potentiel économique et social du métavers, les recommandations du panel de citoyens de l'UE semblent refléter principalement des craintes et des inquiétudes face aux nouveaux mondes virtuels. Il est significatif que tant les partisans que les critiques du Metaverse se perdent trop souvent dans des discussions abstraites et des pronostics vagues dans leurs évaluations. En opposition délibérée à cela, ce **Input du cep** présente des effets concrets dans le domaine de la santé, comme de nouvelles formes de traitement et de thérapie, qui donnent une impression nuancée des possibilités futures mais aussi des obstacles techniques et juridiques encore existants.<sup>18</sup> En effet, sans une idée plus précise de ce qu'est le métavers et de la manière dont il sera utilisé dans la vie quotidienne, aucune réglementation viable à long terme n'est possible au niveau européen. Une bonne régulation du secteur hautement sensible de la santé ne peut réussir que si les applications correspondantes dans le Metaverse bénéficient de l'acceptation et de la confiance des patients. C'est pourquoi ce **Input du cep** propose un système de certification Metaverse à l'échelle de l'UE, qui évalue la nouvelle interaction entre les aspects de protection des données et la concurrence pour les plateformes de santé. Outre une meilleure application des réglementations existantes telles que le RGPD, ce contrôle de Metaverse effectuerait activement des tests de vulnérabilité en raison de la sensibilité des données de santé Metaverse, formulerait des normes obligatoires et tiendrait particulièrement compte de l'intégration des diverses technologies.

Cet argument est déduit en deux étapes. La section 2 commence par une présentation de l'impact du métavers sur le système de santé. L'accent est mis sur une vue d'ensemble aussi large que possible et une introduction technique respective sur l'état de la recherche. Sur cette base, la section 3 résume les opportunités et les risques pour l'Europe et propose l'introduction d'un nouveau test Metaverse afin de préparer le système de santé européen au Metaverse. Au lieu d'analyser dans quelle mesure les différents actes juridiques existants correspondent ou entrent en conflit avec les potentiels du

<sup>12</sup> Voir BearingPoint (2022), [Révolution des soins de santé - Healthcare Metaverse n'est plus de la musique d'avenir](#).

<sup>13</sup> Voir aussi BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#).

<sup>14</sup> Voir Meier, T., Dispositifs médicaux pour le Metaverse, MPR 2022, p. 134.

<sup>15</sup> Par exemple, AstraZeneca ; [Data Science & Artificial Intelligence : Unlocking new science insights \(astrazeneca.com\)](#).

<sup>16</sup> [horizon\\_scanning\\_report\\_artificial\\_intelligence.pdf \(icmra.info\)](#).

<sup>17</sup> [metaverse-paper-9-march-2022.pdf \(europa.eu\)](#), p. 9.

<sup>18</sup> Pour un bref aperçu, voir Vigkos, A., Bevacqua, D., Turturro, L., et al., VR/AR Industrial Coalition : strategic paper, Publications Office of the European Union, 2022, p. 17.



données, telles que l'identité, l'histoire, les autorisations, les objets, la communication et les paiements".<sup>24</sup> Cette définition est également utilisée par l'équipe d'analyse et de recherche interne au Conseil de l'UE.<sup>25</sup>

Dans cette perspective large, nous proposons d'aller au-delà d'études de cas décrivant les avantages complémentaires de dispositifs individuels de RA ou de RV pour des expériences hospitalières ou de formation déjà existantes, c'est-à-dire physiques, comme par exemple l'ajout de la RA comme système de navigation chirurgicale.<sup>26</sup> Même si de telles améliorations incrémentales sauveront des vies et ne doivent donc pas être sous-estimées, cette perspective étroite ne tient pas compte du potentiel de création de nouvelles voies d'accès moins coûteuses et plus démocratiques aux soins de santé et de développement de possibilités de diagnostic et de traitement améliorées grâce au métavers. En tant qu'environnement multisensoriel, le Metaverse génère une multitude de nouvelles données relatives à la santé, d'une ampleur et d'une granularité sans précédent, qui amélioreront les applications d'apprentissage automatique. Par exemple, le Metaverse permet de combiner la RV avec le biofeedback, comme la surveillance du rythme cardiaque, et le neurofeedback. Il existe déjà des prototypes de mondes virtuels immersifs qui, à partir des données neuronales et cardiaques des utilisateurs - c'est-à-dire leurs ondes cérébrales et leurs battements cardiaques - combinés à l'IA, peuvent reconnaître automatiquement différentes émotions et les provoquer de manière ciblée.<sup>27</sup>

L'impact d'un tel métavers, compris de manière holistique, sur le secteur de la santé peut être grossièrement divisé en deux domaines différents, selon le groupe d'utilisateurs. D'une part, le Metaverse créera de nouvelles opportunités pour les professionnels de la santé et les entreprises médicales, en permettant par exemple de nouvelles formes de diagnostic qui vont bien au-delà des possibilités actuelles dans le monde physique (section 2.1). D'autre part, le Metaverse ouvrira également aux utilisateurs, c'est-à-dire aux patients et à la population en général, de nouvelles voies d'accès aux services de santé, d'une ampleur et d'une efficacité sans précédent (section 2.2).

En résumé : En nous basant sur la définition de Matthew Ball, nous souhaitons nous concentrer sur les aspects liés à la santé dans un métaverse immersif, tout en posant une question plus fondamentale : Qu'est-ce que cela signifie pour le système de santé et sa réglementation lorsque la majorité de la population évolue dans le métavers et qu'il en résulte un énorme trésor de nouvelles données qui permet des voies innovantes de diagnostic et de thérapie, mais qui pose aussi des défis en matière de protection des données ? En d'autres termes : Nous nous intéressons aux implications du métavers en tant que tel, plutôt qu'aux appareils spécifiques, tels que les casques ou les smartphones, qui permettent d'accéder à ce monde rendu en temps réel. Trop souvent, ces discussions sur le métavers et ses éventuels avantages, inconvénients et besoins en matière de réglementation s'enlisent à un niveau abstrait, sans envisager de cas d'application concrets.<sup>28</sup> Cette section vise à combler cette lacune et à donner un aperçu de différentes études, technologies et champs d'application qui donnent une idée

---

<sup>24</sup> Ball, Matthew, *The Metaverse : And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright Publishing Corporation, 2022, p. 57.

<sup>25</sup> [metaverse-paper-9-march-2022.pdf \(europa.eu\)](#), p. 3.

<sup>26</sup> L'intégration du suivi en temps réel permet d'enrichir l'interface chirurgicale d'images virtuelles des structures critiques. Chan HHL, Haerle SK, Daly MJ, Zheng J, Philp L, Ferrari M, et al. (2021) An integrated augmented reality surgical navigation platform using multi-modality imaging for guidance. *PLoS ONE* 16(4) : e0250558.

<sup>27</sup> Marín-Morales, J., Higuera-Trujillo, J.L., Greco, A. et al. Affective computing in virtual reality : emotion recognition from brain and heartbeat dynamics using wearable sensors. *Sci Rep* 8, 13657 (2018).

<sup>28</sup> Dans son livre "The Metaverse", Matthew Ball explique par exemple comment la mise en œuvre des technologies Metaverse pourrait fonctionner dans la pratique. Il cite explicitement la médecine et le secteur de la santé comme un cas d'application prometteur, sans toutefois entrer dans les détails. Matthew Ball, *The Metaverse : And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright, p. 268.

de la manière dont le métavers peut révolutionner le secteur de la santé - si les conditions-cadres adéquates sont réunies.

## 2.1 Applications pour les professionnels et les entreprises médicales

Le Metaverse créera de nouvelles opportunités pour les professionnels de la santé et les entreprises médicales dans les domaines de l'éducation et de la formation, de la communication à distance et de la télésurveillance, ainsi que de l'analyse et du diagnostic.

### Éducation et formation

Il est d'ores et déjà possible d'utiliser les technologies XR pour compléter les offres de formation initiale, continue et de perfectionnement dans le monde réel.<sup>29</sup> Une utilisation analogue est bien sûr également envisageable dans la qualification médicale, par exemple en utilisant davantage de simulations 3D pour l'exploration du corps humain.<sup>30</sup> Mais le potentiel va au-delà de ces améliorations graduelles. Étant donné qu'il y a de moins en moins de possibilités de s'exercer avec de vrais patients et que les médecins doivent de plus en plus proposer des consultations virtuelles, la demande de méthodes de simulation de plus en plus avancées et réalistes va continuer à augmenter dans les années à venir.<sup>31</sup> Dans ce contexte, le Metaverse ouvre de nouvelles voies pour former le personnel médical de manière virtuelle, immersive et dans un environnement à faibles ressources. Les mondes virtuels permettent des exercices répétés sans effets négatifs sur les patients dans différentes disciplines médicales, ouvrent de nouvelles voies pour l'apprentissage de contenus médicaux complexes et réduisent les restrictions financières, éthiques et juridiques à l'utilisation de matériel d'apprentissage traditionnel comme les cadavres. Une méta-analyse des études précédentes dans ce domaine a révélé que la formation médicale dans des environnements basés sur la RA et la RV était perçue comme particulièrement mémorable, motivante et efficace.<sup>32</sup>

### Communication à distance et télésurveillance

Cet aspect de la formation, qui a été mis en avant dans les rapports précédents sur le potentiel des technologies XR pour le secteur de la santé, n'est toutefois que la première étape. En effet, la présence virtuelle de professionnels de la santé dans le Metaverse leur confère une portée mondiale, de sorte que de nouvelles formes de **communication à distance et de télésurveillance** verront le jour. Les chirurgiens spécialisés et autres experts peuvent diffuser leurs connaissances rares de manière claire dans le Metaverse, sans avoir à se déplacer.<sup>33</sup> Cela vaut également pour l'échange de spécialistes. L'idée n'est pas nouvelle en soi et est déjà pratiquée avec succès en Europe, même sans RV/AR.<sup>34</sup> Les réseaux européens de référence (ERN) sont des réseaux virtuels de prestataires de soins européens qui facilitent les discussions sur les maladies rares et les traitements hautement spécialisés. Un séjour

---

<sup>29</sup> Par exemple, des entreprises américaines ont déjà mis au point des exercices de RA pour les premiers intervenants afin de les former de manière rentable et sans avoir à se déplacer. Lajara, C. (2023), [Colorado police force uses augmented reality to train officers for dangerous scenarios \(kktv.com\)](https://www.kktv.com/news/2023/01/31/colorado-police-force-uses-augmented-reality-to-train-officers-for-dangerous-scenarios/) (31.01.2023).

<sup>30</sup> Voir aussi : Matthew Ball, *The Metaverse : And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright, p. 268.

<sup>31</sup> Deux fois SM, Triola MM. La réalité augmentée dans l'enseignement médical : Driving Adoption through Provider-Centered Design. *Digit Biomark*. 2019 Apr 10;3(1):14-21.

<sup>32</sup> Barteit S, Lanfermann L, Bärnighausen T, Neuhann F, Beiersmann C. Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education : Systematic Review. *JMIR Jeux sérieux*. 2021 Jul 8;9(3):e29080.

<sup>33</sup> Vigkos, A., Bevacqua, D., Turturro, L., et al., VR/AR Industrial Coalition : strategic paper, Publications Office of the European Union, 2022, p. 17.

<sup>34</sup> Voir : [https://health.ec.europa.eu/european-reference-networks/overview\\_en](https://health.ec.europa.eu/european-reference-networks/overview_en).

simultané dans le Metaverse pourrait toutefois permettre d'intensifier ces échanges dans l'intérêt des patients, de les rendre plus efficaces et de partager plus rapidement les dernières découvertes et connaissances. Ainsi, grâce aux écrans VR et AR portés sur la tête, les équipes médicales peuvent plus facilement échanger des données et analyser simultanément des images médicales en 3D.<sup>35</sup> Cela permet de réduire le nombre de réunions nécessaires, par exemple avant une opération.

Le telementoring va au-delà de cet aspect de la communication et s'inscrit dans le cadre de la télémédecine, puisqu'il s'agit d'être suivi à distance par un spécialiste ou un chirurgien. Les systèmes de RA à faible latence - le délai entre le moment où une action est lancée dans le métavers et le moment où l'avatar correspondant reflète cette action - peuvent montrer immédiatement au mentor ce que le chirurgien sur place peut voir à ce moment-là, tandis que les conseils du mentor s'affichent directement dans le champ de vision du chirurgien.<sup>36</sup> Cela sera particulièrement bénéfique pour les spécialités qui nécessitent une vérification visuelle, comme l'évaluation des blessures, la surveillance des patients et le traitement des traumatismes.<sup>37</sup> Le télétriage est une option sûre pour fournir des diagnostics et des avis spécialisés, réduisant ainsi la probabilité de traitements erronés et d'orientations inutiles des patients.<sup>38</sup> La téléchirurgie va encore plus loin puisqu'elle implique le contrôle à distance d'un robot chirurgical et sort donc du contexte d'étude choisi ici (puisque'elle concerne en fin de compte plutôt le monde physique), mais il convient au moins de mentionner qu'il existe déjà des études de faisabilité réussies à ce sujet, qui soulignent son grand potentiel pour les zones rurales isolées.<sup>39</sup>

### Analyse et diagnostic des patients

Les nouvelles données générées dans le Metaverse offrent une précision et une efficacité supérieures à celles des techniques d'analyse et de diagnostic médical traditionnelles. Alors que la plupart des discussions ont jusqu'à présent porté sur l'amélioration du diagnostic grâce à des images microscopiques 3D haute résolution de l'anatomie des patients,<sup>40</sup> nous insistons sur un point plus fondamental, à savoir que le Metaverse permettra d'**améliorer l'analyse et le diagnostic des patients** lorsque ceux-ci se trouvent dans des environnements virtuels et peuvent y être observés. Concrètement, le Metaverse créera un environnement virtuel en 3D dans lequel il sera possible d'entrer avec des écrans VR déjà disponibles dans le commerce et qui permettra de reproduire des tâches courantes d'évaluation des patients, telles que la fixation d'un point précis, le suivi régulier d'un objet ou l'exécution de ce que l'on appelle des saccades (mouvements très rapides et courts du globe oculaire).<sup>41</sup>

La collecte et la quantification de ces observations sous forme de données numériques dans le Metaverse sont cruciales, car l'évaluation médicale d'un patient - comme l'évaluation neuropsychologique

---

<sup>35</sup> On peut penser par exemple à Microsoft HoloLens, Magic Leap et Google Glass.

<sup>36</sup> Hamacher A, Kim SJ, Cho ST, Pardeshi S, Lee SH, Eun SJ, Whangbo TK. Application de la réalité virtuelle, augmentée et mixte à l'urologie. *Int Neurourol J.* 2016 Sep;20(3):172-181.

<sup>37</sup> Khor WS, Baker B, Amin K, Chan A, Patel K, Wong J. Augmented and virtual reality in surgery-the digital surgical environment : applications, limitations and legal pitfalls. *Ann Transl Med.* 2016 Dec;4(23):454.

<sup>38</sup> Gardiner S, Hartzell TL. Télémédecine et chirurgie plastique : un examen de ses applications, limites et pièges juridiques. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2012;65:e47-53.

<sup>39</sup> Aux États-Unis, la chirurgie à distance est désormais utilisée de manière routinière, offrant aux patients des zones rurales des services de chirurgie laparoscopique de haute qualité et un niveau élevé de collaboration entre les chirurgiens des hôpitaux universitaires et des hôpitaux ruraux. Voir : Anvari M, McKinley C, Stein H. Establishment of the world's first telerobotic remote surgical service : for provision of advanced laparoscopic surgery in a rural community. *Ann Surg.* 2005 Mar;241(3):460-4.

<sup>40</sup> Voir par exemple : [How AR & VR can transform healthcare \(linkedin.com\)](#).

<sup>41</sup> Orlosky J, Itoh Y, Ranchet M, Kiyokawa K, Morgan J, Devos H. Emulation of Physician Tasks in Eye-Tracked Virtual Reality for Remote Diagnosis of Neurodegenerative Disease. *IEEE Trans Vis Comput Graph.* 2017 Apr;23(4):1302-1311.

de la vision - dépend de manière significative des conditions de test telles que l'éclairage de la pièce. Cela limite la standardisation, compromet la fiabilité et empêche l'évaluation de fonctions clés telles que la vitesse de traitement visuel. Les dispositifs de RV utilisables pour accéder au Metaverse permettent de résoudre ces problèmes, car ils sont portés sur la tête et couvrent donc l'ensemble du champ visuel, ce qui isole et standardise la stimulation visuelle. Les chercheurs ont constaté lors de tests qu'un casque déjà disponible aujourd'hui était adapté à l'évaluation et au diagnostic standardisés et fiables des fonctions cognitives élémentaires en laboratoire et en clinique.<sup>42</sup> De la même manière, les chercheurs ont pu utiliser des lunettes VR et des tâches de reconnaissance d'images virtuelles pour quantifier le degré d'amblyopie d'un patient, une condition dans laquelle les entrées d'un œil sont supprimées par le cerveau.<sup>43</sup> Cela n'était pas possible jusqu'à présent avec des méthodes conventionnelles, dans le monde physique.

Dans un autre cas d'application, une équipe de chercheurs a utilisé une combinaison de jeux VR, d'eye-tracking et de méthodes d'IA pour montrer comment les différences dans les mouvements des yeux peuvent être utilisées pour détecter le trouble du déficit de l'attention (TDAH) chez les enfants.<sup>44</sup> Les chercheurs de l'Université Aalto, de l'Université d'Helsinki et de l'Université Åbo Akademi ont développé à cet effet un jeu VR appelé "EPELI", qui simule des actions quotidiennes telles que le brossage des dents. L'analyse montre que le regard des enfants TDAH s'attarde plus longtemps sur différents objets de l'environnement et que leur regard saute plus rapidement et plus fréquemment d'un point à un autre. Cette approche pourrait également être utilisée pour évaluer d'autres troubles, comme l'autisme, dans le métavers.<sup>45</sup>

Le plus grand potentiel des nouvelles données Metaverse en termes d'analyse et de diagnostic se situe probablement dans le domaine de certains **troubles psychologiques, neurologiques et cognitifs**. Pour ces troubles, il est souvent difficile de placer le patient dans des scénarios réels où les comportements pertinents peuvent être évalués. En outre, les questionnaires cliniques traditionnels peuvent entraîner des distorsions. Dans ce contexte, le Metaverse offre une plateforme sûre pour recréer des situations réelles au moyen de simulations virtuelles interactives dans lesquelles le comportement et les réactions des patients peuvent être observés et enregistrés avec précision. Une méta-étude portant sur différents environnements de RV a constaté que ceux-ci pouvaient provoquer et mesurer de manière fiable les symptômes psychiatriques pertinents et que ces mesures de RV étaient corrélées de manière statistiquement significative avec les mesures diagnostiques traditionnelles, c'est-à-dire qu'elles étaient généralement concordantes.<sup>46</sup> Les troubles fréquemment étudiés par la RV sont la schizophrénie, les troubles du développement, les troubles alimentaires et les troubles anxieux. En outre, la RV

---

<sup>42</sup> Ils ont utilisé l'Oculus Rift. Voir : Foerster RM, Poth CH, Behler C, Botsch M, Schneider WX. Using the virtual reality device Oculus Rift for neuropsychological assessment of visual processing capabilities. *Sci Rep*. 2016 Nov 21;6:37016.

<sup>43</sup> Panachakel JT, Ramakrishnan AG, Manjunath KP. Mesure des réponses aux stimuli dichoptiques basée sur les verres VR : un outil potentiel pour quantifier l'amblyopie ? *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2020 Jul;2020:5106-5110.

<sup>44</sup> Le TDAH est un trouble du développement neurologique qui se caractérise par un niveau excessif d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité.

<sup>45</sup> Merzon, L., Pettersson, K., Aronen, E.T. et al. Eye movement behavior in a real-world virtual reality task reveals ADHD in children. *Sci Rep* 12, 20308 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24552-4>. Voir également le rapport dans : McFarland, A. (2022), [VR Could Help Detect ADHD in Children - Unite.AI](#) (December 30, 2022). (2022), [VR Could Help Detect ADHD in Children - Unite.AI](#) (December 30, 2022).

<sup>46</sup> van Bennekom, M. J., de Koning, P. P., & Denys, D. (2017). La réalité virtuelle vise à diagnostiquer les troubles psychiatriques : une revue de la littérature. *Frontiers in Psychiatry*, 8, article 163.

peut être utilisée pour diagnostiquer les dysfonctionnements cognitifs liés à la navigation spatiale,<sup>47</sup> les maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson,<sup>48</sup> les addictions comportementales<sup>49</sup> ou l'anxiété sociale.<sup>50</sup>

Les mondes virtuels offrent ainsi des environnements d'observation et d'intervention non invasifs, non pharmacologiques et plus faciles à gérer pour établir des diagnostics. Un examen des applications existantes de la technologie VR, à l'exemple du diagnostic de la maladie d'Alzheimer, a toutefois révélé que la plupart des applications actuelles ne tirent pas encore pleinement parti des avantages des mondes virtuels, à savoir le niveau élevé d'immersion et d'interaction.<sup>51</sup> Par exemple, on s'appuie encore le plus souvent sur des affichages graphiques 2D traditionnels. L'introduction d'un métavers réaliste et multisensoriel permettant le biofeedback promet donc encore de nombreuses améliorations qualitatives.

En résumé : Lors de l'évaluation médicale d'un patient dans des mondes virtuels, celui-ci est, selon les premières études, totalement immergé dans le métavers et n'est donc pas distrait par des facteurs extérieurs, comme c'est le cas dans les salles d'examen physiques, ce qui permet au médecin de saisir plus précisément les caractéristiques du patient. L'introduction de services de santé dans le métavers permet donc de manipuler empiriquement les informations introduites dans l'environnement virtuel, de manière analogue aux études cliniques coûteuses, complexes, longues et finalement sujettes aux erreurs, et d'obtenir ainsi de meilleurs diagnostics. Toutefois, cela nécessite une grande confiance des patients dans la technologie, notamment en ce qui concerne l'utilisation de ces données sensibles - un point sur lequel nous reviendrons à plusieurs reprises. De plus, les premières études statistiques suggèrent que les manipulations mises en place virtuellement sont plus ou moins efficaces selon leur nature et le groupe d'utilisateurs concerné.<sup>52</sup> Cela montre que davantage de recherches sont nécessaires pour déterminer quel type de données et de formats virtuels est le plus efficace pour établir des diagnostics fiables - d'autres données, non pertinentes, n'auraient alors même pas besoin d'être stockées.

## 2.2 Impact du Metaverse sur les patients et la population

Outre les cas d'utilisation qui améliorent l'efficacité pour les médecins et les professionnels de la santé, de nombreux effets positifs se feront sentir pour les utilisateurs du métavers, c'est-à-dire les patients et la population en général. Il s'agit notamment de jumeaux numériques pour une meilleure diffusion de l'information, d'une sensibilisation à la politique de santé par le biais d'avatars, du soulagement de la douleur et de thérapies immersives, de conseils virtuels ainsi que de ce que l'on appelle

---

<sup>47</sup> Cogné M, Taillade M, N'Kaoua B, Tarruella A, Klinger E, Larrue F, Sauzéon H, Joseph PA, Sorita E. The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids : A systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017 Jun;60(3):164-176.

<sup>48</sup> Orlosky J, Itoh Y, Ranchet M, Kiyokawa K, Morgan J, Devos H. Emulation of Physician Tasks in Eye-Tracked Virtual Reality for Remote Diagnosis of Neurodegenerative Disease. *IEEE Trans Vis Comput Graph.* 2017 Apr;23(4):1302-1311.

<sup>49</sup> Segawa T, Baudry T, Bourla A, Blanc JV, Peretti CS, Mouchabac S, Ferreri F. Virtual Reality (VR) in Assessment and Treatment of Addictive Disorders : A Systematic Review. *Front Neurosci.* 2020 Jan 10;13:1409.

<sup>50</sup> Dechant, Martin Johannes, Sabine Trimpl, Christian Wolff, Andreas Mühlberger et Youssef Shiban. "Potentiel de la réalité virtuelle en tant qu'outil de diagnostic de l'anxiété sociale : une étude pilote". *Comput. Hum. Behav.* 76 (2017) : 128-134.

<sup>51</sup> García-Betances, R. I., Waldmeyer, M. T. A., Fico, G., & Cabrera-Umpiérrez, M. F. (2015). A succinct overview of virtual reality technology use in Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, article 80.

<sup>52</sup> Cogné M, Taillade M, N'Kaoua B, Tarruella A, Klinger E, Larrue F, Sauzéon H, Joseph PA, Sorita E. The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids : A systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017 Jun;60(3):164-176.

l'"exergaming", qui augmente la prévention des maladies et réfute le cliché selon lequel la numérisation ne fait qu'encourager les comportements malsains.

### Jumeaux numériques

Tout d'abord, le Metaverse permet aux patients de mieux comprendre différents aspects de leur propre santé et du système de santé en reproduisant et en visualisant ces informations sous forme de "**jumeaux numériques**". Dans le secteur de la santé, ce terme désigne tous les modèles numériques qui se basent sur un ensemble de données médicales et qui peuvent ainsi visualiser, simuler et optimiser les processus médicaux. Le scénario Metaverse idéal serait donc, par analogie avec les plans d'une industrie 4.0, la création d'un jumeau numérique personnalisé pour chaque patient afin de simuler des diagnostics et des traitements médicaux dans un environnement virtuel.<sup>53</sup> Les patients pourraient par exemple utiliser ces jumeaux numériques dans Metaverse pour se faire une image élargie ou virtuelle de ce qui les attend lors d'une opération. Cela permettrait d'améliorer la documentation et la communication, ce qui se répercuterait en fin de compte sur la qualité des services et la sécurité des patients.<sup>54</sup> Le fait de voir et d'expérimenter des aperçus d'une opération basés sur la RV peut en outre améliorer l'obtention d'un consentement éclairé pour les interventions chirurgicales. Des résultats expérimentaux suggèrent qu'un formulaire de consentement immersif en 3D améliore la compréhension des patients de leur état, sans pour autant augmenter leur anxiété.<sup>55</sup>

Enfin, on peut imaginer des jumeaux numériques qui vont au-delà de la représentation d'un patient et englobent d'autres aspects des soins de santé. Par exemple, le projet d'hôpital virtuel a aidé les femmes enceintes à visiter virtuellement le service de maternité de l'hôpital afin de planifier les différentes étapes de leur future visite à l'hôpital et de réduire leur anxiété avant l'accouchement.<sup>56</sup> Dans ce contexte, il convient également de mentionner que les patients peuvent tester en détail et en toute sécurité l'utilisation d'une prothèse dans Metaverse. Actuellement, le taux de refus des prothèses chez les adultes est élevé, mais les méthodes d'entraînement basées sur la RV augmentent la probabilité d'une utilisation complète de ces prothèses à long terme.<sup>57</sup>

Tous les cas d'application avantageux mentionnés se rapportent essentiellement à des possibilités découlant d'un jumeau numérique de l'opération prévue, de l'hôpital ou de la prothèse, que les patients peuvent voir, essayer et expérimenter de manière immersive dans le métavers. Pour cela, il faut toutefois avoir confiance dans la technologie sous-jacente ; un aspect que nous avons déjà souligné dans les possibilités d'application pour les médecins. Bien qu'au stade actuel du développement technologique, il existe encore des difficultés au niveau de la collecte des données, de la fusion des données et de la simulation précise, on peut donc supposer que les jumeaux numériques vont mûrir dans le

---

<sup>53</sup> Conférence du professeur David Matusiewicz le 24 février 2023 lors de l'événement "Young Inflammation" du Rheumazentrum Rhein Ruhr à l'université Heinrich-Heine de Düsseldorf.

<sup>54</sup> Khor WS, Baker B, Amin K, Chan A, Patel K, Wong J. Augmented and virtual reality in surgery-the digital surgical environment : applications, limitations and legal pitfalls. *Ann Transl Med.* 2016 Dec;4(23):454.

<sup>55</sup> Perin A, Galbiati TF, Ayadi R, Gambatesa E, Orena EF, Riker NI, Silberberg H, Sgubin D, Meling TR, DiMeco F. Informed consent through 3D virtual reality : a randomized clinical trial. *Acta Neurochir (Vienne).* 2021 Feb;163(2):301-308.

<sup>56</sup> [Découvrez notre dernier travail | Poppr.](#)

<sup>57</sup> Gaballa, Aya & Cavalcante, Reidner & Lamounier Jr, Edgard & Soares, Alcirar & Cabibihan, John-John. (2022). Réalité étendue "X-Reality" pour l'entraînement de la prothèse des amputés du membre supérieur : Examen du potentiel clinique actuel et futur. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering.* 10.1109/TNSRE.2022.3179327.

Metaverse pour devenir une nouvelle plateforme de gestion de la santé personnelle et de services de santé.<sup>58</sup>

### Sensibilisation

En outre, le métavers permet une meilleure **sensibilisation** à la politique de santé en permettant aux utilisateurs d'adopter un corps virtuel différent de leur corps physique. Il ne s'agit donc pas d'un jumeau numérique identique, comme discuté dans la section précédente, mais d'un "avatar" qui peut être adapté à volonté. Cela peut être utilisé, par exemple, pour simuler le sentiment de vivre avec une certaine maladie. Le métavers peut ainsi améliorer la compréhension et l'empathie des soignants et mieux éduquer le public. Par exemple, il a été démontré que les interventions de RV aident les soignants informels de personnes atteintes de démence, qui souffrent souvent psychologiquement des changements rapides de la personne dont ils s'occupent. En simulant virtuellement leur propre démence, les participants à une étude pilote ont considérablement amélioré leur empathie, leur confiance en eux pour s'occuper de la personne atteinte de démence et leurs échanges avec cette personne.<sup>59</sup> Un autre exemple concerne les handicaps visuels : Les chercheurs sont arrivés à la conclusion que les simulateurs numériques modernes, tels que ceux qui peuvent être utilisés pour accéder au Metaverse, sont capables de reproduire et de quantifier objectivement certaines des principales difficultés quotidiennes liées aux handicaps visuels.<sup>60</sup> De manière plus générale, un corps virtuel peut aider à mieux identifier les attitudes et les perceptions implicites, et donc à surmonter les préjugés,<sup>61</sup> ce qui est crucial pour la santé d'une population dans un sens encore plus large à long terme.

### Soulagement de la douleur

Le fait d'être immergé dans un métavers immersif, qui masque l'environnement, peut gravement affecter la capacité d'une personne à réagir aux signaux neuronaux. En d'autres termes, la propriété immersive du métaverse peut être utilisée dans le domaine de la santé pour détourner l'attention de la douleur. Étant donné que les expériences immersives en métaverse modifient la perception de la douleur, elles peuvent être utilisées comme un outil efficace et non pharmacologique pour **soulager la douleur aiguë et chronique**.<sup>62</sup> Selon une étude, les patients brûlés qui se sont engagés activement dans un jeu de RV ont ressenti beaucoup moins de douleur que les autres patients pendant le traitement de leur plaie, l'analyse statistique ayant pris en compte des critères tels que l'âge, le sexe, la douleur avant l'intervention, l'anxiété, la consommation d'opiacés et la durée du traitement.<sup>63</sup> Un résultat particulièrement intéressant de cette étude était qu'une distraction plutôt passive par le visionnage d'un film était moins efficace pour réduire la douleur, ce qui suggère à l'inverse une réelle valeur

<sup>58</sup> Sun T, He X, Song X, Shu L, Li Z. The Digital Twin in Medicine : A Key to the Future of Healthcare ? *Front Med (Lausanne)*. 2022 Jul 14;9:907066.

<sup>59</sup> Wijma EM, Veerbeek MA, Prins M, Pot AM, Willemsse BM. A virtual reality intervention to improve the understanding and empathy for people with dementia in informal caregivers : results of a pilot study. *Aging Ment Health*. 2018 Sep;22(9):1115-1123.

<sup>60</sup> Jones, P.R., Somoskeöy, T., Chow-Wing-Bom, H. et al. Voir d'autres perspectives : évaluer l'utilisation de la réalité virtuelle et augmentée pour simuler les déficiences visuelles (OpenVisSim). *npj Digit. Med.* 3, 32 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0242-6>.

<sup>61</sup> Chen Vivian Hsueh Hua, Ibasco Gabrielle C., Leow Vetra Jing Xuan, Lew Juline Yun Yee (2021), The Effect of VR Avatar Embodiment on Improving Attitudes and Closeness Toward Immigrants, *Frontiers in Psychology* 12, [Frontiers | The Effect of VR Avatar Embodiment on Improving Attitudes and Closeness Toward Immigrants \(frontiersin.org\)](https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.644444/full).

<sup>62</sup> Ahmadpour N, Randall H, Choksi H, Gao A, Vaughan C, Poronnik P. Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management. *Int J Biochem Cell Biol*. 2019 Sep;114:105568.

<sup>63</sup> Jeffs D, Dorman D, Brown S, Files A, Graves T, Kirk E, Meredith-Neve S, Sanders J, White B, Swearingen CJ. Effect of virtual reality on adolescent pain during burn wound care. *J Burn Care Res*. 2014 Sep-Oct;35(5):395-408.

ajoutée des nouvelles technologies Metaverse. Aux États-Unis, il existe déjà des hôpitaux pédiatriques qui utilisent la RV/AR pour traiter la douleur et qui ont réussi à réduire les besoins en anesthésie et en physiothérapie.<sup>64</sup>

Un examen systématique des études et des cas d'application antérieurs dans ce domaine a donné des résultats statistiquement significatifs en termes de soulagement de la douleur et d'amélioration de la capacité fonctionnelle suite à une intervention utilisant la technologie de RV.<sup>65</sup> Ces résultats indiquent que les expériences Metaverse pourraient être utilisées non seulement dans le traitement de la douleur aiguë, mais aussi dans le traitement de la douleur chronique. L'accessibilité et la qualité croissantes des casques VR portables, ainsi que les avantages persistants du traitement de la douleur, laissent donc entrevoir un grand potentiel de Metaverse pour ce type de services de santé. Toutefois, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les avantages à long terme si les expériences basées sur Metaverse doivent être intégrées dans les protocoles courants de traitement de la douleur.

### Thérapies virtuelles

Le Metaverse peut également être utilisé pour mener **des thérapies virtuelles**. Une récente méta-étude fournit des preuves des effets positifs de la thérapie par RV sur les troubles psychiatriques.<sup>66</sup> L'intégration de la RV dans les thérapies peut augmenter la simplicité, l'acceptation et l'efficacité du traitement des troubles anxieux. La thérapie par exposition à la RV permet une exposition individuelle, progressive, contrôlée et immersive, facile à mettre en œuvre pour les thérapeutes et souvent plus acceptable pour les patients qu'une exposition in vivo ou imaginaire.<sup>67</sup> Le métavers offre donc une opportunité d'améliorer l'accès et l'efficacité de la thérapie par exposition. Une thérapie basée sur la RV ou la RA peut en outre, comme nous l'avons évoqué plus haut, être plus divertissante que les exercices réguliers, ce qui peut améliorer la motivation et l'engagement des utilisateurs. En somme, une thérapie en métaverse semble plus acceptable et potentiellement plus efficace qu'une thérapie traditionnelle.

Il existe déjà quelques études et applications pertinentes pour cette fonction. Par exemple, trouver et broyer des cigarettes dans un environnement de type jeu peut aider à se débarrasser des habitudes tabagiques individuelles.<sup>68</sup> La RV peut être utilisée dans le cadre de la rééducation de patients ayant des difficultés d'orientation.<sup>69</sup> Les troubles alimentaires peuvent également être traités dans le métavers, car selon des études, les aliments virtuels provoquent chez les patients les mêmes réactions émotionnelles que les aliments réels.<sup>70</sup> Des chercheurs ont mis au point une intervention d'exposition corporelle basée sur la RV, sur mesure, contrôlée et validée empiriquement, afin d'aider les patients à

---

<sup>64</sup> Rapport du Pew Research Center, The Metaverse in 2040.

<sup>65</sup> Goudman L, Jansen J, Billot M, Vets N, De Smedt A, Roulaud M, Rigoard P, Moens M. Virtual Reality Applications in Chronic Pain Management : Systematic Review and Meta-analysis. JMIR Jeux sérieux. 2022 May 10;10(2):e34402.

<sup>66</sup> Ciešlik B, Mazurek J, Rutkowski S, Kiper P, Turolla A, Szczepańska-Gieracha J. Virtual reality in psychiatric disorders : A systematic review of reviews. Complement Ther Med. 2020 Aug;52:102480.

<sup>67</sup> Boeldt D, McMahon E, McFaul M, Greenleaf W. Using Virtual Reality Exposure Therapy to Enhance Treatment of Anxiety Disorders : Identifying Areas of Clinical Adoption and Potential Obstacles. Front Psychiatry. 2019 Oct 25;10:773.

<sup>68</sup> Pericot-Valverde I, Secades-Villa R, Gutiérrez-Maldonado J, García-Rodríguez O. Effects of systematic cue exposure through virtual reality on cigarette craving. Nicotine Tob Res. 2014 Nov;16(11):1470-7.

<sup>69</sup> Cogné M, Taillade M, N'Kaoua B, Tarruella A, Klinger E, Larrue F, Sauzéron H, Joseph PA, Sorita E. The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids : A systematic literature review. Ann Phys Rehabil Med. 2017 Jun;60(3):164-176.

<sup>70</sup> Riva, G, Malighetti, C, Serino, S. Virtual reality in the treatment of eating disorders. Clin Psychol Psychother. 2021 ; 28 : 477- 488.

surmonter leur peur de prendre du poids.<sup>71</sup> Les systèmes expérimentaux de RA font l'objet de nombreux essais dans le cadre de la rééducation après un accident vasculaire cérébral, mais des étapes supplémentaires sont nécessaires dans ce domaine.<sup>72</sup> Enfin, la neuroréhabilitation assistée par RV peut également être utilisée dans les domaines de la motricité, de la sensorimotricité et de la cognition.<sup>73</sup>

D'autres applications de la métaverse résultent de la combinaison de la RV et de l'IA, qui peuvent être utilisées ensemble de manière à déclencher des effets d'hallucination dans le cerveau. Cela permettrait, d'une part, de développer une thérapie de substitution à certaines drogues et, d'autre part, de mettre au point des types de traitement totalement nouveaux basés sur des effets d'hallucination RV/IA. Ces derniers pourraient réduire de manière significative, voire rendre obsolète, le recours aux psychotropes. Une étude récente a révélé que les participants ayant vécu une hallucination simulée étaient ensuite plus flexibles ou adaptables sur le plan cognitif. Dans cette étude, la flexibilité cognitive des participants a été mesurée à l'aide de tâches comportementales dans un environnement de RV, où les contreparties hallucinatoires des drogues étaient générées par un algorithme. Les résultats indiquent que les phénomènes perceptifs modifiés simulés produisent en effet des effets concrets, comme une flexibilité cognitive accrue.<sup>74</sup>

Une autre application concrète de Metaverse pour le traitement des patients découle de l'étude scandinave sur le TDAH mentionnée ci-dessus, dans laquelle un jeu VR, l'eye-tracking et l'apprentissage automatique ont été utilisés pour montrer comment les différences dans les mouvements oculaires peuvent être utilisées pour détecter le TDAH. Cette nouvelle approche pourrait être utilisée non seulement pour la détection du TDAH, mais aussi pour la thérapie du TDAH et le traitement d'autres maladies. Selon les chercheurs impliqués, l'expérience est très positive.<sup>75</sup> Le Metaverse permet donc, de manière plus générale, une thérapie numérique basée sur le jeu (*gamification-based digital therapy*).

### Consultation virtuelle

D'autres conclusions importantes pour le traitement des patients découlent du boom de la télémédecine pendant la pandémie, comme nous l'avons mentionné. Ce boom a des raisons qui sont importantes lorsqu'on se penche sur les implications à long terme du métavers sur le système de santé. Ainsi, des sondages récents montrent que plus de la moitié des personnes préfèrent désormais une thérapie en ligne à un traitement en personne.<sup>76</sup> En outre, 94 % des utilisateurs de la télémédecine ont déclaré qu'ils feraient "certainement" ou "probablement" à nouveau appel à des services médicaux par télémédecine à l'avenir. Les principales raisons de recourir à ces services virtuels étaient la commodité (61

---

<sup>71</sup> Porras-García B, Ferrer-García M, Serrano-Troncoso E, Carulla-Roig M, Soto-Usera P, Miquel-Nabau H, Olivares LFC, Marnet-Fiol R, Santos-Carrasco IM, Borszewski B, Díaz-Marsá M, Sánchez-Díaz I, Fernández-Aranda F, Gutiérrez-Maldonado J. AN-VR-BE. Un essai contrôlé randomisé pour la réduction de la peur de prendre du poids et d'autres symptômes de troubles de l'alimentation chez les personnes souffrant d'anorexie mentale grâce à une exposition corporelle basée sur la réalité virtuelle. *J Clin Med*. 2021 Feb 10;10(4):682.

<sup>72</sup> Gorman C, Gustafsson L. L'utilisation de la réalité augmentée pour la rééducation après un accident vasculaire cérébral : une revue narrative. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2022 May;17(4):409-417.

<sup>73</sup> Ku, J., & Kang, Y.J. (2018). Nouvelle application de la réalité virtuelle dans le domaine de la neuroréhabilitation. [\[PDF\] Novel Virtual Reality Application in Field of Neurorehabilitation | Semantic Scholar](#).

<sup>74</sup> Rastelli, C., Greco, A., Kenett, Y.N. et al. Simulated visual hallucinations in virtual reality enhance cognitive flexibility. *Sci Rep* 12, 4027 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08047-w>.

<sup>75</sup> Merzon, L., Pettersson, K., Aronen, E.T. et al. Eye movement behavior in a real-world virtual reality task reveals ADHD in children. *Sci Rep* 12, 20308 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24552-4>. Pour les expériences, voir : McFarland, A. (2022), [VR Could Help Detect ADHD in Children - Unite.AI](#) (December 30, 2022).

<sup>76</sup> Les chiffres sont basés sur l'étude J.D. Power 2022 U.S. Telehealth Satisfaction Study.

%), la possibilité de recevoir des soins rapidement (49 %) et la facilité d'accès aux informations sur la santé (28 %).<sup>77</sup>

La volonté de recourir à des conseils psychologiques en ligne pendant la pandémie soulève donc la question de savoir comment le métavers pourrait être utilisé pour traiter les maladies psychologiques, et plus généralement pour **fournir des services de conseil**. Pour répondre à cette question, les aspects sociaux de la technologie semblent être particulièrement pertinents. Les chercheurs ont ainsi constaté que les personnes qui communiquent dans des mondes virtuels plutôt que dans des formats en ligne 2D classiques - comme les consultations vidéo ou les salles de zoom - se sentent davantage transportées dans un espace physique. Les activités socialisantes telles que la rencontre d'amis dans un environnement VR ont été associées à la connexion et au plaisir. Ces résultats, basés sur une enquête menée auprès de 220 participants, fournissent une première évaluation quantitative de l'impact positif potentiel de Metaverse sur le bien-être plus large des patients et de la population.<sup>78</sup>

Ces résultats ne sont en principe pas surprenants si l'on considère l'expérience que les utilisateurs et les chercheurs ont déjà acquise au cours de la dernière décennie avec une sorte de proto-métavers, l'environnement en ligne "Second Life". Dans Second Life, les utilisateurs créent un avatar numérique qui les représente et peuvent ensuite explorer le monde, rencontrer d'autres utilisateurs et même faire du commerce. Second Life a connu son apogée commerciale à la fin des années 2000 et ses graphismes en forme de blocs ainsi que les commandes au clavier et à la souris nécessaires à l'époque sont très éloignés de la vision actuelle de Metaverse d'un Mark Zuckerberg, qui repose sur des casques VR coûteux. Néanmoins, Second Life est probablement l'expérience de type Metaverse qui dure depuis le plus longtemps.<sup>79</sup> Cela est utile, car des études ont déjà été menées sur les bénéfices psychologiques des utilisateurs de Second Life.<sup>80</sup> La mesure dans laquelle les expériences virtuelles de Second Life ont adressé des besoins psychologiques tels que l'appartenance, l'estime et la réalisation de soi, et ont conduit à une augmentation de l'autonomie, de la compétence, de l'attachement, de la modération et de la sécurité, suggère que le métavers aura une utilité au moins aussi importante dans le domaine du conseil psychologique. Aujourd'hui déjà, des personnes souffrant d'insomnie ou de solitude se réunissent avec des casques dans des salles de sommeil VR, qui offrent détente et compagnie à des personnes inconnues les unes des autres.<sup>81</sup> D'autres participent à des réunions pour discuter de deuils et de la mort.<sup>82</sup> La combinaison de l'anonymat et de la convivialité dans le Metaverse permet ainsi un contact virtuel intense et productif, tout en évitant bon nombre des tensions sociales qui apparaissent dans les relations classiques entre médecins et patients.

En somme, le Metaverse offre donc des possibilités énormes et en évolution rapide pour le **conseil virtuel** aux personnes souffrant d'anxiété, de stress ou de coupures psychologiques significatives. Des résultats empiriques suggèrent que l'utilisation d'interventions psychologiques numériques pour

---

<sup>77</sup> Hagen, J. (2022), [Survey : Consumers prefer telehealth over in-person visits for routine, mental healthcare | MobiHealth-News](#) (September 29, 2022).

<sup>78</sup> Barreda-Ángeles M, Hartmann T. Bénéfices psychologiques de l'utilisation de plateformes de réalité virtuelle sociale pendant la pandémie de covid-19 : le rôle de la présence sociale et spatiale. *Comput Human Behav.* 2022 Feb ; 127:107047.

<sup>79</sup> Voir aussi : Gent, E. (2021), [What Can the Metaverse Learn From Second Life ? - IEEE Spectrum](#) (29 novembre 2021).

<sup>80</sup> Pour un aperçu, voir : Barreda-Ángeles M, Hartmann T. Bénéfices psychologiques de l'utilisation de plateformes de réalité virtuelle sociale pendant la pandémie de covid-19 : le rôle de la présence sociale et spatiale. *Comput Human Behav.* 2022 Feb ; 127:107047.

<sup>81</sup> [Inside the cozy but creepy world of VR sleeprooms | MIT Technology Review.](#)

<sup>82</sup> Hana Kiros (2023). A l'intérieur des réunions métaverses qui permettent aux gens de partager sur la mort, le chagrin et la douleur. *MIT Technology Review* (12 janvier 2023).

réduire le stress psychologique de la population pendant la pandémie a été couronnée de succès.<sup>83</sup> Le métavers peut donc contribuer à l'avenir à lutter contre la solitude, à améliorer la connectivité et à stimuler intellectuellement les adultes âgés dans les communautés de vie assistée.<sup>84</sup> En outre, il s'est avéré que le Metaverse offre de nombreuses nouvelles possibilités d'accès aux informations médicales ou de participation aux thérapies médicales, en particulier pour les personnes défavorisées ou physiquement handicapées. Néanmoins, là encore, des recherches supplémentaires sont nécessaires : deux des éléments de ce que l'on appelle l'alliance thérapeutique, à savoir l'accord sur les objectifs et les tâches, peuvent être facilement atteints dans un contexte virtuel ; en revanche, le troisième élément, la qualité de la relation, est encore sujet à caution.<sup>85</sup>

### Exergaming

Enfin, le métavers peut être utilisé pour le développement moteur et la prévention en matière de santé publique, notamment chez les enfants atteints de troubles moteurs neurologiques.<sup>86</sup> Ce que l'on appelle l'**exergaming** décrit l'exercice physique associé aux activités d'un jeu vidéo, en utilisant traditionnellement du matériel numérique - par exemple la Wii ou la Xbox. Le Metaverse offre un environnement immersif captivant pour ces techniques d'exergaming, qui renforcent l'autonomie des patients et maximisent l'entraînement ciblé. Par exemple, il a été démontré dans une étude que la RV augmentait le plaisir de l'exercice et que les enfants préféraient les exercices dans des environnements virtuels. Cet effet de distraction de la RV était plus prononcé chez les enfants en surpoids que chez les enfants de poids normal. Le métaverse pourrait donc être utile pour aider les enfants obèses en particulier à développer le plaisir de faire du sport.<sup>87</sup>

Contrairement à la plupart des offres XR discutées dans la littérature, ces avantages ne seraient toutefois pas réservés aux personnes souffrant de certains problèmes de santé et pourraient en principe être utilisés par tout le monde. On pourrait donc discuter de la question de savoir si les caisses de maladie devraient payer de telles expériences d'exergaming dans le métavers dans le cadre d'une stratégie de prévention. Ainsi, des environnements VR sont déjà utilisés dans le traitement de patients souffrant d'obésité afin d'encourager l'activité physique par le biais d'expériences ludiques. Dans une approche comparable, le projet "Holobalance", financé par Horizon 2020, utilise la technologie RA pour aider les personnes âgées avec une plateforme d'entraînement numérique personnalisée.<sup>88</sup> Le concept d'exergaming illustre ainsi la manière dont le métavers pourrait être utilisé pour promouvoir un mode de vie sain et améliorer le bien-être physique et émotionnel de la population générale.

## 3 Vers un écosystème de la santé prêt pour Metaverse en Europe

<sup>83</sup> Riva, G., Di Lernia, D., Tuena, C., Bernardelli, L., Maldonado, J. G., Garcia, M. F., ... Serino, S. (2021, 14 septembre). COVID Feel Good - A Self-Help Virtual Therapeutic Experience for Overcoming the Psychological Distress of the COVID-19 Pandemic : Results from a European Multicentric Trial. <https://doi.org/10.31234/osf.io/r23sa>.

<sup>84</sup> [Impact de l'expérience de la réalité virtuelle \(RV\) sur le bien-être des personnes âgées | Request PDF \(researchgate.net\)](#).

<sup>85</sup> Telle est la conclusion de : Weinberg, H. (2020). Psychothérapie de groupe en ligne : défis et possibilités pendant COVID-19-A practice review. *Group Dynamics : Theory, Research, and Practice*, 24(3), 201-211.

<sup>86</sup> Bond S, Laddu DR, Ozemek C, Lavie CJ, Arena R. Exergaming and Virtual Reality for Health : Implications for Cardiac Rehabilitation. *Curr Probl Cardiol*. 2021 Mar;46(3):100472.

<sup>87</sup> Rosa M. Baños, Patricia Escobar, Ausias Cebolla, Jaime Guixeres, Julio Alvarez Pitti, Juan Francisco Lisón, et Cristina Botella (2016), Using Virtual Reality to Distract Overweight Children from Bodily Sensations During Exercise, *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 2016 19:2, 115-119.

<sup>88</sup> Vigkos, A., Bevacqua, D., Turturro, L., et al., VR/AR Industrial Coalition : strategic paper, Publications Office of the European Union, 2022, p. 17.

La section précédente a montré que le métaverse peut soutenir le soulagement de la douleur, la réduction du stress et la rééducation, et offrir de nouvelles techniques de diagnostic basées sur la RV/AR. Cela a également des répercussions dans le monde "réel", car les données ainsi générées seront généralement directement liées à la distribution. Le métaverse soulève donc également des questions de concurrence et de politique industrielle. Dans le domaine de la santé en particulier, ce sont surtout des start-up dans le monde entier qui développent déjà un grand nombre des cas d'application présentés pour le secteur de la santé dans le métaverse, et non des acteurs dominants comme le métacit. <sup>89</sup> Ces exemples laissent entrevoir l'immense potentiel qui pourrait être exploité en partie dès aujourd'hui. Dans cette section, nous abordons plus en détail deux grandes opportunités pour l'Europe, à savoir un accès plus large aux soins de santé et de meilleurs services personnalisés (section 3.1). Toutefois, le chemin entre la prise de conscience d'une possible utilisation judicieuse et l'établissement de l'ensemble dans la réalité des soins aux patients n'est pas facile. Il faut respecter des conditions tant européennes que nationales, des conditions d'autorisation aux prix et au remboursement par les assurances (maladie) en passant par les lois sur la publicité. <sup>90</sup> Nous soulignons ici deux défis principaux : l'établissement de règles uniformes et une protection des données adaptée (section 3.2). <sup>91</sup> Un nouveau système de contrôle de Metaverse permettrait de mettre en place les conditions-cadres nécessaires à la création d'un écosystème de santé Metaverse réellement fonctionnel en Europe, qui exploiterait les opportunités décrites tout en garantissant une protection adéquate des données (section 3.3).

### 3.1 Opportunités : accès amélioré et nouveaux services

#### Accessibilité des services de santé Metaverse

La protection sociale et sanitaire de tous les citoyens de l'UE est un objectif important de l'UE. Pourtant, les performances des systèmes de santé varient considérablement d'un État membre à l'autre, avec de fortes disparités, par exemple, en matière de mortalité maternelle pendant l'accouchement et la grossesse ou de mortalité due au cancer. <sup>92</sup> Dans ce contexte, les applications et services numériques <sup>93</sup> et les technologies Metaverse décrites ci-dessus peuvent rendre les soins de santé plus accessibles et donc plus équitables dans l'UE, de la simplification des traitements difficiles à obtenir à l'élimination des facteurs de déplacement et de transport dans l'accès aux soins de santé. En bref, un meilleur accès, de meilleurs résultats et des coûts réduits. <sup>94</sup>

Mais l'introduction des technologies correspondantes pourrait également créer de nouvelles inégalités au sein des sociétés et entre elles. La "fracture numérique" souvent évoquée pourrait persister dans le domaine de la santé Metaverse, car l'accès au Metaverse requiert des compétences numériques et financières, une bande passante Internet élevée, des temps de latence faibles, un accès permanent à Internet et un matériel coûteux. <sup>95</sup> Toutefois, le Metaverse pourrait également avoir un effet fortement

<sup>89</sup> Voir également BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#).

<sup>90</sup> Voir par exemple Kaulartz, M., Schmid, A., Müller-Eising, F. (2022), Das Metaverse - eine rechtliche Einführung, in : RD 2022, p. 521 ss. ou Wiring, R., Riese, R. (2022), [Le métaverse de la santé : Nouveaux soins de santé, nouveau droit ?](#)

<sup>91</sup> Pour des propositions allant dans le même sens, mais hors du contexte de Metaverse, voir aussi : [Digital health : An opportunity to advance health equity | McKinsey](#).

<sup>92</sup> Peseckyte (2023), [Plus de 700 mères meurent chaque jour en donnant naissance ou en étant enceintes - EURACTIV.fr](#) ; Peseckyte (2023), [Une étude révèle de grandes disparités de mortalité par cancer au sein de l'UE - EURACTIV.fr](#).

<sup>93</sup> Voir également Ludewig, G. ; Klose, C. ; Hunze, L. ; Matenaar, S. (2021), [Digital Health Applications : legal introduction of patient-centered digital innovations in the health care](#).

<sup>94</sup> Voir aussi BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#).

<sup>95</sup> Voir : Matthew Ball, *The Metaverse : And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright.

inclusif, comme nous l'avons expliqué plus haut. L'accès aux technologies Metaverse innovantes dans le domaine de la santé et l'inclusivité seront finalement limités par l'accessibilité monétaire et la disponibilité technique (par exemple, couverture insuffisante dans les zones rurales) si l'on n'y remédie pas. Une coopération accrue entre les décideurs politiques, les entreprises et la société civile est nécessaire pour améliorer les compétences numériques et accroître la connectivité numérique.<sup>96</sup> Au niveau de l'UE, on pense ici en particulier au Gigabit Infrastructure Act (GIA) de la Commission, qui devrait rendre le déploiement du gigabit plus efficace, plus rapide et moins cher. Mais dans sa forme actuelle, le GIA aurait plutôt tendance à freiner le développement de la fibre optique en Europe, car il favorise la superstructure stratégique des réseaux de fibre optique.<sup>97</sup> C'est précisément dans le contexte des besoins du Metaverse que les institutions européennes devraient donc améliorer le projet.

### De nouveaux types de données améliorent les services de santé

En plus d'un accès plus large et plus facile aux services de santé, l'Europe peut profiter du fait que le métavers produira les nouveaux types de données décrits ci-dessus, qui permettront d'améliorer de manière significative les services médicaux grâce à l'apprentissage automatique. Les ensembles de données actuels dans le domaine de la santé sont souvent limités par l'omission de caractéristiques telles que le sexe et l'âge en raison des exigences d'anonymisation. L'utilisation d'algorithmes dans les décisions de santé a donc souvent conduit à des biais discriminatoires, car des proxys insuffisants ont dû être utilisés pour se substituer aux données manquantes.<sup>98</sup> Par exemple, les programmes d'IA destinés à détecter des maladies sur des radiographies de poumons ont souvent été trompeurs par le passé, car ils se concentraient sur les marqueurs utilisés pour étiqueter l'image - plutôt que sur les caractéristiques médicalement pertinentes.<sup>99</sup> Dans ce contexte, les nombreuses nouvelles données qui peuvent être enregistrées dans le Metaverse promettent d'améliorer les prédictions algorithmiques et les dépistages en les rendant plus personnalisés et en leur permettant de s'appuyer sur une base empirique encore plus large. Par exemple, les données sur les mouvements oculaires obtenues dans des environnements de RV pourraient être utilisées pour la détection automatisée de différents symptômes et ouvrir la voie à des diagnostics plus précis.<sup>100</sup> Bien entendu, cela soulève également d'importantes préoccupations en matière de protection des données, qui seront abordées plus loin.

La base de données améliorée et significativement plus large dans le métavers est particulièrement pertinente dans le secteur de la santé, car les systèmes d'IA y souffrent actuellement de ce que l'on appelle **une crise de reproductibilité**, c'est-à-dire que de nombreuses prétendues réalisations ne peuvent pas être reproduites sur une base scientifique. En 2021, des chercheurs ont évalué 511 travaux scientifiques issus de différents sous-domaines de l'IA et ont constaté que l'apprentissage automatique

---

<sup>96</sup> Voir également, pour les États-Unis : Deloitte, *The Metaverse and its Potential for the United States*, Final Report (mai 2023), p. 5.

<sup>97</sup> [BREKO critique le projet de Gigabit Infrastructure Act de l'UE \(brekoverband.de\)](https://breko.org/critique-le-projet-de-gigabit-infrastructure-act-de-l-ue).

<sup>98</sup> Par exemple, un algorithme largement utilisé aux États-Unis a entraîné une discrimination raciale involontaire, en raison de laquelle le nombre de patients noirs sélectionnés pour un traitement supplémentaire a diminué de plus de moitié. La distorsion s'est produite parce que l'algorithme utilisait le coût des soins de santé comme indicateur des besoins de santé. Moins d'argent est dépensé pour les patients noirs qui ont les mêmes besoins, de sorte que l'algorithme a conclu à tort que les patients noirs étaient en meilleure santé que les patients blancs souffrant de la même maladie. Il est important de noter que ce biais racial a *disparu* après la spécification de l'algorithme sur une meilleure base de données, dans laquelle les coûts ne doivent plus être utilisés comme proxy pour les besoins. Voir : Obermeyer, Powers, Vogeli, & Mullainathan. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464), 447-453. 10.1126/science.aax2342.

<sup>99</sup> Savage, N. (2023), [Why artificial intelligence needs to understand consequences \(nature.com\)](https://www.nature.com/articles/d41586-023-00000-0) (24.02.2023).

<sup>100</sup> Merzon, L., Petterson, K., Aronen, E.T. et al. Eye movement behavior in a real-world virtual reality task reveals ADHD in children. *Sci Rep* 12, 20308 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24552-4>.

dans le domaine de la santé fonctionne nettement moins bien que dans d'autres domaines en ce qui concerne différentes mesures de reproductibilité, par exemple l'accessibilité des ensembles de données et du code.<sup>101</sup> Par exemple, lorsque les chercheurs ont testé les meilleurs algorithmes d'un concours pour le diagnostic automatique du cancer du poumon à partir de scanners, ils ont constaté des "différences de performance considérables". Ils en ont conclu que "la généralisation des modèles peut encore être considérablement améliorée".<sup>102</sup> L'une des principales raisons de l'utilisation actuelle de l'apprentissage automatique dans le secteur de la santé est la rareté des ensembles de données médicales, qui peut entraîner des imprécisions et des distorsions. Selon les experts, il faut des ensembles de données ouverts plus importants, contenant des informations provenant de nombreuses personnes différentes - les applications Metaverse dans le secteur de la santé peuvent générer ces données granulaires, comme décrit en détail ci-dessus. Outre l'ajout de données supplémentaires, il est nécessaire de faire avancer la recherche sur les algorithmes les plus robustes et les mieux adaptés aux applications de santé publique.<sup>103</sup>

L'espace européen des données de santé ("EU Health Data Space" ou EHDS) pourrait constituer une première étape dans la collecte et l'analyse de ces données. Celui-ci doit constituer la base future de l'utilisation des données de santé à l'échelle européenne.<sup>104</sup> Le projet de l'UE est sans aucun doute ambitieux et la procédure législative est loin d'être terminée. Toutefois, l'EHDS promet des progrès substantiels. Ainsi, les données de santé doivent être utilisées entre autres pour la recherche et le développement. Pour ce faire, il est prévu d'intégrer des données provenant des sources les plus diverses, de chaque dossier médical électronique à tous les wearables, comme par exemple les smart watches.<sup>105</sup> Dans l'étape suivante, le Metaverse peut générer et relier de nombreux points de données de différentes personnes dans le monde entier qui utilisent des wearables avec mesure de la fréquence cardiaque ou des casques avec eye-tracking. En d'autres termes, l'EHDS jette les bases d'un échange sécurisé de données de santé à l'échelle de l'UE et le Metaverse pourrait à l'avenir contribuer à augmenter la taille et la représentativité des ensembles de données de santé, favorisant ainsi les applications modernes d'IA au potentiel énorme pour les patients. Cela nécessiterait toutefois la création de normes pour la collecte des données dans le Metaverse et la communication des résultats des applications d'IA sur ces données, ainsi que le consentement des participants à l'utilisation de leurs données. En outre, des règles doivent être mises en place pour garantir que ces produits et services respectent la vie privée. C'est à ces risques que nous nous intéressons dans les paragraphes suivants.

### 3.2 Risques : Conflits réglementaires et protection des données

#### Lacunes et conflits réglementaires dans le métavers

---

<sup>101</sup> McDermott, Matthew B. A., Wang, Shirly, Marinsek, Nikki, Ranganath, Rajesh, Foschini, Luca, Ghassemi, Marzyeh (2021). Reproductibilité dans l'apprentissage automatique pour la recherche en santé : Still a ways to go, *J Science Translational Medicine* 13 (586), doi:10.1126/scitranslmed.abb1655, <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/scitranslmed.abb1655>.

<sup>102</sup> Yu K, Lee TM, Yen M, Kou SC, Rosen B, Chiang J, Kohane IS, Reproducible Machine Learning Methods for Lung Cancer Detection Using Computed Tomography Images : Algorithm Development and Validation, *J Med Internet Res* 2020;22(8):e16709, doi : 10.2196/16709, <https://www.jmir.org/2020/8/e16709>, traduction personnelle.

<sup>103</sup> Savage, N. (2023), [Why artificial intelligence needs to understand consequences \(nature.com\)](https://www.nature.com/articles/d41586-023-00000-0) (24.02.2023).

<sup>104</sup> Voir à ce sujet l'ensemble de [cepAnalyse 13/2023](#).

<sup>105</sup> Dans la proposition de l'EHDS, on parle d'"applications de bien-être" ; il s'agit d'appareils ou de logiciels, par exemple des montres ou des applications de fitness, qui permettent aux individus de générer des données sur la santé en dehors des soins de santé institutionnalisés, par exemple pour adopter un mode de vie sain.

Le métavers n'apparaîtra pas directement, d'un seul coup - il n'y aura pas d'"avant le métavers" et d'"après le métavers". Il émergera plutôt au fil du temps, à mesure que différents produits, services et capacités seront intégrés et fusionneront.<sup>106</sup> Étant donné que, dans ce processus dynamique, le métavers apportera une multitude de fonctions, de données et de possibilités inédites, l'application des régimes réglementaires existants constitue un véritable défi.<sup>107</sup> De nombreuses lois actuelles ne sont tout simplement pas "adaptées" à l'avenir du métavers. Jusqu'à présent, il n'existe même pas de définition juridique généralement reconnue du terme "métaverse".<sup>108</sup> Il faut donc s'attendre à ce que de nombreuses lacunes ou conflits réglementaires surviennent, surtout dans les premiers temps.

Parmi les nombreux exemples de défis réglementaires attendus que la littérature accumule déjà,<sup>109</sup> nous choisissons ici un problème représentatif à des fins d'illustration. Par exemple, étant donné que les solutions d'IA se trouvent dans les wearables ou les dispositifs d'imagerie qui facilitent l'accès au métaverse, il sera essentiel à l'avenir d'aligner le projet de loi sur l'IA sur le règlement relatif aux dispositifs médicaux (MDR) et le règlement relatif aux dispositifs médicaux de diagnostic in vitro (IVDR) afin de faciliter l'accès aux services innovants de métaverse. En vertu de la loi proposée sur l'IA, les dispositifs médicaux ou les dispositifs de diagnostic in vitro qui sont eux-mêmes un système d'IA ou qui utilisent un système d'IA comme composant de sécurité seraient soumis au MDR/IVDR et à la loi sur l'IA. La loi déterminera comment et si les nouvelles technologies médicales basées sur l'IA seront mises sur le marché et atteindront les hôpitaux et les patients. Selon l'approche basée sur le risque de la loi sur l'IA proposée par la Commission, toutes les technologies médicales basées sur l'IA, entre autres, seraient considérées comme étant à risque, car elles doivent être soumises à une évaluation de conformité selon le MDR/IVDR. Dans ce contexte, les experts du secteur expliquent qu'il est important d'avoir des règles uniformes afin d'éviter les doubles emplois réglementaires ou les conflits.<sup>110</sup>

Si l'on n'en tient pas compte, les problèmes liés à un système réglementaire déjà lourd pourraient s'aggraver. En particulier, des exigences réglementaires contradictoires peuvent empêcher les prestataires de soins de santé et les entreprises technologiques de l'UE d'offrir des solutions innovantes aux patients européens dans le futur Metaverse. Le Metaverse et son potentiel pour le secteur de la santé sont pourtant précieux pour chaque patient. L'Europe se trouve en outre dans une situation de concurrence mondiale en ce qui concerne l'utilisation des données de santé. Le potentiel du Metaverse pour le secteur de la santé est donc clairement identifié - il faut maintenant une volonté politique et réglementaire pour avancer ensemble en Europe, à l'heure où l'on peut tirer de nombreux avantages d'une stratégie de développement précoce.<sup>111</sup> Il est donc urgent d'envisager le présent à partir de l'avenir, afin de construire dès aujourd'hui un écosystème de santé européen<sup>112</sup>, qui garantira qu'un

---

<sup>106</sup> Ball, M. (2020), [The Metaverse : What It Is, Where to Find It, and Who Will Build It](#).

<sup>107</sup> Voir également Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), *Datenschutz im Metaverse*, *Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO*, in : ZD 2023, p. 127 et suivantes.

<sup>108</sup> Voir à ce sujet Meier, T., *Medizinprodukte für das Metaverse*, MPR 2022, p. 135.

<sup>109</sup> Pour d'autres exemples, voir Wiring, R., Riese, R. (2022), [Le Healthcare Metaverse : Nouveaux soins de santé, nouvelles lois ?](#)

<sup>110</sup> Cette section est basée sur l'analyse détaillée de : Olbrechts, A. (2023), [How the AI Act could unintentionally impact access to healthcare - EURACTIV.com](#).

<sup>111</sup> Voir également BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#). Selon ce rapport, cela inclut principalement les effets de courbe d'apprentissage, les effets de réseau, les avantages du premier entrant, les effets de rétroaction et une plus grande innovation.

<sup>112</sup> On entend par là une structure réglementaire et technique couvrant toutes les parties prenantes - du patient au chercheur en passant par les médecins - et englobant les domaines concernés - des algorithmes d'IA aux données en passant par les appareils physiques permettant d'utiliser le métaverse. Voir également Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#).

système de santé véritablement numérique, et donc un écosystème de santé prêt pour Metaverse, puisse être une réalité en Europe dans 20 ans. Au fur et à mesure que les aspects du Metaverse se concrétiseront, de nouvelles questions juridiques apparaîtront, qui ne sont pas encore prévisibles.<sup>113</sup> C'est pourquoi il ne s'agit pas d'un acte unique, mais d'un processus dynamique et constant.<sup>114</sup> La première étape consiste donc en un contrôle permanent de Metaverse, qui englobe également les aspects liés à la protection des données et qui sera présenté ci-dessous.

### Les défis de la protection des données dans le Metaverse

Comme le montrent de nombreux exemples cités ci-dessus, les entreprises, les caisses d'assurance maladie et les gouvernements peuvent atteindre de nouveaux groupes cibles dans le domaine de la santé, créer de meilleurs produits et instaurer la confiance en s'adressant aux patients via de nouveaux canaux numériques qui n'étaient pas disponibles auparavant - ou pas à moindre coût. Pour ce faire, ils doivent toutefois d'abord répondre aux nombreuses nouvelles questions de protection des données qui se posent, notamment<sup>115</sup>. Cela concerne des domaines aussi variés que les consultations virtuelles, les données issues de la RV et l'application de modèles d'IA avancés dans le métavers. Dans ce qui suit, nous nous concentrons sur ces aspects de protection des données des technologies Metaverse et laissons de côté d'autres menaces plus directes sur la santé.<sup>116</sup>

Les produits et services médicaux dans le métavers nécessiteront l'enregistrement, l'archivage et l'utilisation numériques d'images, de vidéos et de feedback biologique et neuronal, et il est important que ces données hautement sensibles et personnelles soient gérées de manière éthique et sécurisée. Une possibilité consiste à permettre le téléchargement immédiat d'images ou de vidéos sur un serveur sécurisé et crypté dans le secteur de la santé.<sup>117</sup> Des évaluations récentes révèlent déjà de graves lacunes en matière de protection des données dans la génération actuelle de portails de télémedecine et de rendez-vous médicaux, car, par exemple, le consentement explicite au traitement des données de santé est souvent inexistant ou insuffisant.<sup>118</sup> Dans le contexte de Metaverse, l'obtention d'un tel consentement est encore plus complexe, car on évolue dans un monde numérique uniforme et immersif et on "court" de service en service sans pouvoir cocher une case. Dans une étude de l'association fédérale des consommateurs, huit des neuf fournisseurs de télémedecine examinés ont déclaré

---

<sup>113</sup> Voir également Norton Rose Fulbright (2021), [The Metaverse : The evolution of a universal digital platform](#).

<sup>114</sup> Par exemple, il pourrait s'agir d'un aspect qu'une institution (Commission, Parlement, Conseil, gouvernement national, parlement national) doit aborder par défaut lorsqu'elle propose une loi.

<sup>115</sup> Dans ce contexte de développements ouverts, une première approche doit (et peut) être faite ici. Voir également Klar, M., Wegmann, S., Galandi, M. (2022), Datenschutz im Metaverse, in : BB 2022, p. 2691.

<sup>116</sup> Ainsi, les dispositifs portables, qui sont déjà largement utilisés dans le contexte sportif et qui pourraient même devenir indispensables dans le cadre de l'utilisation de certaines applications Metaverse, peuvent provoquer des interférences électriques qui empêchent les appareils cardiaques de fonctionner correctement. Les chercheurs ont découvert que le courant électrique utilisé dans les wearables intelligents pendant la "mesure de la bioimpédance" interfère avec le bon fonctionnement de certains appareils cardiaques implantés de trois fabricants de premier plan ; voir en tout Gia-Bao Ha ; Benjamin A. Steinberg ; Roger Freedman ; Antoni Bayés-Genís ; Benjamin Sanchez (2023). Safety evaluation of smart scales, smart watches, and smart rings with bioimpedance technology shows evidence of potential interference in cardiac implantable electronic devices, Heart Rhythm, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2022.11.026>. L'utilisation de la technologie XR peut également entraîner une maladie du mouvement. En fin de compte, il existe de nombreux "unknown unknowns", c'est-à-dire des risques que nous ne connaissons pas encore (par exemple, l'effet d'une utilisation à long terme sur la réorganisation dans le cerveau du patient) ; voir également Meier, T., Medizinprodukte für das Metaverse, MPR 2022, p. 141 et suivantes.

<sup>117</sup> Khor WS, Baker B, Amin K, Chan A, Patel K, Wong J. Augmented and virtual reality in surgery-the digital surgical environment : applications, limitations and legal pitfalls. Ann Transl Med. 2016 Dec;4(23):454.

<sup>118</sup> VZBV (2023). Protection des données dans les consultations vidéo, rapport sur les résultats de l'enquête (février 2023).

utiliser des services de suivi.<sup>119</sup> Cela pourrait entrer en conflit avec le Digital Services Act<sup>120</sup> de l'UE, qui interdit aux plateformes d'utiliser des données sensibles à des fins publicitaires.

Cette problématique s'applique d'autant plus dans le contexte d'un monde virtuel immersif, où un casque VR utilisé est par exemple équipé de nombreuses caméras qui suivent chaque mouvement du cil. Ces données permettent en fin de compte de tirer des conclusions sur l'état de santé. Des recherches récentes montrent que : Les personnes qui utilisent des casques VR peuvent déjà être identifiées de manière univoque et fiable en enregistrant uniquement les mouvements de leur tête et de leurs mains par rapport à des objets virtuels.<sup>121</sup> Même si le rôle de la protection des données dans le métavers fait l'objet d'un débat depuis un certain temps, il est étonnant de voir à quel point peu de données VR sont nécessaires pour identifier clairement un utilisateur dans le métavers - cela montre à quel point il sera difficile, sans réglementation et sans l'utilisation de certaines techniques d'anonymisation, de garantir une véritable protection des données et de la vie privée dans les services de santé virtuels. D'autres problèmes de protection des données découlent de la dernière génération d'IA générative, qui jouit actuellement d'une énorme popularité et qui est également envisagée pour les services numériques dans le domaine de la santé. L'application de ces modèles d'IA générative dans des environnements Metaverse dans le domaine de la santé pourrait poser problème, notamment parce qu'ils mémorisent des informations et des images personnelles dans leurs ensembles de formation.<sup>122</sup>

La protection des données dans le métavers n'est globalement pas un luxe qui freine l'innovation, mais une nécessité dès le départ pour que ces technologies puissent réellement se développer. Dans le cadre d'une enquête en ligne réalisée pour le compte de la Fédération allemande des consommateurs, environ trois quarts des personnes interrogées ont indiqué que la protection de leurs données dans le cadre des offres de santé numériques était très ou plutôt importante pour elles.<sup>123</sup> Pour les fournisseurs prospectifs de services de santé Metaverse, le respect de normes de protection des données de haute qualité est donc non seulement exigé par la loi, mais aussi nécessaire dans l'esprit du modèle commercial, afin d'obtenir l'acceptation sociale et donc une application large et réussie. En outre, comme nous l'avons mentionné au début de cette section, il existe de nouvelles questions de concurrence et de politique industrielle, étant donné que des monopoles de données et de distribution pourraient être créés par des barrières à l'entrée sur le marché, ou "barrières d'accès à Metaverse". Le lien entre la protection des données et la concurrence, qui n'a cessé d'occuper le droit européen de la concurrence ces dernières années, notamment dans le domaine des médias sociaux, est

---

<sup>119</sup> VZBV (2023). Protection des données dans les consultations vidéo, rapport sur les résultats de l'enquête (février 2023).

<sup>120</sup> Sur le "DSA", voir également l'[étude en trois parties du Centres for European Policy Network](#).

<sup>121</sup> C'est ce qui ressort d'une étude récente qui a recueilli des données sur un grand nombre d'utilisateurs réels de RV. Après l'entraînement d'un modèle de classification sur 5 minutes de données par personne, un utilisateur a pu être identifié de manière unique sur l'ensemble du pool de 55 541 utilisateurs avec une précision de 94,33 % sur 100 secondes de mouvement et avec une précision de 73,20 % sur seulement 10 secondes de mouvement. Nair et al. (2023). Unique Identification of 50,000+ Virtual Reality Users from Head & Hand Motion Data, arXiv:2302.08927v1 [cs.CR] 17 Feb 20, 23.

<sup>122</sup> Des informaticiens de Google, DeepMind, UC Berkeley, ETH Zurich et Princeton ont récemment démontré que des modèles d'imagerie de pointe tels que Stable Diffusion et Imagen de Google peuvent être amenés à créer des photos identifiables de personnes réelles et de véritables images médicales. Au total, le groupe de chercheurs a réussi à extraire plus de 100 répliques d'images de l'ensemble d'entraînement des deux modèles d'IA. Cela pourrait également avoir des répercussions sur les start-ups Metaverse qui souhaitent utiliser l'IA générative dans le domaine de la santé, car la recherche suggère que des informations privées sensibles pourraient être diffusées de manière incontrôlée. Nicholas Carlini, Jamie Hayes, Milad Nasr, Matthew Jagielski, Vikash Sehwal, Florian Tramèr, Borja Balle, Daphne Ippolito, Eric Wallace (2023), Extracting Training Data from Diffusion Models, arXiv:2301.13188 [cs.CR].

<sup>123</sup> VZBV (2022), Consultations vidéo et protection des données. Résultats d'une enquête représentative menée sur Internet par eye square GmbH pour le compte du vzbv (décembre 2022).

particulièrement évident dans le Metaverse. Le lien entre ces deux thèmes, qui prend dans le Metaverse une qualité nouvelle et singulière, soutient donc la demande d'un contrôle de sécurité du Metaverse.

### 3.3 Solution : Le contrôle de Metaverse

Afin d'exploiter les opportunités décrites pour le secteur de la santé en Europe, sans pour autant négliger les importantes questions de protection des données, nous proposons l'introduction d'un "contrôle de Metaverse". Des suggestions conceptuelles à cet effet proviennent de la *Coalition for Health AI*, qui a récemment publié un "projet pour une IA digne de confiance".<sup>124</sup> Celui-ci exige des normes élevées de transparence et de sécurité pour l'utilisation de la technologie en médecine et recommande une surveillance humaine intensive des systèmes d'IA pendant leur fonctionnement ainsi que des exigences élevées en matière de protection et de sécurité des données. Notre discussion précédente sur les technologies potentielles, leurs vulnérabilités actuelles et leur dépendance à la confiance des patients suggère que ces mêmes éléments sont au cœur d'une approche européenne des applications de santé dans le métavers et devraient être priorités par la Commission européenne dans sa stratégie. En d'autres termes, la transparence, les normes de sécurité, les modèles humains en boucle et la protection des données devraient être les éléments constitutifs d'un nouveau **contrôle technologique et réglementaire du Metaverse**, qui permettrait de préparer un écosystème de santé prêt pour le Metaverse en Europe.

Afin d'encourager le développement d'un Metaverse pour le secteur de la santé dans l'UE, qui exploite les potentiels techniques présentés tout en minimisant les risques, l'UE devrait donc mettre en place un système de certification Metaverse similaire au système TÜV utilisé en Allemagne. Ce **TÜV Metaverse viserait** à évaluer et à vérifier la sécurité et les aspects de protection des données des plateformes Metaverse dans le secteur de la santé. Pour ce faire, la Commission travaillerait d'abord avec des experts, des parties prenantes et des régulateurs afin de définir **des critères de certification** complets pour les applications de santé dans le Metaverse. Les recommandations du panel de citoyens de l'UE et les études susmentionnées pourraient être utilisées à cet effet. Cela suggérerait de définir comme critères de certification pertinents la protection des données, la sécurité, l'interopérabilité, les considérations éthiques, la protection de la vie privée des utilisateurs et le respect des dispositions pertinentes telles que le règlement général sur la protection des données (RGPD). L'interaction avec la protection européenne des données est essentielle.<sup>125</sup> Il est évident que le Metaverse représente un défi pour les principes de protection des données<sup>126</sup> - surtout parce qu'il génère une quantité sans précédent de données de santé biométriques.<sup>127</sup> Cela s'accompagne d'une grande responsabilité.<sup>128</sup> Les champs de tension qui en résultent ne peuvent certes pas être résolus sans autre, mais ils peuvent être encadrés par exemple par une interprétation des principes de protection des données ouverte à

<sup>124</sup> Plan d'action pour une IA fiable. Implementation Guidance and Assurance for Healthcare (2023) ([coalitionforhealthai.org](https://coalitionforhealthai.org)).

<sup>125</sup> La protection des données est volontiers qualifiée de "frein" à la numérisation dans le secteur de la santé ; voir à ce sujet l'article invité du 4.2.23 du commissaire fédéral à la protection des données Kelber : <https://netzpolitik.org/2023/digitalisierung-und-datenschutz-schluss-mit-ausreden/>.

<sup>126</sup> Voir également à ce sujet Klar, M., Wegmann, S., Galandi, M. (2022), Datenschutz im Metaverse, in : BB 2022, p. 2694.

<sup>127</sup> Voir également Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in : ZD 2023, p. 128 ainsi que Norton Rose Fulbright (2021), [The Metaverse : The evolution of a universal digital platform](#).

<sup>128</sup> C'est également le cas de Norton Rose Fulbright (2021), [The Metaverse : The evolution of a universal digital platform](#).

l'innovation et à la technique.<sup>129</sup> S'y ajoutent les questions de concurrence et de politique industrielle évoquées plus haut, qui auront un impact direct sur l'accès - et donc sur l'objectif d'inclusivité du système de santé dans le Metaverse. C'est précisément parce que le Metaverse promet l'intégration de différentes technologies dans un "environnement" singulièrement nouveau, qui doit satisfaire à certaines exigences en matière de protection des données et d'accès, mais qui, à leur tour, ne peuvent être suffisamment vérifiées ni par l'utilisateur ni par la concurrence, qu'une institution externe de contrôle et de surveillance est nécessaire.

Sur la base des critères sélectionnés, la Commission européenne pourrait alors autoriser **des organismes de certification indépendants** à examiner les plateformes Metaverse dans le secteur de la santé afin de déterminer si elles remplissent les critères de certification définis. La question de savoir si ces organismes de certification doivent être créés ou s'il est possible de recourir à des structures déjà existantes, telles que le nouveau *Centre européen pour la transparence algorithmique* (ECAT) ou l'*AI Office* prévu dans le cadre de la loi sur l'IA, est volontairement laissée ouverte ici. Les développeurs de services de santé basés sur Metaverse déposeraient à leur tour leurs demandes de certification auprès des organismes notifiés. Les organismes de certification devraient procéder à une évaluation approfondie des plateformes en tenant compte de facteurs tels que les pratiques de traitement des données, les mesures de sécurité, les mécanismes de consentement des utilisateurs et la conformité au RGPD - dans le cadre des critères élaborés. L'instar du système TÜV, l'**audit technique jouerait** un rôle crucial dans le processus de certification. Par exemple, les organismes de certification effectueraient des audits d'anonymisation des données et des tests de vulnérabilité tels que le red teaming (simulation d'attaques sur un système) afin de s'assurer que les plateformes Metaverse répondent aux normes de sécurité requises.

Les données des dossiers médicaux électroniques, des scanners et d'autres images médicales peuvent être téléchargées du lit du patient vers un environnement en nuage via une connexion VPN (*réseau privé virtuel*) cryptée, avec des environnements d'exécution spécifiques qui garantissent la confidentialité tout au long de la chaîne de traitement.<sup>130</sup> Outre ces environnements d'exécution de confiance, de nombreuses autres approches sont disponibles pour réduire les risques liés à la protection de la vie privée lors de l'utilisation de données sensibles ou confidentielles dans le métavers, mais elles sont souvent négligées dans les discussions. Ces méthodes - certaines encore expérimentales, d'autres déjà en application pratique - sont collectivement appelées technologies *de protection de la vie privée (Privacy-Enhancing Technologies)*.<sup>131</sup> Les établissements de santé peuvent utiliser ces méthodes pour

---

<sup>129</sup> Voir également à ce sujet Klar, M., Wegmann, S., Galandi, M. (2022), Datenschutz im Metaverse, in : BB 2022, p. 2691 et suivantes.

<sup>130</sup> Pour protéger ces données sensibles, on utilise jusqu'à présent par exemple ce que l'on appelle l'*informatique confidentielle (Confidential Computing)*. L'informatique confidentielle est la protection des données lors de l'utilisation d'un environnement d'exécution de confiance (TEE) basé sur le matériel. Un environnement d'exécution fiable est une caractéristique d'un processeur moderne (CPU) qui atténue les problèmes de protection des données d'entrée, de protection du code et de sécurité du code. En d'autres termes, cette technique promet la confidentialité tout au long de la chaîne de traitement, car les informations pertinentes sont non seulement cryptées lors du stockage et de la transmission, mais également exécutées dans une zone protégée du processeur, l'enclave. Voir : [Digital Twin en médecine : l'IA et l'informatique confidentielle pour de meilleurs traitements | heise](#).

<sup>131</sup> Il s'agit notamment des calculs multipartites sécurisés, du cryptage homomorphe, de la protection différentielle des données et de l'apprentissage distribué. Voir : Task Team of the UN Committee of Experts on Big Data and Data Science for Official Statistics (2023), UN Guide on Privacy Enhancing Technologies for Official Statistics, [UN-CEBD](#). En outre, les technologies blockchain joueront également un rôle important dans un environnement de confiance zéro, par exemple pour le stockage des données des patients - ainsi, dans le métavers, la pseudonymisation des données pourrait être obtenue, par exemple, par un cryptage blockchain : Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse,

entraîner collectivement des modèles d'IA sans partager de données brutes sensibles.<sup>132</sup> Les caractéristiques de sécurité et de protection de la vie privée offertes par ces méthodes sont clairement liées aux valeurs que l'UE intègre de plus en plus dans sa réglementation sur les données. Les technologies de protection de la vie privée sont un produit du principe de précaution et sont en accord avec les principes de "privacy by design" développés dans la loi européenne sur l'IA.

Comme indiqué ci-dessus, l'émergence d'un métavers lié à la santé sera un processus qui se déploie lentement, sans césure claire. Toute mise à jour ou modification des plateformes et de leurs politiques devrait donc être évaluée en permanence afin de maintenir l'intégrité de la certification proposée ici. Les plateformes de santé Metaversen certifiées avec succès recevraient un **sceau de certification** reconnaissable indiquant leur conformité aux normes établies. Les organismes de certification tiendraient une base de données des prestataires certifiés, accessible au public, qui permettrait aux utilisateurs de vérifier les normes d'un service de santé Metaverse donné avant de décider d'y recourir. Un tel système de certification Metaverse permettrait à l'UE d'encourager le développement de plateformes Metaverse dans le secteur de la santé, qui proposent des solutions de santé inédites tout en protégeant les données et la vie privée des utilisateurs - d'autant plus que le processus de certification créerait la confiance tant nécessaire chez les utilisateurs.

## 4 Conclusion : une chance pour l'Europe

Le métavers est sur le point d'amorcer un changement insidieux dans le secteur de la santé, même si la majorité des consommateurs n'ont jamais entendu parler d'un métavers lié à la santé. Il s'agit d'un environnement multisensoriel qui générera une énorme quantité de données relatives à la santé, d'une ampleur et d'un niveau de détail sans précédent dans l'histoire. Cela entraînera des améliorations significatives dans les applications d'apprentissage automatique et pourrait permettre à la médecine de sortir de sa "crise de reproductibilité" actuelle. Compte tenu de la concurrence réglementaire déjà prévisible avec les États-Unis et la Chine, la stratégie Metaverse de la Commission européenne devrait être davantage axée sur le secteur de la santé. Pour ce faire, ce **Input du cep** recommande la mise en place d'un contrôle de Metaverse à l'échelle européenne, impliquant toutes les parties prenantes telles que les patients, les médecins et les chercheurs, et prenant en compte la multitude de domaines concernés, y compris les algorithmes d'IA et les dispositifs physiques de stockage des données Metaverse, lors de la certification.

Le Metaverse créera de nouvelles opportunités dans le secteur de la santé pour les professionnels et les entreprises du secteur médical. Comme le montrent les nombreux exemples de cette étude, on peut notamment s'attendre à des effets positifs sur l'éducation et la formation, la communication à distance et la télésurveillance ainsi que l'analyse et le diagnostic. Aujourd'hui déjà, des concepts tels que celui d'une "Health City" enrichie par la RV et la RA montrent comment les industries classiques

---

Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in : ZD 2023, p. 127-131, en particulier p. 129 ; BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#) ainsi que Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#). Voir également European Union Agency for Cybersecurity, ENISA, (2023), [Engineering Personal Data Sharing](#).

<sup>132</sup> Il y a quelques années déjà, un projet de recherche académique a proposé différentes configurations d'une méthode d'apprentissage profond distribuée, appelée SplitNN, afin de faciliter de telles coopérations. SplitNN ne communique ni les données brutes ni les détails du modèle aux établissements coopérants et s'adresse en particulier aux établissements disposant de différentes modalités de données sur les patients, aux établissements de santé centralisés et locaux qui collaborent sur plusieurs tâches. Praneeth Vepakomma, Otkrist Gupta, Tristan Swedish, Ramesh Raskar (2023). Split learning for health : Distributed deep learning without sharing raw patient data, arXiv:1812.00564 [cs.LG].

de la santé doivent se transformer.<sup>133</sup> Parallèlement, les patients profiteront également de cette nouvelle technologie. Ils peuvent utiliser les mondes virtuels pour les jumeaux numériques, la sensibilisation à la politique de santé, le soulagement de la douleur, les thérapies immersives, le conseil virtuel et l'"exergaming". Le Metaverse a donc le potentiel de révolutionner les soins de santé et d'offrir un accès plus large aux méthodes de traitement. Étant donné que le métaverse génère une multitude de fonctions inédites, il est difficile d'appliquer les régimes réglementaires existants.<sup>134</sup> En particulier, le Metaverse représente un défi pour les principes de protection des données existants, notamment parce que la quantité de données biométriques augmente de manière exponentielle.<sup>135</sup>

Ces chances et ces risques du Metaverse pour le système de santé européen doivent être compensés par la mise en place d'un cadre juridique, afin que le "site d'innovation Europe et les soins de santé suffisants qui en découlent"<sup>136</sup> puissent continuer à être garantis en Europe. Lors de l'élaboration de la stratégie Metaverse annoncée par la Commission, la priorité devrait donc être donnée au secteur de la santé - ce qui serait également conforme aux exigences du panel de citoyens de l'UE. Des critères tels que la protection des données, l'accessibilité, la transparence, les normes de sécurité et le pouvoir de contrôle et de décision par les personnes doivent être pris en compte sous la forme d'un nouveau système de certification, pour lequel un nouveau Metaverse-TÜV a été proposé ici. À cela s'ajoutent les questions de concurrence et de politique industrielle évoquées, qui auront un impact direct sur l'accès - et donc sur l'objectif d'inclusivité des soins de santé dans le Metaverse. C'est précisément parce que le Metaverse promet l'intégration de différentes technologies dans un "environnement" singulièrement nouveau, qui doit satisfaire à certaines exigences en matière de protection des données et d'accès, mais qui, à leur tour, ne peuvent être suffisamment vérifiées ni par l'utilisateur ni par la concurrence, qu'une institution externe de contrôle et de surveillance est nécessaire.

Dans l'ensemble, la présente analyse montre que le métavers est une évolution prometteuse qui peut enrichir énormément le système de santé en Europe face aux défis de l'évolution démographique. Il est important que l'UE adapte sa stratégie en conséquence afin d'exploiter ce potentiel. Un système de certification complet, garantissant un niveau adéquat de protection des données et une large accessibilité, est indispensable pour gagner la confiance des patients et favoriser l'adoption des applications Metaverse dans le secteur de la santé. Un système de certification transparent, facilement consultable dans une base de données publique, favoriserait la création d'un écosystème de santé européen, c'est-à-dire d'une structure réglementaire et technique impliquant toutes les parties prenantes, du patient au chercheur en passant par les médecins, et couvrant de manière pertinente les domaines concernés, des algorithmes d'IA aux données en passant par les dispositifs physiques d'utilisation du métaverse.<sup>137</sup> En ciblant sa stratégie Metaverse sur le secteur de la santé, l'UE peut jouer un rôle stratégique dans cet espace numérique en évolution et en faire bénéficier les personnes.

<sup>133</sup> Voir en conséquence Meier, T., Medizinprodukte für das Metaverse, MPR 2022, p. 136.

<sup>134</sup> Voir également Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in : ZD 2023, p. 127.

<sup>135</sup> Voir également Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in : ZD 2023, p. 128.

<sup>136</sup> Meier, T., Dispositifs médicaux pour le Metaverse, MPR 2022, p. 134 s.

<sup>137</sup> Voir aussi Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#).



**Auteurs :**

Dr. Anselm Küsters, LL.M., chef du département Numérisation et nouvelles technologies  
[kuesters@cep.eu](mailto:kuesters@cep.eu)

Dr Patrick Stockebrandt, chef de l'unité Consommateurs et santé  
[stockebrandt@cep.eu](mailto:stockebrandt@cep.eu)

**Traduction :**

Victor Warhem, Représentant du cep Network en France.  
[warhem@cep.eu](mailto:warhem@cep.eu)

**Centre de politique européenne** FREIBURG | BERLIN  
Kaiser-Joseph-Straße 266 | D-79098 Fribourg  
Schiffbauerdamm 40 Pièces 4205/06 | D-10117 Berlin  
Tél. + 49 761 38693-0

Le **Centrum für Europäische Politik** FREIBURG | BERLIN, le **Centre de Politique Européenne** PARIS, et le **Centro Politiche Europee** ROMA forment le **Centres for European Policy Network** FREIBURG | BERLIN | PARIS | ROMA.

Le Centre de Politique Européenne, à but non lucratif, analyse et évalue la politique de l'Union européenne indépendamment des intérêts particuliers et partisans, dans une orientation fondamentalement favorable à l'intégration et sur la base des principes réglementaires d'un ordre libéral et d'une économie de marché.