

Réalité Virtuelle et Augmentée : Les Technologies qui Sauvent des Vies dans le Domaine Médical

Estelle Bolay, Maximilien Maret, Aïdan Vanuzzo, Victor Wojciechowski

Etudiant-e-s en ingénierie des médias, 1^{ère} année, HEIG-VD

Nous retrouvons de nombreuses mises en application de la réalité augmentée dans le cadre de la médecine. Cet outil donne la possibilité d'améliorer les performances des chirurgiens en pleine opération, la VR quant à elle permet l'entraînement des gestes techniques effectués par le personnel médical.

I. LES ORIGINES ET UTILISATIONS DE LA VR ET AR

La réalité virtuelle permet d'interagir avec un environnement visuel ou sensoriel artificiel en trois dimensions, via des modèles et des simulations informatiques [1]. Les utilisateurs de cette technologie se retrouvent plongés dans un environnement généré par ordinateur qui simule la réalité grâce à l'emploi de matériel spécifique, notamment un casque de réalité virtuelle, des lunettes, des gants ou encore des combinaisons induisant l'immersion totale. Les sens sont stimulés grâce aux retours haptiques, aux images et aux sons émis par le matériel. Sur l'équipement de pointe utilisé en médecine se trouvent des capteurs de mouvements permettant l'ajustement de la vue projetée par l'écran porté par l'utilisateur [2].

La réalité augmentée consiste à combiner ou à «augmenter» des affichages vidéo ou photographiques en superposant aux images issues de la «réalité», des données utiles générées par ordinateur. Les premières applications de la réalité augmentée remontent aux "Heads-Up-Display" (HUD) utilisés dans les avions militaires et les chars d'assaut, dans lesquels des informations du tableau de bord sont projetées sur le pare-brise ou à même la visière au travers de laquelle un membre de l'équipage voit l'environnement extérieur [3].

Jaron Lanier, un ingénieur informaticien qui a travaillé pour Atari, a inventé le terme "réalité virtuelle" en 1987. Il est cofondateur de VPL Research, pionnière dans le développement de casques et de gants de réalité virtuelle avec Thomas Zimmerman. Le gant de Zimmerman et Lanier a été utilisé par des agences gouvernementales américaines comme l'US Air Force et la NASA pour l'entraînement et le développement des compétences de leurs personnels [1].

II. DU MILITAIRE AU MÉDICAL

Détournée du secteur militaire, la réalité virtuelle offre la possibilité d'entraînement à d'autres professionnels tels que ceux évoluant dans le monde de la santé. La réalité virtuelle est un vrai atout pour la formation de résidents en chirurgie, durant

les premières années d'entraînement en bloc opératoire, chaque intervention représente un risque pour le patient, lié à l'apprentissage et aux erreurs commises par les chirurgiens juniors. Auparavant, les résidents n'avaient pas de moyens de se former autrement qu'en assistant aux opérations chirurgicales et en regardant comment se comportaient leurs supérieurs. Désormais, avec la réalité virtuelle, les chirurgiens peuvent se former de manière perpétuelle sans risquer de blesser ou de tuer le patient.

Les capteurs du gant de réalité virtuelle permettent la localisation en trois dimensions de la main qui le porte et la mesure du degré de flexion des doigts de l'utilisateur. Par exemple, une simulation peut enregistrer le mouvement d'instruments chirurgicaux simulés, mesurer l'instabilité ou détecter si l'utilisateur a accidentellement établi un contact dommageable avec l'anatomie voisine [5].

Les capteurs des gants de réalité virtuelle permettent la localisation en trois dimensions de la main qui le porte et la mesure du degré de flexion des doigts de l'utilisateur. Par exemple, une simulation peut enregistrer les mouvements des instruments chirurgicaux, mesurer l'instabilité ou détecter si l'utilisateur a accidentellement établi un contact dommageable avec l'anatomie voisine.

Simulateurs de chirurgie dentaire : Ces simulateurs offrent des retours tactiles en temps réel, ainsi qu'une visualisation 3D de la bouche du patient. Par exemple, DentSim® combine un retour tactile en temps réel avec des graphismes 3D et un traitement d'image en temps réel. Il permet une formation de base et avancée, ainsi que des examens, et fournit un retour précis sur les erreurs commises par l'utilisateur [3].

Simulateurs d'intubation et autres applications médicales de la réalité virtuelle : L'intubation endotrachéale est une procédure difficile et risquée pour les débutants. La manipulation de la langue à l'aide d'un laryngoscope et l'insertion d'un tube dans la trachée sont des éléments clés de cette procédure. Habituellement, la formation à la mise en place d'un tube se fait sur des cadavres ou des mannequins, qui manquent souvent de réalisme. La pratique sur des patients vivants peut poser des risques mortels, surtout lorsqu'elle est effectuée par des opérateurs inexpérimentés. Pour ces raisons, la formation à l'écart du patient en utilisant des simulations est cruciale [3].

MedVR propose une collection impressionnante de simulations médicales, allant bien au-delà de l'intubation buccale. Ces simulations permettent aux professionnels de la santé de pratiquer diverses procédures sans risque pour les patients. Par exemple, les simulateurs d'intubation de MedVR sont le fruit de plus de quinze ans de travaux préparatoires de modélisation, offrant une précision et un réalisme inégalés. En outre, MedVR propose des simulations pour la formation à des interventions chirurgicales complexes, la gestion des voies respiratoires, et même des scénarios de soins intensifs. Ces outils de formation permettent non seulement d'améliorer les compétences techniques des praticiens, mais aussi de réduire le stress et d'accroître la confiance lors des interventions réelles [4].

Ainsi, l'utilisation de la réalité virtuelle et augmentée dans le domaine médical ne se limite pas à une seule application. Elle offre une plateforme polyvalente et efficace pour former les professionnels de la santé, améliorant ainsi la qualité des soins et la sécurité des patients [4].

Nous retrouvons aussi de nombreuses mises en application de la réalité augmentée dans le cadre de la médecine. Cet outil contrairement à la VR donne la possibilité d'améliorer les performances des chirurgiens en pleine opération. Par exemple, des entreprises telles que Abys Medical ont conçu la plateforme Surgiverse de réalité augmentée qui permettent aux chirurgiens de superposer des représentations virtuelles des organes d'un patient sur leur corps réel lors d'une intervention. Cette innovation leur permet d'observer les structures internes en temps réel, facilitant ainsi la navigation à travers des configurations anatomiques complexes avec une grande précision. Dans le même contexte, l'AR est utilisée pour assister les chirurgiens pendant les procédures en affichant des données cruciales comme les paramètres vitaux, les dosages de médicaments et les antécédents médicaux du patient, directement dans leur champ de vision [5].

On retrouve aussi une utilisation de l'AR, pour permettre des améliorations dans la rééducation de patients. L'équipe IRA² d'IBISC s'est notamment intéressée de près aux personnes souffrant de troubles moteurs. Dans leurs travaux en collaboration avec la fondation Ellen Poidatz, les chercheuses de l'équipe IRA² mettent en avant de nouvelles pratiques de rééducation à la marche pour des enfants atteints de paralysie cérébrale. Grâce à un casque de réalité augmentée, il leur est possible de jouer à un serious game (une activité mêlant une pratique ludique à un objectif sérieux) consistant à marcher le plus vite possible derrière un personnage qui les encourage. Les résultats de ces jeux sont ensuite analysés pour que les patients progressent à leur rythme. Pour certains enfants c'est un bon moyen de faire de la rééducation dans un modèle moins classique et plus attrayant [6].

La RA révolutionne également le secteur de la télémédecine et des soins de santé à distance. Par exemple, l'entreprise Proximie met en place des solutions de téléprésence, pour proposer des services d'assistance et de guidage à distance. Cette avancée permet aux spécialistes d'offrir des conseils à distance lors de procédures critiques, réduisant ainsi la nécessité de déplacements et facilitant la collaboration entre les différents acteurs de la santé [7].

À long terme, avec de nombreux professionnels formés par des technologies virtuelles, on peut envisager une

démocratisation des robots chirurgicaux pour des opérations sensibles. La société américaine Intuitive Surgical a avec son robot Da Vinci déjà 5'500 robots chirurgicaux en fonctionnement. Il permet des interventions chirurgicales mini-invasives, des opérations nécessitant une grande précision qui est difficile à atteindre pour les humains. De plus en Chine, une neurostimulation du cerveau a été réalisée par le docteur Ling Zhipei, à plus de 3'000 kilomètres sur un patient atteint de la maladie de Parkinson. C'est donc la démocratisation de ses technologies auxquelles l'on doit s'attendre, voir une délocalisation des services de chirurgie [8,9].

La réalité virtuelle évolue rapidement en santé, ainsi que les enjeux liés à son adoption. À l'époque, les contenus de VR étaient fournis par des développeurs expérimentés. Aujourd'hui, les outils disponibles permettent à de nombreuses personnes de créer leur propre contenu en réalité virtuelle, incluant les médecins pédagogues. Pourtant, il est encore chose commune de faire appel à une organisation tierce, de par l'expérience qu'elle possède. Ce processus reste coûteux pour les infrastructures de santé. Un autre problème existe, l'accès au code source de ces applications. Il faut négocier les droits de développement, sans quoi le produit ne pourra pas être modifié par l'agent payeur. Certaines compagnies ont décidé de remédier à ce problème en démocratisant la création d'activités de simulation virtuelle libre de droits. Par exemple, la compagnie d'immersion virtuelle OVA avec sa plateforme StellarX⁴, qui permet aux pédagogues novices de fabriquer facilement leur propre environnement d'apprentissage virtuel, comme une salle d'opération [21].

III. L'AVENIR DE LA MÉDECINE AVEC LA VR ET AR

L'intégration de la réalité augmentée et virtuelle en médecine est en pleine expansion. Ces technologies promettent de transformer les pratiques médicales et la formation des professionnels de santé. On peut s'attendre à une précision accrue des chirurgies, des rééducations personnalisées et des interventions d'experts à distance.

Les avancées en intelligence artificielle et en big data enrichiront ces expériences avec des diagnostics rapides et des traitements sur mesure. Des hôpitaux ruraux équipés de robots chirurgicaux pilotés à distance pourraient bientôt offrir des soins de haute qualité partout dans le monde.

Cependant, les coûts de ces technologies restent un défi. La médecine, souvent à la pointe de l'innovation, pourrait ouvrir la voie à leur démocratisation, s'étendant ensuite à d'autres professions.

Ces technologies deviendront essentielles dans le système de santé mondial, créant un avenir plus sain et connecté pour tous.

RÉFÉRENCES

- [1] E.LOWOOD HENRY, 2024. Virtual reality, computer science. Britannica. [En ligne]. 25 avril 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality> [consulté le 30 avril 2024]
- [2] M.AMBER, M.BENKHALED, M.PINCEMAIL, E.VEREBI, I.CLAUDE, 2021. Apport et limites de la réalité virtuelle dans les pratiques médicales en 2020 [En ligne]. juin 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1959756821000419?via%3Dihub> [consulté le 1er juin30 avril 2024]

- [3] L.HOSCH WILLIAM, 2024. Augmented reality, computer science. Britannica. [En ligne]. 25 avril 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.britannica.com/technology/augmented-reality> [consulté le 1 juin 2024]
- [4] MEDVR EDUCATION, 2024. Endotracheal Intubation. [En ligne]. 2024. Disponible à l'adresse : <https://medvr.education/solution/endotracheal-intubation/#pageHeader> [consulté le 13.06.2024]
- [5] Kera Medical, 2023. Utilisation de la réalité augmentée en chirurgie [En ligne]. 2023. Disponible à l'adresse: <https://kera-medical.io/utilisation-de-la-realite-augmentee-en-chirurgie-avantages-et-limitations-pour-les-medecins/> [consulté le 13.06.2024]
- [6] Fondation Ellen Poidatz, 2019. Application en réalité augmentée pour améliorer la rééducation post-opératoire. [En ligne]. 2019. Disponible à l'adresse: https://fondationpoidatz.com/wp-content/uploads/2019/01/20190115_CP_Arrow_CP.pdf [consulté le 10.05.2024]
- [7] FASTER CAPITAL, Briser les barrières Comment les startups de realite augmentee transforment les soins de sante. [En ligne] 18 Mars 2024. Disponible à l'adresse : <https://fastercapital.com/fr/contenu/Briser-les-barrieres---Comment-les-startups-de-realite-augmentee-transforment-les-soins-de-sante.html#comment-les-startups-de-r-alit--augment-e-transforment-les-soins-de-sant--Am-liorer-la-formation-et-l--ducation-m-dicales-gr-ce---la-RA> [consulté le 29 avril 2024]
- [8] Alcimed, 2021. Les robots deviendront-ils les chirurgiens du futur ? [En ligne]. 2021. Disponible à l'adresse: <https://www.alcimed.com/fr/insights/opportunités-robotique-chirurgicale-robots-deviendront-ils-les-chirurgiens-du-futur/> [consulté le 01.05.2024]
- [9] BFM TV, Une opération du cerveau à 3000 km de distance grâce à la 5G. [En ligne] 11 avril 2019. Disponible à l'adresse : https://www.bfmtv.com/economie/replay-emissions/good-morning-business/anthony-morel-une-operation-du-cerveau-a-3000-km-de-distance-grace-a-la-5g-11-04_VN-201904110212.html [consulté le 29 avril 2024]
- [10] BOUTIN JONAH, KAMOONPURI JAFER, FAIEGHI REZA, CHUNG JOON, DE RIBAUPIERRE SANDRINE, EAGLESON ROY, 2024. Smart haptic gloves for virtual reality surgery simulation: a pilot study on external ventricular drain. [En ligne]. 25 avril 2024. Disponible à l'adresse <https://heig.ch/WqvwQ> [consulté le 1 juin 2024]
- [11] SIMFORHEALTH, 2017. Un simulateur de chirurgie en réalité virtuelle, en collaboration avec l'Université de Stanford. SimforHealth Virtual Solutions for medical education. [En ligne]. 21 avril 2017. Disponible à l'adresse : <https://simforhealth.fr/un-cas-clinique-en-realite-virtuelle-en-collaboration-avec-luniversite-de-stanford/> [consulté le 01 mai 2024]
- [12] RUTHENBECK GREG, J.REYNOLDS KAREN, 2014. Virtual reality for medical training: The state-of-the-art. ResearchGate. [En ligne]. Juillet 2014. Disponible à l'adresse : https://www.researchgate.net/publication/264347872_Virtual_reality_for_medical_training_The_state-of-the-art [consulté le 29 avril 2024]
- [13] HEALTHY MIND, 2021. La réalité virtuelle en santé : 5 applications étonnantes. Healthy Mind. [En ligne]. 29 octobre 2021. Disponible à l'adresse : <https://healthymind.fr/realite-virtuelle-sante/> [consulté le 01 mai 2024]
- [14] RICCA A, TREAL T. Le développement des réalités augmentée et virtuelle en santé. [En ligne] 24 juin 2022 . Disponible à l'adresse : <https://www.universite-paris-saclay.fr/actualites/le-developpement-des-realites-augmentee-et-virtuelle-en-sante> [consulté le 29 avril 2024]
- [15] HAOWEN JIANG, VIMALESVARAN SUNITHA, BHONE MYINT KYAW, TUDOR CAR LORAINNE, 2022. Virtual reality in medical students' education: a scoping review protocol. BMJ Journals. [En ligne]. 6 juillet 2022. Disponible à l'adresse : <https://bmjopen.bmj.com/content/11/5/e046986> [consulté le 22 avril 2024]
- [16] M.AMBER, M.BENKHALED, M.PINCEMAIL, E.VEREBI, I.CLAUDE, 2021. Apports et limites de la réalité virtuelle dans les pratiques médicales en 2020. ScienceDirect [En ligne]. juin 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1959756821000419> [consulté le 29 avril 2024]
- [17] MD. UDDIN SAHAB, 2024. Virtual and Augmented Reality Applications in Medicine: Analysis of the Scientific Literature. National Library of Medicine. [En ligne]. 23 février 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7904394/> [consulté le 29 avril 2024]
- [18] POTTLE JACK, 2019. Virtual reality and the transformation of medical education. National Library of Medicine. [En ligne]. 6 octobre 2019. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6798020/> [consulté le 22 avril 2024]
- [19] AVELLINO IGNACIO, 2021. La réalité virtuelle en chirurgie : une étude sur l'impact de l'immersion sur l'apprentissage chirurgical. Institut Systèmes Intelligents et de Robotique. [En ligne]. 23 janvier 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.isir.upmc.fr/actualites/la-realite-virtuelle-en-chirurgie-une-etude-sur-limpact-de-limmersion-sur-lapprentissage-chirurgical/> [consulté le 29 avril 2024]
- [20] L.HOSCH WILLIAM, 2024. Augmented reality, computer science. Britannica. [En ligne]. 15 mars 2024. Disponible à l'adresse : <https://www.britannica.com/technology/augmented-reality> [consulté le 30 avril 2024]
- [21] SPIRITUALITÉ SANTÉ, Enjeux, limites et avantages de la simulation par immersion clinique. [En ligne] 1er Décembre 2022. Disponible à l'adresse : <https://www.chudequebec.ca/a-propos-de-nous/publications/revues-en-ligne/spiritualite-sante/dossiers/vivre-au-temps-du-numerique/enjeux-limites-et-avantages-de-la-simulation-par-i.aspx> [consulté le 21 mai 2024]