

De la réalité virtuelle immersive

Immersive Virtual Reality

M Ros [1], S Ros M.D. [2]

1. Neurochirurgien, ancien chef de clinique assistant des hôpitaux de Montpellier - Université Paul Valéry, Montpellier - Président fondateur SAS REVINAX.
2. Chirurgien digestif, ancien chef de clinique assistant des hôpitaux de Toulouse.

Résumé

La formation en santé est un enjeu fondamental au niveau mondial. Permettre à un plus grand nombre d'accéder à des soins chirurgicaux, réduire les erreurs, diminuer les dépenses qui en découlent font de la chirurgie une priorité internationale aux yeux de L'OMS. Il est actuellement possible de trouver des méthodes alternatives au compagnonnage classique pour assurer la formation aux gestes médicotéchniques. La simulation est une méthode d'apprentissage qui fait ses preuves. Une nouvelle branche technologique, visuelle, surgit depuis peu : la réalité virtuelle.

Le principal écueil rencontré au cours de l'apprentissage de la chirurgie par compagnonnage est l'angle de vue de l'étudiant qui ne correspond pas à celui de l'opérateur principal. Grâce à la réalité virtuelle, il est désormais possible par un simple masque de prendre la place de l'opérateur et d'avoir sa vision du champ opératoire.

Ce travail présente la création d'une plateforme de réalité virtuelle sur téléphone mobile. Cette plateforme rassemble ce que nous appelons des tutoriels immersifs : il s'agit d'expériences en réalité virtuelle dessinées dans le but de transmettre le savoir faire. L'utilisateur a accès pour la première fois au point de vue de l'opérateur principal, voyant au travers ses yeux, dans un environnement pédagogique 3D en réalité virtuelle.

Mots clés

- ◆ Réalité virtuelle
- ◆ Enseignement
- ◆ Vidéo
- ◆ Stéréoscopie
- ◆ Chirurgie

Abstract

Healthcare learning is a world wide challenge. More specifically, surgery is now a top priority for World Health Organization: to give access to a good surgical training to every surgical student across the world and, therefore to decrease errors and expenditures, There are new innovative methods to teach the surgical technique. Among them, simulation has proven to be relevant and a new technology is emerging, virtual reality. One of the main problems we face during surgical learning is the point of view, which is not the same for the teacher and the student and is seldom the good one for the later. Thanks to Virtual Reality, we can now improve this issue and place the student in an immersive environment. This work introduces the design of a cloud platform on mobile phone. This latter collects what we call immersive tutorials: virtual reality experience designed to transmit skills. For the very first time, the user can see through the eyes of the main surgeon, in a 3D virtual reality learning environment.

Keywords

- ◆ Virtual reality
- ◆ Teaching
- ◆ Movie
- ◆ Stereoscopy
- ◆ Surgery

Correspondance

Dr Maxime Ros, M.D. MSc - Université de Montpellier
Président de la société REVINAX - Cap Omega - rond-point Benjamin Franklin - 34000 Montpellier.
Tel : 04.67.33.66.12 - E-mail : maxime.ros@revinax.net

La formation en santé, un enjeu mondial

Des constats alarmants

Cinq milliards d'individus dans le monde n'ont pas accès à la chirurgie. L'Organisation Mondiale de la Santé a identifié quarante-quatre gestes médico-chirurgicaux essentiels. Leur maîtrise permettrait de sauver un à cinq millions de vies par an (1).

Du fait de l'augmentation de la population, les équipes chirurgicales (chirurgiens, anesthésistes, infirmiers, obstétriciens) doivent au moins doubler d'ici à 2030 pour seulement maintenir ce niveau de soins. Ce qui impose d'augmenter les capacités de formation.

Par ailleurs, les dépenses de santé n'ont cessé d'augmenter. Dans les pays développés, un tiers de ces dépenses sont imputées à des erreurs médicales. Ces erreurs correspondent à la troisième cause de mortalité (2). Elles sont liées en partie à une mauvaise compréhension, une mauvaise connaissance, un manque de formation.

Parallèlement, le rapport de la Haute Autorité de Santé de 2010 stipule qu'il n'est plus question de réaliser pour la première fois un geste sur un patient. Il est donc indispensable d'apprendre avec de nouveaux outils.

La formation des chirurgiens et des personnels de santé est une clef pour améliorer la santé à l'échelle mondiale. L'OMS a ainsi hissé la chirurgie au rang de priorité internationale (3).

Quels outils pour y répondre ?

Pour répondre à ces enjeux, de nouveaux outils doivent être développés. L'outil doit être simple, facile d'accès, peu onéreux, efficace, facilement accessible à travers le monde. Il doit intégrer les principes pédagogiques connus et validés.

Edgar Dale (4) avançait qu'après quinze jours, on ne retenait que 10 % de ce qu'on lisait et 90 % de ce qu'on vivait, la mémorisation s'en trouve facilitée. Vivre une expérience permet ainsi de mieux l'assimiler. La simulation a sa place dans l'apprentissage car c'est justement une méthode qui permet de vivre une expérience.

Certains professionnels, comme dans l'aviation, ont intégré depuis longtemps la simulation dans leur parcours de formation. La simulation médicale, se développe de plus en plus, avec des paramètres plus difficiles à appréhender. Parmi les méthodes de simulation, la réalité virtuelle a montré depuis quelques années déjà des résultats encourageants (5).

Visualisation et Chirurgie

L'angle de vue au cours du compagnonnage

Pour apprendre, un chirurgien doit vivre beaucoup d'expériences différentes, dans des contextes différents, avec des patients différents. Il doit approcher et comprendre la grande variabilité interindividuelle, pour être au point lorsqu'il passe lui-même à l'action. Il a été montré que plus un chirurgien voyait une intervention, meilleur il sera lors de sa première réalisation, et, meilleur il restera ensuite (6).

Depuis les démonstrations magistrales en amphithéâtre, au compagnonnage et à l'assistance au bloc opératoire, le principal écueil de l'apprentissage de la chirurgie est la différence de perspective, d'angle de vue entre le maître et l'élève. L'angle de vue du maître, opérateur principal, directement en face de la zone d'intérêt sur le champ opératoire, et l'angle de vue de l'élève qui est souvent à côté, ou en face. La vision des gestes techniques et du champ opératoire n'est alors pas du tout la même.

L'importance de cet angle de vue est capitale. Visualiser l'opération à la première personne permet d'éliminer les entraves, les gênes à une bonne visibilité du champ par l'apprenant. Il a été montré, notamment grâce à l'IRM fonctionnelle (10), qu'avoir accès à cet angle de vue, permet d'activer le réseau des neurones miroirs. Les aires corticales cérébrales correspondantes aux membres sollicités lors de la réalisation du geste sont activées. Le processus de mémorisation d'un geste s'en trouve simplifié, et amélioré.

Le film chirurgical

Afin de pouvoir cumuler un plus grand nombre d'expériences, de pouvoir décrire de nouvelles techniques, la vidéo est maintenant largement utilisée par les chirurgiens.

L'histoire de la vidéo médicale commence avec le début du cinéma dans la première moitié du XXème siècle (7), se renforçant ensuite dans les années 90 avec la montée en puissance de l'endoscopie (8). Aujourd'hui, les vidéos sont partagées sur des sites en ligne, professionnels ou grand public (9). L'un des problèmes résiduels est de pouvoir fournir à l'étudiant un angle de vue identique à celui de l'opérateur et de lui faire partager en même temps plusieurs informations.

Un autre aspect important dans les vidéos de techniques chirurgicales et qui a une plus-value pédagogique (surtout pour les plus jeunes) est la visualisation en trois dimensions. Comprendre les différences de profondeur permet de mieux apprécier l'espace anatomique (11) et les gestes qui y sont pratiqués.

La réalité virtuelle immersive

Historique de la réalité virtuelle

En 1956, Morton Heilig conçoit une première machine stéréoscopique (3D) dynamique nommée le sensorama : précurseur des premiers outils de réalité virtuelle. Les casques se développeront peu à peu et c'est en 1985 (12) que Lanier introduit le terme de réalité virtuelle « Virtual Reality ». Il ne s'agit pas d'un oxymore contrairement à ce qu'on pourrait croire. Il s'agit de décrire une autre réalité, qui permet de prendre le contrôle du temps et de l'espace. Le terme réalité faisant référence en fait au présent.

Du fait de la miniaturisation des composants électroniques, et de l'augmentation de la puissance de calcul, la réalité virtuelle est revenue sur le devant de la scène en 2012. Les casques des débuts étaient plus qu'encombrants et peu immersifs car ils ne donnaient accès qu'à un petit nombre d'informations. Ces appareils ont désormais fait place à des casques légers, pouvant fonctionner à l'aide de téléphones portables, et donnant accès à beaucoup d'informations.

Une immersion favorisant l'apprentissage

La puissance de la réalité virtuelle vient de l'immersion totale qu'elle permet dans un environnement que l'on peut maîtriser. L'utilisateur ne fait pas que regarder, il ressent des sensations. La principale étant « le sentiment de présence » défini par Dalgarno et Lee (13) : l'utilisateur se sent physiquement projeté dans un autre environnement. Ceci permet un engagement émotionnel. Cet engagement, le fait de ressentir le vécu d'une expérience, permet de mieux apprendre. Ainsi, un spécialiste en pédagogie comme Fowler définit le sentiment de présence comme une caractéristique essentielle d'un environnement d'apprentissage 3D en réalité virtuelle (14). La réalité virtuelle n'est désormais plus statique, elle est évolutive est immersive.

Nous prenons à notre avantage les différents points évoqués ci-dessus pour donner tout son sens à cet outil comme le présentait Danielle Mellet d'Huart « rendant l'apprentissage proche d'un apprentissage concret dans un environnement réel » (15).

La réalité virtuelle immersive et la transmission du savoir-faire : le tutoriel immersif

Le film selon l'angle de vue de l'opérateur principal

Nous avons développé un procédé pour répondre à ces besoins de formation en utilisant la réalité virtuelle immersive (16). Il s'agit d'abord d'obtenir un film stéréoscopique selon l'angle de vue de l'opérateur principal. Pour ce faire, nous avons développé un support pour deux caméras (afin d'enregistrer en 3D) qui est porté par le chirurgien au cours de l'intervention. Les vidéos provenant des deux caméras sont synchronisées et assemblées côte à côte (side-by-side) pour obtenir le film stéréoscopique à proprement parler (Fig 1). Ce film ainsi obtenu est alors édité, découpé en chapitres en fonction des différents temps opératoires.

L'application mobile didactique

Vient ensuite la création de l'application dite tutoriel immersif. Il s'agit d'un environnement 3D en réalité virtuelle dont l'architecture permet une narration pédagogique. Après avoir lancé l'application, l'utilisateur met le téléphone dans un masque de réalité virtuelle afin de vivre l'expérience immersive. Lorsque l'utilisateur met le masque de réalité virtuelle devant les yeux, il est immergé dans une chambre d'apprentissage. Il fait face au lecteur de réalité virtuelle qui est un écran de 120° sur 90° sur lequel est projeté le film stéréoscopique. L'utilisateur a accès à un angle de vue unique : il voit en trois dimensions au travers des yeux de l'opérateur principal (Fig 2). En tournant la tête, il a accès sur les côtés de l'écran à des données pertinentes pour comprendre l'acte en cours : différentes coupes d'imageries médicales, présentation du cas cliniques, objet anatomique en trois dimensions (Fig 3).

Vers un manuel technique en réalité virtuelle

Le tutoriel immersif correspond à une application mobile : il est facilement transmissible.

L'objectif est que l'intégralité des tutoriels immersifs créés soient accessibles à partir d'une seule application mobile : une plateforme correspondant à un manuel du savoir-faire en réalité virtuelle.

Afin de donner la possibilité à tout professionnel de transmettre lui-même son savoir-faire, nous développons un procédé d'autocréation. Il s'agit de la mise à disposition du matériel d'enregistrement, d'une suite logicielle permettant d'éditer simplement le film stéréoscopique, de créer soit même son tutoriel et de le partager sur la plateforme.

Cette solution tout-en-un est simple d'utilisation, facile d'accès, peu onéreuse, intégrant les principes pédagogiques validés par la science. Grâce à cette méthode, nous pouvons ainsi rendre la transmission et la consultation du savoir-faire, accessible au plus grand nombre.

Déclaration de conflit d'intérêt

Maxime Ros est Président Fondateur de Revinax, entreprise qui développe la solution des tutoriels immersifs.

Remerciements

Docteur Serge Ros pour avoir appuyé les essais virtuels et chirurgicaux.

Docteur Jean-François Uhl pour sa collaboration anatomique.

Références

1. Mock CN, Donkor P, Gawande A, Jamison DT, Kruk ME, Debas HT. Essential surgery: key messages from Disease Control Priorities, 3rd edition. *The Lancet* 2015;385:2209-19.
2. Makary MA, Daniel M. Medical error-the third leading cause of death in the US. *BMJ* 2016;353:i2139.
3. Lombardo S, Price RR. Invited Commentary: Reshaping Surgery as an Emerging Global Health Priority. *Curr Trauma Rep* 2016;2:181-4.
4. Dale E. *Audio-Visual Methods in Teaching*. NY: Dryden Press; 1946.
5. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg* 2002;236:458-63; discussion 463-4.
6. Custers EJFM, Regehr G, McCulloch W, Peniston C, Reznick R. The Effects of Modeling on Learning a Simple Surgical Procedure: See One, Do One or See Many, Do One? *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 1999;4:123-43.
7. Essex-Lopresti M. The medical film 1897-1997: Part I. The first half-century. *J Audiov Media Med* 1998;21:7-12.
8. Essex-Lopresti M. The medical film 1897-1997: Part II. The second half-century. *J Audiov Media Med* 1998;21:48-55.
9. Schmidt RS, Shi LL, Sethna A. Use of Streaming Media (YouTube) as an Educational Tool for Surgeons-A Survey of AAFPRS Members. *JAMA Facial Plast Surg* 2016;18:230-1.
10. Jackson PL, Meltzoff AN, Decety J. Neural circuits involved in imitation and perspective-taking. *NeuroImage* 2006;31:429-39.
11. Luursema J-M, Verwey WB, Kommers PAM, Annema JH. The role of stereopsis in virtual anatomical learning. *Interact Comput* 2008;20:455-60.
12. Virtual reality (VR) | computer science. *Encycl Br n.d.* <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality> (accessed June 9, 2017).
13. Dalgarno B, Lee MJW. What are the learning affordances of 3D virtual environments? *Br J Educ Technol* 2010;41:10-32.
14. Fowler C. Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *Br J Educ Technol* 2015;46:412-22.
15. D' Huart DM. La réalité virtuelle : un média pour apprendre, EPI ; INRP; 2001, p. 331-8.
16. Ros M, Trives JV, Lonjon N. From stereoscopic recording to virtual reality headsets: Designing a new way to learn surgery. *Neurochirurgie* 2017;63:1-5.

Légendes

Figure 1 : Vue des deux lentilles à l'intérieur d'un masque de réalité virtuelle : une image légèrement décalée est projetée sur chaque lentille, une pour chaque œil, permettant d'obtenir une vision dite stéréoscopique, 3D. Le film initial est enregistré à l'aide de deux caméras.

Figure 2 : Capture d'écran de l'expérience utilisateur montrant la chambre d'apprentissage. En bas l'apprenant regarde face à lui, le lecteur de réalité virtuelle, et voit au travers des yeux de l'opérateur. En haut, en levant la tête, il a accès aux chapitres correspondant à chaque étape opératoire.

Figure 3 : Capture d'écran de l'expérience utilisateur montrant la chambre d'apprentissage. En bas l'apprenant regarde sur sa gauche, il peut consulter le scanner préopératoire. En haut, il regarde à droite, il peut analyser une reconstruction en trois dimensions obtenue à partir du scanner post-opératoire.



Figure 1 : vue des deux lentilles à l'intérieur d'un masque de réalité virtuelle : une image légèrement décalée est projetée sur chaque lentille, une pour chaque œil, permettant d'obtenir une vision dite stéréoscopique, 3D. Le film initial est enregistré à l'aide de deux caméras.

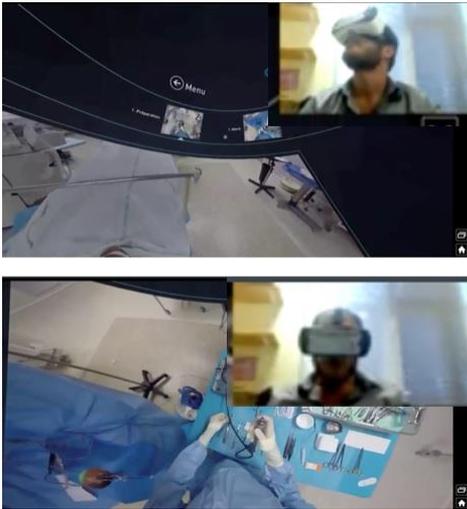


Figure 2 : capture d'écran de l'expérience utilisateur montrant la chambre d'apprentissage. En bas l'apprenant regarde face à lui, le lecteur de réalité virtuelle, et voit au travers des yeux de l'opérateur. En haut, en levant la tête, il a accès aux chapitres correspondant à chaque étape opératoire.



Figure 3 : capture d'écran de l'expérience utilisateur montrant la chambre d'apprentissage. En bas l'apprenant regarde sur sa gauche, il peut consulter le scanner préopératoire. En haut, il regarde à droite, il peut analyser une reconstruction en trois dimensions obtenue à partir du scanner post-opératoire.