

## COMMUNICATION

### Jeux sérieux et avatars

MOTS-CLÉS : SIMULATION MALADIE. SIMULATION NUMÉRIQUE. FORMATION PROFESSIONNELLE EN SANTÉ PUBLIQUE. ORGANISMES DE CERTIFICATION

#### *New insights into virtual medical education and assessment, Serious Games, and Digital Platforms*

KEY-WORDS: PATIENT SIMULATION. COMPUTER SIMULATION. EDUCATION, PUBLIC HEALTH PROFESSIONAL. SPECIALTY BOARDS

Pierre PASQUIER, Stéphane GAUDRY, Antoine TESNIERE, Alexandre MIGNON\*

**Pierre PASQUIER et Stéphane GAUDRY déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt en relation avec le contenu de cet article.**

**Les autres auteurs déclarent des activités d'évaluation scientifiques et de recherche sur la structure iLUMENS, Département de Pédagogie Médicale de Sorbonne Paris Cité.**

**Alexandre MIGNON est fondateur et conseiller scientifique d'une startup française Medusims travaillant sous convention avec iLUMENS/Université Paris Descartes, en conformité avec la Commission de Déontologie de la Fonction Publique.**

## RÉSUMÉ

*L'enseignement médical et son évaluation, pour la formation initiale comme continue des professionnels de santé, subissent de profonds changements conceptuels et techniques à l'ère de la société numérique. Utilisant les concepts de pédagogie active et mélangée (Blended Learning), l'acquisition et le maintien de connaissances, compétences et savoir être (KSA des anglo-saxons) passent désormais par un travail en amont de la Faculté de Médecine sur des plateformes virtuelles de ressources pédagogiques interactives, puis par la restitution dans des classes inversées pour résoudre des problèmes et apprendre à apprendre, et in fine*

\* ILUMENS, 45 Rue des Saints-Pères, Faculté de Médecine des Saints-Pères, 75006 Paris ;  
e-mail : alexandre.mignon@ilumens.org

*Tirés-à-part* : Professeur Alexandre MIGNON, même adresse.

*Article reçu et accepté le 14 octobre 2015*

*par l'entraînement et l'évaluation sur des mannequins (avatars) dans des environnements virtuels, sans risques pour les patients et les acteurs. Nous présentons ici quelques exemples de cette révolution, et leurs perspectives.*

## **SUMMARY**

*Medical education and evaluation, for both initial and continuing medical training of healthcare professionals, is experiencing profound conceptual and technical changes in the era of the digital society and economy. Using the concepts of active and blended learning, acquisition and maintenance of knowledge, skills and attitudes (KSA) now passes through upstream work before entering the Faculty of Medicine on Internet (MOOC, SPOC, OER), restitution in flipped and contextualized classrooms to solve problems and learn to learn, and ultimately on virtual platforms using mannequins (avatars) in virtual environments, without risk to patients and actors. Here we provide some examples of this revolution, and their development prospects.*

## **INTRODUCTION**

Le nouveau défi des éducateurs est moins de fournir des contenus d'apprentissage, déjà largement disponibles sur Internet (et cela ne va aller qu'en s'amplifiant), que de trouver de nouveaux vecteurs pour optimiser l'efficacité d'apprentissage. Les jeux sérieux, ou Serious Games des anglo-saxons, combinent tous les avantages liés au processus de « ludification » (gamification en anglais) qui peuvent rendre « addicts » les utilisateurs, avec ceux liés à une efficacité pédagogique et les caractères modulables, évolutifs, soutenables, et économiquement viables, en complément de la simulation sur plateforme. Revoyons ensemble quelques éléments de contexte, de définitions, et de perspectives à leur sujet.

## **TRANSFORMATION DE LA PÉDAGOGIE ET DE L'ÉVALUATION DU MAINTIEN DES COMPÉTENCES**

L'enseignement médical et son évaluation, pour la formation initiale comme continue des professionnels de santé, subissent de profonds changements conceptuels et techniques à l'ère du numérique [1, 2]. Ils auront été largement abordés dans la première conférence de la journée du Pr Patrick Levy. Avez-vous remarqué par exemple le comportement de plus en plus de personnes lors de votre dernière conférence ? Les uns « postant » sur leur mur Facebook, les autres écrivant un « Tweet » dithyrambique sur votre intervention, les derniers enfin répondant à un e-mail, tout en ayant une oreille attentive à votre discours ? Une nouvelle génération a émergé depuis les années 1980, que Prensky a appelé les « Digital Natives » [3]. Cette population est née dans un monde technologique entouré d'ordinateurs, de

consoles de jeux vidéos, de lecteurs de musique numériques, de caméras vidéos, de téléphones cellulaires, et de beaucoup d'autres jouets et d'outils de l'âge 2.0 du numérique. Cette nouvelle génération, ses outils et ses modes de fonctionnement ont un impact considérable sur ce qu'on peut appeler « l'uberisation » de la formation et l'évaluation des professionnels de santé, dont ne connaît aujourd'hui que les balbutiements.

### **Blended Learning, Flipped Class Rooms, MOC**

Utilisant les concepts de pédagogie active et mélangée (Blended Learning), l'acquisition et le maintien de connaissances, compétences et savoir être (KSA des anglosaxons) sont sur le point de passer désormais par un travail en amont de la Faculté de Médecine sur des plateformes virtuelles de ressources pédagogiques interactives, puis par la restitution dans des classes inversées pour résoudre des problèmes et apprendre à apprendre, et *in fine* par l'entraînement et l'évaluation sur des mannequins (avatars) dans des environnements virtuels, sans risques pour les patients et les acteurs.

### ***Rôle de la simulation et limites de la simulation sur plateformes physiques***

La simulation médicale, ses modalités et son impact sur la qualité de la formation puis des soins, auront été détaillés dans les autres conférences par les Professeurs Granry, Jourdain et Chevallier. Nul doute qu'ils auront eu l'occasion de louer les bénéfices des différents formats de simulation sur plateforme ou *in situ*, utilisant le jeu de rôle, le mannequin, ou les outils de réalité augmentée pour l'apprentissage de la chirurgie ou de la médecine interventionnelle [4, 5]. Nul doute également qu'ils auront eu l'occasion de parler des contraintes de ces exercices, principalement leur disponibilité réduite, et surtout leurs coûts ! La simulation physique (celle qui n'est pas dématérialisée, dépendant essentiellement de ressources humaines précieuses, peu nombreuses, et chères) connaît des limites qui peuvent être astucieusement résolues par la simulation virtuelle informatique, exercée sur plateforme « en cloud », mais aussi en « stand alone » sur tous les supports disponibles aujourd'hui, sujets eux-mêmes à toujours plus d'innovation (vision stéréoscopique, retour de forces, etc).

### ***La simulation virtuelle***

Quatre-vingt quinze pourcents des adolescents âgés de 12 à 17 ans et plus de 50 % des adultes américains jouent ou ont joué sur ordinateur, portable ou console de jeux en 2010, représentant 155 millions d'Américains. On considère à 500 millions le nombre de « hardcore gamers » (joueurs passant plus de 1H par jour sur des jeux vidéos) dans le monde. La moyenne d'âge de ces joueurs est de 35 ans, ils sont pour moitié hommes ou femmes [6] ! Le jeu vidéo n'est pas l'apanage du jeune adolescent boutonneux ! Si de nombreuses recherches ont établi que les jeux vidéo violents

pouvaient augmenter les pensées ou les comportements agressifs et diminuer l'empathie [7], elles ont aussi démontré tout le potentiel d'autres jeux moins violents. En effet, capacité d'attention, apprentissage et maîtrise de nouvelles connaissances et compétences en mode accéléré et maintenu, capacité à faire plusieurs choses en même temps, résolution spatiale améliorée, temps de réaction diminué, tels sont quelques uns des points à mettre à l'actif du jeu vidéo [8-12].

Dans le domaine de l'éducation, les jeux sérieux ont été définis comme des « applications utilisant les caractéristiques des jeux vidéos et informatiques pour créer une expérience engageante et immersive, dans le but de répondre à des objectifs d'apprentissage spécifiques, et de fournir des résultats transposables sur le terrain » [13]. Ainsi, comme la simulation médicale sur mannequin ou réalité virtuelle, ils doivent faire la preuve de leur capacité à améliorer les connaissances, compétences et savoir vivre des professionnels, en formation initiale et continue, de manière au moins aussi claire que la formation actuelle ou la formation en simulation physique, voire mieux et moins cher, et ce plus aisément déployable. Plus encore, on leur demande de faire la preuve d'une amélioration significative de la qualité des soins. Et c'est là que le numérique exprime toute sa puissance par ce que les anglo-saxons appellent « scalability, sustainability, et cost-effectiveness », traduits en évolutivité, caractère soutenable du développement, et cout-efficacité.

Pendant des milliers d'années, le contenu d'apprentissage a constitué la ressource limitante : Il a été contenu dans les livres rares et précieux, copiés un à la fois. L'invention de l'imprimerie par Gutenberg vers 1450 a représenté une étape importante dans la diffusion de contenus d'apprentissage, mais pas autant que l'avènement du World Wide Web et de ses moteurs de recherche tels que Google (1998), qui l'ont rendu accessible à quasiment tous. Des lors, c'est plus le vecteur d'apprentissage qui devient l'objet de recherche et de travail, avec plusieurs questions autour de peut-on apprendre sérieusement en jouant, comment construire ces outils et comment en valider la valeur éducative, et sur quels modèles économiques en assurer le développement et la mise à disposition au plus grand nombre ?

Pour répondre à la question de savoir si un jeu peut être sérieux et avoir une vertu pédagogique, il faut revenir à la définition d'un jeu. Selon le dictionnaire, un jeu est « une forme d'activité concurrentielle ou un sport joué selon des règles, amenant à un résultat ou un classement », ce qui implique un jugement de la performance du joueur. Lorsque des élèves sont invités dans une salle de classe à résoudre un exercice de mathématiques sur un bout de papier, il s'agit ni plus ni moins qu'un jeu excessivement sérieux, voire ennuyeux. En effet, on y retrouve tous les ingrédients : un but, certaines règles, et une concurrence entre étudiants. Cependant, l'étudiant « normal » en train de résoudre un exercice mathématique n'a pas l'air de jouer ou de s'amuser. Il est en train de travailler. Le jeu consiste à « s'engager dans une activité de loisirs et de plaisir, plutôt que dans un but sérieux ou pratique ». Jouer à des jeux signifie donc que nous choisissons de participer à une activité avec des règles et une concurrence, avec un objectif qui n'est ni sérieux ni pratique. Il y a donc un paradoxe à dire « jouer à un jeu sérieux ». Travailler au travers un jeu sérieux serait

probablement plus approprié. Les anglo-saxons se posent moins de questions à ce sujet, et le concept de Serious Games à l'Université pose moins de problèmes métaphysiques aux Professeurs, Doyens et Présidents ...

L'objectif des éducateurs utilisant des Serious Games est de trouver un compromis entre l'aspect « sérieux » du jeu et le plaisir qu'il pourrait fournir. Alvarez et *al.* confirment cette nécessité d'un compromis [14]. Les jeux sérieux ont à la fois un scénario utilitaire et un scénario de divertissement. Parce que les jeux sérieux peuvent être utilisés dans plusieurs contextes différents, un Serious Game dans le domaine de l'éducation devrait plutôt être appelé « jeu éducatif ». Gardons alors la définition de Freitas : « applications utilisant les caractéristiques de jeux vidéo et informatiques pour créer des expériences d'apprentissage attrayantes et immersives pour répondre à des objectifs d'apprentissage spécifiques, fournir des résultats, et permettre de vivre des expériences formatrices ».

### ***Simulation virtuelle en pratique***

Les Serious Games sont donc des applications informatiques, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux (SERIOUS) tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec les ressorts ludiques issus du jeu vidéo (GAME) dédiés à l'éducation, la formation, et l'évaluation d'apprenants [15]. Il existe désormais de très nombreux SG dans le domaine médical, plusieurs centaines actuellement à notre connaissance, la majorité à destination des patients (éducation thérapeutique), beaucoup moins à destination des professionnels de santé. Nous renvoyons pour plus de détails à cette revue générale [16]. Notre laboratoire a désormais l'expérience de huit SG, deux dédiés au grand public pour la formation aux gestes qui sauvent ([www.stayingalive.fr](http://www.stayingalive.fr)) et la sensibilisation à l'accouchement ([www.borntobealive.fr](http://www.borntobealive.fr)), et six dans les aires cardiovasculaires, traumatologie, et périnatalogie, dédiés aux professionnels de soins. Ils seront exposés pendant la séance orale.

Brièvement, ces SG sont construits avec une méthodologie identique à celle utilisée pour créer un exercice de simulation classique. Des experts se réunissent pour adresser une problématique spécifique, avec des objectifs pédagogiques adaptés à une cible, en formation initiale ou continue, pour un professionnel de santé médical ou para-médical, seul ou en équipe, qui va pouvoir réaliser une prise en charge dans un environnement virtuel reconstituant un cadre professionnel habituel, où il retrouve les outils normalement à sa disposition. Seul ou en équipe (soit en activant des actions d'autres professionnels, soit demain en jouant à plusieurs), il effectue une prise en charge dans un ordre et un temps donné, qui sont bien sûr enregistrés par le logiciel. Le joueur (ou mieux l'apprenant) interagit avec des avatars de patients et des objets, le tout avec des modules ou « briques » qui permettent d'engager une conversation (un interrogatoire par exemple), de réaliser des gestes médicaux (pour certains reproduits en 3D grâce à des techniques de « motion capture » comme

mettre une voie veineuse, faire un ECG ou une révision utérine), d'administrer des médicaments, de prescrire des examens complémentaires, de consulter des documents multimédias (images, vidéos) comme une coronarographie ou une IRM, de voir des réponses physiologiques ou non à des actions (moteur physiologique), et même de faire une analyse médico-économique. L'ensemble de ces actions sont conduites jusqu'à la fin de l'expérience, et sont comparées à une grille de correction qui correspond le plus souvent à des recommandations d'experts internationaux ou français, les mêmes le plus souvent qui sont les responsables pédagogiques des jeux créés. Ceci amène à une note, et à une correction personnalisée (équivalente au débriefing des simulations sur mannequin en présentiel), mais dématérialisée, qui permettent à l'apprenant de refaire la même expérience ou une autre proche du premier cas, mais avec une marge de progression enregistrée sur un LMS (Learning Managing System). En effet, ces SG peuvent être opérés sur des plateformes numériques « en cloud », qui permettent de suivre l'apprenant, et de le connecter à des programmes complémentaires de type MOOC ou E-learning, et de visualiser sa courbe d'apprentissage, tant en terme de connaissance que de compétence technique.

Pour réaliser ces SG, il faut donc réunir des médecins experts, idéalement les meilleurs de la problématique adressée, surtout si on pense à exporter le logiciel après traduction et customisation pour s'adapter aux pratiques des pays étrangers. Il convient également de mettre en place une expertise pédagogique (celle de l'université et d'ingénieurs en pédagogie par exemple, qui savent (a) proposer de bonnes et fausses pistes dans les jeux (gameplay ou meduplay<sup>TM</sup>) [17], (b) trouver un compromis entre jeu trop facile ou trop difficile basé sur une bonne définition de la cible pour éviter le risque d'abandon en cours de jeu et générer ainsi l'addiction potentielle (on veut à tout prix avoir le meilleur score), (c) créer éventuellement plusieurs niveaux d'entrée dans le jeu, et (d) activer les éléments de motivation intrinsèque et extrinsèque pour obtenir la participation la plus importante possible [18]. Ces éléments sont pour le premier le plaisir d'apprendre, d'acquérir de nouvelles compétences, d'être meilleur de jour en jour, voire meilleur que son collègue, pour le second le caractère obligatoire et accréditant du SG. Il convient enfin de réunir des expertises dans la création de jeux vidéos, à savoir des infographistes 2D et 3D, des codeurs informatiques, et des compétences pour articuler les différentes briques du SG.

Notre retour sur les 8 premiers jeux créés dans notre laboratoire, avec la collaboration du groupe industriel Dassault Systèmes, et la startup travaillant sous convention avec notre groupe, sont assez spectaculaires. Concernant les jeux à destination du grand public, nous avons, via les réseaux sociaux (Facebook) et après traduction dans différentes langues étrangères et soutien des experts locaux su sujet, bénéficié d'une audience très importante (plus de 5 millions de clics par exemple sur le site <http://www.stayingalive.fr>, et plus de 30 000 personnes ayant effectué les premiers gestes de réanimation sur l'avatar dans quasiment tous les pays du monde). La possibilité de publier son score (temps nécessaire au joueur pour réanimer un arrêt cardiaque en pratiquant appel, massage et défibrillation sur sa page Facebook)

permettait de provoquer un engagement citoyen, accentué par l'utilisation d'un gameplay de type « guitar hero » réalisée sur la musique homonyme des Bee Gees (Figure 1) [19]. Nous sommes en cours d'évaluation de l'intérêt de ce SG pour la sensibilisation, la formation et l'évaluation des connaissances des jeunes collégiens français de manière annuelle, dans la formation à la journée d'appel citoyen, et dans les entreprises ou les lieux publics (gares et aéroports).

Concernant les SG pour les professionnels, il convient de dire qu'ils ont été financés quasi-exclusivement par les industriels de la pharmacie, dont des groupes français, ainsi que par le Service de Santé des Armées Françaises pour un jeu dédié à la prise en charge des blessés de guerre. L'un des plus spectaculaires a été consacré à l'hémorragie du post-partum, première cause de mort et de complications de l'accouchement, en France comme dans le Monde, avec le soutien du LFB. Brièvement, l'apprenant se retrouve en situation de prise en charge d'une patiente qui se sent faible 15 minutes après l'accouchement (Figure 2). Utilisé en enseignement dirigé (avec un instructeur et un seul ordinateur en faisant participer une quinzaine d'apprenants, ou seul sur Internet sur une plateforme sécurisée), les apprenants effectuent dans le bon ordre une suite logique d'actions impliquant une sage-femme, un obstétricien, une infirmière, et l'anesthésiste réanimateur. Les retours en terme de satisfaction des utilisateurs sont excellents, et sont en cours des études visant à mettre en évidence la valeur pédagogique et le rapport coût-efficacité de ces jeux. Présentés en abstract à la SFAR (Société Française d'Anesthésie Réanimation), nous avons pu établir que tant sur le plan des vertus pédagogiques (pour augmenter le niveau de connaissance et de compétence technique) que sur le plan des capacités à pouvoir évaluer correctement un apprenant (lui donner une note en pratique), les SG font aussi bien que les expériences sur mannequins, tout en coûtant beaucoup moins cher, en terme de temps de formateur que d'argent [20, 21]. En effet, après un investissement initial important dédié à la création et la mise en place/déploiement du SG, le coût par personne formée ne fait que décroître, à la différence de l'enseignement sur mannequin qui requiert toujours des formateurs et donc des coûts additionnels à chaque nouvelle séance.

### ***L'avenir***

Les Serious Games médicaux vont poursuivre leur évolution technique et pédagogique de manière accélérée dans les prochaines années [22]. Abordons d'emblée les SG pour les professionnels de santé. Couplés avec l'enseignement à distance, mais/et en complément de la simulation sur plateforme, ils deviendront en effet un outil incontournable pour la formation et l'évaluation. Les principales évolutions à attendre sur le plan technique sont d'abord la capacité à les produire de plus en plus vite et de moins en moins chers. La reconnaissance vocale et de nouvelles interfaces de jeu verront le jour, de même que la vision stéréoscopique (en relief), tandis que les interactions dans le jeu seront de plus en plus naturelles. Sur le plan pédagogique, la customisation deviendra courante, ce qui signifie que ces SG, attendus qu'ils adres-

**2012**

Available for iPad  
All for free

[www.stayingalive.fr](http://www.stayingalive.fr)

**stayingalive**

**4 minutes to save a life in 3D**  
Live a unique 3D Experience and learn, through an online 3D simulation, how to save a virtual person suffering from a cardiac arrest.

**Staying Alive 3D | Level 1**  
Your colleague just suffered a cardiac arrest and collapsed on the office floor. You have 4 minutes to save him through a virtual 3D Experience during which you will learn the basic actions and gestures.  
Call the emergency services, practice CPR and use a defibrillator.  
Level: Beginner  
Environment: Office  
Staying Alive 3D | Level 1

**Staying Alive 3D | Level 2**  
A member of your soccer team suddenly collapsed during training. Learn and apply the right actions and gestures to quickly save his life. Ask your friends to call the emergency services and find a defibrillator while you practice CPR and prepare to administer an electric shock.  
Level: Advanced  
Environment: Soccer field  
Staying Alive 3D | Level 2

Icones représentant les grandes étapes pour la mémorisation

Interactivité 3D temps Réel pour une simulation conforme à la réalité

Témoin de succès pour la mesure du comportement

« Gamification » pour mieux apprendre





FIG. 1. — L'exemple du jeu StayingAlive pour le Grand Public (Version Anglaise).

Sur le site [www.stayingalive.fr](http://www.stayingalive.fr), le grand public peut trouver de l'information sur les gestes qui sauvent en cas de mort subite, tandis que 2 scènes interactives sont mises à sa disposition (mort subite dans un bureau ou au stade), où le joueur doit répéter la bonne séquence de gestes de premier secours de base (appeler le 15, masser le cœur, utiliser un défibrillateur). La diffusion de cette expérience est assurée par un cercle vertueux sur un réseau social international qui permet d'envoyer son score à ses contacts et de déclencher un élément nouveau de motivation et d'engagement.

seront des pathologies faisant consensus sur les différentes modalités de diagnostic et de thérapeutique, pourront être facilement adaptés à différentes conditions de pratique médicale, pour différents pays et différentes langues. Ces SG pourront être utilisés pour réaliser des évaluations de pratique professionnelle et mesurer leurs changements au cours du temps, mais aussi des mesures médico-économiques, de la recherche au travers de communautés et réseaux professionnels, qui pourront par exemple soigner des patients virtuels sur ces environnements avant de soigner les vrais cas, dans le cas de pathologies plus chroniques pouvant poser des problèmes aux thérapeutes. Des « big data » seront générées issus de ces solutions et seront exploitées. Enfin, et à l'instar de ce qui a été fait dans d'autres secteurs professionnels [23], les preuves de leur efficacité pédagogique et coût/efficacité seront apportées par des travaux de recherche visant à mettre en évidence, dans des études randomisées

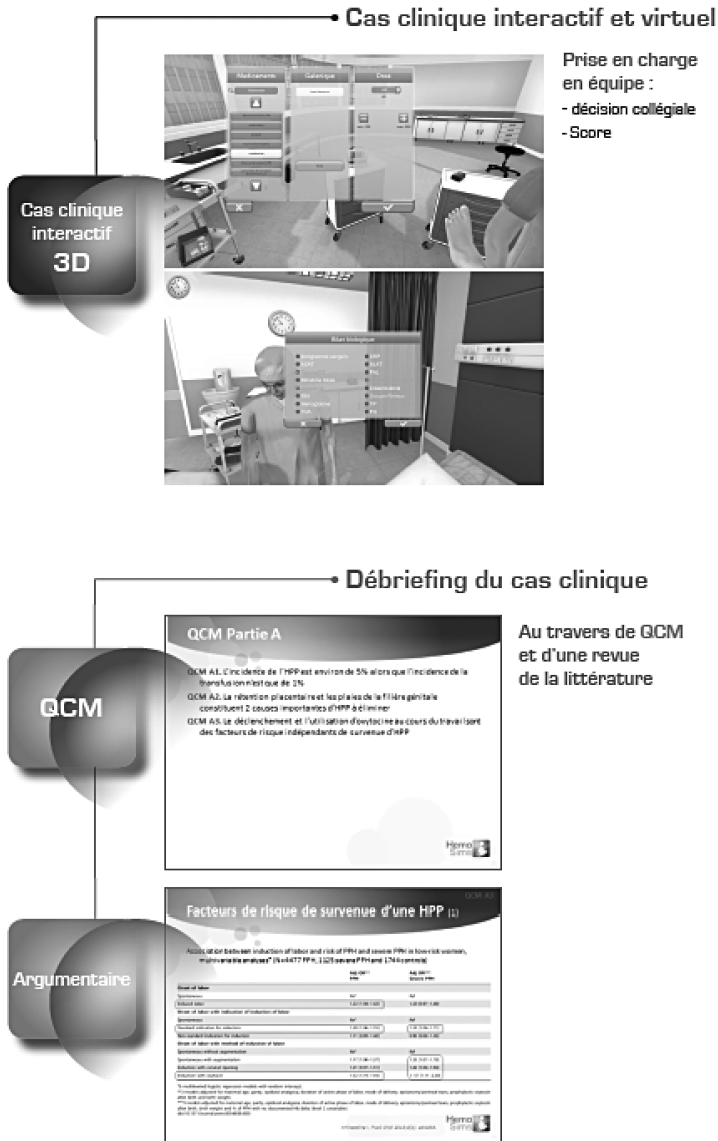


FIG. 2. — L'exemple du jeu Hemosims HPP sur l'hémorragie du post-partum pour les professionnels. Dans l'expérience Hemosims HPP, les professionnels de santé sont amenés à gérer le cas d'une patiente qui présente un malaise en post-partum (quelques minutes après l'accouchement). Les actions et leur ordre de réalisation sont enregistrés, et donnent lieu à une note, et un débriefing personnalisé, ainsi qu'à un accès à un programme d'E-Learning et les avis des experts sur la prise en charge de l'HPP, en accord avec les recommandations internationales.

ou avant/après, (a) l'amélioration de la formation avec possibilité d'utilisation pour évaluation individuelle ou collective donnant lieu à accréditation [24], puis (b) l'amélioration de la qualité des soins, et « last but not least » une diminution de leurs coûts.

Concernant les SG pour le grand public, témoin ou patient, ils feront leur preuve de service médical rendu et de coût/efficacité en ralentissant l'évolution de certaines maladies et en changeant certains comportements (asthme, diabète, maladies neuro-dégénératives, alcoolisme, toxicomanie, IST, par exemple) par l'obtention d'une sensibilisation, ou meilleure observance à un traitement, ou bien encore activation de voies neuro-sensorielles spécifiques [25]. Ici, c'est le modèle économique de ces jeux et de leur renouvellement (mise à jour en terme technique et de contenu) qui devra être mieux précisé.

Enfin, l'ensemble de ces jeux seront produits par un écosystème, fait de nouveaux métiers travaillant dans le cadre de la E-santé, réunissant des médecins, des informaticiens, et des spécialistes de la pédagogie, créant ainsi de nouveaux métiers, et la France est bien placée dans ce domaine pour être, pour une fois, dans ce secteur un leader, à la différence de ce qu'elle a pu être jadis pour la simulation au sens large, notamment la simulation sur mannequins.

## CONCLUSION

Les Serious Games médicaux sont un moyen attractif et pertinent pour accroître la sensibilisation et la formation des utilisateurs professionnels de santé ou patients en utilisant le mélange de contenus sérieux et d'éléments de motivation intrinsèque (participer à une activité ludique, engageante, avec parfois même des éléments de compétition) et de motivation extrinsèque (c'est comme cela qu'on va évaluer et sanctionner une formation, valider une compétence, et certifier ou re-certifier un professionnel de santé). Nous ne sommes qu'au début de la création, du déploiement, et de l'utilisation de ces outils. L'avenir est devant nous, et le savoir-faire français dans ce domaine, regroupé en écosystèmes très compétitifs, associé à une vision innovante de l'enseignement de la médecine en France, laisse présager de très importants développements et succès.

## RÉFÉRENCES

- [1] Rowe M, Frantz J, Bozalek V. The role of blended learning in the clinical education of healthcare students: a systematic review. *Med Teach*. 2012; 34(4):e216-21.
- [2] Ruiz JG, Mintzer MJ, Issenberg SB. Learning objects in medical education. *Med Teach*. 2006 Nov;28(7):599-605.
- [3] Prensky, M. Digital natives, digital immigrants part 1. *Horiz*. 9, 1-6 (2001).
- [4] Boet S, Jaffrelot M, Naik VN, Brien S, Granry JC. Simulation in healthcare in North America: update and evolution after two decades. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2014 May;33(5):353-7.

- [5] Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2011 Sep 7;306(9):978-88.
- [6] Lenhart A, Jones S, Ranki Macgill A. Adults and Video games. [En ligne] Disponible sur : [http://www.pewinternet.org/files/old-media//Files/Reports/2008/PIP\\_Adult\\_gaming\\_memo.pdf](http://www.pewinternet.org/files/old-media//Files/Reports/2008/PIP_Adult_gaming_memo.pdf) (consulté le 20 octobre 2015)
- [7] Anderson C, et al. Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: a meta-analytic review. *Psychol. Bull.* 136, 151-173 (2010).
- [8] Dorval M, Pépin M. Effect of playing a video game on a measure of spatial visualization. *Percept. Mot. Skills*. 1986;62:159-162.
- [9] Green C, Bavelier D. Action video game modifies visual selective attention. *Nature*. 2003;423:534-537.
- [10] Dye M, Green C, Bavelier D. Increasing Speed of Processing With Action Video Games. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 18,321-326(2009).
- [11] Dye M, Green C, Bavelier D. The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia*. 2009;1780-1789.
- [12] Anguera J et al. Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*. 2013;501:97-101.
- [13] De Freitas S. Learning in immersive worlds. *Lond. Jt. Inf. Syst. Comm.* ; 2006.
- [14] Alvarez J, Djaouti D. Une taxinomie des serious games dédiés au secteur de la santé. *Revue Lelectricite Lelectronique*. 2008;91.
- [15] Ritterfeld U, Weber R. Video games for entertainment and education. *Play. Video Games Motiv. Responses Consequences Mahwah NJ Lawrence Erlbaum Assoc.* 2006:399-413.
- [16] Graafland M, Schraagen JM, Schijven MP. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *Br. J. Surg.* 2012;99:1322-1330.
- [17] Prensky, M. The motivation of gameplay: The real twenty-first century learning revolution. *Horiz.* 2002;10:5-11.
- [18] Deci E, Koestner R, Ryan R. Extrinsic Rewards and Intrinsic Motivation in Education: Reconsidered Once Again. *Rev. Educ. Res.* 2001;1:1-27.
- [19] Staying Alive. [En ligne] Disponible sur : [http://www.stayingalive.fr/index\\_us.html](http://www.stayingalive.fr/index_us.html) (consulté le 20 octobre 2015)
- [20] Galland A, Pasquier P, Tesniere A, Mignon A. Simulation sur mannequin ou simulation informatique (serious game) ? L'exemple de l'Hémorragie du Post-Partum (Hemosims). *Ann Fr Anesth Reanim.* 2014;33:R306.
- [21] Amine M, Varenne O, Tesniere A, Mignon A. Simulation sur mannequin ou simulation informatique (Serious Game) ? L'exemple du Syndrome Coronarien Aigu (SCA Life). *Ann Fr Anesth Reanim.* 2014;R304.
- [22] Lameris, P. Essential Features of Serious Games Design in Higher Education. *Learning*. 2015; 4:05.
- [23] Freeman, S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2014;111:8410-8415.
- [24] Primack A, et al. Role of video games in improving health-related outcomes: a systematic review. *Am. J. Prev. Med.* 2012;42:630-638.
- [25] Girard C, Ecalle J, Magnan A. Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies. *J. Comput. Assist. Learn.* 2013;29:207-219.