

Technologies immersives et acquisition de compétences : une discussion

Immersive Technologies and Skill Acquisition: A Discussion

Tecnologías inmersivas y adquisición de competencias: Un debate

<https://doi.org/10.52358/mm.vi15.347>

Yann Verchier, professeur associé
Université de Technologie de Troyes, France
Université de Sherbrooke, Canada
yann.verchier@utt.fr

Christelle Lison, professeure
Université de Sherbrooke, Canada
christelle.lison@usherbrooke.ca

Chloé Duvivier
Université de Technologie de Troyes, France
chloe.duvivier@utt.fr

RÉSUMÉ

Durant les dernières années, les outils numériques ont permis de concevoir et d'animer des formations dans un autre espace-temps. Toutefois, les interfaces classiques de visioconférence montrent leurs limites en face à face à travers un écran. L'essor des technologies immersives (réalité augmentée, réalité virtuelle, visites immersives, systèmes de téléprésence...) permet d'envisager de nouvelles dynamiques de formations et de nouvelles possibilités d'interactions, soutenant alors la démarche d'acquisition de compétences essentielles au monde du travail. Au regard de la diversité des domaines d'utilisation de ces



technologies, de leurs usages et des publics auxquels elles s'adressent, cet article s'interroge sur les intentions pédagogiques lors de l'utilisation de ces outils ainsi que leurs limites éventuelles.

Mots-clés : technologies immersives, réalité virtuelle, réalité augmentée, compétences, compétences transversales, intention pédagogique

ABSTRACT

In recent years, digital tools have made designing and facilitating trainings in a different time space possible. However, traditional video conferencing interfaces show their limitations in face-to-face screen settings. The rise of immersive technologies (e.g. augmented reality, virtual reality, immersive visits, telepresence systems) allows us to envisage new training dynamics and new interaction possibilities, supporting the acquisition of essential skills for the world of work. Considering the diversity of the fields of use of these technologies, their uses, and the audiences they address, this article questions the pedagogical intentions when using these tools as well as their possible limits.

Keywords: immersive technologies, virtual reality, augmented reality, skills, soft skills, educational intention

RESUMEN

En los últimos años, las herramientas digitales han hecho posible diseñar e impartir formación en otro tiempo-espacio. Sin embargo, las interfaces de videoconferencia tradicionales muestran sus límites en las sesiones cara a cara. El auge de las tecnologías inmersivas (realidad aumentada, realidad virtual, visitas inmersivas, sistemas de telepresencia...) permite prever nuevas dinámicas de formación y nuevas posibilidades de interacción, apoyando así el proceso de adquisición de competencias esenciales para el mundo laboral. Teniendo en cuenta de la diversidad de los ámbitos de utilización de estas tecnologías, de sus usos y de los públicos a los que se dirigen, este artículo cuestiona las intenciones pedagógicas al utilizar estas herramientas, así como sus posibles límites.

Palabras clave: tecnologías inmersivas, realidad virtual, realidad aumentada, competencias, competencias transversales, intención educativa

Introduction

Nombre d'établissements d'enseignement supérieur s'inscrivent aujourd'hui dans une approche par compétences afin d'amener les apprenants à développer des savoir-agir complexes (Tardif, 2006) leur permettant de trouver des solutions originales à des problèmes inédits. Cette transformation des programmes de formation s'inscrit par ailleurs dans la mouvance des entreprises pour qui le développement de compétences en continu est essentiel considérant l'évolution perpétuelle des savoirs. Ainsi, afin de favoriser le développement des compétences des étudiants, les formations s'appuient de



plus en plus sur les nouvelles technologies, notamment immersives (Gorisse *et al.*, 2018), en particulier dans les domaines techniques.

Force est de constater, dans les dernières années, à quel point les outils numériques ont permis de concevoir et d'animer des formations dans un autre espace-temps (Landa *et al.*, 2019). Toutefois, les interfaces comme Zoom ou Teams montrent leurs limites en face à face écran. Au-delà de la fatigue (Fauville *et al.*, 2021) et des difficultés techniques soulevées par un certain nombre d'utilisateurs, ces outils sont peu immersifs, c'est-à-dire que l'on constate un manque de mobilisation des sens, comme cela se fait naturellement en présentiel. Partant de ce constat, dans cet article, nous nous intéressons aux technologies immersives que sont la réalité augmentée, la réalité virtuelle, les visites immersives ainsi que l'usage de robots de téléprésence; ces différents dispositifs pouvant aller jusqu'à l'immersion totale (Slater, 2009), dans le cas par exemple des métavers.

Compte tenu de la diversité des domaines d'utilisation de ces technologies (médecine, biologie, industrie...), de leurs usages (visualisation de phénomènes, acquisition de savoir-faire professionnels, lieux d'échanges linguistiques...) et des publics auxquels elles s'adressent (étudiants, professionnels en exercice...), plusieurs questions peuvent être soulevées : quelles sont les intentions pédagogiques lors de l'utilisation de dispositifs immersifs? Comment prendre en compte les interactions humaines nécessaires à l'apprentissage et au développement de compétences générales ou transversales (*soft skills* en anglais) dans ces cadres virtuels? Comment assurer le transfert en contexte réel de compétences développées dans des environnements virtuels et ainsi aller au-delà de la simple visualisation ou de l'acquisition de connaissances? Comment gérer la plus faible mobilisation des sens lors de l'expérience immersive en comparaison avec une approche multisensorielle plus naturelle lors de l'apprentissage en situation réelle? Sans prétendre répondre de manière exhaustive à chacune de ces questions, nous tentons d'alimenter la réflexion dans une perspective d'enseignement et d'apprentissage.

Une variété de dispositifs immersifs

Avant de rentrer dans le détail de l'utilisation des dispositifs immersifs, il nous semble important de séparer le matériel ou l'outil de l'environnement numérique d'utilisation. En effet, les systèmes de réalité augmentée viennent mettre une surcouche d'information sur le réel via l'utilisation d'un *smartphone* ou d'une tablette. L'objectif est que le matériel favorise une certaine mobilité pour ajouter de l'information, soit de manière non dynamique en visant de façon fixe une cible à augmenter (par exemple, un appareil de mesure sur lequel l'information des commandes serait ajoutée), soit de manière dynamique en déplaçant l'interface physique sur une scène physique globale (par exemple, un laboratoire qui serait observé et sur lequel le matériel de sécurité serait ajouté à mesure du balayage de la scène). Les systèmes de réalité virtuelle, pour leur part, nécessitent un casque qui va permettre d'avoir accès à des environnements immersifs. Ces environnements peuvent être virtuels, c'est-à-dire qu'ils sont créés de toute pièce à l'aide de logiciels de design 3D (par exemple, la conception d'une future rame de train permettant de tester l'habitabilité d'un wagon et l'optimisation des espaces) ou peuvent s'appuyer sur des environnements réels filmés ou photographiés (par exemple, des vidéos ou des photos 360 degrés). En général, pour des raisons de contraintes matérielles et/ou de bande passante, l'immersion dans des espaces réels est asynchrone. Mentionnons que ces systèmes de réalité virtuelle ont été étendus dans le cadre des projets de métavers, qui sont des mondes virtuels dans lesquels les différents utilisateurs peuvent interagir, se rencontrer et mener diverses activités (Guitton et Roussel, 2022). Dans ce cadre, c'est l'interaction entre les participants qui semble recherchée en premier lieu, notamment via la création ou la réunion de communautés d'utilisateurs.



Nous pouvons aussi mentionner l'utilisation de robots de téléprésence comme terminaux d'accès à un environnement réel (Kristoffersson *et al.*, 2013). Dans ce cas, l'utilisateur qui est à distance pilote le robot et peut donc être acteur de la session à laquelle il participe. Moins passif que lors d'une réunion en visioconférence au cours de laquelle la caméra est fixe et limitée à l'échelle d'une salle de réunion, le robot de téléprésence permet de se déplacer dans un environnement réel tout en étant piloté à distance. L'utilisateur peut choisir la zone visionnée et ainsi vivre une expérience à distance, mais en synchrone (par exemple, l'utilisation de robots pour les apprenants empêchés d'aller sur leur lieu de formation). Cette configuration peut être considérée comme immersive, car l'utilisateur peut vivre une expérience à distance en temps réel y compris en participant aux temps plus informels.

Des dispositifs qui soutiennent les intentions pédagogiques

Au-delà de la technologie utilisée, il nous semble important, dans le champ de la formation tant initiale que continue, de nous interroger sur les intentions pédagogiques associées à l'utilisation de ces différents outils. En effet, ce sont les cibles, en termes d'apprentissage, qui devraient guider le choix de l'outil ou de la technologie mobilisée, et ce, dans une perspective d'alignement pédagog numérique réfléchi et scénarisé.

Une première et très fréquente raison de l'utilisation d'un système immersif est la visualisation de phénomènes microscopiques difficiles à modéliser, donc à concevoir, ou bien dans le cas d'objets scientifiques difficiles d'accès pour des raisons de sécurité ou des raisons médicales. Dans ces différents cas, la réalité augmentée peut être utilisée pour voir sous différents angles et avec la possibilité de zoomer sur les éléments représentés (figure 1). C'est le cas, par exemple, pour la visualisation de structures cristallines en chimie ou la visualisation d'éléments du corps humain difficilement accessibles en dehors d'une action de dissection. Dans ce cadre, l'objectif est purement la visualisation, sans pour autant ajouter de l'information sur une structure physique existante.



Figure 1

Application *Mirage Crystallography* de réalité augmentée permettant la visualisation 3D de structures cristallines



Note. © Auteurs.

Une deuxième raison de l'utilisation d'un système immersif est l'entraînement des apprenants aux gestes professionnels dans des situations complexes pour lesquelles les erreurs ne sont pas tolérables. C'est le cas, par exemple, pour l'entraînement à la maintenance nucléaire, situation dans laquelle l'opérateur est immergé dans une salle de contrôle et peut agir sur différents éléments selon un scénario de crise scénarisé en amont. Nous sommes ici dans l'entraînement et le développement de compétences (Tardif, 2006) en vue d'enrichir une expertise essentielle dans des situations complexes et inédites.

Une troisième raison de l'utilisation d'un système immersif est la réalisation de simulations dans lesquels le travail en équipe et la coordination sont essentiels. C'est le cas, par exemple, dans le domaine médical où chaque acteur d'un bloc opératoire se retrouve dans une salle virtuelle avec possibilité d'agir et d'échanger du matériel pour mener à bien certaines procédures liées à une opération. Dans ce cadre, les différents participants peuvent être de structures différentes et apprennent ainsi de nouvelles manières de fonctionner et de collaborer. Cela peut être fortement utile dans le cas de simulations à destination de formations dans lesquelles la réflexivité est un temps essentiel de la formation (Bowyer *et al.*, 2008; Sheng *et al.*, 2020).

Une quatrième raison de l'utilisation d'un système immersif est le développement de compétences dites transversales, comme la communication ou la curiosité. C'est le cas, par exemple, de certains dispositifs immersifs qui permettent de se rencontrer dans un monde virtuel afin de pouvoir pratiquer une langue étrangère et d'échanger sur la culture d'un pays. Ces dispositifs s'appuient sur de la réalité virtuelle avec un casque de RV favorisant les interactions entre les acteurs et permettent de repenser la notion d'échange linguistique. Notons que dans cette situation, l'utilisation d'un avatar permet parfois de



surmonter certains blocages (timidité, place dans le groupe, peur de l'erreur...) qui peuvent être des freins à l'apprentissage d'une langue. C'est également l'occasion pour les participants de découvrir des éléments de l'ordre de l'architecture, de la cuisine ou encore de la culture au sens large du terme (Burkhardt, 2007).

Une cinquième raison de l'utilisation d'un système immersif est la possibilité de se projeter dans un nouveau lieu ou dans un nouvel environnement de formation. C'est le cas, par exemple, des visites immersives réalisées dans certains établissements d'enseignement supérieur qui permettent aux jeunes d'assister de manière asynchrone à un cours magistral ou à une séance de travaux dirigés en s'immergeant à travers une vidéo 360 degrés. L'objectif de ces systèmes est de permettre à un apprenant de découvrir, en amont, les locaux, les acteurs, l'ambiance en formation et tout autre élément permettant d'anticiper et de faciliter l'intégration à une structure ou à un programme de formation et, pour une partie des futurs étudiants, de diminuer l'appréhension ou l'angoisse liée à la transition vers l'enseignement supérieur (Charrier *et al.*, 2010; Grandpierre 2019).

Les dispositifs immersifs et le développement de compétences

Aujourd'hui, en France, comme dans d'autres pays, la question des compétences est au cœur des préoccupations du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, ainsi que des établissements en général (Lison et Paquelin, 2019). En effet, il ne s'agit plus seulement d'amener les apprenants à acquérir des connaissances, mais également à développer des compétences de haut niveau. Tardif (2006) définit la compétence comme « un savoir agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations » (p. 22), ce qui la place du côté du sujet agissant (Coulet, 2011).

Si l'on considère les compétences comme un ensemble de connaissances, de savoir-faire et de capacités comportementales, voire de savoirs devenir, en quoi les dispositifs immersifs permettent-ils le développement de compétences?

Dès la petite enfance, l'ensemble des sens est mobilisé au cours des apprentissages. C'est notamment le cas du toucher qui permet à l'enfant d'appréhender l'espace dans lequel il évolue et ainsi de s'y repérer et de prendre conscience de son environnement. On retrouve d'ailleurs cette notion dans un certain nombre de techniques d'enseignement à l'école maternelle et primaire, où les objets sont utilisés pour permettre la compréhension de certaines notions, notamment des notions abstraites, ainsi que le développement de certaines compétences. Dans l'enseignement primaire, en mathématiques par exemple, la manipulation d'objets est utilisée pour la compréhension des fractions (Gentaz, 2018; Ojose et Sexton, 2009).

Les dispositifs immersifs, grâce à leur association à des environnements virtuels, mobilisent différemment les sens de l'apprenant. Du point de vue de la « transmission de connaissances », ils diffèrent des supports d'apprentissage classiques tels que le discours oral ou les supports papier (livres, documents...). Cependant, ces dispositifs peuvent apporter une nouvelle dimension à l'apprentissage. Si l'on met de côté les formations de terrain, les environnements immersifs proposent d'évoluer dans la situation présentée jusqu'à maintenant de manière plutôt théorique. C'est le cas, entre autres, de leur utilisation pour former les professionnels à des travaux précis, dans des environnements spécifiques, nécessitant le développement de certains comportements et réflexes, par exemple, les sites industriels dangereux. Du point de vue du développement des savoir-faire, notamment professionnels, l'utilisation des technologies



immersives peut donc apporter de nouveaux éléments (Sheng *et al.*, 2020), en permettant la mise en place d'environnements d'exercices et de tests. La question de l'acquisition de ces savoir-faire, presque au sens de l'automatisation, et du transfert de connaissances d'un environnement virtuel vers un environnement réel peut alors se poser.

Au-delà des savoirs et des savoir-faire, le travail autour des capacités comportementales est un volet essentiel au développement de compétences. Elles correspondent à la capacité d'interagir et d'évoluer au sein d'un groupe ou d'un environnement spécifique. Ces capacités comportementales sont liées au concept de *soft skills* (Duru-Bellat, 2015), appellation utilisée actuellement dans plusieurs systèmes d'enseignement, dont le système français. Ces *soft skills* deviennent une partie intégrante des formations, notamment professionnelles. Nous les retrouvons régulièrement affichées dans le cadre de formations aux professionnels encadrant des équipes ou évoluant des environnements professionnels mettant au premier plan les interactions humaines. Ces compétences spécifiques sont toutefois difficiles à identifier, à observer et à évaluer. Par conséquent, les formations dédiées à les développer sont complexes à mettre en place. Du point de vue des dispositifs immersifs, les technologies sont particulièrement utilisées de manière appliquée pour des actions de ressources humaines et de recrutement, notamment pour des mises en situation professionnelles. Cependant, l'environnement virtuel amène à remettre en question les interactions : le langage non verbal, par exemple, semble difficile à « retranscrire » en dehors d'un environnement réel. Un intermédiaire, sous la forme de la technologie ou de l'environnement technologique, limite alors l'interaction humaine. Toutefois, n'est-ce pas déjà une amélioration par rapport à ce qui est vécu actuellement (Bouret *et al.*, 2014; Johnson, 2022b; Mignot *et al.*, 2019)?

Les limites des dispositifs immersifs

Même si bon nombre d'utilisateurs sont maintenant équipés de *smartphones*, les dispositifs les plus avancés nécessitent l'utilisation de casques de réalité virtuelle. Dès lors se pose la question de l'accès au matériel et au nombre d'utilisateurs en simultané. Cela ne posera pas forcément de problème dans le cas de simulations professionnelles où un opérateur se formera sur un temps donné, mais cela pourrait générer des contraintes si l'on souhaite former une promotion conséquente d'apprenants. De plus, nous pouvons nous demander comment les personnes pourront continuer leurs apprentissages en dehors de l'environnement de formation ou en dehors des heures prévues.

Mentionnons qu'il est également important de prendre en compte l'inclusivité de tels dispositifs qui sollicitent principalement la vision. En effet, les personnes déficientes visuelles ne pourront pas accéder aisément à ce type de technologie. De plus, plusieurs recherches (Johnson, 2022b; Séba *et al.*, 2019) soulèvent des problèmes de tolérance lors de l'utilisation prolongée de casques de réalité virtuelle.

De plus, il semble important que le design des environnements virtuels soit le plus abouti afin que l'expérience puisse être la plus réelle possible. Cela s'accompagne aussi d'un besoin accru d'interactivité dans les expériences immersives, comme la possibilité de déplacements ou encore l'interaction avec des objets. Actuellement, de nombreux « mondes » virtuels pâtissent en fait de leur manque de réalisme.

Dans le cadre d'éléments de formation à l'aide de dispositifs immersifs, il nous paraît également essentiel de se questionner sur la possibilité de transposition de compétences travaillées en situation réelle. Que dire d'un geste professionnel travaillé grâce à une application de réalité virtuelle? Est-ce que ce geste sera correctement effectué ensuite sur le terrain ou est-ce que la pratique du geste peut ne pas être assez poussée étant donné la limitation technologique? Comment dépasser le fait que l'action menée en situation



virtuelle puisse ne pas être conceptualisée par l'utilisateur et donc être conscrée à un environnement virtuel (Renoir *et al.*, 2020; Weber *et al.*, 2019)?

Tous ces éléments liés au matériel et à la consommation des données remettent aussi en question la soutenabilité de tels dispositifs. En effet, on constate une obsolescence rapide du matériel en raison de la rapide amélioration des technologies. De plus, plus les espaces virtuels immersifs sont visuellement aboutis et plus la consommation de données est importante, ce qui pourra impliquer à l'avenir un coût énergétique croissant lors du développement de ces technologies (Vidal *et al.*, 2017). Ces questions ne peuvent être ignorées par les établissements d'enseignement supérieur qui sont nombreux à s'engager, par divers moyens, dans la lutte contre les changements climatiques.

Enfin, nous pouvons nous questionner sur l'impact direct de ces dispositifs immersifs sur les dynamiques de formation. Comme nous l'avons mentionné, ces systèmes permettent de soutenir l'apprentissage et de développer des compétences nouvelles ou difficiles à atteindre dans des formats classiques de formation. Néanmoins, nous pouvons, voire nous devons nous interroger sur les risques d'éloignement des étudiants vis-à-vis des lieux de formation s'il advenait que ce type d'environnement soit de plus en plus utilisé. En effet, il nous semble indéniable, aujourd'hui plus que jamais peut-être, que l'on ne doit pas perdre de vue le rôle central que jouent les établissements d'enseignement supérieur en tant qu'espaces de socialisation et d'apprentissages informels.

Conclusion

Les technologies du Web 3.0, voilà ce que promettent les dispositifs immersifs, mais nous n'y sommes pas encore complètement (Johnson, 2022a). Comme nous l'avons brièvement illustré, nous constatons qu'il existe encore certaines limites pour que les apprenants bénéficient pleinement de ces nouvelles possibilités. Elles seront probablement franchies dans les années à venir. Pensons simplement, par exemple, aux gants tactiles qui pourraient permettre de ressentir des objets virtuels et ainsi de favoriser le développement de gestes professionnels.

Nous ne pouvons terminer ce texte sans soulever une question qui est aujourd'hui au cœur des préoccupations de nombreux établissements d'enseignement supérieur, soit celles des données personnelles des utilisateurs. Le fait d'être dans des dispositifs immersifs signifie-t-il que les utilisateurs partagent leurs données presque malgré eux? Cette question mérite d'être posée et éclaircie pour ne pas faire face à des conséquences imprévues pouvant entraîner des désagréments tant individuels que collectifs.

Liste de références

- Bouret, J., Hoarau, J., et Mauléon, F. (2014). *Le réflexe soft skills : Les compétences des leaders de demain*. Dunod.
- Bowyer, M. W., Streete, K. A., Muniz, G. M., et Liu, A. V. (2008). Immersive virtual environments for medical training. *Seminars in Colon and Rectal surgery*, 19(2), 90-97.
- Burkhardt, J. M. (2007). Immersion, représentation et coopération: discussion et perspectives empiriques pour l'ergonomie cognitive de la Réalité Virtuelle. *Intellectica*, 45(1), 59-87.
- Charrier, R., André, M., et Huynen, J. L. (2010, December). Évaluation d'un prototype de campus virtuel 3D relativement à la problématique de « l'échec en licence ». Dans *TICE2010, 7^e Colloque Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement*.



- Coulet J.-C. (2011). La notion de compétence : un modèle pour décrire, évaluer et développer les compétences. *Le travail humain*, 74(1), 1-30. <https://doi.org/10.3917/th.741.0001>
- Duru-Bellat, M. (2015). Les compétences non académiques en question. *Formation emploi*, 130(Avril-Juin) 13-29.
- Fauville, G., Luo, M., Queiroz, A. C., Bailenson, J. N., et Hancock, J. (2021). Zoom exhaustion & fatigue scale. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100119>
- Gentaz, E. (2018). *La main, le cerveau et le toucher: Approches multisensorielles et nouvelles technologies*. Dunod.
- Gorisse, G., Christmann, O., et Richir, S. (2018). De la présence à l'incarnation: proposition d'un méta-modèle pour la réalité virtuelle. *Interfaces numériques*, 7(1), 94-114. <https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.3295>
- Grandpierre, T. (2019). Visite virtuelle des salles blanches. *J3eA*, 18(Hors série 1), 1002. <https://doi.org/10.1051/j3ea/20191002>
- Guillon, P. et Roussel, N. (2022). Sur quelles technologies les métavers reposent-ils? *The Conversation*. <https://theconversation.com/sur-quelles-technologies-les-metavers-reposent-ils-177934>
- Johnson, M. (2022a). Faut-il s'intéresser au métavers? *Gestion*, (Hiver). <https://www.revuegestion.ca/faut-il-sinteresser-au-metavers>
- Johnson, M. (2022b). Travaillera-t-on réellement dans le métavers? *Gestion*, (Hiver). <https://www.revuegestion.ca/travaillera-t-on-reellement-dans-le-metavers>
- Kristoffersson, A., Coradeschi, S. et Loutfi, A. (2013). A review of mobile robotic telepresence. *Advances in Human-Computer Interaction*, (3). <https://doi.org/10.1155/2013/902316>
- Landa, M. S., Pierrot, L. et Ramirez, S. (2019, October). Des espaces-temps à l'épreuve du numérique. Dans *Numérique et lien social : appréhensions de la subjectivité et de l'altérité*.
- Lison, C., et Paquelin, D. (2019). La formation du supérieur: un levier de transformation des universités québécoises. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, (80), 61-70. <https://doi.org/10.4000/ries.8184>
- Mignot, E. G., Wolff, B., Kempf, N., Barabel, M., et Meier, O. (2019). *Former avec la réalité virtuelle. Comment les techniques immersives bouleversent l'apprentissage*. Dunod.
- Ojose, B. et Sexton, L. (2009). The effect of manipulative materials on mathematics achievement of first grade students. *The Mathematics Educator*, 12(1), 3-14. <https://tinyurl.com/2p8esmr>
- Renoir, N., Duvenci-Langa, S., Le Goff, C., Blatter, C., Gibbe, P., Létourneaux, F., Salvon, O. (2020, Octobre). Renforcement des compétences non-techniques dans un contexte inter-métiers, par la formation en réalité virtuelle. Dans *22^e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement*, Congrès Lambda Mu 22 « Les risques au cœur des transitions », Oct. 2020, Le Havre, France. <https://hal.science/hal-03348009/document>
- Séba, M. P., Maillot, P., Hanneton, S., Dietrich, G. et Andrieu, B. (2019, Octobre). Effet de l'âge sur la tolérance et l'adaptation aux dispositifs de réalité virtuelle. Dans *18^e congrès international de l'Association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives (ACAPS)*, Oct. 2019, Paris, France. <https://hal.science/hal-02956158/document>
- Sheng, B., Saleha, M., et Younhyun, J. (2020). Chapter Twenty – Virtual and augmented reality in medicine. Dans D. Dagan Feng (dir.), *Biomedical Information Technology* (pp. 637-686). AcademicPress.
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*, 364(1535), 3549-3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- Tardif, J. (2006). *L'évaluation des compétences : documenter le parcours de développement*. Chenelière Éducation.
- Vidal, G., et Laroche, F. (2017). *Vers des applications numériques « durables » pour les institutions patrimoniales*. Rapport d'étude. Université Paris 13 – École Centrale de Nantes.
- Weber, M. L., Rodhain, F., et Fallery, B. (2019). Usage de la réalité virtuelle et développement individuel des enseignants-chercheurs. Une approche par la didactique professionnelle. *Management Avenir*, (6), 37-57. <https://doi.org/10.3917/mav.112.0037>