médiations & médiatisations
Revue internationale sur le numérique en éducation et communication

Le potentiel didactique et pédagogique des technologies immersives en classe de Monde contemporain : opportunités et défis

The Didactic and Pedagogical Potential of Immersive Technologies in Contemporary World Classroom: Opportunities and Limits

El potencial didáctico y pedagógico de las tecnologías inmersivas en el aula de Mundo contemporáneo: oportunidades y límites

https://doi.org/10.52358/mm.vi16.359

Normand Roy, professeur
Université de Montréal, Canada
normand.roy@umontreal.ca

Bruno Poellhuber, professeur
Université de Montréal, Canada
bruno.poellhuber@umontreal.ca

Marie-Claude Larouche, professeure
Université du Québec à Trois-Rivières, Canada
marie-claude.larouche@uqtr.ca

© Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

RÉSUMÉ

Les technologies immersives sont de plus en plus présentes dans le contexte éducatif. Même si certaines méta-analyses ont montré un résultat positif de certaines technologies immersives TI (Chen *et al.*, 2020; Coban *et al.* 2022), nous devons encore explorer ses applications pratiques dans les classes. Les avantages pédagogiques ont été mentionnés à plusieurs reprises (Freina et Ott, 2015, Di Natale *et al.*, 2020), mais ils peuvent être modérés par de nombreux défis dans la salle de classe. Dans cet article, nous avons proposé de faire la lumière sur deux études de cas d'exploitation pédagogique de la technologie immersive à l'aide de casques au niveau secondaire en univers social. Les expériences ont été documentées par des groupes de discussion avec les élèves et des entretiens individuels avec les enseignants. Le premier cas proposait d'explorer le conflit en Syrie sous différents angles, avec l'aide de vidéos à 360° et d'une application de visualisation de lieux dans le monde. Le second cas visait à amener les élèves à comparer la réalité passée et présente dans le contexte de Pékin, à partir de vidéos à 360° en réalité virtuelle. Les résultats ont montré que les TI ont un certain potentiel, mais que de nombreuses conditions doivent être mises en place pour en arriver à un usage pédagogique efficace.

Mots-clés : technologies immersives, réalité virtuelle, vidéo à 360°, technologies éducatives, secondaire, univers social

ABSTRACT

Immersive technologies are increasingly used in education. Although some meta-analyses have shown positive outcomes of certain technologies (Chen et al., 2020; Coban et al., 2022), we still need to explore their practical applications in classrooms. While pedagogical benefits have been mentioned several times (Freina et Ott, 2015; Lewis et al., 2022), they may be moderated by numerous challenges in the classroom. In this article, we propose to shed light on two case studies involving the pedagogical use of immersive technology with headsets at the secondary level in the social sciences. The experiences were documented through student focus groups and individual interviews with teachers. The first case aimed to explore the conflict in Syria from different perspectives, using 360-degree videos and a world location visualization app. The second case aimed to encourage students to compare past and present realities in the context of Beijing, using 360 videos and virtual reality. The results showed that immersive technology has potential but several conditions must be in place to achieve effective pedagogical use.

Keywords: immersive technology, virtual reality, 360 video, educational technologies, high school, social studies

RESUMEN

Las tecnologías inmersivas están cada vez más presentes en el contexto educativo. Aunque algunos metaanálisis han mostrado resultados positivos de ciertas tecnologías (Chen et al., 2020; Coban et al., 2022), todavía es necesario explorar sus aplicaciones prácticas en el aula. A pesar de que los beneficios pedagógicos se han mencionado en varias ocasiones (Freina y Ott, 2015; Lewis et al., 2022), estos pueden verse minorizados por numerosos retos en el aula. En este artículo, proponemos arrojar luz sobre dos estudios de caso que exploran la explotación pedagógica de la tecnología inmersiva utilizando auriculares a nivel de secundaria

© Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

en el área de las ciencias sociales. Las experiencias se documentaron mediante grupos focales con estudiantes y entrevistas individuales con profesores. El primer caso tenía como objetivo explorar el conflicto en Siria desde diferentes perspectivas, utilizando vídeos de 360° y una aplicación de visualización de ubicaciones mundiales. El segundo caso tenía como objetivo fomentar que los estudiantes compararan la realidad pasada y presente en el contexto de Beijing, utilizando vídeos de 360° y realidad virtual. Los resultados mostraron que la tecnología inmersiva tiene potencial, pero que se deben cumplir varias condiciones para lograr un uso pedagógico efectivo.

Palabras clave: tecnología inmersiva, realidad virtual, vídeo de 360°, tecnologías educativas, bachillerato, estudios sociales

---

Introduction

Les technologies immersives (TI) ne sont pas nouvelles : les premières initiatives remontent aux années 1960 avec les premiers casques et vidéos immersifs, dispositifs surtout expérimentaux et très complexes. Au tournant des années 1980, on peut voir l'introduction de dispositifs de formation plus proches de ceux connus aujourd'hui, notamment pour les simulations en aérospatiale. Nous pouvons considérer que c'est plutôt de 2012 à 2015 que les TI sont devenues financièrement accessibles, menant ainsi à des usages à des fins éducatives, d'après les écrits recensés dans Freina et Ott (2015). Depuis 2017, les casques « autonomes » à prix abordables (Oculus Go, Meta Quest 2, etc.) permettent d'entrevoir plus facilement des expérimentations en contexte réel de classe.

Par technologies immersives, nous entendons ici tout type de technologie qui vise à immerger l'utilisateur dans un environnement numérique. Les activités immersives peuvent se réaliser par de la vidéo à 360° (captation d'images vraies), de la réalité virtuelle (images de synthèse 3D modélisées à l'ordinateur) ou des environnements mixtes. L'ensemble de ces activités peuvent être interactives ou non. Bien que l'expression « réalité virtuelle » corresponde à celle utilisée par l'industrie (Arnaldi *et al.*, 2018), elle soulève des enjeux d'interprétation. Pour certains, elles se rattachent strictement à des environnements interactifs réalisés à l'ordinateur (Fuchs, 2017; Lee et Wong, 2008); pour d'autres, la réalité virtuelle peut inclure des environnements non interactifs (Loureiro Krassmann *et al.*, 2020) ou encore de la vidéo à 360° (Pirker et Dengel, 2021). Par souci de simplicité, nous utiliserons les termes *technologie immersive* pour englober autant la vidéo à 360° que les environnements modélisés (images de synthèse 3D), puisque tous les deux permettent une forme d'immersion par des images de synthèse ou des images analogiques, de prises de vue dans l'environnement réel.

Les technologies éducatives innovantes sont confrontées à un grand nombre d'obstacles lorsque vient le temps de les retrouver dans les salles de classe d'aujourd'hui (Lewis *et al.*, 2021), dont : 1) le coût et le processus d'acquisition de matériel non expérimenté avec les élèves; 2) la possibilité d'avoir du matériel pédagogique pertinent à l'égard des programmes de formation; 3) et la formation du personnel enseignant à des approches pédagogiques adaptées. Ajoutons à cela que selon les milieux, l'infrastructure physique et technologique (sécurité informatique, accessibilité du réseau sans fil, etc.) peut être aussi un frein à leur introduction. Après avoir surmonté ces défis, il est ensuite nécessaire d'étudier le potentiel pédagogique et didactique de l'exploitation des TI, selon les différentes intentions d'apprentissage et les contextes de classe.

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

Dans cet article, nous proposons un récit d'expérience intégrant de la vidéo à 360° en situation de classes du secondaire en univers social. Plus précisément, nous examinerons les conditions pédagogiques et technologiques à mettre en place, et les affordances perçues par le personnel enseignant et les élèves. Nous nous attarderons d'abord au contexte général dans la littérature scientifique, puis en signalant quelques éléments du cadre conceptuel, à la suite de quoi nous présenterons de façon générale les dispositifs pédagogiques proposés. Ensuite, nous ferons état du déroulement en classe des deux cas et, finalement, une description détaillée des usages par les élèves et personnes enseignantes concernées.

Contexte

La recherche sur les usages pédagogiques des technologies immersives (TI) est plutôt récente. Quatre méta-analyses recensent un certain nombre d'écrits depuis le début des années 2000, mais il appert que la majorité des études émergent après 2010. Les premiers résultats insistent particulièrement sur les grands domaines d'usage (Freina et Ott, 2015), sans nécessairement expliciter les contextes précis. Plus récemment, les contextes d'usage des TI pour l'apprentissage semblent être mieux définis et de plus en plus de devis expérimentaux ou quasi expérimentaux sont mis en place (Coban *et al.*, 2022). Ces derniers suggèrent un effet faible pour l'ensemble des études (g = 0,38)[1], avec des résultats plus marqués chez les apprenants de l'éducation supérieure. Dans leur méta-analyse, Coban *et al.* (2022) ont conservé 48 études dans une variété de disciplines et de domaines, du secondaire à l'université. La grande majorité de ces études (sans considération pour le niveau) démontrent un effet positif de la réalité virtuelle sur l'apprentissage, allant de très faible (sciences : g = 0,03) à très fort (architecture : g = 1,90), à l'exception de la chirurgie et de la dentisterie qui affichent des résultats négatifs.

L'étude de Coban *et al.* (2022) privilégie les études qui mesurent l'apprentissage par le résultat à des tests, en laissant de côté les études sur la motivation, l'engagement, l'anxiété, le sentiment d'apprentissage, et sur d'autres facteurs ou aspects contextuels de l'apprentissage qui nécessitent d'autres instruments de mesure. Il appert que les retombées de la réalité virtuelle pourraient se concrétiser dans d'autres aspects éducationnels que les apprentissages directs. Ces résultats nous informent des retombées positives des TI dans différents domaines disciplinaires sur la réussite scolaire, mais nous en disent bien peu sur le déroulement des activités mises en place et les conditions essentielles pour la réussite dans ces activités. Les usages pédagogiques semblent encore à explorer, en examinant davantage le contexte et les usages disciplinaires.

Cadre conceptuel

Pour mieux comprendre les potentialités des technologies immersives, nous nous sommes appuyés sur le concept d'affordance. Gibson (1977) est le premier à l'utiliser. Il le définit comme : « an action possibility formed by the relationship between an agent and its environment » (Nye et Silverman, 2012). En d'autres mots, par exemple, l'affordance correspond aux actions que pourrait faire un élève avec le casque de réalité virtuelle : tourner la tête, interagir avec les objets, se déplacer, etc. Cela représente aussi toutes les possibilités d'actions, ou potentialités, d'un objet technologique, autant celles prévues que celles émergentes, ou imprévues. Les actions prévues ou émergentes peuvent être découvertes au fur et à mesure que l'objet est utilisé, et s'inscrivent en cohérence avec les visées premières de l'objet. Les actions

[1] Le g de Hedge est une mesure de la taille des effets choisie par Coban *et al.* (2022). Elle permet de déterminer si une différence est importante ou non. Selon Sawilowsky (2009, cité dans Coban *et al.*, 2022), un effet minime équivaut à 0,1; un effet moyen à 0,5; et un effet de très grande taille à 1,2 ou plus.

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

imprévues, quant à elles, ne sont pas prévues par le concepteur. Norman (2002) suggère que l'affordance est déterminée par la perception d'utilité et les propriétés de la technologie. Gaver (1991) propose que l'affordance puisse être perçue par l'usage, mais également prévue dans le dispositif par le concepteur de l'objet technologique.

Le modèle PST (« Pedagogical, Social and Technological »), de Wang (2008), permet d'analyser une situation d'apprentissage selon trois dimensions des affordances perçues par les personnes utilisatrices. La première à considérer est d'ordre *pédagogique*, puisqu'elle concerne l'adéquation entre l'objectif de la situation d'apprentissage, les facteurs favorisant l'apprentissage et la technologie. À l'instar de Dalgarno et Lee (2010), cette dimension intègre les retombées possibles en ce qui a trait à la motivation, à l'engagement, à l'intérêt, etc. La deuxième dimension, d'ordre *social,* correspond aux interactions sociales et à la manière dont la technologie peut faciliter les échanges, la communication et les interactions, autant entre les élèves qu'avec l'enseignant. La troisième dimension, soit *technologique,* concerne davantage la perception d'utilisabilité et la facilité de réaliser des apprentissages par la technologie. Pour apprécier cette dernière dimension, le chercheur doit examiner quelles sont les caractéristiques de la technologie qui facilitent son appropriation (p. ex. : est-ce la technologie a une interface simple ou encore est-ce que la technologie est intuitive pour de nouveaux utilisateurs) et les potentialités possibles en guide d'interactivité. Ce cadre permet, selon nous, d'examiner l'intégration d'une technologie innovante en contexte pédagogique telle que perçue par les personnes impliquées dans un scénario pédagogique avec des technologies immersives.

D'autres potentialités sont aussi au cœur des usages liés aux TI, soit l'empathie et le sentiment de présence, que l'on pourrait voir comme sous-jacentes aux potentialités pédagogiques. Selon Shin (2018), l'empathie peut se définir simplement comme le fait de ressentir comme les autres, et la réalité virtuelle apparait comme un moyen efficace pour y parvenir. Le sentiment de présence, quant à lui, est très connexe, et correspond plutôt au fait de vivre l'expérience sur place (« embodied experience » dans Shin, 2018 ou « sense of presence » dans Servotte *et al.*, 2020).

À partir d'un récit d'expérience, l'objectif principal est de comprendre les potentialités des TI, au niveau secondaire, du point de vue pédagogique, social et technologique. Pour y arriver, nous avons exploité la technologie dans le domaine de l'univers social, un domaine pour lequel l'ensemble des potentialités nous semblaient particulièrement intéressantes.

Domaine de l'univers social

Le domaine de l'univers social, qui vise à « considérer les réalités sociales et leur complexité dans une perspective spatio-temporelle » (Ministère de l'Éducation du Québec, 2006, p. 295), est présent dans l'enseignement primaire et secondaire. Dans cet article, nous nous attarderons au programme de géographie du premier cycle (Ministère de l'Éducation du Québec, 2006, p. 299) et au programme Monde contemporain au deuxième cycle (Ministère de l'Éducation du Québec, 2017). Au premier cycle du secondaire, trois compétences géographiques sont énoncées : 1) Lire l'organisation d'un territoire, 2) Interpréter un enjeu territorial, 3) Construire sa conscience à l'échelle planétaire (p. 303). Au deuxième cycle, le programme Monde contemporain en retient deux : 1) Interpréter un problème du monde contemporain et 2) Prendre position sur un enjeu du monde contemporain (p. 2).

Plusieurs défis sont inhérents au domaine de l'univers social et il appert que les TI pourraient permettre de mieux former les élèves à ces particularités, notamment par les avantages soulevés par Freina et Ott (2015). Nous choisissons de nous attarder à deux défis bien précis, soit celui de favoriser une meilleure compréhension de la relation espace-temps (Larouche et Araújo-Oliveira, 2014; Laurin, 1999) et de

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

développer une réflexion personnelle sur les enjeux et débats de société (Simonneaux et Legardez, 2010; Albe, 2008). Pour le premier, l'élève doit être capable de situer dans l'espace et dans le temps des évènements pour mieux comprendre des réalités passées et présentes. Cette mise en relation espace-temps peut être complexe pour des jeunes construisant leurs connaissances, puisqu'elle nécessite de se projeter dans des lieux inconnus ou dans des contextes qu'ils pourraient avoir de la difficulté à s'imaginer. Les TI peuvent ainsi jouer un rôle de levier pour visualiser des endroits inaccessibles à la classe, facilitant cette projection. Pour la question des enjeux et des débats de société, Simonneaux et Legardez (2010) soulignent d'ailleurs que pour réfléchir à des questions socialement vives, il faut être capable de comprendre des données variées, de s'approprier de multiples points de vue, qui peuvent bien souvent être divergents. Dans ce cas-ci, les TI s'ajoutent à une variété de moyens (lectures, vidéos traditionnelles, échanges avec l'enseignant) pour réaliser une incursion ou une familiarisation plus en profondeur dans des réalités ou notions qui conservent possiblement un caractère très abstrait aux yeux des élèves. En ce sens, Bollmer (2017) souligne que l'utilisation d'un casque permet de développer l'empathie en voyant à travers les yeux de l'autre.

Dispositif en place

Notre récit d'expérience a trait à deux activités pédagogiques en univers social intégrant l'immersion à partir de vidéos à 360° avec un casque de réalité virtuelle. La première qui a été mise en place en 2019 vise à amener les élèves de cinquième secondaire à réfléchir au conflit en Syrie, pour développer des aspects liés aux tensions et conflits (Ministère de l'Éducation du Québec, 2012, p. 15), soit le droit humain, l'ingérence, les pays impliqués dans des conflits armés, etc. La deuxième activité a eu lieu en 2022, auprès des élèves de deuxième secondaire et portait plutôt sur la compréhension du concept de patrimoine à partir d'une analyse du cas de la Beijing, élément prescrit au programme de formation (Ministère de l'Éducation du Québec, 2014, p. 320). Nous développerons plus en profondeur chaque activité dans les sections suivantes. Comme certains éléments des activités ne sont pas explicités dans cet article (ex. : les questions posées aux élèves), nous vous invitons à prendre connaissance des guides des activités[2].

Les commentaires formulés lors des échanges qui se sont tenus dans cinq groupes de discussion avec les élèves, sur une base volontaire, et des entrevues individuelles avec les deux personnes enseignantes nous ont servi à prendre un certain recul sur l'expérimentation. Chaque entrevue a été transcrite et le verbatim, codé à l'aide du logiciel QDA-Miner, afin de faire ressortir les éléments les plus significatifs de chaque activité. Le logiciel a été mobilisé uniquement pour une analyse qualitative et descriptive des données, à savoir pour faire le codage et la catégorisation des unités de sens. En lien avec le cadre PST, cinq rubriques ont orienté le codage inductif : apprentissage et compétences visées (P), intérêt et motivation (P), engagement dans l'activité (P), aspects technologiques (utilisabilité et aspect techniques) (T), travail en équipe (S). Les différents propos des élèves ont d'abord été catégorisés à partir de thèmes émergents (p. ex. : intérêt envers la technologique, désintérêt pour le sujet, favorise le travail en équipe, activité ludique favorable à l'engagement, etc.). Ces différents thèmes ont été organisés dans les rubriques correspondantes.

Dans les deux cas, le processus a tout d'abord commencé par l'élaboration de scénarios précisant pas à pas le déroulement de chaque activité d'apprentissage où les TI sont mises à profit. Le processus d'élaboration des scénarios a été le même dans les deux cas et a pris la forme d'une à deux rencontres

[2] https://www.recitus.qc.ca/ressources/secondaire/publication/points-de-vue-sur-le-conflit-syrien et https://www.recitus.qc.ca/ressources/secondaire/publication/beijing-un-patrimoine-urbain-a-risque

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

de concertation entre un conseiller pédagogique du RÉCIT[3], la personne enseignante et un membre de l'équipe de recherche.

Dans les deux scénarios qui seront présentés subséquemment, la technologie immersive a été mise à profit comme une amorce d'une séquence d'apprentissage ou encore comme une manière de réinvestir la matière vue en classe précédemment. D'autres activités ont eu lieu en classe, soit de la recherche documentaire (avant le cas no 1) ou encore la création d'une ressource numérique (après le cas nº 2). Les élèves n'avaient aucune expérience préalable avec les casques de réalité virtuelle, à moins d'un usage personnel à la maison, notamment à travers les jeux vidéo.

Les salles de classe ont été aménagées en ilots de deux tables, pour faciliter le travail en dyade. Un casque Oculus Go ainsi que sa manette ont été remis à chaque dyade. Les rôles de chaque personne ont été établis dès le début de l'activité, soit une personne en immersion et une personne qui réalise une tâche scolaire (lecture ou écriture). Aucune mise en miroir du casque n'a été réalisée[4]. Une fois la vidéo écoutée, les tâches étaient interchangées.

Cas nº 1 : Points de vue sur le conflit syrien (2e cycle, secondaire, Monde contemporain)

Les activités ont été réalisées avec 6 classes composées de 20 à 30 élèves, regroupés en dyades, durant 2 périodes de 75 minutes. Cette séquence d'activités d'apprentissage proposée dans le guide pédagogique[5] avait comme intention de questionner l'élève sur les tenants et aboutissants du conflit, de voir et de lire une variété de médias, et de finalement se positionner sur le concept de belligérant et celui de conflit.

Dans chaque équipe, les élèves devaient accomplir une série de cinq tâches, en dyade, pour mieux comprendre les acteurs impliqués dans le conflit en Syrie. Cela visait plus particulièrement de « Prendre position sur un enjeu du monde contemporain » et la composante « Considérer le traitement médiatique » (Ministère de l'Éducation du Québec, 2017, p. 16). Chaque tâche était similaire et correspondait à consulter deux sources médiatiques (vidéo à 360° ou texte), à répondre à des questions en discutant en dyade et l'enseignante réalisait une brève discussion sur le sujet avec le groupe. Pour chaque tâche, deux points de vue sont proposés, soit à partir de la vidéo à 360° et d'un extrait de texte. Tous les élèves avaient l'opportunité d'expérimenter le casque de réalité virtuelle pour au moins deux des quatre vidéos. Pour les autres vidéos, nous avons examiné trois degrés d'immersion : vidéos à 360° au tableau (1 groupe), vidéos à 360° sur tablette (2 groupes) et vidéos à 360° avec casque (3 groupes).

La première tâche consistait à écouter une vidéo journalistique intitulée « Comprendre la situation en Syrie en 6 minutes » et répondre en équipe aux deux premières questions. Les élèves devaient ensuite vivre la sensation d'être dans un avion de chasse (vidéo 1), pour ensuite se retrouver au sol dans les décombres d'une ville bombardés (vidéo 2), pour finalement rencontrer une jeune fille dans un camp de réfugiés (vidéo 3). La deuxième vidéo comportait des éléments audios en français, alors que les autres vidéos

[3] Réseau axé sur le développement des compétences par les élèves par l'intégration des technologies.

[4] Une mise en miroir consiste à visualiser, sur une tablette ou un ordinateur, ce qui se déroule en temps réel dans le casque de réalité virtuelle.

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

étaient en anglais. Toutefois, les questions du guide pédagogique étaient dirigées vers les aspects vus et non entendus. De plus, nous avons utilisé l'application Wander qui a permis aux élèves de visiter des lieux significatifs liés au conflit, de manière semblable à ce que permet l'application Google Street View. Pour les groupes sans les casques, Google Street View a été utilisé.

Entrevues avec les élèves et l'enseignante

Trois entrevues de groupe ont été réalisées. Les élèves du deuxième cycle portent un regard critique et intéressant sur les potentialités du casque de réalité virtuelle, dépassant les premières impressions. Nous proposons d'abord d'examiner les aspects se rattachant à la pédagogie (P), ensuite les potentialités sociales (S) et finalement technologiques (T).

Après l'expérimentation, les avis des élèves étaient mitigés sur le potentiel d'apprentissage avec le casque de réalité virtuelle et la vidéo à 360° : ils voyaient le casque comme un outil ludique plutôt qu'éducatif.

> Moi, je suis un peu « *old fashion* », c'est un cours où on fait de l'éducation et pour moi la RV c'est un jeu plus qu'un travail. (entrevue 001-2019)

Certains mentionnent qu'ils avaient déjà discuté de certains éléments associés au conflit en Syrie en classe avec l'enseignante lors d'une autre activité quelques mois auparavant, et que les apprentissages avaient déjà été réalisés avec des lectures ou les cours magistraux. En ce sens, ils ne considèrent pas que la vidéo à 360° favorise l'apprentissage. Une élève souligne tout de même :

> […] moi je pense que l'émotion qui est transmise avec les messages, c'est un point positif dans l'apprentissage. (entrevue 1-US)

Les classes qui ont expérimenté d'autres modes mixtes (tablettes ou tableau interactif) avaient des commentaires similaires lors des entrevues, c'est-à-dire que le choix de la vidéo à 360° apporte à l'activité, mais pas nécessairement l'immersion avec le casque. En fait, certains élèves soulignent même que :

> […] le iPad serait plus adapté, car on a l'habitude d'utiliser des tablettes, mais comparé à VR [réalité virtuelle]…, c'est nouveau et c'est principalement pour le divertissement. On sait comment utiliser les tablettes pour être productif. (entrevue 3-US)

Le fait de répondre aux questions du guide pédagogique en même temps qu'ils visionnaient les vidéos rendait plus facile la complétion de l'activité, car avec le casque, il fallait attendre après la fin de la vidéo. Il ressort ainsi que même si les TI permettent de vivre une expérience particulière, la tablette répond mieux aux besoins pédagogiques dans ce cas-ci :

> Quand je lis quelque chose en monde contemporain, je ne suis pas capable de me placer dans la peau des gens et bien visualiser, mais quand je regarde une vidéo de ça je me mets dans la place et je suis entouré de tout ça, ça m'aide à visualiser et comprendre. (entrevue 001-2019)

En fait, les élèves soulignent même que le caractère inhabituel et innovant du casque le rend moins pertinent pour l'apprentissage :

> C'est un outil qui distrait trop. (entrevue 3)

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

Ainsi, les élèves ont suggéré qu'ils ont l'habitude d'apprendre par des lectures ou encore par la réalisation de tests. Même s'ils ont perçu un bon potentiel et qu'ils ont aimé l'activité, ils voyaient l'activité réalisée en classe comme un projet de recherche ou comme une occasion inédite d'utiliser la RV.

Sur le plan des potentialités sociales (S), au regard de la technologie elle-même, aucun élément n'a été soulevé, puisque rien n'était prévu dans l'environnement virtuel. Toutefois, les élèves ont mis en évidence les potentialités du scénario qui, lui, favorisait l'échange et le partage de deux points de vue (le texte et la vidéo). Sur le plan des potentialités technologiques (T), les élèves ont trouvé le casque simple à utiliser, bien que d'avoir un peu plus de temps pour l'appropriation aurait été apprécié. Rappelons ici que les élèves étaient plus âgés et, donc, plus expérimentés de façon générale avec la technologie.

L'enseignante a été très positive à la suite de l'activité, mais a également signalé qu'elle aurait modifié des choses au scénario après en avoir fait l'expérience, notamment dans l'animation des discussions avec les élèves. Elle fait la remarque que même entre les six groupes participants, son implication a évolué. Elle s'est permis une plus grande implication dans la réflexion, notamment sur l'influence des médias, les messages véhiculés, etc. Elle souligne que le scénario n'avait pas comme objectif d'apprendre de nouvelles choses, mais bien de se réapproprier des contenus importants et que, dans ce contexte, elle a aussi animé une discussion sur le rôle des médias dans les conflits. Finalement, l'entrevue a mis en évidence que le sentiment d'empathie a été particulièrement mobilisé pendant l'activité, et l'enseignante nous partage que :

> […] quand ils ont lu le texte, leur imagination ne se rend pas là. (Enseignante US)

Entre les statistiques et la description des faits d'une part, pouvoir l'expérimenter ou le « vivre » en virtuel d'autre part, la seconde modalité permet aux élèves de mieux comprendre ce qu'ils ont entendu ou lu dans les autres activités en classe. Sur le plan des affordances technologiques (T), aucun aspect particulier n'a été souligné.

Les observations de l'équipe de recherche mettent en exergue quelques points intéressants. En premier lieu, bien que les jeunes expérimentent des vidéos à 360°, ils sont très statiques lors de l'écoute. Cela peut s'expliquer par la nature des vidéos, puisqu'elles proposent des actions dirigées (p. ex. : une personne qui parle) ou encore par l'organisation physique du local, soit des chaises régulières et des ilots de travail (quatre tables regroupées en carré). Voici un autre point saillant : l'enseignante avait plusieurs points de contrôle dans l'activité, soit des moments où elle posait des questions aux élèves, ce qui permettait quand même de recadrer ou d'assurer les apprentissages. En ce sens, bien qu'un cahier de l'élève ait été rempli par les élèves, l'enseignante, en temps réel, a dirigé les discussions. Les propos et échanges ont mis en évidence une plus grande richesse de l'activité, tout particulièrement la dernière vidéo[6], qui a suscité une large gamme d'émotions chez les élèves : tristesse, colère, fort ressenti, souffrance, etc.

[6] *Clouds over Sidra* est un documentaire professionnel dans un camp de réfugié syrien : https://en.wikipedia.org/wiki/Clouds_Over_Sidra

© Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

Cas nº 2 : À Beijing, le présent et le passé peuvent-ils cohabiter? (1er cycle, secondaire, géographie)

Dans ce deuxième scénario, réalisé en contexte post-COVID, les élèves de deux classes étaient invités à développer la compétence 2, qui vise à interpréter un enjeu territorial, soit celui de la Chine. Plus précisément, ils devaient être capables de : situer un territoire, caractériser un territoire, établir des faits et déterminer des causes et des conséquences. Pour y arriver, les élèves visitaient plusieurs lieux sélectionnés pour mettre en évidence les tensions du passé et du présent liées au patrimoine : une expérience dans Shanghai en 360°, une vue aérienne à 360° du mur de Chine, finalement, une visite en 360° de la Cité interdite. Il s'agissait de permettre la réflexion sur les éléments qui concernent le développement économique et de conservation de patrimoine, notamment le tourisme, la restauration des biens historiques, la modernité, l'étalement urbain et la densité.

En plus de ces trois expériences, toutes trois sans audio, huit courts documents réflexifs (voir guide) ont été proposés pour discuter de l'afflux des visiteurs, du développement urbain et de l'implantation de la population locale, et des enjeux environnementaux, sociaux et politiques, etc. à Beijing. Lors de l'activité, les élèves devaient, en dyade, expérimenter une activité avec le casque immersif. Alors qu'un des jeunes de la dyade était en immersion, il devait décrire ce qu'il voyait; l'autre devait tenter de représenter sous forme de pictogrammes ce qu'il entendait. Le pictogramme avait comme objectif de faire ressortir les éléments significatifs. Finalement, ils devaient discuter d'une question précise sur le sujet (voir guide[7]). À noter que dans ce scénario, une deuxième activité était prévue sur la même thématique. Dans cette deuxième partie, les élèves devaient créer un parcours immersif dans une plateforme en ligne. Nous ne traiterons pas de cet aspect dans ce texte, puisque nous nous intéressons davantage au volet lié à la technologie immersive.

Entrevue avec les élèves et l'enseignant

Trois entrevues de groupes ont été réalisées avec les élèves. Ils ont été interrogés à partir du même guide d'entrevue, soit d'abord sur les affordances pédagogiques, ensuite sur les affordances sociales et finalement sur les affordances technologiques.

À propos de la valeur ajoutée du casque pour l'apprentissage, des éléments associés au sentiment de présence sont des aspects les plus mentionnés lors des entrevues. Les élèves soutiennent que le fait d'avoir l'impression d'être sur place les a aidés à comprendre les enjeux traités dans l'activité. Lorsque les élèves ont été interrogés sur les apprentissages réalisés, ils rapportent principalement des constatations générales (le mur est grand, il y a beaucoup de monde, on voit les détails, etc.), mais ils mobilisent peu les termes visés (restauration, densité, étalement urbain, etc.) dans la séquence pédagogique (enjeux liés à un développement économique). Ainsi, l'activité immersive a plutôt été associée à des éléments affectifs liés à la présence et à l'immersion, et non de façon explicite aux savoirs abordés. Il appert que même si les élèves nommaient des enjeux pertinents par rapport à l'intention initiale, une activité supplémentaire apparait nécessaire pour mieux circonscrire les enjeux.

[7] https://www.recitus.qc.ca/ressources/secondaire/publication/beijing-un-patrimoine-urbain-a-risque

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

Toutefois, dans certains groupes, la discussion en classe a permis de faire émerger les aspects recherchés dans l'activité. Des élèves ont souligné qu'il aurait été pertinent d'avoir une réelle intégration de l'activité avec la réalité virtuelle, soit de « Mettre des panneaux, que tu lises, un peu un peu t'expliquer ou quelqu'un qui te parle puis en même temps […] ». Il apparait nécessaire d'expliciter ce qui a été vu, au-delà de la première impression avec le casque. De plus, les élèves ont mentionné que le casque permettait vraiment d'être concentré dans l'environnement numérique, mais auraient aimé plus de liberté ou d'interaction. Comme l'activité consistait à observer uniquement des vidéos à 360°, cette interaction directe était absente.

Le scénario prévoyait des interactions (potentialité sociale) entre les élèves, en proposant à l'élève qui portait le casque de décrire ce qui était vu, alors que l'autre représentait ce que le premier voyait. Plusieurs élèves ont mentionné qu'ils auraient aimé « voir » les autres à partir du casque de réalité virtuelle ou collaborer à l'intérieur de la simulation. En ce sens, les jeunes ont mentionné ceci :

> Mais par exemple, peut être un bon travail en équipe. Ça serait par exemple que on soit 2. Ah bah on travaille on, on, on travaille en équipe, mais genre dans le monde virtuel. (Entrevue 2-2022)

La perception d'utilisabilité du casque varie d'un élève à l'autre (potentialité technologique). Alors que certains le qualifient de facile et simple à utiliser, d'autres le voient comme plutôt complexe et peu intuitif :

> Moi je trouve que si t'es une personne qui n'est pas très proche des trucs électroniques, si c'est la première fois que tu utilises le casque moi je trouve que ça serait facile de l'utiliser parce que ça dit sur quoi peser puis il n'y a pas trop de boutons sur la télécommande. (Entrevue 1-2022)

> Moi j'ai trouvé ça quand même difficile parce que quand tu quittais ça te mettait tout puis je ne savais pas comment retourner sur la vidéo. (Entrevue 1-2022)

L'enseignant rapporte que pour l'apprentissage, le côté immersif du casque est un aspect favorable. Il souligne également que les apprentissages plus conceptuels venaient de l'activité, pas spécifiquement de la réalité virtuelle en elle-même qui devait plutôt servir à concrétiser les savoirs mentionnés précédemment. Lors de l'entrevue, il souligne qu'une deuxième partie, subséquente à la période de réalité virtuelle, a été réalisée en classe, où les élèves devaient effectuer une recherche documentaire plus classique, pour ensuite terminer par une réalisation d'une production médiatique. Il souligne que :

> C'est vraiment la 2^{e} phase que l'élève apprenait selon moi, donc l'utilité de la 2^{e} phase, c'est vraiment la phase d'apprentissage. (Entrevue enseignant 2022)

Pour ce dernier, les aspects techniques n'ont pas été un frein à l'activité. Il souligne les potentialités de l'appareil choisi, Oculus Go®, puisqu'il est simple d'utilisation et comprend peu d'obstacles à son usage. L'enseignant avait déjà une certaine expérience avec des casques plus avancés (Oculus Quest®) et il avait une bonne préparation à l'activité; la technologie permet d'être au service de l'apprentissage. Finalement, il souligne l'importance de l'appropriation d'une technologie pour en arriver à faire des usages pédagogiques.

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

L'équipe de recherche souligne que, dans le contexte de cette activité, les élèves n'avaient pas d'écouteur pour l'activité. D'un côté, cela a permis des échanges entre les élèves en immersion et l'autre qui ne l'était pas. De l'autre, cela a entrainé un environnement de classe plus bruyant. Avec le recul, il pourrait apparaitre souhaitable d'en faire plus une activité individuelle, et planifier une tâche secondaire pour pallier le manque de matériel informatique[8] ou encore de rendre la tâche de collaboration plus importante pendant l'activité pour ce scénario.

Synthèse des deux scénarios

Les propos des jeunes sont unanimes sur le fait que les activités immersives ont marqué les esprits, sans toutefois être capables d'expliciter cette perception. Toutefois, il ne semble pas que cette immersion ait vraiment favorisé les apprentissages dans le cas 1 :

> Je ne crois pas que j'ai plus appris avec ça, j'ai mieux compris. (Entrevue 1-US)

Par ailleurs, l'enseignante semble penser que l'activité a rejoint davantage les élèves sur le plan affectif, ce qui n'a pas été mesuré et ne figurait pas dans les objectifs de l'activité. En ce qui concerne le cas 2, il semble avoir manqué une étape pour discuter des impressions recueillies ou pour les analyser. Ainsi, les TI semblent s'inscrire comme une étape « marquante » dans une activité, qui peut agir soit comme un levier important ou comme une façon de rendre « tangible » l'apprentissage (Huang et Liaw, 2018), plutôt que comme une activité entièrement autonome. Si comprendre, c'est apprendre, nous pouvons conclure que la réalité virtuelle favorise l'apprentissage, mais les dispositifs en place n'ont pas permis de mesurer explicitement cet apprentissage.

Conclusion

Évaluer les potentialités d'une technologie immersive en contexte de classe est complexe, puisque cela dépend d'un grand nombre d'éléments, notamment la scénarisation des activités, le déroulement en classe, les apprentissages visés et les choix technologiques. En conclusion, nous proposons de revenir sur deux des trois éléments du modèle PST, soit la pédagogique et la technologie. De plus, nous porterons un regard critique sur la mise en place d'une telle activité en contexte réel. Finalement, nous proposerons des recommandations au regard de nos expérimentations.

Les enjeux traités dans les deux scénarios étaient en lien avec différents défis didactiques associés à l'univers social, soit à la fois la relation temps-espace (le patrimoine) et des questions socialement vives (tensions et conflits). Dans les deux scénarios, et plus particulièrement dans celui expérimenté par les jeunes du premier cycle, l'immersion et la présence ressortent comme deux des trois piliers essentiels de l'expérience en TI (le troisième étant l'interactivité), comme souligné par Mütterlein (2018). L'immersion permet de « faire vivre » des expériences inédites aux élèves, ce qui est continuellement mentionné dans toutes les entrevues de groupe. Les élèves pouvaient « être là » ou « voir de leurs yeux » des lieux qui leur sont inaccessibles. Les éléments liés à la présence, à l'empathie et aux éléments affectifs ont été prégnants, particulièrement dans le cas 2, et constituent probablement une voie prometteuse pour amorcer une séquence d'apprentissage en engageant les apprenants sur le plan affectif. Le fait qu'ils soient plus jeunes les a peut-être marqués davantage.

[8] Comme les groupes du secondaire sont composés de plus de 30 élèves, il n'était pas possible d'avoir un casque par élève.

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

Sur le plan pédagogique, les scénarios pédagogiques ont permis de développer certains éléments associés aux compétences disciplinaires, en fonction de ce qu'il a été observé dans les réponses des guides pédagogiques et des discussions en classe. Par exemple, pour le conflit en Syrie, les élèves ont soulevé des réflexions au regard des médias (questions 3.6 et 3.7, guide de l'élève), alors que dans le contexte de la réflexion sur le patrimoine, les élèves ont constaté les enjeux de densité (vidéo 1 du cas 1) ou encore de restauration (vidéo 2 du cas 2). Les vidéos étaient pertinentes et adaptées pour les élèves, mais il nous était impossible d'en modifier la trame narrative. Par conséquent, nous étions contraints de voir comment intégrer ce qui est dit dans notre scénario, ou encore d'ignorer l'audio. Les élèves ont d'ailleurs déploré le manque d'interactivité, la troisième caractéristique mise en évidence par Mütterlein (2018). Dans ce contexte, l'activité immersive n'était pas essentielle aux apprentissages, mais visait plutôt une réappropriation de certains contenus qui ont été lus ou présentés, ce qui favoriserait un meilleur transfert des connaissances dans l'environnement immersif (Lewis *et al.*, 2021). Un montage personnalisé de vidéos à 360° existantes permettrait probablement de créer des ressources plus directement utiles aux apprentissages visés.

Sur le plan technologique, la complexité technique de la mise en place de tels scénarios demeure élevée. Cela nous laisse quand même songeurs sur la faisabilité du déploiement d'activités immersives à large échelle dans les classes actuelles. L'accompagnement en classe (présence d'un conseiller ou d'un agent de la recherche) est incontournable pour faciliter la mise en place de l'activité. Il faut penser à la charge des casques et des manettes, à la connectivité sur Internet, aux mises à jour et à la présence des ressources pédagogiques sur les casques. Une fois en immersion, il est difficile de faire un étayage efficace des apprentissages, puisqu'il était quasi impossible d'intervenir auprès des élèves, sans arrêter constamment l'activité. Par exemple, il est arrivé à multiples reprises qu'un élève soit dans le noir pendant plusieurs minutes, alors que le casque était encore éteint, sans même qu'il signale ce problème. Il serait possible d'avoir des systèmes « miroirs » permettant de voir sur une tablette ce qui est vu à partir du casque. Cela pourrait favoriser la verbalisation autour de l'expérience et ainsi que la socioconstruction des apprentissages. Toutefois, ce type d'environnement miroir exige davantage de matériel et des configurations techniques parfois difficiles à réconcilier avec les réseaux sans fil institutionnels.

Les deux scénarios pédagogiques expérimentés semblent prometteurs, mais pourraient être peaufinés à la lumière de l'expérience vécue. Dans le cas nº 1, l'enseignante a joué un rôle de plus en plus actif dans les discussions au fur et à mesure des expérimentations. Dans le cas nº 2, une étape de discussion ou d'analyse sur les premières impressions semblerait pertinente. Ces éléments soulignent l'importance de la qualité du scénario pédagogique, comme le souligne par Poellhuber *et al.* (sous presse).

Finalement, il nous apparait aussi essentiel de disposer d'espaces physiques aménagés pour apprendre avec les TI et comportant le matériel requis pour faciliter et favoriser la mise en place d'expériences enrichissantes en réalité virtuelle. Les tables de travail, les chaises et même le choix du casque sont des contraintes dont on doit tenir compte pour le déroulement de l'activité en salle de classe. Comme indiqué, les élèves étaient en ilots de travail et la personne avec le casque se retrouvait coupée de son environnement physique, pouvant provoquer des contacts physiques ou des décrochages dans l'activité (distraction par les pairs).

En conclusion, les possibilités de présence, d'empathie et de sensibilisation émotionnelle ou affective à la réalité des autres semblent constituer des potentialités sur lesquelles il est possible d'élaborer des situations pédagogiques pertinentes en univers social. Des scénarios pédagogiques soignés intégrant la RV à certaines étapes semblent prometteurs. En ce qui concerne l'utilisation des TI dans d'autres

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

contextes, d'autres études sont nécessaires pour cibler d'autres opportunités d'apprentissage, notamment pour le développement de certaines compétences procédurales (Levac *et al.*, 2019) ou encore pour des compétences scientifiques (Durukan *et al.*, 2020). Les résultats de Coban (2022) et de Yu (2021) nous indiquent qu'il existe bien des scénarios favorisant l'apprentissage; nos résultats confirment aussi que cela peut s'opérationnaliser dans certaines conditions dans les matières comme l'univers social, mais que pour inscrire les TI dans une pratique durable, il faut considérer tout autant la pédagogie, l'accompagnement et les aspects techniques.

Liste de références

Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education, 17*(8), 805-827. https://doi.org/10.1007/s11191-007-9086-6

Arnaldi, B., Guitton, P., et Moreau, G. (2018). *Réalité virtuelle et réalité augmentée : Mythes et réalités*. ISTE Group.

Bollmer, G. (2017). Empathy machines. *Media International Australia, 165*(1), 63-76.

Chen, F. Q., Leng, Y. F., Ge, J. F., Wang, D. W., Li, C., Chen, B., et Sun, Z. L. (2020). Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. *Journal of medical Internet research*, *22*(9). https://doi.org/10.2196/18290

Coban, M., Bolat, Y. I., et Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 100452. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452

Dalgarno, B. and Lee, M.J.W. (2010), What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational* Technology, *41*(1), 10-32. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x

Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G. et Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology, 51*(6), 2006-2033. https://doi.org/10.1111/bjet.13030

Durukan, A., Artun, H., et Temur, A. (2020). Virtual Reality in Science Education: A Descriptive Review. *Journal of science learning, 3*(3), 132-142. https://doi.org/10.17509/jsl.v3i3.21906

Freina, L., et Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. Dans *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, vol. 1, nº 133, p. 10-1007. https://www.itd.cnr.it/download/eLSE%202015%20Freina%20Ott%20Paper.pdf

Fuchs, P. (2017). Virtual Reality Headsets - A Theoretical and Pragmatic Approach (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315208244

Gaver, W. W. (1991). Technology affordances. Dans Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, p. 79-84.

Gibson, J.J. (1977). The Theory of Affordances. Dans R. Shaw et J. Bransford. *Perceiving, Acting, and Knowing*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.

Huang, H. M., et Liaw, S. S. (2018). An analysis of learners' intentions toward virtual reality learning based on constructivist and technology acceptance approaches. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *19*(1). https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2503

Larouche, M. C., et Araújo-Oliveira, A. (2014). *Les sciences humaines à l'école primaire québécoise : regards croisés sur un domaine de recherche et d'intervention*. Presses de l'Université du Québec.

Laurin, S. (1999). La relation espace-temps dans la formation à l'univers social. Dans J.-L. Klein et S. Laurin (dir.), *L'éducation géographique : formation du citoyen et conscience territoriale,* p. 9-32. Presses de l'Université du Québec.

Lee, E. A. L., et Wong, K. W. (2008). *A review of using virtual reality for learning*, p. 231-241. Springer Berlin Heidelberg.

Levac, D. E., Huber, M.E. et Sternad, D. (2019). Learning and transfer of complex motor skills in virtual reality: a perspective review. *Journal of NeuroEngineering Rehabilitation, 16*. https://doi.org/*10*.1186/s12984-019-0587-8

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.

Lewis, F., Plante, P., et Lemire, D. (2021). Pertinence, efficacité et principes pédagogiques de la réalité virtuelle et augmentée en contexte scolaire : une revue de littérature. *Médiations et médiatisations*, (5), 11-27. https://doi.org/10.52358/mm.vi5.161

Loureiro Krassmann, A., Melo, M., Peixoto, B., Pinto, D., Bessa, M., et Bercht, M. (2020). Learning in virtual reality: Investigating the effects of immersive tendencies and sense of presence. Dans *Virtual, Augmented and Mixed Reality. 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19-24, 2020, Proceedings, Part II 22*, p. 270-286. Springer International Publishing.

Ministère de l'Éducation du Québec (2006). *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ). Enseignement secondaire, premier cycle. Québec, QC : Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PFEQ/prfrmsec1ercyclev2.pdf

Ministère de l'Éducation du Québec (2012). Précision des apprentissages au secondaire. Québec, QC : Gouvernement du Québec. https://tinyurl.com/2ntz5fks

Ministère de l'Éducation du Québec (2014). *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ). Enseignement secondaire, premier cycle, chapitre 7, Domaine de l'univers social. Québec, QC : Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PFEQ/chapitre071v2.pdf

Ministère de l'Éducation du Québec (2017). *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ). Enseignement secondaire, deuxième cycle, Monde comtemporain. Québec, QC : Gouvernement du Québec. https://tinyurl.com/s88f685h

Mütterlein, J. (2018). The three pillars of virtual reality? Investigating the roles of immersion, presence, and interactivity. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*.

Norman, D. (2002). *The design of everyday things.* Basic Books.

Nye, B.D. et Silverman, B.G. (2012). Affordance. Dans Seel, N.M. (dir.) *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_369

Pirker, J., et Dengel, A. (2021). The potential of 360 virtual reality videos and real VR for education—a literature review. *IEEE computer graphics and applications*, *41*(4), 76-89.

Poellhuber, B., Marquis, C., Wall-Lacelle, S., Fortin, M.N., Roy, N. (sous presse). Pedagogical Practices Associated with Sophisticated Pedagogical Scenarios Using VR Simulations in Science Courses. Proceedings of the ISLS 2023 conference, Montreal, June 2023.

Sawilowsky, S. S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of modern applied statistical methods, 8*(2), 26.

Servotte, J. C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I. et Ghuysen, A. (2020). Virtual reality experience: Immersion, sense of presence, and cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, *38*, 35-43.

Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in human behavior*, *78*, 64-73.

Simonneaux, J., et Legardez, A. (2010). The epistemological and didactical challenges involved in teaching socially acute questions. The example of globalization. *JSSE-Journal of Social Science Education*. https://doi.org/10.4119/jsse-539

Wang, Q.Y (2008). A generic model for guiding the integration of ICT into teaching and learning. *Innovations in Education and Teaching International, 45*(3), 411-419. https://doi.org/10.1080/14703290802377307

Yu, Z. (2021). A meta-analysis of the effect of virtual reality technology use in education. *Interactive Learning Environments*, 1-21. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1989466

BY-NC-SA © Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.