

Influence de l'environnement de formation à distance sur l'engagement des apprenants et apprenantes : une expérimentation autour de la réalité virtuelle

Influence of the Distance Learning Environment on Learner Engagement: An Experiment Involving Virtual Reality

Laetitia Pluton et Erick Stattner

Volume 20, numéro 2, 2023

La formation à distance et l'apprentissage à l'aide du numérique : une perspective postpandémique

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1107837ar>

DOI : <https://doi.org/10.18162/ritpu-2023-v20n2-14>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

CRIFPE

ISSN

1708-7570 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Pluton, L. & Stattner, E. (2023). Influence de l'environnement de formation à distance sur l'engagement des apprenants et apprenantes : une expérimentation autour de la réalité virtuelle. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, 20(2), 192–206. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2023-v20n2-14>

Résumé de l'article

Dans ce travail, nous étudions la pertinence d'utiliser la réalité virtuelle (RV) pour maintenir un enseignement à distance favorisant l'engagement des apprenants et apprenantes. En effet, nous avons mené une étude auprès d'étudiants et d'étudiantes de master, auxquels nous avons proposé des cours accessibles dans le métavers. Notre objectif était d'évaluer d'une part l'intérêt de la RV comme dispositif de formation à distance et d'autre part son impact sur l'engagement cognitif, comportemental et affectif des apprenants et apprenantes. Les résultats obtenus ont ainsi permis de mettre en lumière l'apport de la RV ainsi que son intérêt dans un contexte de formation à distance postpandémique.



Influence de l'environnement de formation à distance sur l'engagement des apprenants et apprenantes : une expérimentation autour de la réalité virtuelle

Influence of the Distance Learning Environment on Learner Engagement: An Experiment Involving Virtual Reality

<https://doi.org/10.18162/ritpu-2023-v20n2-14>

Laetitia PLUTON^a ✉ Université des Antilles, France

Erick STATTNER^b ✉ Université des Antilles, France

Mis en ligne : 11 octobre 2023

Résumé

Dans ce travail, nous étudions la pertinence d'utiliser la réalité virtuelle (RV) pour maintenir un enseignement à distance favorisant l'engagement des apprenants et apprenantes. En effet, nous avons mené une étude auprès d'étudiants et d'étudiantes de master, auxquels nous avons proposé des cours accessibles dans le métavers. Notre objectif était d'évaluer d'une part l'intérêt de la RV comme dispositif de formation à distance et d'autre part son impact sur l'engagement cognitif, comportemental et affectif des apprenants et apprenantes. Les résultats obtenus ont ainsi permis de mettre en lumière l'apport de la RV ainsi que son intérêt dans un contexte de formation à distance postpandémique.

Mots-clés

Réalité virtuelle, engagement, enseignement à distance, apprentissages, métavers

Abstract

In this work, we study the relevance of using virtual reality (VR) to carry on distance education that promotes learner engagement. Indeed, we have conducted a study with master's students for which we offered courses within the metaverse. Our objective was to evaluate the utility of VR as a distance learning framework and to identify its impact on the cognitive, behavioural and emotional engagement of learners. The results obtained have highlighted the contribution of VR and its utility in the context of post-pandemic distance education context.

Keywords

Virtual reality, engagement, distance education, learning, metaverse

(a) Laboratoire CRREF. (b) Laboratoire LAMIA.



Introduction

Depuis 2020, la pandémie a entraîné la fermeture régulière des établissements de formation, contraignant les enseignants et enseignantes à assurer une continuité pédagogique des enseignements. Les cours en présentiel ont laissé place au « distanciel » auquel les équipes pédagogiques ont dû rapidement s'adapter. Ces deux dernières années ont ainsi vu naître des outils technopédagogiques favorisant l'enseignement à distance dans un contexte déjà fortement marqué par le développement d'outils logiciels et de périphériques matériels. La démocratisation des périphériques et des accès au réseau ainsi que la multiplication des logiciels de visioconférence ont massivement rendu accessibles des outils traditionnellement utilisés pour la collaboration en ligne.

Après deux années d'utilisation, le constat reste pourtant mitigé. Les études menées ont souligné les difficultés vécues par les acteurs (Boudokhane-Lima *et al.*, 2021; Issaieva *et al.*, 2020), parmi lesquelles une perte de concentration et de motivation de même qu'un sentiment d'isolement chez les apprenants et apprenantes. Les enseignantes et enseignants ont, quant à eux, évoqué des interactions pédagogiques insatisfaisantes, voire dégradées (Granjon, 2021; Peraya et Peltier, 2020a) ainsi qu'un malaise lié à leur absence de maîtrise des outils numériques. Le cours en ligne reste cependant, pour un territoire insulaire tel que la Guadeloupe, une véritable plus-value. En effet, outre le contexte pandémique, la Guadeloupe est contrainte par sa double insularité et régulièrement paralysée par des événements climatiques ou sociaux pouvant rendre la circulation impossible. Dans un tel contexte, la pérennisation du distanciel prend tout son sens. Les équipes pédagogiques ont décidé de maintenir une modalité hybride, en cherchant à améliorer la qualité des cours à distance.

Face au constat du désengagement des étudiants et étudiantes durant les cours en ligne, en grande partie en raison d'absence d'interactions humaines, nous étudions dans ce travail la pertinence d'utiliser des outils plus immersifs pour maintenir un enseignement à distance favorisant cet engagement. Nous avons choisi la réalité virtuelle (RV), qui s'est beaucoup développée ces dernières années (Leubou, 2021). Nous avons conduit cette étude auprès d'étudiantes de master auxquels nous avons dispensé des enseignements en RV répartis sur un semestre. Notre objectif était d'évaluer l'intérêt de la RV dans un dispositif de formation hybride et d'évaluer son impact sur l'engagement cognitif, comportemental et affectif des étudiants et étudiantes (Molinari *et al.*, 2016). Nous avons en particulier cherché à mesurer les écarts d'engagement pouvant exister entre les cours en ligne tels que réalisés durant la pandémie et ceux réalisés en RV.

Pour présenter ce travail, nous définissons tout d'abord le cadre théorique qui situe les concepts abordés, puis nous exposons la méthodologie appliquée. Nous présentons et discutons ensuite les résultats obtenus qui éclairent la pertinence et la plus-value de l'utilisation de la RV sur résultats obtenus qui éclairent la pertinence et la plus-value de l'utilisation de la RV sur l'engagement des apprenants et apprenantes, mais également son intérêt dans une utilisation postpandémique.

Enseignement à distance : développement, engagement et perspectives

Enseignement à distance en contexte pandémique

L'enseignement à distance se caractérise par la distance dans la relation pédagogique, il s'agit pour les formateurs et formatrices d'approcher cette distance (Jacquinot, 1993). Pour Peraya et Peltier (2020b), ce type d'enseignement impliquant une mise à distance et une rupture dans le processus d'enseignement-apprentissage impose aux équipes pédagogiques l'obligation de concevoir les

activités sur toute la durée du cours. La mise en œuvre de l'enseignement à distance en situation d'urgence a cependant fait ressortir deux types de difficultés chez les équipes pédagogiques. On relève des difficultés d'ordre technique relatives au manque de maîtrise des outils de l'enseignement à distance (Boudokhane-Lima *et al.*, 2021; Issaieva *et al.*, 2020). Les auteurs et autrices soulignent également des difficultés relatives à l'ingénierie pédagogique propre à l'enseignement à distance, méconnue de la majorité des enseignant·e·s interrogés. Les compétences des équipes pédagogiques en la matière étant lacunaires, les formes de continuité ont souvent revêtu l'aspect d'un transfert des démarches pédagogiques du présentiel vers les cours en ligne, notamment par la mise en place de visioconférences (Granjon, 2021). Les enquêtes réalisées ont montré que ces transferts ont entraîné des ruptures chez les acteurs concernés, ce qui a pu générer des situations de malaise, de mal-être et de décrochage.

Dans ce contexte pandémique, l'enseignement à distance a été soudain et subi, avec toutes les contraintes que cela induit. Si la pertinence de l'usage des technologies est indiscutable, l'impact de la distance sur l'engagement étudiant est une dimension qui mérite que l'on s'y intéresse.

Enseignement à distance et engagement

Les théories de l'apprentissage ont éclairé les processus qui permettent aux apprenants et apprenantes de s'engager pour bien apprendre, dans les dispositifs de formation tant en présentiel qu'à distance (Molinari *et al.*, 2016). Nous retenons les trois types d'engagements établis par Fredricks *et al.* (2011) : (1) cognitif, (2) comportemental et (3) affectif.

L'engagement cognitif est défini par le niveau d'investissement dans les apprentissages et les efforts à déployer pour comprendre les idées complexes ou les habiletés difficiles. L'engagement comportemental est caractérisé par un comportement positif vis-à-vis des apprentissages et du contexte dans lequel ils se déroulent. Il se traduit par la participation et l'investissement dans les activités. L'engagement affectif renvoie enfin à toutes les réactions positives ou négatives envers l'enseignement, tant dans les rapports interpersonnels qu'au regard du contenu et des activités.

Si la question de l'engagement est importante pour la réussite du parcours de formation, pour Tiberghien (2006), elle est primordiale quand il s'agit d'enseignement à distance. En effet, pour réussir, les apprenants et apprenantes doivent dépasser leur sentiment d'isolement, gérer leur temps de formation et s'organiser pour apprendre dans le temps qui leur est imparti. L'enseignement à distance possède également cette particularité de supprimer les temps informels périphériques à la formation et les interactions interpersonnelles (Crépy *et al.*, 2021). Cela agit sur la cohésion du groupe, car ces temps sont l'occasion de construire du lien et de partager les expériences, mais aussi d'approfondir des points de la formation. C'est ainsi que face aux limites des outils utilisés dans l'enseignement à distance, de récents travaux se sont intéressés à des dispositifs innovants pour améliorer la qualité des cours en ligne. Nous avons choisi de nous intéresser à la réalité virtuelle.

Réalité virtuelle en formation

La réalité virtuelle (RV) se définit comme un environnement numérique artificiel, modélisé en trois dimensions et simulé à l'aide d'un casque et de contrôleurs. Ces derniers permettent à un individu de se mouvoir et d'interagir avec son environnement virtuel. Le premier dispositif permettant la RV a été conçu dans les années 1960 pour des applications militaires (Bown *et al.*, 2017). Toutefois, c'est dans les années 2010 que cette technologie a connu une forte croissance, poussée tant par l'amélioration des performances de calculs et de modélisation 3D que par la miniaturisation des composants. Ces dernières années, la recherche sur la RV s'est donc beaucoup

développée. Des équipes de recherche telles que le Virtual Human Interaction Lab. étudient de nombreux champs disciplinaires autour de la RV sur des aspects techniques (Miller *et al.*, 2021), sociaux (Markowitz et Bailenson, 2021), médicaux (Paul *et al.*, 2022) ou pédagogiques (Queiroz *et al.*, 2023). L'utilisation de la RV en formation est donc relativement récente et a été, à titre d'exemple, expérimentée dans ce contexte pour l'apprentissage des gestes techniques en chirurgie ophtalmologique (Thomsen *et al.*, 2015) ou la formation à la maintenance technique dans des entreprises (Numfu *et al.*, 2019).

Plus généralement, les travaux empiriques se sont intéressés à l'apport de la RV comparativement aux méthodes et outils pédagogiques déjà utilisés. Parong et Mayer (2021) se sont, par exemple, concentrés sur les processus d'apprentissage et les conditions nécessaires pour que les outils de RV soient efficaces. Ils montrent ainsi comment les environnements immersifs induits par la RV peuvent créer des émotions positives qui affectent le processus d'apprentissage. Barbe et Boboc (2022) s'intéressent, quant à eux, à l'hybridation d'un parcours de formation utilisant la RV, en se focalisant sur les conditions facilitant l'apprentissage. Ils montrent que, pour que la RV soit capacitante, il faut qu'elle soit stimulante, sécurisante, et qu'elle n'entrave pas les apprentissages des apprenants et apprenantes, mettant ainsi les limites de son utilisation dans certains contextes.

Plusieurs études ont ainsi cherché à mieux comprendre les domaines d'application dans lesquels la RV présentait une valeur ajoutée dans un contexte de formation (Narciso *et al.*, 2021). Si ces travaux mettent en avant le fait que la RV n'est pas adaptée à toutes les formations, ils constatent par ailleurs son apport dans des contextes où (i) la mise en situation et la répétition du geste sont importantes (Schild *et al.*, 2018), (ii) le besoin d'immersion est fort (Lan, 2020), (iii) la prise de parole est problématique (Poeschl, 2017) ou (iv) la dimension collaborative est forte (Queiroz *et al.*, 2023).

En somme, bien que toutes ces approches soient relativement récentes, les auteurs et autrices de ces travaux s'accordent sur l'intérêt de la RV pour combler la distance entre personnes formatrices et apprenantes dans un contexte de formation à distance (Harfouche et Nakhle, 2020). En effet, contrairement aux environnements de cours en ligne qui figent les participants et participantes dans un environnement en 2D, certains d'entre eux mettent en avant la dimension spatiotemporelle offerte par ces environnements virtuels en 3D. Les avatars représentant les participants et participantes facilitent les interactions et les échanges en temps réel (Monahan *et al.*, 2008). Ainsi, la capacité de la RV à recréer des environnements semblables à la réalité a pour conséquence de renforcer l'intérêt des personnes apprenantes (Thakral, 2010).

Si certains travaux ont ainsi cherché à mesurer les différents apports de la RV, en l'état actuel de nos connaissances, il n'existe pas de travaux relatifs à l'impact de l'utilisation de la RV sur l'engagement dans le contexte de formation à distance.

Étude empirique : mesure de l'engagement en réalité virtuelle

L'objectif de notre recherche était d'évaluer l'intérêt de la RV dans un dispositif de formation à distance. Pour cela, nous avons cherché à mesurer les écarts pouvant exister entre l'engagement cognitif, comportemental et affectif des étudiants et étudiantes durant les cours à distance tels que réalisés durant la pandémie, et ceux réalisés en RV.

Méthode

Pour réaliser cette étude, nous avons équipé de casques de RV une promotion composée de 24 étudiants et étudiantes inscrits en master 1 et 2 en *Méthodes informatiques appliquées à la gestion*

de l'entreprise (MAGE) et de cinq enseignants volontaires intervenant dans les enseignements de ces deux promotions. Parmi ces 24 étudiants et étudiantes, 19 poursuivent le parcours depuis la licence 3^e année. Ils ont tous connu les trois modalités de cours : en présentiel, en ligne et l'expérimentation en RV, ce qui leur permet d'avoir une expérience de chacune des modalités. La moyenne d'âge des étudiants et étudiantes est de 24 ans, et celle des enseignants de 45 ans, avec une expérience moyenne de 10 ans dans l'enseignement supérieur.

Durant la pandémie, tous les cours ont été intégralement réalisés à partir de l'application Zoom, choisie par l'Université. Les enseignements en RV se sont inscrits dans une période postpandémique émaillée de confinements partiels et de blocages routiers résultant de manifestations sociales. Cette modalité a été introduite dans six enseignements (3 en M1 et 3 en M2), ce qui représente un total de 23 séances de 2 heures réalisées en RV, réparties sur le semestre. Il est à préciser que pour les enseignements retenus dans le cadre de l'expérimentation, c'est une modalité hybride qui a été mise en place : des cours en présentiel et des cours en RV. Avant le premier cours en RV, les enseignants de même que les étudiants et étudiantes ont réalisé une séance de prise en main de l'outil d'une durée de 2 heures (mise en service, installation et découverte des outils). La formation MAGE étant une formation spécialisée en informatique, la prise en main a été plutôt aisée pour l'équipe pédagogique et les étudiants et étudiantes.

Nous avons utilisé l'application Horizon Workrooms qui permet de collaborer dans des salles de cours virtuelles pouvant impliquer jusqu'à une vingtaine de participants et participantes. L'environnement reproduit une salle de cours et leur offre, entre autres, des fonctionnalités sociales (discuter, lever le doigt, changer de place...) et des fonctionnalités symboliques d'une salle de cours (projeter son écran, utiliser un pointeur, aller au tableau et y écrire...). Enfin, l'outil permet également à ceux et celles qui ne souhaitent pas ou ne peuvent pas utiliser la RV de se connecter à la salle de cours virtuelle en utilisant un ordinateur et une webcam. Dans ce cas, ils ne sont pas immergés, voient la scène en 2D et apparaissent aux autres participants et participantes sous la forme d'un écran flottant.

Les données ont été recueillies selon le protocole présenté à la figure 1, à partir de questionnaires en ligne et d'entretiens semi-directifs individuels et collectifs. Le questionnaire et les entretiens menés avant de commencer l'expérimentation en RV avaient pour objectifs de déterminer les indicateurs de l'expérience utilisateur relatifs à l'enseignement à distance synchrone. Ceux qui ont été soumis à la fin ont servi à établir les indicateurs de l'expérience utilisateur de la RV.

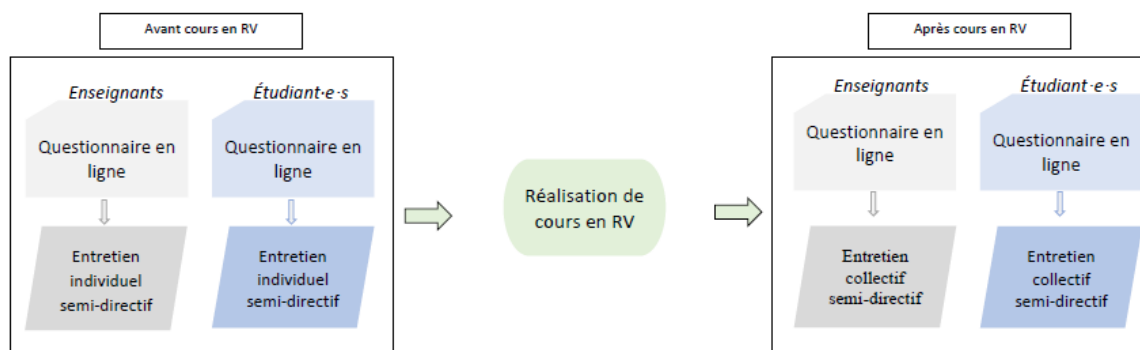


Figure 1

Schématization du recueil de données

Nous avons ainsi collecté, avant le démarrage de l'expérimentation, les réponses relatives au cours en ligne à partir de (i) 24 questionnaires et 24 entretiens individuels réalisés avec les étudiants et étudiantes (ii) 4 questionnaires et 4 entretiens individuels réalisés avec les enseignants. À la fin de l'expérimentation, nous avons collecté les réponses relatives au cours en RV à partir de (iii) 22 questionnaires et 2 entretiens collectifs réalisés avec les étudiants et étudiantes, ainsi que (iiii) 4 questionnaires et 1 entretien collectif réalisé avec les enseignants¹. Les données recueillies à partir des questionnaires ont fait l'objet d'une analyse quantitative par tris croisés, à partir d'une catégorisation des questions (tableaux 1 et 2), qui a été enrichie par celles recueillies lors des entretiens. Une analyse thématique de contenu a été opérée sur le discours relevé.

Tableau 1

Catégorisation des données recueillies au moyen de questionnaires et d'entretiens effectués auprès des enseignants

Effectués avant l'expérimentation en RV	Effectués après l'expérimentation en RV
Niveau de maîtrise des outils du cours en ligne	Niveau de maîtrise des outils de la RV
Limites des outils du cours en ligne	Limites des outils du cours en RV
Niveau de satisfaction sur le cours en ligne	Niveau de satisfaction sur le cours en RV
Représentations sur l'attitude des étudiant(e)s durant le cours en ligne	Représentations sur l'attitude des étudiant(e)s durant le cours en RV
Attentes par rapport au cours en RV	Apports de la RV par rapport au cours en ligne
	Difficultés physiques, techniques, pédagogiques liées à l'outil

Tableau 2

Catégorisation des données recueillies via les questionnaires et entretiens administrés aux étudiants et étudiantes

Effectués avant l'expérimentation en RV	Effectués après l'expérimentation en RV
Qualité des équipements personnels	Qualité des équipements fournis
Limites des outils des cours en ligne	Limites des outils des cours en RV
Niveau de satisfaction sur les cours en ligne	Niveau de satisfaction sur les cours en RV
Représentation de son attitude durant les cours en ligne	Représentation de son attitude durant les cours en RV
Attentes par rapport aux cours en RV	Apports de la RV par rapport aux cours en ligne
	Difficultés physiques, techniques, pédagogiques

Dans la section qui suit, nous nommons « cours en ligne » les enseignements à distance dispensés pendant et au sortir de la pandémie, et « cours en RV » les enseignements dispensés dans la RV.

Résultats

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'intérêt de la RV dans l'enseignement à distance et d'en mesurer plus particulièrement l'impact sur l'engagement cognitif, comportemental et affectif des étudiants et étudiantes. L'impact est évalué en comparant les écarts d'engagement entre le cours en ligne et celui en RV. On peut noter qu'avant l'étude, aucun des étudiants et étudiantes n'avait eu d'expérience de formation en RV. La figure 2 montre des captures d'enseignements réalisés en RV.

1. Les quatre questionnaires sont disponibles sur le site .

**Figure 2**

Exemples de séances en RV réalisées avec des étudiants et étudiantes de master 2

Mesure de l'écart d'engagement cognitif entre les cours en ligne et en RV

Pour étudier l'impact de la RV sur l'engagement cognitif des étudiants et étudiantes, nous avons comparé leur implication pendant les cours en ligne et en RV dans (a) la participation aux activités orales et (b) la réalisation des activités écrites (tableau 3).

Tableau 3

Comparaison de l'engagement cognitif des étudiants et étudiantes entre les cours en ligne et en RV concernant (a) la participation aux activités orales et (b) la réalisation des activités écrites

	Cours en ligne	Cours en RV	Évolution
(a) Je m'implique dans les activités orales			
Spontanément	29 %	68 %	+134 %
Après sollicitation de l'enseignant(e)	29 %	27 %	-6 %
Non, car le format ne me convient pas	25 %	0 %	-100 %
Non, je ne le fais pas	17 %	5 %	-73 %
(b) Je m'implique dans les activités écrites			
Spontanément	21 %	50 %	+140 %
Après sollicitation de l'enseignant(e)	54 %	45 %	-16 %
Non, car le format ne me convient pas	17 %	0 %	-100 %
Non, je ne le fais pas	8 %	5 %	-45 %

On peut noter une augmentation de l'implication spontanée dans les activités orales de 134 % et dans les activités écrites de 140 %. Lors des entretiens, les étudiants et étudiantes ont rapporté avoir davantage compris ou envie de comprendre le contenu des enseignements lorsque dispensés en RV.

On comprend beaucoup mieux les cours. En cas de doute, on pose plus facilement des questions. (Étudiant 1, master 1)

Les enseignants peuvent expliquer tout de suite en direct, faire des schémas... On peut sauvegarder les tableaux et revenir dessus. (Étudiant 2, master 2)

Cette amélioration de l'engagement cognitif est également soulignée par les enseignants, qui témoignent d'une nette amélioration de la participation des étudiants et étudiantes durant les séances en RV.

On voit l'attention des étudiants, on voit où ils regardent, on les voit travailler. [...] Très bonne expérience. Ils travaillaient en groupes, on sentait l'envie de faire des choses. On peut savoir qu'ils rencontrent des difficultés sur leurs mouvements, ce qu'on ne peut pas faire avec Zoom. (enseignant 1, master 2)

L'amélioration de l'engagement cognitif peut s'expliquer par les interactions entre les avatars des personnes participantes, ce qui favorise les apprentissages. En effet, la RV produit un environnement virtuel qui n'est destiné qu'à l'apprentissage, tout en laissant une liberté d'interaction et de prise de parole. Elle permet ainsi aux étudiants et étudiantes d'être pleinement impliqués dans leurs activités.

Mesure de l'écart d'engagement comportemental entre les cours en ligne et en RV

Concernant l'engagement comportemental, nous avons cherché à comparer le comportement des étudiants et étudiantes durant les deux types de cours, du point de vue de leur attention et de leur attitude face au respect des consignes et de l'environnement de travail (tableau 4).

Tableau 4

Comparaison de l'engagement comportemental des étudiants et étudiantes entre les cours en ligne et en RV concernant leur niveau d'attention et le respect des consignes

	Cours en ligne	Cours en RV	Évolution
(c) Je me connecte au cours et je ...			
Suis concentré(e) et attentif(ve)	17 %	91 %	+448 %
Suis concentré(e), mais régulièrement distrait(e) par mon environnement	54 %	4 %	-92 %
Réalise des activités parallèles	29 %	4 %	-85 %
Suis physiquement absent(e)	0 %	0 %	0 %
(d) Je respecte les consignes et l'environnement de travail ^a			
Tout le temps	28 %	44 %	+54 %
Souvent	40 %	39 %	-2 %
Rarement	20 %	12 %	-40 %
Jamais	12 %	5 %	-55 %

a. Regroupement de six questions.

Les réponses montrent une augmentation de l'attention de 448 % lorsque le cours est offert en RV, ainsi qu'une augmentation du respect des consignes et de l'environnement de 54 %. Les étudiants et étudiantes ont déclaré être totalement immergés dans leur salle de cours, le casque les rendant hermétiques aux perturbations de leur environnement réel :

On est plus isolé chez nous, les autres nous laissent tranquilles. (Étudiant 3, master 1)

Par rapport aux enseignements, c'est à des années-lumières [de] la visio : on est plus dedans, plus concentrés, on est immergés complètement, y a moins de distance avec le prof. (Étudiant 4, master 1)

Ce renforcement de l'engagement comportemental semble s'expliquer par la capacité de la RV à immerger les personnes participantes dans un environnement destiné à la formation, qui les coupe de leur environnement réel pouvant être source de distraction. Les possibilités de déconcentration liées à l'environnement proche deviennent ainsi moins aisées en RV, d'autant que le retrait du casque entraîne une éjection du monde virtuel, immédiatement visible de tous.

Mesure de l'écart d'engagement affectif entre les cours en ligne et en RV

L'engagement affectif a été mesuré en comparant (e) les interactions entre étudiants et étudiantes et avec les enseignants et (f) l'intérêt manifesté pour le contenu des enseignements (tableau 5).

Tableau 5

Comparaison de l'engagement affectif des étudiants et étudiantes entre les cours en ligne et en RV concernant leurs interactions avec les autres participants et participantes et leur intérêt pour les activités

	Cours en ligne	Cours en RV	Évolution
(e) J'interagis avec les enseignant(e)s et les étudiant(e)s			
Spontanément	33 %	82 %	+145 %
Après sollicitation de l'enseignant(e)	8 %	14 %	+64 %
Non, car le format ne me convient pas	17 %	5 %	-73 %
Non, je ne le fais pas	42 %	0 %	-100 %
(f) Je vais au-delà des activités ^a			
Spontanément	25 %	42 %	+70 %
Après sollicitation de l'enseignant(e)	10 %	30 %	+212 %
Non, car le format ne me convient pas	31 %	6 %	-81 %
Non, je ne le fais pas	35 %	21 %	-39 %

a. Regroupement de trois questions.

Les étudiantes et étudiants ont déclaré avoir interagi davantage avec les autres personnes participantes, et être davantage intéressés par le contenu des enseignements :

Par rapport à la visio, c'était vraiment mieux. C'était plus facile d'interagir avec les autres. Tout le monde a le même niveau d'équipement donc c'est mieux. (Étudiante 3, master 1)

Plus intéressant au niveau des cours car tu n'as pas l'impression d'être seul. On a eu plus d'interactions pendant les cours en VR que les cours en ligne, plus d'échanges avec l'enseignant aussi. (Étudiant 4, master 2)

On note également une augmentation des interactions avec les enseignants et entre étudiants et étudiantes de 145 %, et de l'intérêt envers les enseignements dispensés de 69 % :

J'ai noté une augmentation de la participation. Ceux qui étaient en VR participaient, en revanche ceux qui étaient en webcam parce qu'ils avaient rencontré des problèmes techniques ne participaient pas, alors qu'en VR ils participaient. (Enseignant 2, master 2)

Cette augmentation des interactions peut s'expliquer par la capacité de la RV à recréer des contextes de travail semblables à la réalité d'une salle de classe. Les étudiants et étudiantes de même que l'enseignant ou l'enseignante peuvent avec leurs avatars se regarder dans les yeux, pointer du doigt, aller au tableau, se déplacer dans la salle ou s'interpeller. Les échanges sont donc facilités, ce qui renforce l'intérêt des étudiants et étudiantes.

Mesure de l'écart de satisfaction des participants et participantes entre les cours en ligne et en RV

Globalement, les résultats obtenus montrent une augmentation de la satisfaction des étudiants et étudiantes au regard du cours en RV (figure 3).

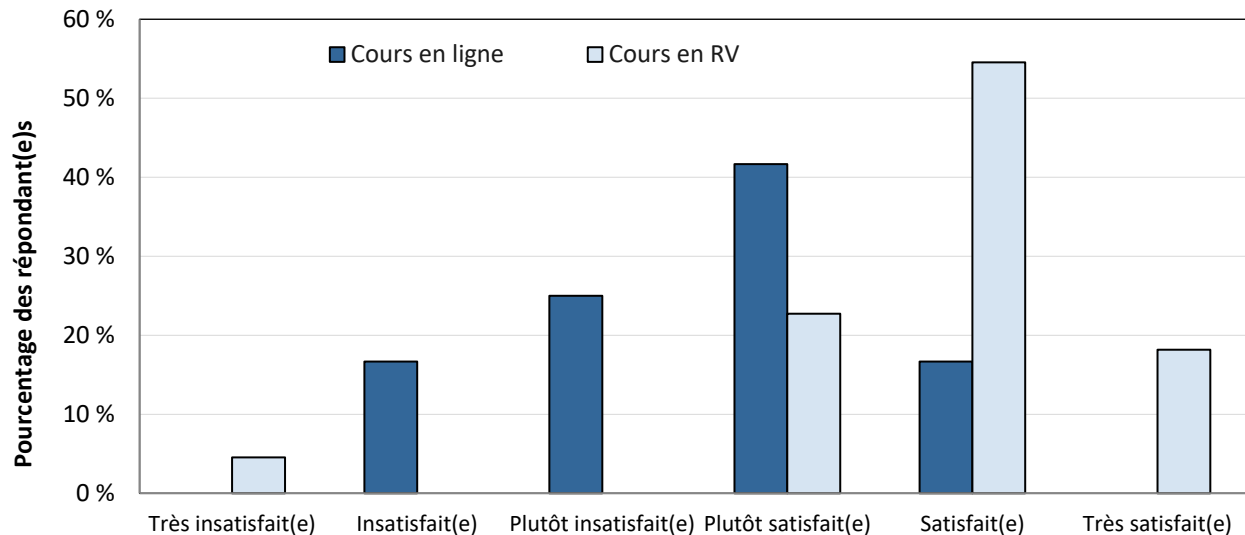


Figure 3

Comparaison de la satisfaction globale des étudiants et étudiantes entre le cours en ligne et le cours en RV

On note une diminution de l'insatisfaction de 78 % relativement aux cours en RV. Les étudiants et étudiantes ont ainsi déclaré que ces cours ont favorisé les interactions entre pairs et avec les enseignants, renforcé la concentration, stimulé leur curiosité et leur intérêt, et contribué à accroître la participation et l'implication :

On était plus investis, il y avait plus d'interactions donc on était plus attentifs, plus engagés. Parce qu'on [ne] peut pas esquiver. Et puis il y a le côté nouveauté aussi. Et le fait que ce soit sur les yeux, on a moins l'envie, et... le choix d'aller faire quelque chose à côté. (Étudiant 5, master 2)

Les enseignants interrogés ont fait part des mêmes observations : en RV, les cours ont été plus interactifs, et les étudiants et étudiantes plus participatifs et impliqués.

On voit qu'ils ont compris parce qu'on les voit hocher de la tête et c'est plus agréable. (Enseignant 3, master 2)

Le manque d'interactions entre les participants et participantes, qui semblait être la source majeure d'insatisfaction, a été atténué par l'immersion en RV.

Discussion : la réalité virtuelle dans un contexte postpandémique

L'enseignement à distance se caractérise principalement par la distance dans la relation pédagogique. Le défi majeur réside donc dans sa capacité à maintenir une pédagogie efficace qui

conjugue avec l'absence (1) physique du formateur ou de la formatrice, (2) des interrelations et (3) des interactions entre personnes apprenantes (Jacquinot, 1993). L'autrice détermine cinq dimensions de la distance à apprivoiser, sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour mieux comprendre l'apport de la RV en formation par rapport au présentiel et au cours en ligne.

La RV, un outil qui allie les qualités du présentiel et du cours en ligne

Au regard des résultats, nous avons observé que les cours en RV semblent réussir à supprimer l'absence de plusieurs dimensions. En nous appuyant sur les travaux de Jacquinot (1993), nous avons élaboré un tableau permettant de comparer le cours en présentiel, en ligne et en RV, afin d'extraire la plus-value de la RV pour la formation à distance dans une utilisation postpandémique. Le tableau 6 montre en quoi les cours en RV présentent les avantages à la fois de l'enseignement en présentiel et du cours en ligne.

Tableau 6

Comparaison des cinq dimensions entre les cours en présentiel, en ligne et en RV

	Cours en présentiel	Cours en ligne	Cours en RV
Dimension spatiale	Apprenant(e)s ensemble face à un(e) formateur (trice) dans une même salle de cours.	Apprenant(e)s seul(e)s mais connecté(e)s à un même espace numérique.	Apprenant(e)s seul(e)s , mais virtuellement ensemble et connecté(e)s à un même espace numérique. Tous les participant(e)s sont présents virtuellement dans une même salle de cours.
Dimension temporelle	Apprenant(e)s ensemble face à un-e formateur (trice) présent(e) simultanément.	Apprenant(e)s seul(e)s dans des lieux divers, mais connecté(e)s simultanément à un même espace numérique.	Apprenant(e)s seul(e)s dans des lieux divers, mais connecté(e)s simultanément à un même espace numérique.
Dimension cognitive	Enseignements et apprentissages réalisés simultanément autour d'activités orales et écrites dans un lieu symbolique réel dédié à la formation.	Enseignements et apprentissages réalisés séparément ou simultanément autour de ressources dans un environnement pouvant être inadapté à la formation.	Enseignements et apprentissages réalisés simultanément autour d'activités orales et écrites dans un lieu symbolique virtuel dédié à la formation.
Dimension technologique	Utilisation d' outils et matériels réels spécifiques aux activités à réaliser.	Élaboration de supports ajustés à la distance pour combler l'absence d'outils et matériels.	Utilisation d' outils et matériels virtuels spécifiques aux activités à réaliser et/ou élaboration de supports ajustés à la distance lorsque l'environnement virtuel ne le permet pas.
Dimension sociale	Interactions langagières, physiques réelles, et non verbales entre participant(e)s.	Interactions langagières entre participant(e)s.	Interactions langagières, physiques virtuelles, et quelques interactions non verbales entre participant(e)s.

Légende. **Gras.** caractéristiques de la dimension commune aux trois modalités de cours.

Bleu. caractéristiques de la dimension spécifique au cours en présentiel.

Vert : caractéristiques de la dimension spécifique au cours en ligne.

À partir de ce tableau, nous pouvons observer que les cours en RV permettent de supprimer l'absence générée par la distance, en recréant, à travers un environnement immersif, les principales caractéristiques d'un cours en présentiel. Comme nous l'avons précédemment observé dans notre

expérience, cet environnement virtuel facilite la compréhension et suscite l'intérêt, en particulier grâce aux interactions entre les personnes participantes.

Cette observation avait aussi été faite par Harfouche et Nakhle (2020) dans un contexte d'apprentissage à distance en bioéthique; ceux-ci montraient que la création d'un environnement virtuel immersif avait permis d'améliorer l'engagement et la participation des étudiants et étudiantes, ainsi que leur compréhension des concepts abstraits.

Le sentiment d'isolement est également diminué, ce qui renforce la participation et le travail collaboratif, tout en rendant quasi nulles les possibilités de distractions. Bien que Monahan *et al.* (2008) ne s'intéressaient pas directement à l'impact de la RV sur l'engagement, leur étude confirme aussi cet impact positif de la RV dans l'amélioration de la collaboration et la communication entre les personnes apprenantes.

Ainsi, par sa capacité à réunir certains avantages du cours en ligne et du cours en présentiel, l'utilisation de la RV en formation nous semble prometteuse pour l'enseignement à distance hors contexte pandémique, bien que des défis restent encore à relever, comme nous le rappelle Thakral (2010).

Limites de l'utilisation de la RV en formation

L'un des plus gros défis reste sans doute la généralisation de la RV à tous les types d'apprentissages, ce qu'ont également observé Barbe et Boboc (2022) : « La RV n'est pas un outil adapté à toutes les formations. » Dans notre étude, les enseignants ainsi que les étudiants et étudiantes ont souligné la difficulté à utiliser la RV lors d'activités de conception autour de la programmation informatique notamment. En effet, la difficulté à pouvoir écrire avec précision sur les touches du clavier rendait ces types d'activités peu aisés. En revanche, les activités impliquant une prise de parole forte telles que des cours magistraux, des travaux dirigés ou des manipulations spatiales et collaboratives sont celles qui ont été les plus appréciées.

Les données obtenues lors de notre expérimentation font ressortir trois types de limites qui pourraient freiner l'adoption de la RV dans l'apprentissage. Tout d'abord des **limites techniques**, puisque les technologies et outils sous-jacents nécessitent d'avoir une bonne infrastructure pour simuler toute la complexité des environnements en 3D et les interactions avec les participants et participantes. L'autonomie, qui est de l'ordre de 3 heures, limite également son utilisation sur de longues périodes. L'outil est également très complet et nécessite une prise en main pour être pleinement appréhendé.

Des **limites physiologiques** ont également été observées. Lors de nos expériences, plusieurs étudiants et étudiantes ont rapporté avoir des difficultés avec le poids du casque, dont l'usage pouvait s'avérer désagréable après quelques minutes d'utilisation. D'autres étudiants et étudiantes ont également fait mention de fatigue oculaire ou de malaise après des séances de 2 heures. Sur l'ensemble des personnes participantes, un étudiant a arrêté l'expérience et ne participait qu'à travers sa webcam.

Enfin, un certain nombre de **limites fonctionnelles** ont également été relevées, notamment l'impossibilité de percevoir les comportements non verbaux ou non verbalisés, ou la difficulté à pouvoir utiliser un clavier.

Conclusion et perspectives

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'intérêt de la RV dans le contexte de l'enseignement à distance. Nous avons en particulier cherché à évaluer l'impact de la RV sur l'engagement des étudiants et étudiantes en proposant une méthodologie visant à mesurer l'apport de cette technologie sur les plans cognitif, affectif et comportemental.

Les outils méthodologiques utilisés nous ont amenés à observer qu'avec l'usage d'environnements simulés, la RV permet aux personnes apprenantes de s'immerger dans des situations de formation plus interactives et engageantes. La RV peut alors leur offrir aux personnes apprenantes la possibilité de communiquer de façon plus naturelle, ce qui renforce leur engagement et favorise l'implication, la participation, l'intérêt, et donc les apprentissages.

En conclusion, l'expérimentation a montré que la RV présente de nombreux avantages pour l'enseignement à distance par sa capacité à combiner certains avantages du présentiel et du distanciel. Elle apparaît donc comme une solution prometteuse qui permet, en tirant profit des bonnes pratiques du distanciel durant la pandémie, de proposer un enseignement à distance de qualité, proche du présentiel.

En ce qui a trait aux limites évoquées de l'expérimentation en RV, le retour du vécu des personnes participantes est focalisé sur les améliorations techniques à apporter aux fonctionnalités afin de rendre l'expérience plus confortable sur de longues périodes d'utilisation. Notre étude a également mis en lumière la nécessité de disposer d'une infrastructure technique robuste et d'une formation des utilisateurs et utilisatrices pour garantir un usage maximisé des fonctionnalités offertes par la technologie. Enfin, le coût du casque est un élément qui peut freiner son utilisation à grande échelle.

Dans nos travaux futurs, nous entendons poursuivre cette expérience, en nous appuyant sur une grille d'observation de l'engagement spécifique au cours en RV, et l'étendre à d'autres types de formations.

Références

- Barbe, F. et Boboc, A. (2022). Intégration de la réalité virtuelle dans une formation à distance en contexte de crise sanitaire : étude de l'hybridation d'un parcours de formation. *Phronesis*, 11(4), 57-74. <https://doi.org/10.7202/1092334ar>
- Boudokhane-Lima, F., Felio, C., Lheureux, F. et Kubiszewski, V. (2021). L'enseignement à distance durant la crise sanitaire de la Covid-19 : le faire face des enseignant·e·s en période de confinement. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, (22). <https://doi.org/10.4000/rfsic.11109>
- Bown, J., White, E. et Boopalan, A. (2017). Chapter 12 – Looking for the ultimate display: A brief history of virtual reality. Dans J. Gackenbach et J. Bown (dir.), *Boundaries of self and reality online* (p. 239-259). Academic Press. <https://doi.org/kkxs>
- Crépy, A., Bourmaud, G., Langlois, B. et Décortis, F. (2021). La formation professionnelle à distance : enjeux, impacts sur l'activité de travail et perspectives pour le développement de parcours de formation. Dans B. Blandin (dir.), *Comprendre et construire les nouvelles situations d'apprentissage instrumentées – Actes du colloque Néo-SAI 2020*. <http://neo-sai2020.sciencesconf.org/...>

- Fredricks, J., McColskey, W., Meli, J., Mordica, J., Montrosse, B. et Mooney, K. (2011). *Measuring student engagement in upper elementary through high school: A description of 21 instruments. Summary. Issues & Answers* (REL 2011, No. 098). Regional Educational Laboratory Southeast. <https://eric.ed.gov/?id=ED514997>
- Granjon, Y. (2021). La perception de l'enseignement à distance par les étudiants en situation de confinement : premières données. *Distances et médiations des savoirs*, (33). <https://doi.org/10.4000/dms.6166>
- Harfouche, A. L. et Nakhle, F. (2020). Creating bioethics distance learning through virtual reality. *Trends in Biotechnology*, 38(11), 1187-1192. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.05.005>
- Issaieva, E., Odacre, E., Lollia, M. et Joseph-Theodore, M. (2020). Enseigner et apprendre en situation de pandémie : caractéristiques et effets sur les enseignants et les élèves. *Formation et profession*, 28(4 hors-série). <https://doi.org/10.18162/fp.2020.702>
- Jacquinet, G. (1993). Apprivoiser la distance et supprimer l'absence? Ou les défis de la formation à distance. *Revue française de pédagogie*, (102), 55-67. <https://doi.org/10.3406/rfp.1993.1305>
- Lan, Y.-J. (2020). Chapter one – Immersion into virtual reality for language learning. Dans K. D. Federmeier et H.-W. Huang (dir.), *Adult and second language learning* (p. 1-26). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.plm.2020.03.001>
- Leubou, R. N. (2021). *Impact de la réalité virtuelle sur la formation à distance* [thèse de doctorat, Université de Limoges, France]. HAL theses. <http://theses.hal.science/tel-03267864>
- Markowitz, D. M. et Bailenson, J. (2021). *Virtual reality and emotion: A 5-year systematic review of empirical research (2015-2019)*. PsyArXiv Preprints. <https://doi.org/10.31234/osf.io/tpsmr>
- Miller, M. R., Jun, H. et Bailenson, J. N. (2021). Motion and meaning: Sample-level nonlinear analyses of virtual reality tracking data. Dans *Proceedings of the 2021 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)* (p. 147-152). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct54149.2021.00039>
- Molinari, G., Poellhuber, B., Heutte, J., Lavoué, E., Widmer, D. S. et Caron, P.-A. (2016). L'engagement et la persistance dans les dispositifs de formation en ligne : regards croisés. *Distances et médiations des savoirs*, (13). <https://doi.org/10.4000/dms.1332>
- Monahan, T., McArdle, G. et Bertolotto, M. (2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50(4), 1339-1353. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.12.008>
- Narciso, D., Melo, M., Rodrigues, S., Paulo Cunha, J., Vasconcelos-Raposo, J. et Bessa, M. (2021). A systematic review on the use of immersive virtual reality to train professionals. *Multimedia Tools and Applications*, 80(9), 13195-13214. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10454-y>
- Numfu, M., Riel, A. et Noel, F. (2019). Virtual reality based digital chain for maintenance training. *Procedia CIRP*, 84, 1069-1074. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.268>

- Parong, J. et Mayer, R. E. (2021). Learning about history in immersive virtual reality: Does immersion facilitate learning? *Educational Technology Research and Development*, 69(3), 1433-1451. <https://doi.org/gnzrrn>
- Paul, M., Bullock, K. et Bailenson, J. (2022). Virtual reality behavioral activation for adults with major depressive disorder: Feasibility randomized controlled trial. *JMIR Mental Health*, 9(5), Article e35526. <https://doi.org/10.2196/35526>
- Peraya, D. et Peltier, C. (2020a). Ce que la pandémie fait à l'ingénierie pédagogique et ce que la rubrique peut en conter. *Distances et médiations des savoirs*, (30). <https://doi.org/10.4000/dms.5198>
- Peraya, D. et Peltier, C. (2020b). Ingénierie pédagogique : vingt fois sur le métier remettons notre ouvrage... *Distances et médiations des savoirs*, (29). <https://doi.org/10.4000/dms.4817>
- Poeschl, S. (2017). Virtual reality training for public speaking: A QUEST-VR framework validation. *Frontiers in ICT*, 4. <https://doi.org/10.3389/fict.2017.00013>
- Queiroz, A., McGivney, E., Liu, S. X., Anderson, C., Beams, B., DeVeaux, C., Frazier, K., Xr, K., Han, E., Miller, M. R., Peterson, X. S., Woolsey, E. S., Hancock, J. et Bailenson, J. N. (2023, juin). *Collaborative tasks in immersive virtual reality increase learning* [communication]. 16th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning – CSCL 2023, Montréal, Canada.
- Schild, J., Misztal, S., Roth, B., Flock, L., Luiz, T., Lerner, D., Herkersdorf, M., Weaner, K., Neuberger, M., Franke, A., Kemp, C., Prandhofer, J., Seele, S., Buhler, H. et Herpers, R. (2018). Applying multi-user virtual reality to collaborative medical training. Dans K. Kiyokawa, F. Steinicke, B. Thomas et G. Welch (dir.), *Proceedings of the 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (p. 775-776). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446160>
- Thakral, S., Manhas, P., et Kumar, C. (2010). Virtual reality and m-learning. *International Journal of Electronic Engineering Research*, 2(5), 659-661. https://ripublication.com/ijeerv1/ijeerv2n5_5.pdf
- Thomsen, A. S. S., Subhi, Y., Kiilgaard, J. F., la Cour, M. et Konge, L. (2015). Update on simulation-based surgical training and assessment in ophthalmology: A systematic review. *Ophthalmology*, 122(6), 1111-1130. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.02.028>
- Tiberghien, V. (2006). L'engagement en formation de base de publics adultes de faible niveau de scolarisation. *Savoirs*, (11), 87-106. <https://doi.org/10.3917/savo.011.0087>