

# Critères de qualité d'applications éducatives de réalité virtuelle

Christine Marquis

Cégep de Saint-Jérôme, Saint-Jérôme, Canada, cmarquis@cstj.qc.ca

Bruno Poellhuber

Université de Montréal, Montréal, Canada bruno.poellhuber@umontreal.ca

Sébastien Wall-Lacelle

Cégep de Saint-Jérôme, Saint-Jérôme, Canada, swall@cstj.qc.ca

Audrey Groleau

Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Canada,  
audrey.groleau@uqtr.qca

## Résumé

Bien que la science et la technologie revêtent une importance majeure dans notre société, l'intérêt des étudiants pour celles-ci est en déclin. La science apparaît souvent rébarbative pour les étudiants à cause, entre autres, des concepts abstraits qu'elle soutend. Par ailleurs, les méthodes choisies pour l'enseignement des sciences demeurent souvent traditionnelles et fortement centrées sur l'enseignant. Dans ce contexte, l'expérimentation de nouvelles méthodes intégrant des technologies de l'information et de la communication nous semblent une voie prometteuse à explorer pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences.

La réalité virtuelle se définit comme un environnement généré par un système informatique donnant une impression de réalité, de présence spatiale et d'engagement. L'immersion, la présence et l'interactivité sont des caractéristiques clés de la réalité virtuelle. Cette dernière offre beaucoup d'opportunités pour l'éducation. Par exemple, elle peut favoriser le développement d'habiletés de visualisation grâce aux représentations en 3D qu'elle offre. Aussi, elle donne la possibilité d'avoir accès à des équipements rares, à des situations dangereuses ou à des réalités difficilement accessibles. Elle peut aussi, selon plusieurs auteurs, favoriser la motivation et l'engagement.

Certaines applications pour l'apprentissage sont développées par différentes compagnies. Toutefois, celles-ci ne répondent pas nécessairement aux besoins des enseignants. Par ailleurs, les outils de création et d'utilisation se démocratisent et de plus en plus d'enseignants souhaitent développer ou utiliser du matériel de réalité virtuelle immersive.

Dans ce contexte, l'objectif de notre projet est d'établir des critères de qualité pour les applications de réalité virtuelle destinées à l'apprentissage des sciences en vue du développement de telles applications.

Après l'expérimentation d'une vingtaine d'applications en biologie, chimie et physique, une équipe formée de professeurs universitaires spécialisés en technologies éducatives et en didactique des sciences, d'enseignants de sciences du collégial, d'étudiants du collégial et de conseillers pédagogiques a élaboré une grille de critères de qualité pour des applications éducatives de réalité virtuelle immersive en suivant une méthodologie de recherche-développement fondée sur l'analyse de la valeur pédagogique.

Le comité a établi vingt-trois critères favorisant une expérience d'apprentissage positive avec la réalité virtuelle regroupés en trois catégories, soit les critères liés aux aspects pédagogiques et didactiques, les critères liés à la réalité virtuelle immersive et les critères liés au jeu. Ces critères permettront de faire une évaluation éclairée des applications existantes ou inspireront le design et le développement d'applications de RV immersive en sciences.

### **Abstract**

Although science and technology are of major importance in our society, students' interest in them is waning. Science often appears off-putting to students because of the abstract concepts it underlies. In addition, the teaching methods usually chosen for science teaching often remain traditional and strongly teacher-centered. In this context, the experimentation of new methods integrating information and communication technologies seems to us a promising avenue to explore for the teaching and learning of science.

Virtual reality offers many educational opportunities. For example, it can promote the development of visualization skills through the 3D representations it offers. It also gives the possibility to access rare equipment, dangerous situations or difficult to access or apprehend realities. According to some authors, it also promotes students' motivation

and engagement. Virtual reality is defined as an environment generated by a computer system giving an impression of reality, spatial presence and engagement. Immersion, presence and interactivity are key characteristics of virtual reality.

Considering the rise of virtual reality devices, different companies have started developing educational applications. However, these do not necessarily meet the needs of teachers. In addition, the tools for creation and use are becoming more accessible and more and more teachers wish to use and even develop immersive virtual reality simulations.

In this context, the objective of our project is to establish a set of quality criteria for virtual reality applications for science learning, criteria that could guide the development of such applications.

After experimenting with some twenty applications in biology, chemistry and physics, a team made up of university professors specializing in educational technologies and science didactics, college science teachers, college students and educational advisors has developed a grid of quality criteria for immersive virtual reality applications for learning by following a research and development methodology based on the analysis of educational value.

The committee established twenty-three criteria promoting a positive learning experience with immersive virtual reality grouped into three categories, namely the criteria related to educational aspects, the criteria related to immersive virtual reality and the criteria related to the game. Criteria will allow an informed assessment of existing applications or inspire the design and development of immersive VR science applications.

### **Mots-clés**

création de dispositifs de formation, formation et usages du numérique, acteurs concernés : enseignants, conception pédagogique, technologies éducatives

## **1. Contexte et problématique**

Alors que la science et la technologie revêtent une importance majeure dans notre société, l'intérêt des étudiants pour celles-ci est en déclin (Potvin et Hasni, 2014). Ce désintérêt, un enjeu important pour l'enseignement des sciences, se manifesterait au secondaire alors que plusieurs étudiants commencent à percevoir la science comme difficile et ennuyeuse.

La science apparaît souvent rébarbative pour les étudiants à cause, entre autres, des concepts abstraits qu'elle sous-tend. En effet, les concepts scientifiques ne sont souvent pas perceptibles à l'aide des sens et doivent être conceptualisés à l'aide de définitions impliquant des termes complexes. Ceux-ci sont aussi souvent enseignés de manière décontextualisée.

Or, les méthodes choisies pour leur enseignement demeurent souvent traditionnelles et fortement centrées sur l'enseignant (Freeman et al., 2014; Johnstone, 1991). Dans ce contexte, l'expérimentation de nouvelles méthodes intégrant des technologies de l'information et de la communication nous semblent une voie prometteuse pour rendre plus efficace l'enseignement des sciences.

Parallèlement, la réalité virtuelle est un outil vraiment prometteur pour l'éducation à cause des nombreuses possibilités qu'elle offre. Dalgarno et Lee (2010) ont identifié une série d'affordances d'apprentissage des environnements virtuels d'apprentissage 3D. Ainsi, les environnements virtuels 3D peuvent être utilisés pour faciliter les tâches

- qui mènent à une représentation améliorée des connaissances spatiales d'un domaine,
- expérimentales impossibles à réaliser dans le monde réel,
- qui conduisent à une augmentation de la motivation et de l'engagement,
- qui conduisent à un meilleur transfert des connaissances et compétences dans des situations réelles grâce à la contextualisation des apprentissages et, enfin,
- qui mènent à des apprentissages collaboratifs.

Ces affordances permettent de pallier certaines problématiques liées à l'enseignement des sciences décrites plus tôt. Le marché de la réalité virtuelle est en plein essor. Le XR (extended reality), qui comprend à la fois la réalité virtuelle et la réalité augmentée, fait partie depuis plusieurs années des technologies évaluées comme étant les plus prometteuses par l'organisme EDUCAUSE aux États-Unis. Un récent sondage mené par l'agence KPMG portant sur les attentes des étudiants en contexte post-pandémie montre que plus de 70% des étudiants québécois pensent que la réalité virtuelle deviendra monnaie courante dans les salles de cours.

Certaines applications de réalité virtuelle immersive pour l'apprentissage sont actuellement mises en marché, principalement, via les fournisseurs Oculus, VIVE ainsi que la plate-forme de jeu Steam. Il est parfois difficile de trouver les applications éducatives au travers des jeux, qui sont beaucoup plus nombreux. Il y a de plus en plus d'applications éducatives mais leur

qualité est très variable. Les enseignants désirant intégrer les opportunités de la réalité virtuelle dans leur pratique sont confrontés à la recherche et à l'expérimentation de ces applications et à les évaluer afin d'espérer en tirer profit.

Dans ce contexte et dans une perspective d'«agir ensemble», notre équipe interordres réunit enseignants et étudiants du collégial (ordre d'enseignement québécois se situant entre le secondaire et l'université), professeurs d'université, conseillers pédagogiques et partenaires de l'industrie afin d'éventuellement développer des applications en réalité virtuelle immersive dans trois disciplines scientifiques : biologie, chimie et physique.

Avant de passer à l'étape du développement des applications de réalité virtuelle immersive destinée à l'apprentissage, nous nous sommes intéressés à ce qui constituait une simulation de réalité virtuelle immersive de qualité. Nous avons donc implanté une démarche méthodologique visant à dresser la liste des critères de qualité s'appliquant à ce type d'applications.

## **Cadre théorique**

Plusieurs définitions sont évoquées dans la littérature au sujet de la réalité virtuelle. Dans leur recension des écrits, Pellas et ses collaborateurs (2020) définissent la réalité virtuelle comme un environnement généré par un système informatique, donnant une impression de réalité, de présence spatiale et d'engagement. Certaines caractéristiques visent à décrire l'expérience qu'offre la réalité virtuelle. En effet, l'immersion, la présence et l'interactivité sont des caractéristiques clés de la réalité virtuelle.

Tout d'abord, l'immersion est ce qui permet l'introduction de la croyance, chez la personne qui expérimente la réalité virtuelle, qu'elle a quitté le monde réel et qu'elle se trouve maintenant dans l'environnement virtuel. Alors que pour certains auteurs, l'immersion est davantage perçue comme un attribut technologique des systèmes de réalité virtuelle permettant de fournir une illusion de réalité inclusive (Slater et Wilbur, 1997), pour d'autres, elle est davantage perçue comme un état psychologique où l'on se sent inclus et enveloppé par l'environnement (Witmer et Singer, 1998).

Ensuite, la réalité virtuelle offre la possibilité d'interagir avec cet environnement.

L'interactivité décrit à quel point un utilisateur peut influencer la forme ou le contenu d'un environnement virtuel (Steuer, 1992). Un environnement virtuel interactif ne permettra pas seulement à l'utilisateur de naviguer et d'explorer, mais fera en sorte que le monde virtuel s'adapte à ses réponses.

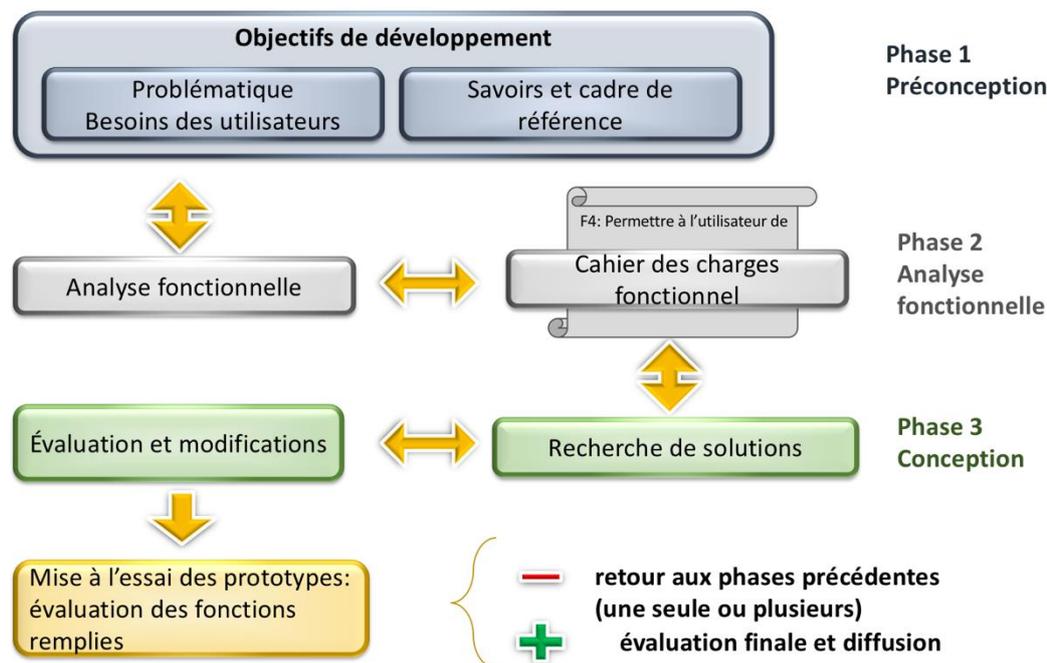
Enfin, elle donne le sentiment d'être présent dans cet environnement. La notion de présence renvoie à cette perception d'être vraiment présent dans l'environnement virtuel même si vous vous trouvez physiquement dans le monde réel (Witmer & Singer, 1998).

## **Méthodologie**

La méthodologie employée est une méthodologie de recherche-développement, l'analyse de la valeur pédagogique (Rocque, Langevin et Riopel, 1998), une adaptation de l'approche de l'analyse de la valeur utilisée en ingénierie au domaine de l'éducation, qui a donné lieu à une production scientifique très importante. Celle-ci comprend trois grandes phases soit 1) la préconception, 2) l'analyse fonctionnelle et 3) la conception du produit ou service visé, chacune de ces phases pouvant être décortiquée en différentes étapes (voir figure 1).

La phase de préconception peut s'exécuter de différentes manières. Elle vise à identifier les besoins et orienter les développements à réaliser. La phase d'analyse fonctionnelle vise à identifier les fonctions devant être remplies par le produit ou le service à développer et aboutit normalement à la production d'un cahier des charges identifiant et priorisant les fonctions. Dans la phase de conception, les développeurs cherchent les manières de pouvoir accomplir les fonctions identifiées. Le tout mène au développement d'un prototype qui est évalué et cette boucle itérative se déroule jusqu'à ce que le développement soit considéré satisfaisant.

Figure 1. Démarche de l'analyse de la valeur pédagogique de Rocque, Langevin et Riopel, (1998)



### Phase 1 : Préconception

Dans le cas présent, la phase de préconception s'est fondée sur une analyse des écrits scientifiques dans le domaine ainsi que sur une analyse comparative de produits ou services similaires pour en faire émerger les fonctions les plus intéressantes ainsi que les éléments à éviter.

Une recension des écrits a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques ou opportunités envisagées pour les environnements 3D de réalité virtuelle. Cette recension a permis d'établir la première version de la grille avec un certain nombre de critères issus des caractéristiques recensées. Bien que certains éléments de la recension des écrits se retrouvent dans ce texte, le format du présent article ne nous a pas permis d'inclure tous les éléments recensés.

Ensuite, pour l'analyse des produits comparables, notre comité réunissant enseignants et étudiants en sciences au collégial, professeurs d'université (spécialisés en pédagogie postsecondaire, en technologies éducatives et en didactiques des sciences,) conseillers pédagogiques et partenaires de l'industrie a procédé à l'évaluation de vingt applications de réalité virtuelle immersive sur différents casques : Oculus Go, Oculus Quest, Oculus Rift et HTC Vive Cosmos Elite. Les différents profils des personnes impliquées dans le comité nous

ont permis d'obtenir une diversité de points de vue de sorte à enrichir les résultats des échanges.

## **Phase 2 : analyse fonctionnelle**

Dans le cas présent, l'approche a été utilisée pour identifier des critères plutôt que des fonctions. Après une expérimentation individuelle d'un certain nombre d'applications et de leur évaluation à l'aide des critères présents dans la première version de la grille, les membres se sont rencontrés afin de discuter des critères qui favorisaient une expérience d'apprentissage optimale en réalité virtuelle immersive. Suivant la technique du groupe nominal, les membres ont alors pu s'exprimer sur la grille en proposant des modifications ou ajouts. Ces propositions ont ainsi pu être discutées et votées à différentes reprises avec l'introduction de nouvelles simulations à évaluer afin d'en arriver éventuellement à un consensus. Ces quatre rondes d'expérimentations de ce type ont permis de générer quatre autres versions de la grille de critères.

## **Résultats**

La première version de la grille élaborée à partir de la recension des écrits comportait 15 critères à utiliser pour l'évaluation des applications de notre première série d'expérimentations. Les échanges issus de la première rencontre du comité ont contribué à apporter plusieurs modifications afin de générer une deuxième version de la grille. Parmi ces modifications, on retrouve, entre autres, l'ajout de 9 critères ainsi que le regroupement des critères à l'intérieur de catégories. Cette séquence expérimentation – évaluation – discussion sur les critères s'est répétée à trois autres reprises jusqu'à l'obtention d'une cinquième version de la grille de critères. Les différentes itérations de la grille ont contribué à rendre son utilisation beaucoup facile par les membres de l'équipe.

La recension des écrits, l'analyse des produits comparables ainsi que l'analyse fonctionnelle ont donné lieu à cinq versions de la grille de critères. La dernière version de la grille, qui a fait l'objet d'un consensus parmi tous les participants, met en évidence trois catégories principales de critères soit ceux liés aux aspects pédagogiques et didactiques, ceux liés à la réalité virtuelle immersive ainsi que ceux liés au jeu. Le tableau 1 met en évidence ces critères à prendre en compte afin de favoriser une expérience d'apprentissage positive avec la réalité virtuelle immersive.

Tableau 1. Critères de qualité d'une application de réalité virtuelle immersive éducative

<b>Critères liés aux aspects pédagogiques et didactiques</b>
Pertinence pédagogique
Caractère adéquat de la scénarisation pédagogique
Présence d'une contextualisation des apprentissages
Présence d'apprentissage actif
Degré d'ouverture (liberté)
Présence d'éléments motivants et engageants
Adéquation du rythme
Présence de formes de représentation des concepts justes et pertinentes
Adéquation du niveau de formulation
Clarté des explications
Pertinence des exemples
<b>Critères liés à réalité virtuelle immersive</b>
Utilisation adéquate du potentiel de la RVI
Possibilité de vivre des situations ou réalités rares, voire difficilement ou pas du tout accessibles
Facilité d'utilisation
Guidance suffisante
Degré d'interactivité
Degré d'immersion et de présence physique
Présence sociale
Vraisemblance de l'environnement
Qualité audio
<b>Critères liés au jeu</b>
Présence d'éléments de ludification
Degré de fun (plaisir)
Adéquation du niveau de défi
<b>Autres critères liés aux simulations</b>
Fidélité cognitive (d'une simulation)
Suscite l'empathie

## Discussion et conclusion

Ces critères, établis après l'expérimentation d'une vingtaine d'applications de réalité virtuelle pour l'apprentissage de la biologie, de la chimie et de la physique, visent à cibler les éléments qu'il importe de retrouver afin de rendre l'expérience d'apprentissage avec la réalité virtuelle la plus agréable et efficace possible. La grille de critères a grandement évolué, de sa première version issue de caractéristiques tirées de la recension des écrits à sa dernière version enrichie des points de vue apportés par les membres de l'équipe. Cette évolution témoigne de l'ampleur de notre contribution dans une visée d'intégrer la réalité virtuelle en éducation.

Les critères pourront être utilisés par les enseignants souhaitant utiliser la réalité virtuelle dans leur enseignement. Notre grille de critères pourra orienter la réflexion d'enseignants qui seraient tentés d'utiliser des applications de réalité virtuelle existantes en leur proposant des

critères d'évaluation clairs et explicites, validés en contexte d'enseignement et d'apprentissage. Nous croyons qu'elle sera utile non seulement aux enseignants en sciences, mais aussi dans les programmes de santé et dans les techniques humaines, domaines où les autres critères issus de la recension des écrits (fidélité cognitive, suscite l'empathie) pourront trouver un terrain d'application.

Par ailleurs, elle pourra donner des bases solides pour la conception d'applications de réalité virtuelle utiles pour l'apprentissage. En effet, dans un contexte où les équipements et techniques permettant de mettre à profit la vidéo 360 pour créer facilement des contenus de réalité virtuelle immersive sont à notre portée, de nombreux intervenants du milieu de l'éducation, dont des enseignants, pourront être intéressés à développer de tels projets. Les critères de qualité que nous avons établis pourront alors être un outil précieux pour ces nouveaux concepteurs issus du milieu de l'éducation.

### **Références bibliographiques**

Dalgarno, B., et 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>

Pellas, N., Dengel, A., et Christopoulos, A. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1- 14.

<https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3019405>

Rocque, S., Langevin, J. et Riopel, D. (1998). L'analyse de la valeur pédagogique au Canada : méthodologie de développement de produits pédagogiques. *La valeur des produits, procédés et services*, 76, 6-11.

Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality : Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73- 93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>

Witmer, B. G., et Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments : A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225- 240.

<https://doi.org/10.1162/105474698565686>