

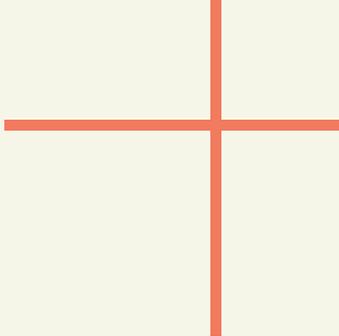
**LIVRET :**  
**LA RV POUR**  
**L'ÉDUCATION**

“

**La seule source  
de connaissance  
est l'expérience**

”

**ALBERT EINSTEIN**



# TABLE DES MATIÈRES

**04** INTRODUCTION

**06** RV : LES ASPECTS  
PÉDAGOGIQUES

**09** RV : UNE NOUVELLE  
FAÇON D'ENSEIGNER

**13** RV : EXEMPLES  
D'APPLICATION DANS  
L'ÉDUCATION

**17** AVIS  
D'EXPERTS

**19** RV : RISQUES POUR LA  
SANTÉ ET ASPECTS DE LA  
SÉCURITÉ

**22** RV : QUELQUES  
EXPLICATIONS SUR LES  
TERMINOLOGIES  
TECHNIQUES

# INTRODUCTION

A l'âge de 87 ans, Michel-Ange, un maître accompli, a dit : " Je suis encore en train d'apprendre ". Quelle merveilleuse chose à admettre ! L'humanité n'a jamais cessé de s'améliorer, et particulièrement aujourd'hui, à une époque de grandes avancées technologiques qui font partie de notre vie quotidienne.

La réalité virtuelle (RV) n'appartient plus au futur, car elle est entrée dans la vie des gens dans de nombreux domaines. Lorsque vous pensez à la Réalité Virtuelle, la première chose qui vous vient à l'esprit est le divertissement. Mais la RV ne se limite pas aux jeux, elle est aussi présente dans l'éducation, la médecine, les ressources humaines, les voyages ou la formation militaire.

La réalité virtuelle est une forme de simulation informatique, dans laquelle le participant est immergé dans un environnement artificiel. Elle fournit de nouvelles formes et méthodes de visualisation en s'appuyant sur les points forts des représentations visuelles. La RV peut illustrer plus précisément que d'autres moyens certaines caractéristiques, certains processus, etc. car elle peut fournir une plus grande expérience de "toucher" des concepts qui n'étaient jusqu'à présent que théoriques. Après tout, en suivant les mots d'une autre grande personnalité de notre temps - Albert Einstein, il est vrai que "la seule source de connaissance est l'expérience".

L'utilisation de la RV dans l'éducation peut être considérée comme l'une des évolutions naturelles de l'enseignement assisté par ordinateur (EAO) ou de la formation assistée par ordinateur (FAO). L'utilisation de cette technologie en classe peut créer de nouvelles possibilités d'apprentissage et de réflexion ainsi qu'une occasion de stimuler l'engagement des élèves. En tant qu'expérience pratique, interactive et immersive, elle offre une nouvelle façon d'apprendre aux élèves en leur faisant vivre de nouvelles expériences[1].

L'utilisation de la RV dans l'éducation modernisera le processus pédagogique et permettra au contenu de l'enseignement d'être abordé d'une façon plus engageante pour les jeunes et les encouragera à explorer et à acquérir des connaissances de manière autonome.

Les possibilités d'utilisation de la RV dans l'éducation peuvent être inépuisables. Les méthodes d'enseignement traditionnelles impliquent que les enseignants délivrent des faits, ce qui a peu à voir avec l'éducation et beaucoup à voir avec un transfert d'informations. Les élèves qui reçoivent trop d'informations sur une multitude de sujets en peu de temps se trouvent dépassés, ce qui les conduit à l'ennui et au désengagement. L'utilisation de la Réalité Virtuelle dans l'éducation a la possibilité de révolutionner l'interaction en classe. Ainsi, ils peuvent apprendre en faisant et on leur offre un meilleur sens de l'espace, la possibilité de faire l'expérience d'un apprentissage en réel, de développer leur créativité et d'améliorer l'acquisition de l'information en y réagissant émotionnellement[2].

[1] Hu-Au, Lee (2017)

[2] <https://theblog.adobe.com/virtual-reality-will-change-learn-teach/>

# INTRODUCTION

Math Reality est un projet cofinancé par le programme Erasmus+ de l'Union européenne et est le résultat d'un travail de collaboration entre 6 organisations : Fermat Science (France), Citizens in Power (Chypre), High School Ivanec (Croatie), Colegiul National "Doamna Stanca" (Roumanie), Liceo Montale (Italie), et Logopsycom (Belgique).

Comme ce matériel couvrira la terminologie technique et l'explication générale de la réalité virtuelle il est important, avant d'entrer dans le vif du sujet, de définir correctement les termes.

Voici les définitions qui vous permettront d'établir la différence entre la réalité augmentée, la réalité mixte et la réalité virtuelle :

## RÉALITÉ AUGMENTÉE

Désigne une interface virtuelle, en 2D ou 3D, qui enrichit/Augmente la réalité en y superposant des informations supplémentaires. Il s'agit d'une extension de la réalité.

## RÉALITÉ MIXTE

Permet d'ajouter des objets synthétiques à l'environnement réel sous la forme d'un hologramme avec lequel l'utilisateur peut interagir.

## RÉALITÉ VIRTUELLE

Est une simulation d'un monde numérique totalement imaginaire basée sur des images de synthèse. Il peut s'agir d'une reproduction du monde réel ou d'un univers totalement imaginaire. L'expérience est visuelle, auditive et, dans certains cas, haptique avec la production d'un retour d'effets. Lorsque la personne est munie du matériel approprié, comme des gants ou des vêtements, elle peut éprouver certaines sensations liées au toucher ou à certaines actions.

## LES ASPECTS PÉDAGOGIQUES DE LA RV

Lorsque l'on lit un livre intéressant, cela nous conduit fréquemment dans le domaine de la fantaisie, nous permettant ainsi de vivre dans notre imagination des événements et des situations non réalisables : naviguer dans des vaisseaux spatiaux imaginaires, explorer des scènes non réalistes, des paysages de conte de fées et même voyager à l'intérieur de notre propre corps. Alors que la question du siècle dernier était de savoir « comment nous sentirions nous si toutes les images qui existent dans la sphère de l'imaginaire pouvaient être transformées en une expérience réelle ? », les scientifiques sont aujourd'hui en mesure de répondre à cette question.

Et en effet, ce qui semblait irréalisable peut maintenant être accompli grâce à une technologie innovante qui requiert les connaissances de divers domaines largement développés tels que l'informatique, la physique, la biochimie et le design graphique. Le tout étant réuni dans une entité virtuelle multidisciplinaire qui utilise les technologies les plus innovantes pour le développement d'applications pertinentes. Tout ceci en restant capable de fonctionner comme un " miroir ", ou comme le reflet des scénarios réalistes les plus extrêmes, sans pour autant être privé de véritables détails ou d'émotions sensorielles.



Microsoft's HoloLens partenaires avec la Western Reserve University.

Crédit Photo: Microsoft

(Retrieved from: <https://www.ietf.org/proceedings/84/1/10>)

# LES ASPECTS PÉDAGOGIQUES DE LA RV

D'un point de vue technologique et comme Costa et al (2001) l'ont d'abord soutenu, la réalité virtuelle (RV) peut être considérée comme la plus naturelle de toutes les interfaces homme-ordinateur (IHM). Cette réussite doit être attribuée à un ensemble de possibilités que ce système offre. Même pour les utilisateurs les moins expérimentés il est facile de naviguer dans des scènes tridimensionnelles en temps réel en maintenant une "interaction multi-sensorielle". Ceci implique l'activation et l'implication d'au moins quatre des cinq sens : la vue, le toucher, l'ouïe et, dans certains cas, l'odorat.

Cette possibilité d'interaction multisensorielle et d'activation de la plupart des sens humains a également été l'argument principal qui accompagne l'hypothèse selon laquelle, au cours de la prochaine décennie, la réalité virtuelle aura donné une nouvelle dimension à l'expérience d'apprentissage. Puisque celle-ci est actuellement fondée sur les systèmes éducatifs formels, sans pour autant impliquer nécessairement que cette "immersion" dans le cadre de l'apprentissage soit prévue pour apporter des solutions concrètes aux problèmes éducatifs chroniques, mais plutôt pour renforcer le processus de mise en œuvre des approches pédagogiques modernes.

Par conséquent, la composante pédagogique théorique doit être celle qui détermine en fin de compte les manières dont la technologie de la RV sera introduite dans le cadre de l'éducation. Au cours de la dernière décennie, les scientifiques ont associé les ramifications éducatives de la RV à l'apprentissage constructiviste (Barilli, 2012 : 144). Comme le dit Barilli (2012) : "[...] les théories du constructivisme \* basé sur l'interaction et avec la dialectique apportent comme vérités fondamentales :

- 1) que toute connaissance vient de la pratique sociale et y retourne ;
- 2) que la connaissance est une entreprise collective et ne peut être produite dans la solitude du sujet (Vygotsky, 1984 ; apud Neves et Daminani, 2006).

\*Le constructivisme est une nouvelle approche de l'éducation qui affirme que les apprenants sont plus aptes à comprendre l'information s'ils l'ont construite par eux-mêmes plutôt que s'ils sont des destinataires passifs de la connaissance. Selon la théorie, l'apprentissage est un progrès social qui implique le langage, les situations du monde réel et les interactions et collaborations entre les apprenants. Selon la théorie, l'apprentissage implique la maîtrise, l'autonomie et l'auto-apprentissage, et celui-ci ne se limite pas à la salle de classe traditionnelle avec un minimum d'interaction. La théorie implique que l'apprentissage peut aussi se faire dans un environnement virtuel". (The International Journal of Modern Social Sciences, 2015, 4(2) : 71-81)

Selon Beker (1993), les auteurs considérés comme des constructivistes sociaux tels que Piaget, Freud, Vygotsky, Wallon, Luria, Baktin et Freinet ont comme lieu commun l'action de l'étudiant comme praxis dans le milieu du processus d'apprentissage, comprenant la " praxis " comme toute intervention des êtres humains dans la société et sur la nature " (Barilli et al, 2012 : 144).

Et ce qui est sous-entendu ici, c'est que l'utilisation de la RV pourrait permettre aux élèves de "construire" des connaissances par eux-mêmes, à la suite de leurs expériences significatives. Dans de nombreux cas, les résultats de la recherche scientifique indiquent qu'avec l'utilisation d'applications pertinentes qui simulent des scénarios réalistes dans des contextes virtuels, les élèves peu performants ont présenté une meilleure performance scolaire que d'autres qui intègrent des connaissances par des méthodes pédagogiques traditionnelles (Winn et al., 1997).

Ceci est largement attribuable au potentiel de la RV qui permet aux étudiant d'avoir leurs propres représentations des connaissances par la construction d'objets visuels et tractables, tout en invoquant simultanément des connaissances déjà acquises et des conclusions expérientielles antérieures. En outre, le potentiel de la RV pour transformer presque tout contexte d'apprentissage immersif en un environnement personnalisable, à son propre rythme et activement engageant, renforce les paysages éducatifs dans leur totalité. Et cela car la RV peut prendre en considération la diversité existante en termes de besoins d'apprentissage individuels, de styles cognitifs et de capacité de perception sensorielle des stimuli du monde extérieur (Smith et al., 2014).



Construct3D: Une Application de Réalité Virtuelle pour l'éducation aux Mathématiques et à la Géométrie (Source: [www.cg.tuwien.ac.at](http://www.cg.tuwien.ac.at) )

Les créatures réalisées en 3D dans les applications de RV brisent tous les obstacles causés par l'écran du PC et, en permettant des interactions physiques, parviennent à faire ressentir à l'utilisateur le pragmatisme de la réalisation (Kirner et Siscouto, 2007 : 4).

En outre, la RV crée des conditions qui permettent aux processus d'apprentissage essentiels de s'épanouir. Cela sollicite également un ensemble de compétences, telles que des capacités d'analyse, d'identification et de résolution de problèmes, ainsi que des capacités de prise de décision.

# LA RÉALITÉ VIRTUELLE. UNE NOUVELLE FAÇON D'ENSEIGNER

Si nous demandons à nos élèves à quelle émotion ils associent l'école, " l'ennui " serait probablement la réponse la plus répandue (Larson & Richards 1991, Mora 2011). Les élèves qui s'ennuient peuvent être confrontés à des conséquences diverses telles que : une faible attention (Farmer & Sundberg, 1986), une capacité moindre de fournir des efforts (Pekrun, Goetz, Daniels, Stupnisky & Perry, 2010), des affects négatifs (Harris, 2000) et un traitement superficiel de l'information, qui conduisent souvent les élèves à avoir des résultats faibles et risquent le décrochage scolaire (Dube & Orpinas, 2009, Wasson, 1981). L'ennui a également un effet négatif sur les facultés cognitives et métacognitives, empêchant les élèves de réaliser leur potentiel.

Mais pourquoi les enfants et les adolescents s'ennuient-ils à l'école ? Les méthodes traditionnelles d'enseignement de type cours magistral peuvent conduire des élèves à être désengagés, insatisfaits de l'expérience perçue comme un apprentissage passif. Ils ont alors souvent tendance à abandonner l'école. En revanche, plus les élèves se sentent engagés dans le processus d'apprentissage, plus ils ont de chances d'améliorer et de développer leurs compétences.

Nous devons trouver des formes d'enseignement qui sont complémentaires à l'apprentissage basé sur les cours magistraux. Et ceci pour impliquer les élèves et leur montrer que l'école peut être un endroit passionnant. Comme nous l'avons vu précédemment, il existe une croyance selon laquelle la réalité virtuelle (RV) pourrait être un moyen d'intéresser les élèves à certaines matières et de stimuler leur curiosité.

En outre, cela peut être une stratégie d'introduire et d'intégrer ce type d'application technologique dans les programmes d'apprentissage officiels des matières qui ont typiquement la réputation d'être ennuyeuses, inutiles ou pas intéressantes. C'est le cas par exemple des matières scientifiques (STIM) Utiliser la RV pour aborder ces matières pourraient susciter un intérêt et stimuler la curiosité des étudiants, même des plus désintéressés ou des moins performants. Et cela augmenterait par conséquent le potentiel académique que présente cette pédagogie. (Costa et Melotti, 2012).

## LA RV AUGMENTE L'ENGAGEMENT DES ÉTUDIANTS

La Réalité Virtuelle est une expérience interactive et immersive. Les élèves peuvent expérimenter quelque chose qu'ils n'ont jamais fait auparavant dans un environnement sûr : il est possible de voyager virtuellement vers des lieux insolites tels que des monuments, des océans, la Lune, l'espace, le corps humain, etc. (Lau & Lee 2015). Les élèves sont libres d'explorer l'environnement et d'apprendre à leur propre rythme, puis ils peuvent discuter de leur expérience avec leurs camarades, ce qui améliore l'implication générale (Ferriter 2016).

Il est également possible de rendre excitants certains sujets que les élèves pourraient trouver ennuyeux ou non pertinents en leur offrant une " immersion " dans la leçon. La capacité de simuler un environnement et d'augmenter la sensation de présence d'un élève est l'une des facultés les plus importantes de la RV pour créer des expériences éducatives plus engageantes.

## LA RV CRÉE DES EXPÉRIENCES AUTHENTIQUES

Pendant un apprentissage en classe, les élèves sont souvent distraits par le monde réel, c'est-à-dire leur vie de tous les jours, et ils ne conçoivent pas pourquoi ils doivent mémoriser et engranger des faits et des données qui ne semblent pas connectées ou utiles à la vie réelle. Ils préféreraient une approche d'apprentissage concrète, dans laquelle l'apprentissage est strictement lié au contexte et se déroule dans le cadre d'une activité réelle.

La RV donne aux élèves la possibilité d'être mis dans des situations réelles avec de vraies tâches, en essayant de trouver une solution à des problèmes concrets et en coopérant avec d'autres. Winn et ses collègues (1997) ont constaté que par rapport aux élèves performants scolairement et ceux qui suivent les méthodes d'enseignement traditionnels (cours magistraux), les élèves peu performants scolairement ont tendance à beaucoup plus progresser lorsqu'ils sont mis dans une situation d'apprentissage réaliste et concrète.

En ce qui concerne les élèves qui suivent des cours techniques dans les secteurs de l'ingénierie ou des cours liés à de la médecine, de la biochimie et de la biologie, la RV offre la possibilité de suivre une formation virtuelle qui permet aux étudiants de réaliser autant d'essais (tests) que nécessaires. Ceci leur permet de réappliquer avec précision, confiance et discipline un processus identique à la réalité mais dans un environnement virtuel. Cela permet d'éviter les ratés, de ne pas avoir peur de faire des erreurs irréparables extrêmement coûteuses, risquées ou même dangereuses pour la santé de l'étudiant.

De plus, la RV permet aux étudiants de suivre une formation virtuelle dans des conditions réalistes et en temps réel, tout en leur permettant de se chronométrer ou d'évaluer leurs performances, et d'avoir un bon aperçu de progression globale.

Il a été prouvé que contrairement aux concepts d'apprentissages traditionnels, la RV peut augmenter le niveau d'engagement de l'étudiant grâce à l'immersion et à l'interaction. La RV crée une expérience multisensorielle et expérimentale unique qui facilite les interactions entre les acteurs et les objets. Cela permet de donner vie à tous types de phénomènes qui étaient restés inexplorés par les communautés d'apprentissage au cours des décennies précédentes.



Entraînement à la grue par Bechtel Brothers et ITI (Retrieved from: <https://www.roadtovr.com/bechtel-partners-iti-expand-vr-crane-training-capabilities/> )

Certaines applications de RV (telles que l'apprentissage des langues et l'usage de la RV pour la prise de la parole en public) donnent également aux élèves un moyen de s'exercer à parler en public sans se sentir anxieux (Virtual Speech, 2016). Un des exemples est Mondly, disponible pour Android et Oculus Rift. Cette application se concentre sur des scénarios réalistes, comme s'enregistrer dans un hôtel, prendre un taxi, commander au restaurant ou discuter dans un train. L'utilisateur a un interlocuteur qui lui répondra verbalement à partir d'une liste de réponses possibles. Il existe également un logiciel de reconnaissance vocale qui permet un retour d'information immédiat sur la prononciation de l'utilisateur, ce qui est utile pour perfectionner ses compétences orales. Montly VR propose 30 langues, dont le chinois, le français, l'anglais, l'allemand, le russe ou l'espagnol.\*

\* <https://www.fluentu.com/blog/virtual-reality-language-learning/>

La RV permet également de s'exercer dans un environnement très immersif et de se confronter à des situations très proches de la réalité : les élèves peuvent visiter n'importe quel lieu, n'importe quelle période de l'histoire et/ou n'importe quel personnage. Il est possible, par exemple, de donner aux étudiants un aperçu de leur futur lieu de travail : Google Expéditions propose des expériences d'expéditions de carrière, où les élèves peuvent suivre un scientifique ou un professionnel dans leurs laboratoires ou leurs bureaux (O'Brien 2016). Ce type de technologie peut être très utile, surtout pour les écoles disposant de peu de ressources : même si les élèves explorent un espace virtuel, ils peuvent faire des expériences authentiques captivantes, qui pourraient les encourager à en apprendre davantage sur leurs intérêts et/ou sur leur future carrière, y compris dans des domaines qui ne sont généralement pas toujours représentés en classe (Butler 2003).

## **ENVISAGER UN AUTRE POINT DE VUE**

L'une des utilisations les plus intéressantes de la RV est la visualisation de modèles complexes, telle que la simulation de ce que voit une personne âgée, un enfant en bas âge ou un élève dyslexique. Des études ont démontré que l'utilisation de la RV à ces fins augmenterait de manière significative l'empathie envers les générations plus âgées et plus jeunes (Passig, Klein & Neuman 2001 ; Bailenson et al. 2008) ; La RV améliorerait également la compréhension des enseignants vis-à-vis de l'expérience cognitive de l'élève dyslexique (Shavit 2005). La RV a aussi la faculté de faire ressentir de l'empathie chez les élèves et les enseignants, de les immerger dans une expérience réaliste, de changer leur conception et de leur donner la possibilité d'appréhender un point de vue différent du leur.

## **LA RV RENFORCE LA CRÉATIVITÉ**

La RV permet aux utilisateurs de créer quelque chose à partir de leur imagination et de manipuler des objets virtuels afin de faciliter l'acquisition de concepts difficiles. Les élèves peuvent facilement façonner leurs idées abstraites et ensuite démontrer leurs modèles mentaux (Winn et al. 1997) ; il est également possible d'améliorer les capacités artistiques, par exemple en peignant, en sculptant et en créant des objets en 3D en utilisant des matériaux impossibles, comme le feu, la neige, les étoiles, grâce à Tiltbrush, une application de Google. Selon la théorie de la cognition incarnée (Da Rold 2018), ce genre d'expérience augmente l'apprentissage cognitif.

# RV : LES EXEMPLES D'APPLICATION DANS LE DOMAINE DE L'ÉDUCATION

Dans le domaine des sciences naturelles, les recherches montrent que le fait que l'étudiant, en étant au centre du processus d'apprentissage théorique et en appliquant la théorie de l'apprentissage constructiviste, peut pleinement exploiter la foule de possibilités fournies par les applications RV, qui permettent à la fois de visualiser et de manipuler des objets tractables en trois dimensions.

Ainsi, les élèves acquièrent des compétences qui leur permettent d'avoir une perception précise et une compréhension approfondie des concepts mathématiques scientifiques les plus abstraits. Ils ont en parallèle la possibilité de construire des représentations tridimensionnelles de concepts spatiaux (par exemple pour des structures et des systèmes géométriques), dont la saisie ne peut pas être facilement expliquée oralement ou même esquissée à l'aide d'illustrations bidimensionnelles sur un morceau de papier (Lima et al., 2007 : 3).

En statistique par exemple, lorsque les données sont multi-variables, l'interprétation et l'analyse des données pourraient être abordée de manière interactive dans des systèmes d'immersion spécialisés qui peuvent répondre à plusieurs types d'apprentissage cognitifs, permettant aux élèves de différents niveaux de performance de comprendre des ensembles de données complexes.

En ce qui concerne les individus ayant des styles cognitifs diversifiés, la technologie de la RV peut offrir à l'élève une sélection variée de plusieurs méthodologies différentes pour qu'ils puissent tout de même absorber les connaissances ; l'apprentissage en utilisant des graphiques et des images au lieu de théories/formules et principes, l'exploration au lieu de la déduction, l'interaction active au lieu de la réflexion, la communication visuelle au lieu de la communication verbale (Kaufman, 2009).

## VOICI QUELQUES EXEMPLES DE RV UTILISÉS POUR L'APPRENTISSAGE DES MATIÈRES SCIENTIFIQUES (STEM)

### **Ecole Centrale Plainview-Old Bethpage à New York**

Cette école a utilisé des espaces de travail zSpace pour enseigner différents concepts, comme les lois du mouvement ou l'anatomie de Newton (Zaino 2016). Les élèves peuvent interagir avec le sujet enseigné de manière créative et engageante, en empilant des blocs, en installant des rampes, en lâchant des balles ; ou ils peuvent littéralement tourner autour d'un cœur en 3D

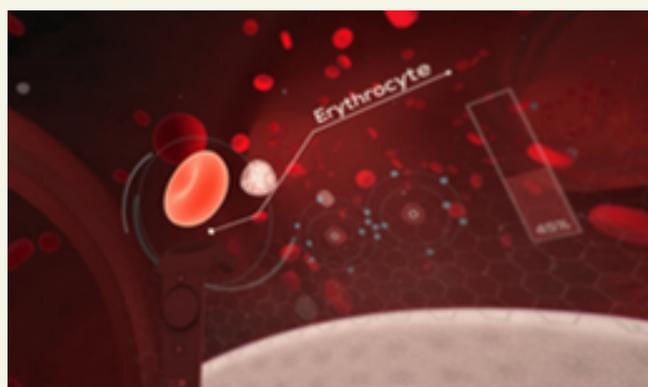
pour comprendre comment il est fabriqué et comment il fonctionne, et sentir ses battements s'accélérer ou ralentir. Les élèves peuvent explorer les sujets à leur propre rythme, sans avoir honte de leurs erreurs, qui deviennent, selon l'apprentissage constructionniste, une occasion d'améliorer leurs compétences et leurs connaissances.

### **Université d'État de l'Arizona :**

Le laboratoire de biologie qui fait appel à la réalité virtuelle est l'une des mesures les plus intéressantes que cette université a adopté pour enseigner cette matière. Grâce à Daydream VR, un système d'exploitation de Google, les étudiants peuvent accéder au contenu de la matière en se connectant avec leur propre compte Google. Après s'être connectés, les étudiants doivent "porter" une blouse et des gants de laboratoire pour pouvoir continuer. Dans ce laboratoire, les élèves doivent prélever deux échantillons de sang de joueurs de basket pour déterminer leur taux de glucose sanguin. Après cette expérience, ils peuvent voir ce qu'il y a à l'intérieur d'une molécule de glucose, et on leur demande de placer la molécule au bon endroit pour démontrer le cycle de Krebs (Faller 2018) ;

### **La RV du corps :**

Voyage à l'intérieur d'une cellule : grâce à cette expérience gratuite de RV, les élèves peuvent voyager dans le sang et découvrir comment les cellules sanguines fonctionnent pour diffuser l'oxygène dans tout le corps : les élèves peuvent également décider de "monter à bord" d'une cellule vivante, afin d'apprendre comment elle fonctionne (The Body VR, n/a) ;



The Body VR : Voyage à l'intérieur d'une cellule - HTC Vive Trailer  
(Retrieved: screenshot from The Body VR Youtube channel)

### CalcFlow :

Cette application, destinée aux élèves du secondaire, donne la possibilité d'explorer des théorèmes et des scénarios mathématiques en RV. Les fonctionnalités incluses sont les suivantes : manipulation de vecteurs avec les mains, exploration de l'addition et du produit vectoriel croisé, création d'une fonction paramétrée et d'un champ vectoriel (Bambury 2018) ;

### Mathématiques de la RV :

L'application présente une série de tâches (principalement géométriques) : les élèves doivent identifier des propriétés comme les arêtes et les sommets ; il est possible de fournir du contenu en tant que professeur ou d'accéder au contenu en tant qu'élève, via le casque de RV. Ce type de tâches est très utile pour améliorer la conscience spatiale des élèves. (Bambury 2018) ;

### Jouets 4D :

C'est une immersion extrêmement interactive dans un monde en 4D : les utilisateurs doivent déplacer des objets dans la quatrième dimension en les ramassant, puis en faisant glisser un doigt sur une surface tactile pour se déplacer d'avant en arrière dans l'espace en 4D. Un texte d'instruction apparaît et réagit à chaque fois que vous saisissez un objet et que vous le faites glisser dans l'espace en quatre dimensions (Machkovech 2017).



Times Tables VR est un moyen amusant pour les étudiants de pratiquer leurs compétences de multiplication dans la réalité virtuelle en utilisant seulement leurs yeux dans un environnement immersif à 360 degrés (Retrieved from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.KhoraVR.MathGame&hl=en> )

### **Math médiéval VR :**

Une autre application qui utilise une approche ludique : les élèves doivent défendre leurs propres tours en tirant des flèches sur une vague d'ennemis. Ils doivent résoudre des problèmes de maths pour gagner plus de flèches. Il est possible de jouer au jeu avec quatre types d'exercices différents, c'est-à-dire l'addition/soustraction, la multiplication/division, les fractions, la pré-algèbre. (Bambury 2018) ;

### **L'appareil fantastique :**

Voici un autre exemple qui utilise la théorie constructionniste pour renforcer les principes de la physique, où le joueur construit une machine et, si elle ne fonctionne pas correctement, il utilise des compétences de résolution de problèmes jusqu'à ce qu'elle fonctionne correctement (Porter, 2015). De cette façon, il est possible d'améliorer les compétences visuelles et de manipulation, tout en apprenant les contenus des matières scientifiques ;

# L'AVIS DES EXPERTS

Afin d'avoir une compréhension globale et pratique sur le sujet de la Réalité Virtuelle dans l'éducation, les partenaires du projet Math Reality ont posé à certains experts et praticiens internationaux quelques questions sur leur point de vue concernant l'utilisation de la Réalité Virtuelle dans l'éducation.

## **Pensez-vous que si vos écoles avaient intégré la réalité virtuelle dans leur processus d'enseignement, vous auriez connu un meilleur développement personnel et professionnel ?**

"Eh bien, si j'avais bénéficié de ce type d'enseignement, j'aurais certainement démarré mon entreprise plus tôt. Quant à mon développement personnel, une façon moderne d'enseigner, en utilisant la RV, aurait rendu la vie des étudiants beaucoup plus facile. J'aurais pu mettre plus rapidement les connaissances en pratique et donc j'aurais davantage apprécié les leçons grâce à la possibilité de visualiser les informations fournies. Avec la physique, la chimie et les mathématiques, surtout la géométrie, par exemple. La RV peut révolutionner tout le concept de l'enseignement de ces matières, car elle pourrait les mettre sous forme d'une réelle expérience pratique".

**Ovidiu Pop, PDG d'Ovilex,**

**Olivex est entreprise roumaine fière de créer certains des meilleurs jeux de simulation de conduite et de pilotage**

## **Que pensez-vous de l'utilisation de la technologie de la RV en classe ? Quels sont les avantages et les défis ?**

Je pense que la réalité virtuelle a définitivement sa place dans la salle de classe. À mon avis, elle est plus attrayante et plus immersive que beaucoup d'autres contenus consommables dans la salle de classe. Elle l'emporte de loin sur les manuels, les vidéos, les images et les sites web. Mais je ne pense pas qu'elle puisse remplacer ces autres moyens d'apprentissage. La RV devrait être intégrée pour compléter les outils de la salle de classe afin d'améliorer le processus d'apprentissage, au même titre que ces autres moyens.

J'ai vu de mes propres yeux combien la RV peut être attrayante pour les élèves. Elle a la capacité de transporter vos élèves partout dans le monde, à tout moment de l'histoire, et même au-delà, dans des endroits inimaginables. Mais la RV, comme tout autre outil d'apprentissage, a aussi ses défis. Principalement le coût des appareils, le coût du contenu et l'accès équitable dans les écoles.

**Michael Fricano II**

**Spécialiste de l'intégration technologique et professeur de technologie pour les enfants de la maternelle à la sixième année à l'école Iolani à Hawaii**

## Quels sont, selon vous, les sujets les plus appropriés pour l'utilisation de la RV ?

Avec la réalité virtuelle il est complexe d'aborder un sujet de façon exclusive puisque son application même rend les sujets transversaux. Elle est applicable en géographie, en sciences, en histoire, en art, etc.

Cette technologie permet de motiver la compréhension narrative (nouveaux médias - narration), de recréer des scénarios immersifs et expérientiels (Utilisateur - empathie), d'imaginer et de construire des mondes narratifs (Mathématiques et conception - Création 3D), de développer des scènes basées sur des faits ou des données (Mathématiques et logique - Programmation).

**Jordi Martos**

**Expert en AR, RV et expérience utilisateur de PublicVisual à Barcelone**

## Quel est le rôle d'un enseignant dans l'animation d'une leçon qui utilise la RV ?

Certains pourraient penser que la RV a l'ambition de remplacer les enseignants dans la classe. Mais personnellement, j'ai le sentiment que l'enseignant ne pourra jamais être remplacé car il ressent de l'empathie et crée des liens personnels avec les élèves. La RV n'est qu'un outil de plus dans la boîte à outils des enseignants. Le rôle des enseignants, lorsqu'ils utilisent la RV pour une leçon est de faciliter les discussions et de poser les questions importantes. L'enseignant emmène les élèves à la réflexion, il les aide à appliquer ce qu'ils voient dans l'expérience de la RV à ce qu'ils savent déjà et à ce qu'ils apprennent en classe.

**Michael Fricano II**

**Spécialiste de l'intégration technologique et professeur de technologie pour les enfants de la maternelle à la sixième année à l'école Iolani à Hawaii**

Le rapport à l'humain est important pour faire le lien entre le contexte et l'apprentissage - sans cette connexion, l'apprentissage se perd. Les enseignants doivent faciliter la pose de questions, le soutien à l'apprentissage et les étapes précédant l'utilisation de la RV, puis suivant la RV.

**Craig Kemp**

**Educateur avec plus de 14 ans d'expérience en classe, en direction et en conseil, passionné par la RV dans l'éducation**

# RV : RISQUES POUR LA SANTÉ ET ASPECTS DE SÉCURITÉ

Dans un futur proche, la technologie de la RV va, complètement changer la façon dont nous enseignons, pratiquons ou même abordons certains aspects dans l'éducation. Bien que les avantages de l'utilisation de la technologie de la RV dans l'éducation soient énormes, il est également important d'être conscient qu'il s'agit d'une technologie très puissante et, par conséquent, qu'elle doit être utilisée correctement et avec raison.

Il existe différents contextes d'utilisation de la RV, comme l'éducation et les loisirs. Mais nous sommes-nous déjà demandé pendant combien de temps est-il raisonnable ou exagéré d'utiliser la réalité virtuelle d'un seul coup ?

Des fabricants comme Oculus recommandent une "pause de 10 à 15 minutes toutes les 30 minutes, même si vous ne pensez pas en avoir besoin". Ce repos entre les tâches utilisant la réalité virtuelle nous aide à atténuer et à adoucir des symptômes tels que la fatigue oculaire, les maux de tête et, dans certains cas, les nausées. Selon les experts, cela est dû à la façon dont la RV affecte la connexion œil-cerveau, appelée "shame-accomodation conflict" la difficulté à accommoder sa vue.

"Dans un environnement virtuel, la façon dont nous voyons et interagissons change du monde réel parce que nous pouvons projeter devant nos yeux quelque chose qui semble très loin, mais qui n'est en fait qu'à quelques centimètres de l'œil"

**Walter Greenleaf, un neuroscientifique du comportement qui a étudié la RV en milieu médical pendant plus de 30 ans. Il travaille avec le laboratoire d'interaction humaine virtuelle de l'université de Stanford.**

Ainsi, dans la vie réelle, nos yeux convergent naturellement et se concentrent en un point de l'espace, et notre cerveau y est tellement habitué qu'il réunit les deux réponses. Cependant, la réalité virtuelle les sépare, ce qui rend le cerveau confus.

Certains fabricants ont fixé un âge limite, généralement à 13 ans, alors que la PlayStation VR a même fixé la limite d'âge à 12 ans. Cependant, tous les fabricants déclarent que la RV ne doit pas être utilisée sans la surveillance d'un adulte. En gardant cela à l'esprit, il est très important que les enseignants soient toujours présents lorsque la RV est utilisée en classe. Il est nécessaire qu'ils soient très attentifs aux utilisateurs en cas de secousses musculaires involontaires et de perte d'équilibre comme signal d'un problème potentiel.

\* <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>

Pour éviter ces effets secondaires, il est recommandé de faire des pauses fréquentes, de régler les casques, de serrer ou desserrer les sangles et de régler la distance focale ou la distance des yeux.\*\*

La page d'information sur la sécurité du site Vive de HTC indique que "En portant le casque, vous êtes aveugle au monde qui vous entoure. Ne comptez pas sur le système d'encadrement du produit pour vous protéger". Il est donc très important que la salle de classe soit sécurisée pour les activités utilisant la technologie RV. Il ne doit y avoir aucun obstacle sur le sol ou dans la zone de manœuvre. Le guide d'utilisation de la santé et de la sécurité en réalité virtuelle souligne qu'il est important de rester assis en utilisant le casque, à moins que votre expérience du contenu ne vous oblige à rester debout.

Pour éviter toute irritation de la peau ou des yeux, l'hygiène du casque de RV est de la plus haute importance. Il est nécessaire de nettoyer le casque entre chaque utilisation avec des lingettes antibactériennes sans alcool et avec un chiffon sec en microfibre pour les lentilles. Les casques RV doivent être stockés dans un endroit où ils ne risquent pas d'accumuler de la poussière. De temps en temps, il est bon d'aérer les casques. De plus, les personnes atteintes d'une maladie contagieuse ne doivent pas partager un casque avec d'autres.<sup>3</sup>

La réalité virtuelle n'est pas adaptée à tous les objectifs pédagogiques. Il y a des scénarios d'enseignement où la RV peut être utilisée et d'autres où elle ne doit pas l'être. Certains auteurs affirment que la RV peut être stockée dans le centre de mémoire du cerveau de la même manière que les expériences physiques du monde réel.<sup>4</sup>

Bien que cela soit très utile pour l'éducation et la formation, cela peut avoir de graves conséquences émotionnelles et psychologiques si le contenu n'est pas approprié. Si le contenu présente des combats, de la violence ou génère de l'anxiété, il peut provoquer des réactions physiques du corps, notamment une augmentation du rythme cardiaque et de la pression sanguine, ou induire des réactions psychologiques telles que l'anxiété, la peur ou même le syndrome de stress post-traumatique. L'auteur Bailens donne des instructions judicieuses : "Si vous deviez faire cela dans le monde réel, comment cela vous affecterait-il ?

\*\* <https://www.vesttech.com/4-health-risks-from-using-virtual-reality-headsets/>

[1] <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>

[2] <http://www.classvr.com/health-and-safety/>

[3] Ibid.

[4] Pantelidis (2009)

C'est ainsi qu'il faut envisager la réalité virtuelle. Quand la RV est bien réalisée, le cerveau croit qu'elle est réelle".<sup>5</sup> Il est donc important que le contenu soit éducatif, inspirant et adapté à l'âge de l'utilisateur.

En conclusion, l'application de la technologie de la réalité virtuelle à des fins éducatives présente de nombreux avantages. Elle offre aux enseignants de nouvelles formes et méthodes de visualisation et de présentation qui peuvent réellement faire la différence dans l'éducation et conduire les élèves à de nouvelles méthodes d'apprentissage plus engageantes et plus utiles. Néanmoins, l'utilisation de la RV en classe présente certains risques et inconvénients qui doivent être pris en considération.<sup>6</sup> Mais comme pour toutes technologies, certains de ces risques peuvent être éliminés par une utilisation appropriée, raisonnée et en suivant les consignes de sécurité.

[5] <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>

[6] Pantelidis (2009)

# RV : QUELQUES EXPLICATIONS SUR LES TERMINOLOGIES TECHNIQUES

Sur les premières pages du livret, nous avons établi les définitions de la RV, de la RA et de la réalité mixte. Dans cette section du livret, nous vous présentons une explication plus approfondie de ce qu'est la réalité virtuelle.

## 1. LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE RÉALITÉ VIRTUELLE

La RV peut être immersive ou non. Ce qui la distingue, c'est l'utilisation de technologies physiques (soutenues par des technologies d'ordonnancement logique).

- **Les systèmes non immersifs** : ils sont basés sur l'utilisation d'un moniteur, d'une souris ou d'un écran tactile. Ils sont plus simples et peu coûteux et conviennent parfaitement aux cours d'enseignement à distance via le Web.
- **Les systèmes immersifs** : Ne permettent pas de contact avec des ressources du monde réel. Les systèmes de réalité virtuelle les plus perfectionnés permettent à l'utilisateur de se sentir "immergé" dans le monde virtuel.

Le phénomène d'immersion peut être vécu selon 4 modalités différentes, en fonction de la stratégie adoptée pour générer cette illusion.

### On peut trouver :

- La cabine personnelle
- La cabine collective (pods, cabine de groupe)
- La caverne ou grotte :

Basée sur l'utilisation de plusieurs grands écrans de projection disposés orthogonalement les uns par rapport aux autres pour créer un environnement tridimensionnel ou caverne (grotte) dans lequel se trouve un groupe d'utilisateurs. Parmi ces utilisateurs, il y en a un qui se charge de la navigation, tandis que les autres peuvent se consacrer à la visualisation des environnements de Réalité Virtuelle dynamique en temps réel.

- L'opérateur isolé HMD (Head-mounted display : écran fixé sur la tête)

C'est un dispositif d'affichage, porté sur la tête ou comme partie d'un casque. Ils occupent le champ de vision de l'utilisateur de telle sorte que celui-ci n'a aucune perception de l'environnement extérieur, ce qui lui permet de s'immerger totalement dans une réalité virtuelle, car il ne percevra que les images créées par l'ordinateur et reproduites sur l'écran.

\* <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>

\*\* <https://www.vesttech.com/4-health-risks-from-using-virtual-reality-headsets/>

## IL EXISTE 3 GRANDES CATÉGORIES DE CASQUES DE RÉALITÉ VIRTUELLE :

1. **Casque de réalité virtuelle mobile** : il s'agit en fait de boîtiers, qui n'ont pas d'écran ou de processeur propre mais sont conçus pour pouvoir accueillir un téléphone mobile, sur lequel les images seront reproduites.



Exemples de Samsung Gear VR et de Google cardboard  
(Retrieved from: [www.amazon.com](http://www.amazon.com))

### Points techniques importants à vérifier :



- Compatibilité avec le(s) smartphone(s) (taille de l'écran et système d'exploitation)
- Système de maintien du mobile
- L'autonomie de la batterie du téléphone en situation de jeu
- Une bonne circulation de l'air dans le casque pour éviter la surchauffe

2. **Casque de réalité virtuelle sans processeur** : ils comprennent leur propre écran et leurs propres capteurs, mais sont connectés à un dispositif externe (généralement un ordinateur personnel) pour recevoir les images.



Exemple de casque sans processeur : HTC Vive and Oculus Rift  
(Retrieved from: [www.amazon.com](http://www.amazon.com))

### Points techniques importants à vérifier :



- La puissance de l'ordinateur et les exigences du système
- La quantité et la longueur des câbles
- Une installation facile de l'appareil
- L'espace nécessaire à la pleine utilisation de l'appareil
- La capacité de stockage

3. **Casque de réalité virtuelle autonome** : ce sont ceux qui comprennent tous les éléments nécessaires, tels que le boîtier, l'écran, les capteurs et le processeur.



Image : Casque Oculus Go  
(Retrieved from: [www.amazon.com](http://www.amazon.com))



**Points techniques importants à vérifier :**

- Durée de vie de la batterie et temps de charge
- Capacité de stockage

## CARACTÉRISTIQUES DES CASQUES DE RÉALITÉ VIRTUELLE

Tous les casques de RV ont des systèmes de tracking pour les mouvements et les positions différents. Bien qu'il y ait des disparités significatives dans les modes de fonctionnement des différents modèles, on peut tout de même classer les casques de RV en deux catégories :

- RV stationnaire (3DoF)
- RV marchable (6DoF)

### Degrés de liberté de la RV (DoF)



**3 Degrees of Freedom**



**6 Degrees of Freedom**

Source: [aniwaa.fr](http://aniwaa.fr) (adapted from @YuukiOgino)

## LES 6 DEGRÉS SONT :

**Roulis :** Le roulis est l'endroit où la tête pivote d'un côté à l'autre  
(c'est-à-dire en regardant derrière un coin)

**Tangage :** Le tangage est l'inclinaison de la tête le long d'un axe vertical  
(c'est-à-dire lorsque l'on regarde en haut ou en bas)

**Lacet :** Le lacet est l'endroit où la tête pivote le long d'un axe horizontal  
(c'est-à-dire en regardant à gauche ou à droite)

**Élévation/ ascension :** L'élévation est le fait pour une personne de  
se déplacer vers le haut ou vers le bas.  
(c'est-à-dire de se pencher ou de se lever)

**Dérive :** Le mitraillage est le fait pour une personne de se déplacer  
à gauche ou à droite  
(c'est-à-dire de contourner, en marchant sur le côté)

**Avance :** La surcharge est le mouvement d'une personne vers l'avant  
ou vers l'arrière  
(c'est-à-dire en marchant)

## TROIS DEGRÉS DE LIBERTÉ (DOF) - MOUVEMENT DE ROTATION

Les 3 mouvements de rotation sont le tangage, le lacet et le roulis. Ces mouvements sont suivis par les capteurs embarqués de la plupart des HMD. Lorsque vous inclinez et tournez la tête, le HMD détecte les mouvements et modifie son affichage en conséquence.

Les mouvements de rotation sont suivis par les IMU ou unités de mesure inertielle composées d'un accéléromètre, d'un gyroscope et d'un magnétomètre. Ces IMU mesurent la vitesse, l'orientation et les forces gravitationnelles du HMD pour déduire l'orientation et le mouvement de rotation.

Les 3 IMU sont souvent commercialisées comme ayant "9 DOF". Les 9 DOF sont calculés en additionnant les 3 DOF détectés par chaque IMU. En réalité, l'accéléromètre, le gyroscope et le magnétomètre mesurent tous les mêmes 3 DOF : tangage, lacet et roulis.

En fait, ces outils permettent à un appareil de mesurer son mouvement selon trois types de rotation directionnelle (ou 3DoF). Certains mouvements de l'utilisateur sont enregistrés par ces capteurs et traduits afin que le programme de RV fonctionnant sur le téléphone puisse réagir en temps réel.

## SIX DEGRÉS DE LIBERTÉ (DOF) MOUVEMENT DE ROTATION ET DE TRANSLATION

### MOUVEMENTS DE TRANSLATION

Les 3 mouvements de translation sont gauche/droite, avant/arrière et haut/bas. Ces mouvements sont généralement suivis par une caméra externe ou d'autres capteurs. Peu de HMD utilisent des capteurs embarqués pour suivre les mouvements de translation.

La capacité de suivre les mouvements de translation est nécessaire pour le suivi de la position, la capacité de déterminer la position absolue d'un objet dans un environnement 3D.

Il intègre les trois mesures de rotation (roulis, tangage et lacet) et ajoute trois autres mouvements directionnels qui permettent à une personne de se déplacer physiquement dans un espace virtuel, plutôt que de se tenir simplement debout à un endroit.

Avec les six degrés de liberté (6DoF), le casque et les capteurs portés par l'utilisateur sont traqués. Cela peut être réalisé soit en utilisant des capteurs externes pour capturer les mouvements (suivi extérieur-intérieur), soit en utilisant des capteurs fixés au casque lui-même (suivi intérieur-extérieur) qui relaient en permanence les positions du casque et des capteurs à l'ordinateur.

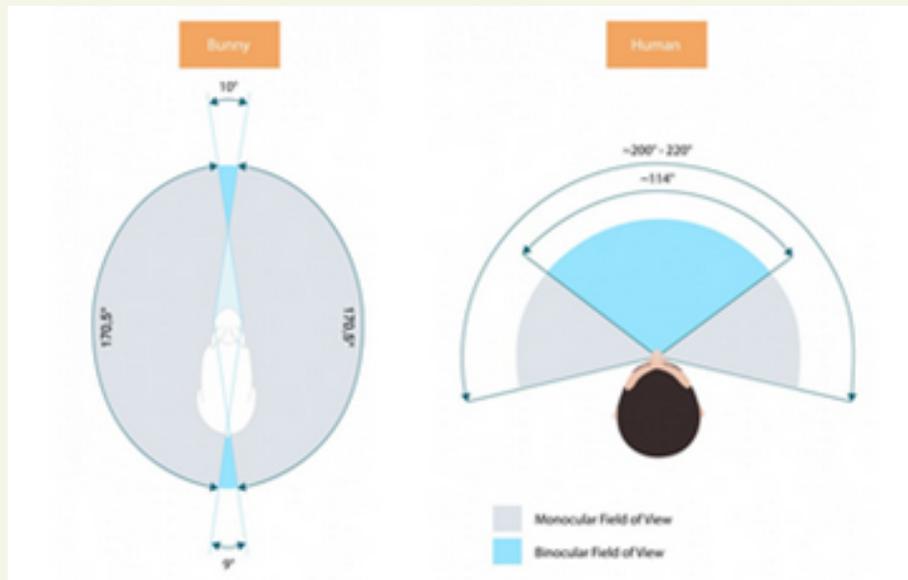
### A. RÉOLUTION

L'écran étant vu de très près, il est essentiel que la résolution qu'il propose soit la plus élevée possible. Plus elle est élevée, plus l'immersion sera importante. Sinon, on obtient un effet quadrillé et pixelisé.

Un autre critère est la profondeur du noir. Avec les écrans LCD classiques, les écrans LED ou les écrans LCD à LED, le noir n'est pas "profond", c'est-à-dire qu'il apparaît gris foncé. Avec les écrans de technologie OLED et AMOLED, un pixel noir est vraiment noir. Le contraste (le passage entre une zone sombre et une zone claire) est donc bien meilleur.

## B. CHAMP DE VISION (CDV)

Les humains ont un champ de vision stéréoscopique binoculaire qui leur permet de percevoir des objets en 3D d'environ 114°.



Source: VR Lens Lab

La paire de lentilles dans les casques permet de changer la vision standard de l'écran pour qu'il y ait plus de ressemblance avec la réalité. Ces lentilles spéciales définissent le CDV. Si un grand champ de vision permet une bonne immersion, le facteur essentiel pour une bonne expérience de RV est la correspondance parfaite entre le champ de vision et la taille de l'écran.

## C. DEGRÉ D'INTERACTION

L'idée d'interaction est liée à la capacité de l'application de RV à détecter les activités de l'utilisateur et à modifier immédiatement le monde virtuel et les actions qu'il contient (capacité réactive).

**VIDÉOS À 360°** : la seule interaction possible est de déplacer la vidéo dans l'angle que nous voulons voir.



Source: airpano.com

**Kinect** est un dispositif basé sur un capteur qui permet aux utilisateurs de contrôler et d'interagir avec le dispositif sans les limitations physiques traditionnelles. Grâce à une interface naturelle basée sur les gestes, le mouvement, la voix, la reconnaissance des formes, les objets et les images.

**Tracking** : Les dispositifs de suivi eux-mêmes peuvent être utilisés comme outils pour interagir avec le monde virtuel. Pour se faire, un récepteur ou une cible des dispositifs de suivi est couplé à un contrôleur sans fil.



Exemple de différents contrôleurs sans fil  
Source: [www.amazon.com](http://www.amazon.com)

- Capteurs pour la tête
- Capteurs de suivi des yeux
- Capteur des mouvements de la main
- Suivi à l'échelle de la salle

**Les téléphones portables** : Les appareils mobiles d'aujourd'hui sont équipés de capteurs qui leur permettent de mesurer leur position, leur orientation ou leur vitesse de déplacement. Il est ainsi possible de les utiliser comme systèmes d'interaction (avec une fonctionnalité similaire à celle d'une télécommande Wii). Nous utilisons les appareils androïdes comme mécanisme d'interaction dans les mondes virtuels.

## **D. ENVIRONNEMENTS INDIVIDUELS OU COLLABORATIFS**

**Individuel** : Une seule personne peut interagir dans un monde virtuel (jeux vidéo non multijoueur, cinémas 3d, etc.)

**Collaboratif (multijoueur)** Il est possible que plusieurs personnes évoluent ensemble dans le même monde virtuel et interagissent en simultanément entre eux.

## RÉSUMÉ

L'enseignement et l'apprentissage à l'aide de la réalité virtuelle présentent, comme mentionné ci-dessus, une multitude d'avantages, tels que : permettre de visualiser ce qui ne seraient pas possibles autrement en classe, créer un intérêt et accroître l'engagement.

Elle favorise également l'étude avec moins d'efforts, car elle est basée sur la création d'expériences. La connexion émotionnelle offerte par une expérience immersive à la première personne augmente la motivation et a un plus grand impact sur les processus d'apprentissage. En tant qu'outil disruptif, il permet aux élèves d'acquérir les compétences associées à des tâches telles que l'exploration, l'interprétation, l'analyse, la résolution de problèmes et la communication.

Étant donné le grand choix d'applications et d'utilisations possibles, la RV vise à améliorer la qualité de l'éducation dans de nombreux domaines différents. Elle transforme la figure de l'enseignant : elle passe d'un instructeur à un agent facilitateur et orienteur dans l'utilisation consciente, pédagogique et critique de ces contenus ou technologies. De plus, elle promeut le corps étudiant en tant que créateur d'expériences, ainsi que la pratique des aptitudes et des compétences inhérentes au processus créatif.

# BIBLIOGRAPHIE

- 4 Health Risks From Using Virtual Reality Headsets, <https://www.vesttech.com/4-health-risks-from-using-virtual-reality-headsets/>
- Adamo-Villani, N., Carpenter, E., & Arns, L. (2006). An immersive virtual environment for learning sign language mathematics. ACM Proceedings of SIGGRAPH 2006 - Educators, Boston, ACM Digital Library, New York: ACM Publications.
- and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality", Themes In Science And Technology Education, Special Issue: 59-70
- Bailenson, J., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A., Lundblad, N. and Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: digital transformations of teachers, students and social context, The Journal of the Learning Sciences, Vol. 17, pp.102-141.
- Bambury, S. (2018), Exploring Mathematics in VR, 4 June. Retrieved from <https://www.virtualiteach.com/single-post/2018/06/04/Maths-in-VR>
- Barilli E. C. V. C. Virtual Reality Technology as an Didactical and Pedagogical Resource in Distance Education for Professional Training, Distance Education, 2012 <https://www.intechopen.com/books/distance-education/the-technology-of-virtual-reality-as-a-pedagogical-resource-for-professional-formation-in-the-distan>
- Barilli E. C. V. C.; Ebecken N. F. F.; Cunha G. G.. The technology of virtual reality resource for formation in public health in the distance: an application for the learning of anthropometric procedures. Ciênc. saúde coletiva vol.16, supl.1, Rio de Janeiro, 2011.
- Becker, F. Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos. Porto Alegre. Paixão de Aprender, No. 5:18-23, 1993.
- Butler, S.K. (2003). Helping urban African American high school students to excel academically: the roles of school counselors, The High School Journal, Vol. 87, No. 1, pp.51-57.
- Costa N.; Melotti M. Digital Medias in Archaeological Areas, Virtual Reality, Authenticity and Hyper-Tourist Gaze, Sociology Mind, Vol. 2, No. 1, 53-60, 2012.
- Costa R. C.; Vidal L. A. Experimentando um Ambiente Virtual com Pacientes Neuropsiquiátricos. Comunicação apresentada na II Conferência Internacional. Challenges, 2001.
- Crosier, J., Cobb, S. and Wilson, J. (2000). „Experimental Comparison of Virtual Reality with Traditional Teaching Methods for Teaching Radioactivity”, Education and Information Technologies, 5 (4): 329 – 343
- Da Rold, F. (2018), Defining embodied cognition: The problem of situatedness, New Ideas in Psychology, Vol. 51, pp.9-14
- Delialioğlu, O. (2012). Student engagement in blended learning environments with lecture-based and problem-based instructional approaches, Journal of Educational Technology and Society, Vol. 15, No. 3, pp.310-322
- Dube, S. R., & Orpinas, P. (2009). Understanding Excessive School Absenteeism as School Refusal Behavior, Children & Schools, Vol. 31, No. 2, pp.87-95
- Faller, M. B. (2018). ASU online biology course is first to offer virtual-reality lab in Google partnership, 23 August. Retrieved from <https://asunow.asu.edu/20180823-solutions-asu-online-biology-course-first-offer-virtual-reality-lab-google-partnership>
- Farmer, R., & Sundberg, N. D. (1986). Boredom proneness - the development and correlates of a new scale. Journal of Personality Assessment, Vol. 50, No. 1, pp.4-17.
- Ferriter, B. (2016), Tool Review: #GoogleExped.s. Virtual Reality App, The Tempered Radical, 9 March. Retrieved from <http://blog.williamferriter.com/2016/03/09/tool-review-googleexpeditions-virtual-reality-app/>
- Harris, M. B. (2000). Correlates and characteristics of boredom proneness and boredom., Journal of Applied Social Psychology, Vol. 30, No. 3, pp.576-598.
- <https://insights.samsung.com/2016/06/22/promote-stem-learning-success-with-virtual-reality-in-education/>
- Hu-Au, E. and Lee, J. (2017). Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age, Innovation in Education, 4(4): 215 – 226
- Kaufman, H. Virtual Environments for Mathematics and Geometry Education, THEMES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION Special Issue, Pages 131-152, Klidarithmos Computer Books, 2009.
- Kaufmann, H.; Dünser, A. Summary of usability evaluations of an educational augmented reality application. In R. Shumaker (Ed.), HCI International Conference (HCII 2007) Vol. 14, (pp. 660-669). Beijing, China: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kirner Claudio; Siscouto Robson. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Petrópolis – RJ, May, 2007.
- Larson, R. W., and Richards, M. H. (1991). Boredom in the middle school years: Blaming schools versus blaming students. American Journal of Education, Vol. 99, No. 4, pp.418-443.
- Lau, K. and Lee, P. (2015), The use of virtual reality for creating unusual environmental stimulation to motivate students to explore creative ideas, Interactive Learning Environments, Vol. 23, No. 1, pp.3-18.
- Lima A. J.; Haguenaer C.; Cunha G.. A Realidade Aumentada no Ensino de Geometria Descritiva. GRAPHICA, Curitiba, 2007.
- Machkovech, S. (2017). Crazy VR game lets you explore a world made from 4D mathematical models, 6 March. Retrieved from <https://arstechnica.com/gaming/2017/06/learn-the-ways-of-the-fourth-dimension-with-a-bonkers-vr-playset/>
- Middle School., Penn GSE Perspectives on Urban Education, Vol. 9, No.1.
- Mora, R. (2011). “School Is So Boring”: High-Stakes Testing and Boredom at an Urban
- O'Brien, S. (2016) Exped.s. Career Tours can take Kids to Work, Virtually., 28 April. Retrieved from <https://www.blog.google/outreach-initiatives/education/expeditions-career-tours-can-take-kids/>
- Pantelidis, V. (2009). „Reasons to Use Virtual Reality in Education
- Passig, D., Klein, P and Neuman, T. (2001). Awareness to Toddlers' Initial Cognitive Experiences with Virtual Reality. Journal of Computer Assisted Learning, Vol. 17, No. 4, pp.332-344.
- Pekrun, R., Goetz, T., Daniels, L. M., Stupnisky, R. H., & Perry, R. P. (2010). Boredom in achievement settings: Exploring control-value antecedents and performance outcomes of a neglected emotion., Journal of Educational Psychology, Vol. 102, No.3, pp.531-549
- Porter, C.G. (2015), Hands-on: Creating Magical Machines with 'Fantastic Contraption' on HTC Vive, Road to VR, 21 August, Retrieved from <http://www.roadtovr.com/fantastic-contraption-htc-vive-hands-on-pax-prime-2015/>
- Shavit, M. (2005), The Impact of Virtual Reality on the Educators Awareness of Cognitive, Emotional and Social Experiences of a Dyslectic student. Masters thesis submitted to the School of Education, Graduate Program of ICT in Ed., Bar Ilan University, Israel: Ramat-Gan.
- The Body VR, Journey inside a Cell. Retrieved from <https://thebodyvr.com/journey-inside-a-cell/>
- The Very Real Health Dangers Of Virtual Reality, <https://amp.cnn.com/cnn/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>
- Virtual Reality Headset Hygiene Best Practices, <https://vrcover.com/virtual-reality-headset-hygiene-best-practices/>
- Virtual Reality Health & Safety Usage Guide, <http://www.classvr.com/health-and-safety/>
- Winn, W., & Bricken, W. Designing virtual worlds for use in mathematics education: The example of experiential algebra. Educational Technology, 32(12), 12-19, 1992.
- Winn, W., Hoffman, H., Hollander, A., Osberg, K., Rose, H. and Char, P. (1997). The effect of student construction of virtual environments on the performance of high-and low-ability students, Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association ResearchGate, Chicago, IL.
- Yeh, A., & Nason, R. VRMath: A 3D microworld for learning 3D geometry, Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Lugano, Switzerland (2004).
- Zaino, J. (2016). Promote STEM Learning Success With Virtual Reality in Education, 22 June. Retrieved from



# Erasmus+

Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation du contenu, qui reflète uniquement le point de vue des auteurs, et la Commission ne peut pas être tenue responsable de toute utilisation qui pourrait être faite des informations qu'elle contient.

Project code: 2018-1-FR01-KA201-048197



**Math  
Reality**