



La réalité virtuelle et la réalité augmentée au service de l'enseignement universitaire

19 décembre 2018

Roland BILLEN
Björn-Olav DOZO
Anne-Marie ÉTIENNE
Michael SCHYNS

Résumé

L'Université de Liège a fait du **numérique au service de l'enseignement** un axe fort de son développement. Parmi les projets nourrissant cet axe, les MOOCs et le **développement d'environnements virtuels** pour l'enseignement constituent depuis deux ans des lieux d'innovation qui rencontrent une adhésion importante de la communauté d'enseignants. Pour **continuer à diversifier l'offre d'outils mis à disposition des enseignants** tout en explorant des pistes innovantes positionnant l'ULiège à la pointe des recherches sur l'enseignement dans le supérieur, le groupe interdisciplinaire « Teaching with VR » a démarré un projet de recherche complémentaire aux environnements virtuels qu'il a pu mettre en place : la création de prototypes d'**environnements en réalité augmentée** au service de l'enseignement universitaire.

Contexte

Le numérique à l'ULiège au service de l'enseignement

L'université de Liège, sous l'impulsion en 2017 du Premier Vice-Recteur à l'enseignement Éric Haubruge, a développé **plusieurs grands chantiers articulant enseignement et numérique**. La première cohorte de MOOCs de l'ULiège en 2017 a rassemblé près de 30.000 étudiants pour trois MOOCs (histologie sur deux sessions, sociologie des migrations et littérature jeunesse). Fin 2018, l'ULiège disposera d'un catalogue de 15 MOOCs disponibles sur la plateforme FUN. D'autres projets viennent nourrir un catalogue d'outils numériques au service de l'enseignement : évaluation des étudiants par QCM, learning analytics, diffusion par podcast, Bring Your Own Device (BYOD) et outils d'interaction à partir d'appareils mobiles, plateforme de formation en ligne interne eCampus, développement d'environnements virtuels pour l'enseignement, etc.

Teaching with VR – réalité virtuelle

Le groupe « **Teaching with VR** » est une démonstration probante de l'intérêt d'une approche interdisciplinaire de ces questions (pour l'intérêt de l'usage de la réalité virtuelle dans l'enseignement, voir annexe 1). Ce groupe vise à mettre au point, dans un premier temps, des **environnements virtuels pour l'enseignement en sciences humaines**. Il y a à la fois de nombreuses questions méthodologiques et pédagogiques à résoudre avant de pouvoir offrir à l'apprenant une expérience réellement confortable et enrichissante (voir annexe 2 pour qualifier l'expérience de l'utilisateur et l'annexe 3 pour les typologies à considérer). Il y a également des défis techniques à résoudre.

Le projet est porté par des enseignants de quatre Facultés : Roland Billen, vice-doyen à l'enseignement de la Faculté des Sciences ; Björn-Olav Dozo, Faculté de Philosophie et Lettres ; Anne-Marie Étienne, vice-doyenne à l'enseignement de la Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation ; Michaël Schyns, vice-doyen à l'enseignement de HEC Liège – École de Gestion de l'Université de Liège. Ceux-ci, par la mise en commun de leurs compétences et grâce à un soutien institutionnel ponctuel, ont pu développer **plusieurs environnements en réalité virtuelle**, constituant une matrice qui peut être d'une part déclinée et adaptée aux besoins disciplinaires et d'autre part enrichie en fonction des demandes liées au niveau d'enseignement (bachelier, master, doctorat, formation continue).

Plus précisément, le groupe a développé différents éléments constituant une **boîte à outils** au service de l'enseignement en sciences humaines. Les environnements principaux ont été

développés en utilisant **plusieurs techniques** (photogrammétrie, scan 3D, reconstruction architecturale volumétrique) :

- une numérisation 3D mêlant différentes techniques du château de Jehay (partenariat avec la Province de Liège) ;
- une modélisation du bâtiment de HEC ;
- une modélisation d'un environnement forestier ;
- un espace de vie (cuisine et salle de bain) ;
- un cockpit d'avion ;
- un entrepôt logistique.

Chaque environnement peut être **décliné pour différents usages** : traitement des phobies et troubles anxieux en psychologie, étude marketing, étude architecturale pour l'enseignement du patrimoine, promotion du tourisme (en partenariat avec la Province de Liège), formation en logistique, apprentissage d'une langue étrangère, etc.

Ces environnements permettent **d'enrichir la formation** en exploitant différentes caractéristiques de la réalité virtuelle. En effet, il est possible de reproduire de manière très réaliste des situations de la vie réelle. L'étudiant est immergé dans ce nouveau monde qui devient sa nouvelle réalité et on peut l'exposer à des processus qu'il doit apprendre à maîtriser. On se rapproche de **l'apprentissage par la pratique**. Par ailleurs, le professeur a un **contrôle complet** sur l'environnement et peut ainsi exposer progressivement et sans danger l'étudiant ainsi que lui montrer l'impact d'une bonne ou mauvaise décision. L'environnement peut correspondre à une scène familière, mais aussi à des **situations plus complexes ou à des milieux moins accessibles** (une entreprise à l'autre bout du monde ou un milieu hostile). Enfin, les environnements peuvent être **enrichis avec diverses informations ou possibilités d'actions** : explications sur une spécificité architecturale, ajout d'escaliers pour tester l'activité physique, visualisation d'un bâtiment depuis un nuage...

En plus de ces environnements, le groupe a fait développer différents **dispositifs techniques** permettant de mesurer des paramètres d'usage (eye-tracking et biofeedback pour mesurer le stress) pour nourrir l'expérience. Le groupe a aussi exploré et expérimenté des mécanismes pour rendre **l'expérience la plus naturelle possible** et en particulier **quelques modèles de déplacement** au sein des environnements (déplacement grâce à un dispositif prenant en compte l'activité des jambes ou celle des bras, contrôle par un joystick, etc.).

Enfin, le groupe encadre aussi le développement de nouveaux environnements par des étudiants, pour que les **environnements dédiés puissent aussi être enrichis par les apprenants** eux-mêmes.

Vu son **succès**, ce projet pilote va se prolonger dans les mois qui viennent, afin de doter l'ULiège d'un **véritable outil opératoire** qui servira au plus grand nombre et afin d'impliquer quiconque veut mobiliser cet outil dans ses enseignements. Des partenariats ont été noués dans ce sens avec d'autres institutions étrangères dont l'Université du Québec en Outaouais au Canada.

Le groupe, conscient de la **complémentarité** des approches réalité virtuelle/réalité augmentée, a décidé, en plus du développement d'outils liés à la réalité virtuelle, d'entamer un **nouveau chantier** : le développement d'environnements en réalité augmentée (AR). Cette volonté s'inscrit dans le plan stratégique de l'Université, qui vise à pourvoir les enseignants d'une gamme d'outils

numériques mobilisables au sein de leur pratique ; elle est soutenue par la FWB et le Ministre de l'Enseignement supérieur Jean-Claude Marcourt.



Complémentarité AR / VR

Il est nécessaire de penser la réalité virtuelle et la réalité augmentée comme des possibilités complémentaires. La VR offre un sentiment d'immersion plus grand et des environnements plus complets et détaillés. Elle est parfaite pour des mises en situation complexes et pour répondre à des besoins nécessitant un décor spécifique et des possibilités d'interaction avec celui-ci.

L'AR permet de résoudre différentes difficultés liées à l'utilisation d'environnements virtuels : **l'intégration instantanée dans l'environnement réel** (présence dans le monde réel, qui est amélioré/augmenté en temps réel et non recomposé à un autre moment), le sentiment d'immersion par la **présence du corps** (l'incorporation de l'expérience virtuelle reste actuellement limitée, sauf à passer par des moyens très coûteux comme une voute) ou encore la **sociabilité au sein de l'environnement** virtuel (plusieurs personnes peuvent interagir naturellement).

C'est donc en vertu de cette complémentarité de ces technologies et de leurs usages dans l'enseignement que l'ULiège souhaite développer la réalité augmentée en plus de la réalité virtuelle, le tout constituant une boîte à outils adaptés à de nombreuses situations d'apprentissage. Il n'y a pas de progression entre ces outils, ni de concurrence, mais une complémentarité que les industriels mettent en avant, notamment Microsoft avec son concept de réalité mixte. Toutes les analyses des experts du digital montrent que cette technologie approche de sa phase de maturité ("slope of enlightenment") et mettent en avant son énorme potentiel.

La réalité augmentée et mixte

À la suite des casques de réalité virtuelle grand public développés par HTC (Vive) et par Facebook (Oculus Rift), on trouve quelques casques de réalité augmentée dont le plus célèbre et le plus avancé est le casque **Hololens¹** développé par Microsoft. Celui-ci permet d'**insérer des objets tridimensionnels dans un espace actuel**, et donc de visualiser des objets n'étant effectivement pas présents dans une pièce tout en continuant à percevoir la pièce elle-même. Ces objets ont l'immense avantage de pouvoir être partagés par plusieurs utilisateurs, qui perçoivent ces objets simultanément, sous un angle dépendant de leur position dans la pièce. Ils peuvent alors commenter, annoter ou interagir avec ces objets virtuels. Enfin, ces objets virtuels peuvent être filmés et retransmis sur un écran au moyen de caméras adaptées, pour les personnes ne disposant pas d'un casque.

La réalité mixte prônée par Microsoft tend à combiner les acquis de la réalité virtuelle et les avancées de la réalité augmentée. C'est cette dernière composante que le groupe « Teaching with VR » souhaiterait explorer, afin de développer des prototypes d'environnements utiles pour l'enseignement universitaire. Ces prototypes se déploieraient selon deux axes :

- des environnements mettant en avant un interfaçage de données avec la réalité;
- des environnements proposant la manipulation (qui pourrait être collective) d'objets en trois dimensions visualisés grâce à des casques de réalité augmentée/mixte.

L'interfaçage de données est une technique que des sociétés comme Eon Reality ou Augmenta commercialise, pour répondre à des besoins très spécifiques de l'industrie par exemple. Le projet Google Glass, lancé en 2012, tentait déjà de se développer dans cette voie et s'est lui aussi réorienté vers l'industrie en 2017. Notre ambition est de développer pour l'enseignement universitaire des cas concrets d'utilisation de cet interfaçage de données en exploitant des casques Microsoft Hololens. Des informations viendraient ainsi se superposer aux réalités observées, que cela soit les bâtiments ou les strates.

La manipulation d'objets 3D virtuels dans un environnement actuel s'appuie sur les développements que le groupe « Teaching with VR » a déjà pu mener à bien pour la réalité virtuelle. Il s'agirait d'adapter ces acquis à un nouveau contexte, en tenant compte des spécificités du

¹ <https://www.microsoft.com/fr-fr/hololens> (consulté le 11/2/2018).

matériel à disposition. Les champs d'application sont immenses : visualisation et manipulation d'objets rares et précieux en art et archéologie, visualisation de modèles 3D qui peuvent être commentés pour la médecine, pour les sciences, etc.

Dans les deux cas, comme cela a été envisagé pour la VR, le groupe se focalisera à la fois sur les **questions techniques**, mais aussi et surtout sur les **questions méthodologiques et pédagogiques**. L'objectif principal reste le développement des compétences des étudiants (voir annexe 1) en utilisant des outils numériques immersifs (voir annexe 2) et adaptés aux différents contextes (voir annexe 3).

Les deux axes sont réalisables en un an, vu l'expérience du groupe (notamment en **numérisation 3D d'environnements réels**) et les acquis déjà engrangés dans ces domaines. Les environnements de développement choisis pour la réalité virtuelle sont en effet les mêmes que ceux utilisés par Microsoft pour la réalité augmentée

Plusieurs projets ont déjà débuté:

- Architecture: interprétation visuelle 3D de croquis;
- Logistique: aide à la décision permettant à un opérateur de remplir plus rapidement et plus efficacement un conteneur;
- Médecine: visualisation en 3D détaillée de différentes parties de l'anatomie;
- Histoire: analyse de techniques pour la taille du silex;
- Marketing: modélisation de produits à commercialiser...

Plan de développement des environnements

- **2017-2018** : premiers prototypages VR. *(réalisé)*
- **2018-2019** : déploiement de 10 environnements VR et **premiers prototypages AR**. *(en cours)*
- **2019-2020** : déploiement de 10 usages de l'AR. Cellule d'aide à la création et à la déclinaison des environnements VR; locaux équipés du matériel pour recevoir les enseignants et leur classe désireux de partager une expérience VR ou AR commune.
- **À partir de 2020** : cellule d'aide à l'utilisation de la VR et de l'AR établie et opérationnelle.

Situation par rapport au secteur privé

Quel intérêt de ne pas se contenter de sous-traiter la production de ces environnements au privé ? L'intérêt est triple. Tout d'abord, si la révolution numérique a ouvert un marché immense, la réflexion métacritique sur les usages d'artefacts numériques et leurs **enjeux épistémologiques** restent la spécificité de l'université ; or le domaine de la VR et de l'AR pour l'enseignement est encore trop peu mature pour ignorer les questions fondamentales qui émergent de la production d'environnements virtuels. Ensuite, le déploiement d'un savoir-faire à l'intérieur de l'institution offre une **autonomie** bien plus grande pour les déclinaisons et les adaptations d'environnements existants à d'autres besoins (nouveaux cours, nouvelles disciplines à enseigner, etc.). Enfin, **l'approche interdisciplinaire** que le groupe défend permet de sortir des schémas disciplinaires classiques que certains voudraient simplement « outiller » grâce au numérique. A l'ère de l'industrie 4.0, il n'est pas envisageable de réfléchir en silo thématique et développer un produit ou service digital en se focalisant sur une finalité unique. Le monde est multiple et complexe. Toutes

ses dimensions doivent être prises en compte simultanément pour tendre vers la solution optimale. Quel serait le meilleur endroit pour cela qu'une université complète ? C'est un réel avantage par rapport à une structure privée naturellement limitée en ressources.

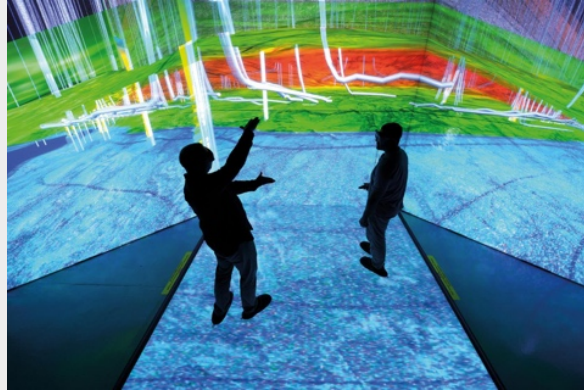
Contacts:

Michaël SCHYNS	M.SCHYNS@ULIEGE.BE	HEC LIÈGE, ÉCOLE DE GESTION DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE
Roland BILLEN	RBILLEN@ULIEGE.BE	FACULTÉ DES SCIENCES
Björn-Olav DOZO	BO.DOZO@ULIEGE.BE	FACULTÉ DE PHILOSOPHIE ET LETTRES
Anne-Marie ÉTIENNE	AM.ETIENNE@ULIEGE.BE	FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE, LOGOPÉDIE ET SC. DE L'ÉDUCATION

Exemple 1 : l'enseignement de la géologie

La réalité virtuelle dans l'enseignement de la géologie

- Les formations géologiques sont fondamentalement 3D, il est donc didactiquement important que les étudiants puissent les étudier en 3D. Les maquettes traditionnelles très onéreuses et statiques ou la cartographie géologique en 2D ne permettent pas d'explorer et d'interagir comme le permet la réalité virtuelle.
- De plus, l'utilisation de la RV est un complément inestimable aux visites de terrain nécessaire à la compréhension des formations géologiques et de leurs environnements. Elle met à la disposition de l'enseignant des visites virtuelles d'endroits reculés, peu accessibles ou dangereux, ouvrant aux étudiants de nombreuses expériences à travers le monde.



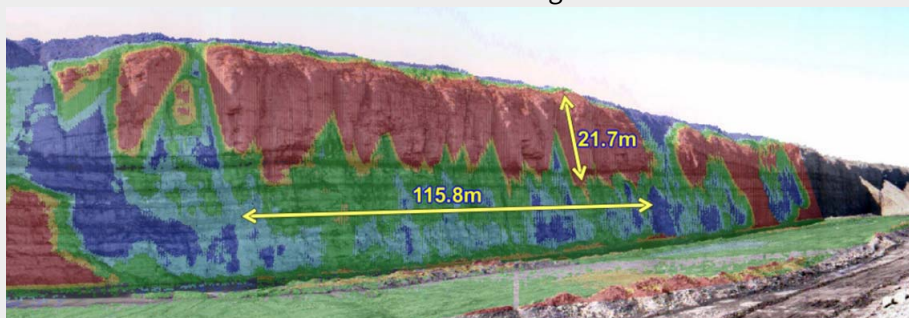
La réalité augmentée dans l'enseignement de la géologie

La RA est un complément essentiel à l'exploitation de modèles numériques en enseignement.

- Manipulation 3D: en classe, des dispositifs RA permettent d'explorer et d'interagir avec des modèles 3D tout en restant connecté à l'environnement de la classe. L'immersion est moindre mais les interactions entre les apprenants et l'enseignant sont plus aisées.



- Interfaçage: sur site, la RA permet de magnifier les explications de l'enseignant en mettant en évidence certains éléments à l'endroit exact où il se trouvent. L'analyse fine du processus et de ses implications avec l'environnement immédiat est grandement améliorée.



Exemple 2 : architecture, logistique, production, marketing...

La réalité virtuelle dans l'enseignement de la logistique et la gestion

La RV permet d'aider les architectes et certains spécialistes (gestion) à concevoir et optimiser (ergonomie) un futur bâtiment. Exemple : lors de la conception d'un entrepôt logistique, l'architecte peut appréhender les volumes et le manager peut vérifier si la disposition est optimale pour ses processus (visite du bâtiment avant sa construction).

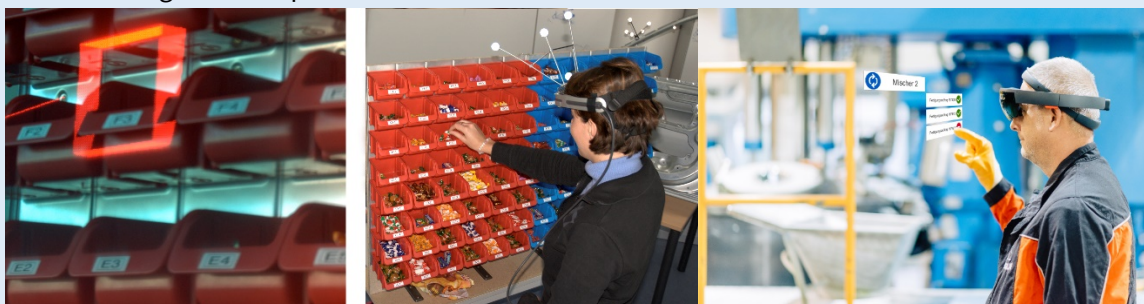


La réalité augmentée dans l'enseignement de la logistique

- Manipulation 3D: La RA permet de compléter l'approche en milieu réel. L'architecte, l'ingénieur et le gestionnaire (marketing et chaîne logistique), par exemple, peuvent directement en bénéficier. L'idéal est de permettre la visualisation de possibles aménagements (élaboration de scénarios: mobilier, modélisation 3D d'une structure, extension de type véranda...) en superposition de la réalité ou en modèle réduit 3D manipulable. Certaines questions peuvent ainsi être discutées de manière beaucoup plus concrètes: comment déterminer l'équipement optimal à installer dans le bâtiment? Comment vérifier facilement certaines contraintes techniques et interactions (BIM, impétrants)?



- Interfaçage: La RA devient un soutien à la production. Par exemple, les pièces à assembler sont directement identifiées et le plan de montage apparaît en superposition du plan de travail. Des menus virtuels apparaissent à portée des mains pour valider certaines opérations. Ces nouvelles technologies digitales permettent ainsi d'accélérer la production et réduire les erreurs en guidant l'opérateur.



Annexes

Annexe 1: développement des compétences des étudiants grâce à la réalité virtuelle

Les compétences

Une compétence est un « savoir-agir complexe, prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources à l'intérieur d'une famille de situations » (Tardif, 2006). Les ressources désignent ici les savoirs, savoir-faire et savoir-être dont dispose un individu, et qui lui permettent de mettre en œuvre la compétence. Les situations professionnelles réfèrent aux contextes dans lesquels les compétences sont mises en jeu. Ses situations varient selon la compétence ciblée.

Pour définir les niveaux de développement, Dreyfus et Dreyfus, 1980, Benner (1982) ont cherché à comprendre ce qui différenciait les débutants des experts dans la réalisation d'une même tâche complexe (jouer aux échecs, piloter un avion chez Dreyfus et Dreyfus, ou réaliser des actes infirmiers pour Benner). Cinq niveaux de développement différents sont habituellement identifiés du niveau « novice » au niveau « expert ». Les auteurs s'accordent sur le fait qu'une formation initiale ne peut viser que l'obtention du niveau « compétent », les autres niveaux nécessitant une importante pratique professionnelle (cf. figure ci-jointe).

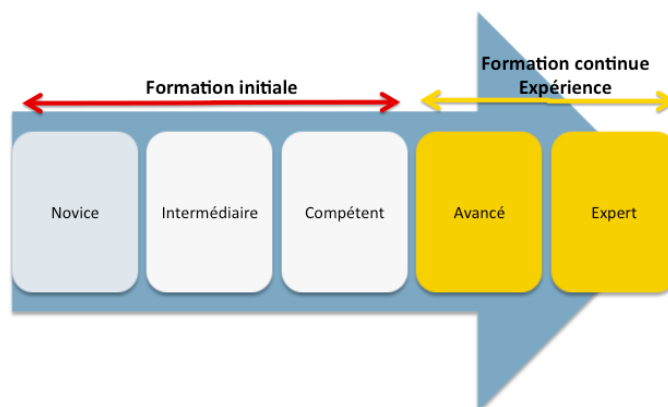


Figure 1 - Séquence de niveaux de développement adapté de Dreyfus et al.

Une compétence ne s'enseigne, ni ne s'apprend. Elle se développe durant la formation initiale et la formation continue. Le développement d'une compétence à travers les différents niveaux se traduit par l'introduction d'une complexité progressive : plus grande automatisation, introduction de la capacité d'adaptation et de flexibilité, prise en compte de davantage de variables telles que la pathologie, le patient, l'entourage....

Chaque niveau de développement d'une compétence se décline en plusieurs apprentissages critiques, autrement dit en plusieurs facettes du niveau de développement ciblé. Ces apprentissages critiques permettent de mieux identifier ce qui est attendu chez l'étudiant, et ainsi de faciliter son accompagnement et son évaluation. Comme pour les compétences, il n'y a pas de hiérarchie entre les apprentissages critiques d'un même niveau de développement.

Les apprentissages (quelques notions-clés).

Selon Gerrig & Zimbardo, (2008, page 136), « l'apprentissage, c'est-à-dire la façon dont les organismes acquièrent des expériences, est un processus dont le résultat est un changement relativement constant du comportement ou du potentiel comportemental. Et qu'est-ce que

l'expérience dans le contexte de l'apprentissage ? C'est recueillir des informations (les évaluer et les transformer) et donner des réponses qui affectent l'environnement. En conséquence, l'apprentissage est effectif lorsqu'on est capable d'en montrer les résultats ».

Dans l'apprentissage classique ou répondant ou de type I (Pavlov, 1927), l'apprentissage de la réponse se fait par contiguïté de stimuli, selon un modèle unidirectionnel simple, de type stimulus-réponse. Dans ce type d'apprentissage, un stimulus ou un événement prédit la survenue d'un autre stimulus ou événement. L'organisme acquiert une nouvelle association entre deux stimuli, un stimulus qui auparavant ne suscitait pas la réponse et un qui naturellement la suscitait.

Skinner a développé des procédures de conditionnement opérant, dans lesquelles il manipula les conséquences du comportement d'un organisme afin de voir quel effet elles avaient sur le comportement suivant. Un comportement opérant est un comportement émis par un organisme et qui peut être caractérisé en termes d'effets observables sur l'environnement de l'émetteur. De façon littérale, opérant signifie affectant l'environnement. Les comportements opérants ne sont pas déclenchés par des stimuli spécifiques comme le sont les comportements conditionnés de façon classique. Par conséquent, le conditionnement opérant modifie la probabilité d'apparition de différents types de comportement opérant en fonction des conséquences environnementales qu'ils produisent (Gerrig & Zimbardo, 2008, page 147).

L'individu, après avoir simplement observé le comportement d'une autre personne (le modèle) qui a été renforcé ou puni, se comporte plus tard de la même façon ou non. C'est ce qu'on appelle l'apprentissage par observation (Bandura, 1977) et nous apprenons à la fois de comportements prosociaux (aidants) et antisociaux (nuisibles).

La réalité virtuelle permet d'entraîner les compétences et les apprentissages.

Selon Stéphane Bouchard :

- (a) les environnements virtuels doivent proposer une interaction entre les objets pertinents à la situation simulée et le participant,
- (b) l'environnement visuel, mais aussi sonore, doivent être simulés de manière pertinente et cohérente avec l'objectif de la simulation,
- (c) l'attention du participant doit être exclusivement focalisée sur l'environnement virtuel et les objets pertinents de cet environnement,
- (d) le participant doit être cognitivement impliqué dans la simulation, et
- (e) des associations entre l'environnement virtuel et la réalité doivent être possibles pour le participant afin de transférer au mieux son comportement dans la vie réelle.

Ces éléments suggèrent que l'accompagnement au changement de comportement est possible lors de simulations virtuelles, à condition de respecter certains principes permettant de rendre l'environnement virtuel le plus fidèle possible à la réalité du contexte du changement et ainsi favoriser le transfert des simulations virtuelles vers le quotidien des individus.

Bibliographie

Dreyfus S, Dreyfus H (1980). A five stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition. California University Berkeley Operations Research Center [monograph on the Internet].

Maillart, C., Grevesse, P., & Sadzot, A. (2010). Elaboration d'un référentiel de compétence en logopédie/orthophonie. In Ammar, A., and Sbihi, M. (Eds.), AIPU 2010 Réformes et changements pédagogiques dans l'enseignement supérieur (2010, May). Article disponible sur l'interface Orbi.

Tardif, J. (2006). L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement. Montréal : Chenelière Éducation.

Robillard, G., Bouchard, S., Fournier, T., & Renaud, P. (2003). Anxiety and presence during VR immersion: A comparative study of the reactions of phobic and non-phobic participants in therapeutic virtual environments derived from computer games. *CyberPsychology and Behavior*, 6(5), 467-476.

Annexe 2 : Enrichir l'expérience de l'utilisateur

L'immersion dans un environnement virtuel est essentielle pour l'expérience de l'utilisateur. Elle dépend du nombre de sens stimulés, du nombre et du niveau d'interactions avec la situation ou l'objet et de la fidélité des stimuli de synthèse, c'est-à-dire la fameuse "ressemblance". Plus précisément, la qualité de l'expérience immersive de l'individu dans un environnement virtuel est mesurée par trois éléments (Baus & Bouchard, 2014) : le sentiment de présence, le niveau de réalisme et le degré de réalité.

1. Le premier élément est le sentiment de présence, qui est défini comme l'impression d'être là, d'être dans l'environnement virtuel dans lequel l'individu est immergé, MÊME si celui-ci est *physiquement* dans un autre environnement. Ce sentiment de présence comprend lui-même trois dimensions : la présence personnelle, la présence environnementale et enfin la présence sociale.
 1. La première dimension, c'est-à-dire la présence personnelle, concerne le sentiment que je suis réellement dans l'environnement virtuel ET NON PAS que je suis dans la pièce physique où se déroule l'immersion;
 2. Puis il y a la deuxième dimension, la présence environnementale; qui fait référence au sentiment que l'environnement virtuel réagit à mes actions ou à mes réactions.
 3. Enfin, il y a la présence sociale qui est liée au sentiment de ne pas être seul(e) dans l'environnement virtuel.
2. Le deuxième élément qui mesure la qualité de l'expérience immersive dans l'environnement est le niveau de réalisme : il correspond au degré de convergence entre mes attentes et l'expérience réelle dans l'environnement virtuel. Prenons par exemple l'environnement virtuel d'une classe : si je fais face à une classe et si je vois les visages des personnages, c'est plus "réaliste" que si je vois leur dos. Et si ceux-ci se mettent à bavarder, c'est encore plus plausible!
3. Le dernier élément qui révèle la qualité de l'environnement c'est le degré de réalité; il correspond à mes réponses face aux stimuli de l'environnement virtuel. Reprenons l'exemple de la classe : si je suis face aux élèves et ceux-ci se mettent à bavarder ; au moment de démarrer mon exposé, je peux leur demander de se taire, je peux baisser la tête ou je peux me mettre à parler plus fort. Ce choix des réponses me donne l'impression de vivre une immersion authentique.

Annexe 3 : typologie des représentations et des interactions des environnements potentiels

La RV et la RA ouvrent de nouvelles portes vers un monde encore non maîtrisé. C'est aussi notre rôle, en tant que scientifiques universitaires, d'analyser les forces et faiblesses de ces nouvelles technologies et de proposer des modèles et solutions adaptés à chaque situation.

Cela comprend une analyse de:

- Les différents dispositifs techniques pour les différents usages (RV, RA, Réalité mixte);
- Les modes de présence: interfaçage, interaction, observation;
- Les modes d'apprentissage: raisonnement, compétences de contiguïté, renforcement et modélisation;
- Les différents publics: individu, petit groupe, grand groupe;
- Les objectifs: métier, didactique, recherche.
- Les moyens pour rendre l'expérience naturelle et confortable: modes de déplacement, rendus graphiques, pertinence des éléments incorporés...