

## **GéoÉduc3D : Évolution des jeux sérieux vers la mobilité et la réalité augmentée au service de l'apprentissage en science et technologie**

### **GeoEduc3D : Evolution of Serious Gaming Towards Mobility and Augmented Reality in Science and Technology Education**

*Marc-Antoine Dumont, Université Laval*

*Thomas Michael Power, Université Laval*

*Sylvie Barma, Université Laval*

#### **Résumé**

Cet article présente un projet de développement qui se veut novateur et qui s'oriente vers des recherches multidisciplinaires. L'objectif commun poursuivi est la concrétisation d'un prototype de jeu destiné aux classes de 2<sup>ème</sup> cycle en Science et technologie. Les technologies géospatiales sont mises à profit à des fins d'analyse et permettent l'exploitation de la mobilité de l'utilisateur en *M-Learning* et *M-Gaming*. Le projet Géoéduc 3D les exploite sur un banc d'essai et de prototypage. Cet article met en lumière des théories éducatives susceptibles de susciter une réflexion sur l'implication de l'étudiant dans le développement de compétences d'ordre supérieur, et ce, dans une perspective de design pédagogique.

#### **Abstract**

This article presents a research project designed to pioneer a development-oriented multidisciplinary research model. The common objective is the development of a gaming prototype for senior high school students in science and technology studies. The geospatial technologies are used for analytical purposes and enable users to achieve M-Learning through M-Gaming. The GeoEduc 3D project is thus a prototyping test bed. This article highlights educational theories applied to M-gaming in order to better understand the engagement of students in the development of higher-order competencies within an instructional design perspective.

## Introduction

Actuellement, trois fondements théoriques contribuent au projet GéoÉduc3D. Ce projet est ancré dans des théories émergentes appliquées au domaine du jeu mobile. Nous faisons ici allusion au *augmented learning* (Klopfer, 2008), au *stealth learning* (Salen & Zimmerman, 2004) et au *engaged learning* (Quinn, 2005). L'émergence de ces nouvelles théories n'est pas un phénomène nouveau dans le domaine du jeu éducatif puisque, au cours des années 2000, plusieurs chercheurs ont tenté de développer des principes dans le but d'intégrer des jeux au contexte éducatif de classe (Aldrich, 2004; Foreman, Gee, Herz, Hinrichs, Prensky, Sawyer 2004; Quinn, 2005). Avec l'établissement de nouvelles théories, les chercheurs comptent bien redorer l'image du jeu éducatif en constituant différentes caractéristiques en allant de la flexibilité, à la participation active de l'apprenant (*engagement*) (degré auquel les joueurs s'immergent dans le jeu) (Dickey, 2005; Rieber & Matzko, 2001), en passant par une grande capacité de jeu, soit la « jouabilité » (*playability*) (de Castell & Jenson, 2003).

L'émergence de ce cadre théorique, caractérisé en premier lieu par la théorie du *augmented learning*, a vu le jour sous un projet de simulation mobile élaboré par Eric Klopfer (2008) (*Environmental Detectives*, MIT). Il l'a développé en raison du grand intérêt des adultes et des jeunes pour l'utilisation d'applications interactives et éducatives sur les mobiles, cela surtout depuis l'avènement des nouvelles technologies des téléphones dits « intelligents » (Klopfer, 2008). De nos jours, les technologies mobiles se démarquent des autres technologies en raison de leur degré d'accessibilité élevé auprès d'un pourcentage en forte croissance de la population (Ally, 2009; Attewell & Savill-Smith, 2004). De plus, elles ouvrent la voie à l'innovation en éducation par le biais du développement d'outils afin d'aider les étudiants à accéder à l'information, la communiquer et collaborer entre pairs (Ally, 2009; Fullan, 2007).

Au cours des années, l'étude des médias et notamment celle portant sur la mobilité ont suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs dont Rheingold (2002) qui étudie les changements technologiques et culturels engendrés par la mobilité dans notre société. Or, il mentionne que la communication mobile et les réseaux sans-fils nous dévoilent une société dont l'apprentissage est supporté par des appareils cellulaires comme les téléphones intelligents et les ordinateurs de poche, ce qui nous renvoie forcément à une ère caractérisée par une mobilité qui se veut universelle (Rheingold, 2002). Pour bien des chercheurs, la mobilité mérite d'être étudiée sous l'angle de l'interaction sociale et de la conversation (Zurita, Nussbaum et Sharples, 2003). Selon Sharples, Taylor et Varoula (2007), la mobilité est un espace spécialement propice à la diffusion des idées par l'entremise d'interactions et, de manière réciproque, par la construction de conversations autour de l'apprenant. Selon Zurita, Nussbaum et Sharples (2003), la mobilité va au-delà des simples conversations, elle est un point de départ pour le développement d'un réseau social qui constitue en soi des activités d'apprentissage collaboratives assistées par une technologie mobile et où la théorie du CSCL (*Collaborative-supported computer learning*) prend toute son importance (Zurita et Nussbaum, 2004). Il est de plus en plus évident que la mobilité exige même une véritable collaboration puisque, selon Mandryk, Inkpen, Bilezikjian, Klemmer et Landay (2001), le format du mobile le contraint dans le nombre d'informations disponibles. L'interaction sous de multiples appareils offrent un éventail de sources d'information et encourage par la même occasion cette collaboration entre les étudiants dans une activité, c'est ce qui a été démontré par l'équipe de Mandryk en science informatique dans un projet d'environnement collaboratif mobile pour les enfants (Mandryk et al., 2001).

Ceci étant dit, Inkpen (1999) soutient que la mobilité représente un accès flexible à la technologie, mais également une occasion de recourir à des outils dans le but de favoriser la régulation des interactions sociales, tout en favorisant une construction des connaissances lors d'activités quotidiennes. Ce n'est pas le seul auteur à reconnaître les particularités de la mobilité, soit sa grande flexibilité. Dillenbourg (1999) le qualifie de média ou d'outil qui mène à l'interactivité, à l'interdépendance positive, à la négociation de sens et, finalement, à l'établissement favorable d'interactions sociales dans bien des activités collaboratives.

Le potentiel de la mobilité dans le monde de l'information et des technologies est donc évident dans le contexte de l'exploitation du mobile dans la société, ce qui rejoint certaines perspectives du mobile dans le domaine de l'éducation (Zurita et Nussbaum, 2004). Ceci signifie que, dans une perspective socioconstructiviste, les technologies mobiles deviennent le support par excellence pour le développement d'un apprentissage authentique (Rieber, 1996 Shaffer & Resnick, 1999). On n'a qu'à remarquer l'authenticité dans les échanges réalisés grâce aux systèmes mobiles pour se rendre compte de la qualité des apprentissages qui se réalisent à travers une construction de la connaissance centrée sur l'apprenant.e (Zurita et Nussbaum, 2004).

Dans une approche constructiviste, les chercheurs s'entendent quant à la nécessité de mettre à contribution les apprenants (Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1997) et encourager des interactions cognitives liées à des problèmes du monde réel (Bransford, Brown & Cocking, 1999; Hannafin & Wang, 2005; Hutchins, 1995).

C'est précisément dans cette perspective socioconstructiviste que le Projet Géoéduc3D (<http://geoeduc3d.scg.ulaval.ca/>) a vu le jour. Actuellement à la fin d'une première phase de développement de prototypes de jeux éducatifs intégrant la mobilité et la réalité augmentée, ce projet est subventionné par le *Réseau des centres d'excellence Géoide*. Cet article mettra en perspective les théories et les principes aux fondements du projet GéoÉduc3D dont les chercheurs et étudiants aspirent à répondre au sein des questions de recherche suivantes : Comment développer un prototype de jeu qui est à la fois sérieux et éducatif et favoriser tant l'implication des élèves que le développement de compétences d'ordre supérieur telle la démarche d'investigation scientifique. Il est également important de mentionner que le questionnement proposé dans cet article se pose dans une perspective de design pédagogique et sous l'angle du domaine de la technologie éducative même si on considère une grande collaboration multidisciplinaire dans ce projet.

### **Le contexte de recherche du projet Géoéduc 3D**

L'exploitation du mobile est l'un des points importants du projet Géoéduc 3D mais l'aspect innovateur du projet se retrouve dans son cadre de recherche. Ainsi, le contexte de développement du projet apporte une dimension nouvelle en comparaison aux autres projets du même type. En ce sens, le projet GéoÉduc3D exploite des problématiques réalistes en lien avec des thématiques environnementales qui sont inscrites au programme scolaire de science et

technologie au secondaire en exploitant la géovisualisation,<sup>1</sup> des technologies de réalité augmentée (Azuma, 1997) et, par conséquent, la position du joueur en temps réel (Klopper, 2008). Ces problématiques intéressent les jeunes puisqu'elles exigent la création et le déploiement de solutions pratiques en ce qui a trait aux changements climatiques, à l'érosion ou à la pollution. Elles ouvrent la voie à la conception d'environnements de jeu mobile qui enrichissent l'apprentissage grâce aux rétroactions instantanées, mais également à un mélange d'activités à la fois éducatives et ludiques moussées par la possibilité de gagner ou de perdre (Sauvé, Renaud et Kaufman, 2010). Lors de la résolution d'un conflit dans le jeu, les joueurs sont ainsi récompensés sous la forme de crédits, de points d'expériences, mais également d'aptitudes réelles et indispensables au développement cognitif et interpersonnel.

Le jeu éducatif a toujours eu le don de divertir mais on ne doit pas oublier le contexte éducatif ou, plus précisément, la finalité pédagogique autour du jeu. D'une part, cet objectif tenu par l'enseignant se définit en terme de compétences du 21<sup>e</sup> siècle à développer (<http://www.21learn.org/>), soit la résolution de problème, la prise de décisions, le travail collaboratif, la concentration spatiale et la pensée critique et d'autre part, il représente une part de l'ensemble des expériences d'apprentissage de l'apprenant (les attitudes, le savoir-faire, etc.) évaluée au sein d'un environnement de jeu mobile (Aguilera & Mendiz, 2003; O'Neil, Wainess & Baker, 2005). De plus, le développement de compétences dans l'action en plus de favoriser des situations concrètes et réelles dans un système de jeu encourage les apprenants à prendre conscience des conséquences de leurs gestes ainsi que des influences et des changements positifs qu'ils peuvent engendrer dans leur école ou dans leur communauté (Gouvernement du Québec, 2007; Gredler, 1996; Jacobs & Dempsey, 1993). Parallèlement au développement de compétences dans le système de jeu, l'apprenant.e peut aussi développer ses propres connaissances, habiletés et attitudes à travers l'environnement de jeu (Jonnaert, 2009). Allant au-delà du suivi précis des étapes de jeu préprogrammées, il crée leurs propres objectifs de jeu, construit leurs propres structures, modèle leurs propres environnements de jeu et aiguise leur sens de navigation au moyen de diverses fonctionnalités avancées des appareils mobiles (Aguilera & Mendiz, 2003). Par conséquent, les *affordances* avancées des appareils tels les téléphones intelligents et les iPad leur permettent d'accroître la possibilité que les utilisateurs deviennent ce que de Castell et Jenson (2003) appellent des participants actifs, c'est-à-dire des membres compétents agissant à l'intérieur d'un environnement de jeu et constituant une communauté de pratique (Roth & Lee, 2006).

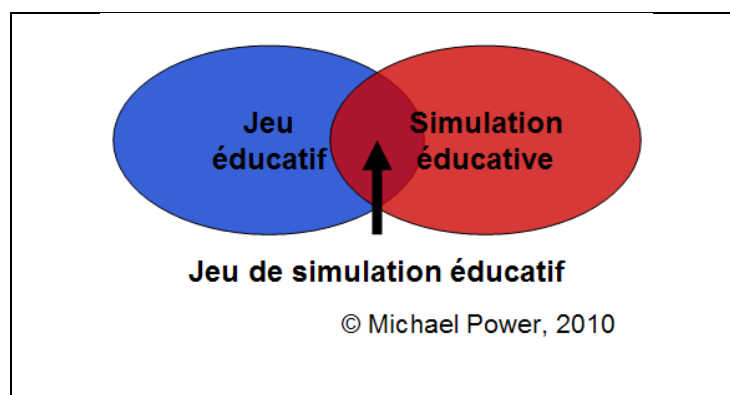
En résumé, les récentes problématiques relevées au cœur du domaine de l'apprentissage mobile et des jeux sérieux sont devenues des défis de recherche pour le projet Géoéduc 3D (Power, Daniel & Harrap, 2009). Selon les objectifs généraux du projet, le début du design d'applications de jeux sérieux est le moment tout indiqué pour la recherche de solutions pratiques, simples et insolites à l'apprentissage mobile sollicitant des technologies géospatiales et de la réalité augmentée. La recherche de ses solutions ludiques et éducatives prend forme autour de thématiques connues et appréciées par notre public âgé de 16 à 19 ans en prenant en

---

<sup>1</sup> « Le processus permet dans un comité d'experts la création de cartes et d'autres graphiques qui favorisent l'interaction avec des données géographiques inconnues, mais disponibles dans un environnement de visualisation interactive. Or, cet environnement devient un support (spatial) à la prise de décision lorsqu'il stimule la pensée visuelle de l'expert » (Kraak, M-J, 2008).

considération la situation des changements climatiques ou du développement durable. Ces préoccupations sont maintenant ancrées au cœur même des nouveaux programmes de Science et technologie au secondaire (Barma, 2007; Commission européenne, 2006). En résumé, les chercheurs du projet GéoÉduc3D conçoivent et mettent en œuvre, avec leurs étudiants, un ensemble d'outils d'apprentissage innovants qui permettent d'enrichir l'activité ludique du joueur en rendant le jeu plus immersif, réactif et interactif.

## Le continuum des jeux et simulations éducatifs en lien avec le jeu sérieux



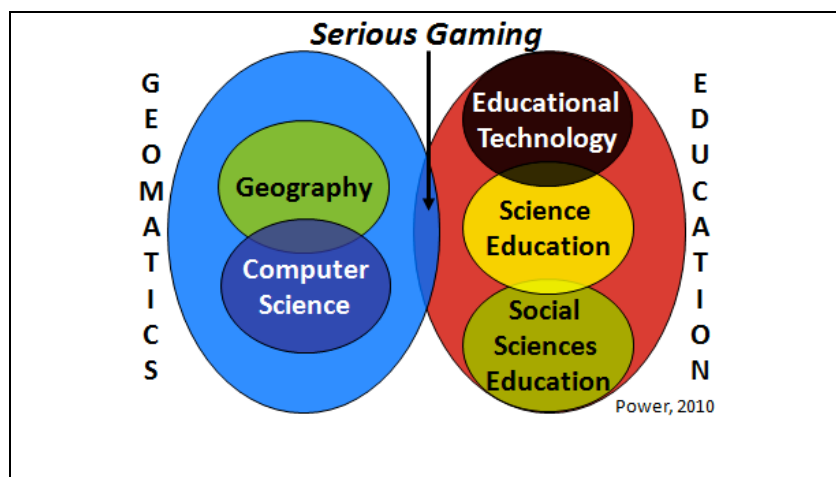
**Figure 1: Le continuum jeu éducatif-simulation éducatif (inspiré de Sauvé & Kaufman, 2010)**

Le projet Géoéduc 3D prend place dans ce continuum de jeu éducatif et de simulation éducatif après le développement du premier prototype de jeu de simulation éducatif. Ce dernier est à mi-chemin entre le jeu éducatif et la simulation éducatif en raison de certaines caractéristiques propres au jeu (compétition, règles, but qui est de gagner ou de perdre, etc.) et de certaines caractéristiques propres à la simulation (référence à un monde réel ou virtuel, développement de compétences, coopération, etc.) (Sauvé et al., 2010).

Différents chercheurs provenant de divers domaines tels que la technologie éducative, l'informatique et la géomatique contribuent à l'équipe *GéoÉduc3D* et au développement du prototype en cours. Les concepteurs des divers domaines se doivent de respecter les mêmes contraintes, les mêmes concepts empruntés au domaine du jeu s'ils veulent atteindre cette sphère de design propre au domaine du jeu de simulation éducatif. Même si ce développement collectif engendre une harmonisation des savoirs dans un commun accord entre les équipes, un écart persiste dans les perspectives des jeux du point de vue des éducateurs et des informaticiens (Becker, 2008). Par conséquent, à la lumière de ses diverses perspectives, il devient impératif de savoir ce qui représente réellement le *jeu sérieux*.

À cet égard, dans l'essai "*Serious Games: A Broader Definition*" (<http://www.lostgarden.com>), l'auteur (connu sous le sobriquet « Danc ») critique beaucoup les descriptions qui ont été réalisées sur les jeux sérieux en mentionnant que plusieurs groupes sont intéressés par les jeux sérieux, mais chaque groupe a développé une compréhension différente du terme. Par conséquent, comme le mentionnent si bien Becker (2008) et Engenfeldt-Nielsen (2005), à défaut

de plaire à tous, il devient urgent de porter un regard sur la terminologie associée au jeu et à la simulation afin de réagir à la confusion qui y règne avec cette grande variété de définitions. Ceci étant dit, plusieurs auteurs ont déjà entamé une réflexion sur les distinctions qui existent entre les jeux sérieux, les jeux éducatifs et les jeux de simulation (Becker, 2010; Sauvé, et al., 2010; Susi, Johannesson & Backlund, 2007).



**Figure 2 : Projet GéoÉduc3D à l'intersection de la géomatique, de l'éducation et des jeux sérieux**

Il est vrai que la situation se répercute également dans la conception des projets qui s'intéressent aux jeux sérieux proprement dit (Becker, 2010). Par exemple, dans le cadre du projet Géoéduc 3D (voir la Figure 2), on présente une vision d'éducateurs du jeu sérieux de même que les domaines qui contribuent à la réalisation du projet. Par conséquent, si on se fie à quelques auteurs en éducation, le consensus entre éducateurs peut se définir comme suit : le jeu éducatif est un jeu sérieux, ces deux termes étant des synonymes (Kaufman, Sauvé, Ireland & Power, 2005; Power, 2005, 2010; Sauvé et al., 2010). Cela dit, il faut toutefois ajouter que le jeu éducatif, alimenté par les nouvelles technologies et les appareils tels que les téléphones intelligents et le *iPad*, est en train de se développer de plus en plus dans une position mitoyenne entre le jeu et la simulation, devenant le jeu de simulation éducatif et occupant une place centrale dans le continuum de la Figure 1. Ceci nous amène, à l'instar de Zyda (2005), à penser que l'espace occupé par le « jeu sérieux » dans la littérature correspond, dans la plupart des cas, à celui du jeu de simulation éducatif, ce qui nous semble mieux identifier le nom générique de cette réalité émergente.

Tout d'abord, selon Engenfeldt-Nielsen (2005), dans le nouveau millénaire, il y a eu l'apparition d'une approche axée sur le jeu d'ordinateur sous la forme d'un mouvement appelé « jeu sérieux » qui s'est donné comme mandat de réintégrer les jeux éducatifs au sein de notre société du savoir. Ce mouvement initié par le *Serious Games initiative* et *Education Arcade* a beaucoup influencé le développement des jeux éducatifs modernes, dits de 3<sup>e</sup> génération (Egenfeldt-Nielsen, 2007), par le biais d'une plus grande diffusion des écrits scientifiques sur le sujet. De plus, Abaza et Steyn (2008) affirment que les caractéristiques du jeu éducatif moderne ou du jeu sérieux sont les mêmes, soit la compétition, un but sérieux mais aussi de l'amusement, un système de

pointage et le développement de compétences, de connaissances et un changement d'attitude. Selon Michael et Chen (2006), l'objectif principal du jeu sérieux est éducatif, à savoir, le jeu sérieux en apprentissage est une application directe des caractéristiques propres aux jeux vidéo traditionnels, le but étant de créer une expérience d'apprentissage motivante orientée vers des objectifs d'apprentissage. D'autres auteurs, comme Corti (2006), considèrent tout simplement que les jeux éducatifs et les jeux sérieux sont plus ou moins identiques. Cependant, en sciences informatiques, certains auteurs n'attribuent pas un caractère éducatif à tous les jeux sérieux (Becker, 2008; Sawyer, 2002). Comme mentionné auparavant, Sawyer (2002) et même Zyda (2005) optent pour dire que le jeu sérieux devient, en quelque sorte, le nouveau terme par excellence pour décrire le jeu de simulation, position qui rejoint la nôtre.

Ainsi, il semble important pour le développement ultérieur du domaine, de diminuer l'écart qui puisse exister entre éducateurs et informaticiens. Tout cela devient crucial lors de travaux d'équipe impliquant des savoirs informatiques et pédagogiques et des chercheurs faisant partie d'équipes multidisciplinaires dans le design de jeux de simulation éducatifs. À prime abord, il est important de mentionner que cet article ne cherche pas à solutionner, de manière définitive, cette confusion terminologique dans le domaine du jeu éducatif. Nous ne faisons que présenter nos constats afin de démontrer l'impact de ce problème à l'échelle de notre projet où les chercheurs doivent collaborer entre eux. Une résolution à ce problème est importante puisque de ne pas savoir ce qu'est et ce qui n'est pas un jeu éducatif a des implications majeures en recherche et développement. Selon Becker (2010), une définition qui n'est pas bien définie exclut souvent des choix de développement qui peuvent être utiles à court et à moyen terme. Par conséquent, une équipe de développement doit adopter une position claire quant à ce qu'il construit afin de demeurer suffisamment flexible et, par le fait même, permettre l'innovation de se réaliser (Becker, 2010).

De notre point de vue, l'établissement de définitions claires et unanimes sur les divers aspects relatifs au jeu sérieux permettra de maximiser les efforts d'équipes de recherche partout au monde dans l'élaboration de nouveaux modèles et prototypes de design, suscitant ainsi l'émergence de nouvelles technologies issues de la géomatique et de la réalité augmentée.

## **Le rôle de la réalité augmentée, des technologies géomatiques dans le jeu mobile pour l'apprentissage de la science et de la technologie**

### ***Définition des concepts liés à la géomatique et à la réalité augmentée***

D'avis commun, le jeu mobile se définit comme une activité ludique qui permet à ses joueurs de jouer n'importe où et n'importe quand, du moment qu'ils ont, comme support, accès à un appareil mobile.<sup>1</sup> Ainsi, de nouveaux développements dans le domaine du *M-learning* et *M-gaming* permettent maintenant l'exploitation de la position du joueur. Plusieurs termes sont ainsi établis pour désigner les différentes formes de visualisation de l'information de la position du joueur. Le *géopositionnement*, le *géotag* et le *géocaching* permettent d'explorer le jeu mobile d'une manière plus immersive, plus réactive et interactive (Klopfer, 2008). Cependant, l'emploi de ses trois

---

<sup>1</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile\\_game](http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_game)

concepts porte souvent à confusion en raison de leur grande complémentarité, tant et si bien qu'il est nécessaire de les définir indépendamment afin de déceler chacune de leurs particularités.

Le *géopositionnement* réfère à la position réelle du joueur ou plus précisément à la localisation en temps réel de la position d'un utilisateur sur une carte grâce à un système GPS. Le *géocaching* relève de l'action de cacher des objets virtuels et d'attacher des coordonnées géographiques qui sont repérables par des joueurs lors d'une chasse au trésor ou d'une aventure en plein air à l'aide d'un appareil GPS. Le *géotag*, quant à lui, se réfère à l'association de coordonnées géographiques (latitude et longitude) ou à une localisation géographique en format médiatique (textes, photos, documents, etc.). Les jeux axés sur la localisation offrent de nouvelles possibilités pour enrichir les jeux et encourager les joueurs à exploiter son univers spatial. (*Penn State Urban Gaming Club*, <http://urbangaming.org/>).

Afin de mousser encore davantage le développement du domaine du jeu mobile, les jeux occasionnels communément appelés *casual games*<sup>2</sup> (Li & Counts, 2007), plus axés sur l'aspect jeu que sur l'aspect éducatif, deviennent de plus en plus populaires grâce aux téléphones intelligents, notamment les jeux mobiles munis d'outils intégrant la réalité augmentée, jeux qui sont perçus comme étant socialement pertinents et hautement contemporains (Wagner, 2007). Mais tous ces jeux sont conçus selon le même principe : accorder de l'importance à la visualisation de l'information et à la position du joueur dans l'espace. La réalité augmentée offre à l'utilisateur la possibilité de voir le monde réel mais à l'aide d'objets virtuels superposés ou combinés (Azuma, 1997). Idéalement, l'utilisateur peut voir apparaître des objets réels et virtuels qui coexistent au même endroit (Azuma, 1997; Milgram, Zhai, Drascic & Grodski, 1993). Selon Wagner, l'un des avantages majeurs des jeux occasionnels dotés des fonctions propres à la réalité augmentée serait d'aider les chercheurs à développer des expériences satisfaisantes sans nécessairement produire beaucoup de contenus de jeu. Par ailleurs, différentes applications de réalité augmentée ont vu le jour sur l'*iPhone*, l'une de ses applications nous permettant de prendre des photos avec la caméra de l'appareil. Lorsque l'utilisateur revient au même endroit (à un parc, par exemple), il peut activer sa caméra et voir les photos surimposées à l'écran de sa caméra. Ces quelques paragraphes ne sont qu'une introduction sommaire aux concepts associés au processus de développement en sciences géomatiques au sein des projets de jeu géospatial.

Ainsi, dans le cadre du projet GéoÉduc 3D, on ne peut pas passer outre le travail effectué en sciences géomatiques et en informatique, même si cet article, portant essentiellement sur les aspects éducatifs du jeu mobile, ne pose qu'un regard partiel sur leur développement. Autant les chercheurs en éducation ont eu des objectifs clairs de développement, autant l'équipe en science géomatique a dû développer, de toutes pièces, des modules pour permettre la visualisation 2D, 3D des éléments virtuels sur le campus où le prototype a été développé, communément appelé de la modélisation 3D urbaine en incluant bien des méthodes et des sources de données : données lidar, GPS, terrains topographiques 2D (Zlatanova & Heuvel, 2001). Or, l'objectif à long terme envisagé par l'équipe technique consiste à l'intégration de différents modules dans le but de

---

<sup>2</sup> Le *casual game* (littéralement « jeu occasionnel ») est un jeu vidéo destiné au large public des joueurs occasionnels (*casual gamer*). Contrairement à l'idée reçue, un jeu occasionnel n'est pas forcément un jeu sur lequel les joueurs passent peu de temps. Ce type de jeu se caractérise généralement par une faible courbe de difficulté du jeu, et des règles de jeu simples, en opposition aux règles complexes des jeux *hardcore* : les jeux occasionnels visent ainsi un public plus large, plus âgé et plus féminin. Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Casual\\_game](http://fr.wikipedia.org/wiki/Casual_game).



construire un environnement synthétique en 3D à l'aide de la réalité augmentée. Une infrastructure complète munie de données géospatiales fut ainsi développée afin de permettre la mise en place de services Web dans le but d'implanter des applications de réalité augmentée mobiles. Lors de ce projet, plusieurs articles ont été écrits pour expliquer les défis de conception d'une telle application de réalité augmentée dont Badard (2006), Harrap et Daniel (2009), Zlatanova et Heuvel (2001), etc.

Bien que peu de recherches soient actuellement en cours dans le domaine des jeux mobiles et des jeux sérieux axés sur la géolocalisation, Genevois et Delorme (2010) soulignent le potentiel de ces jeux dans le milieu scolaire. Ce type de jeu enrichit le monde physique en intégrant des données numériques, du travail en réseau et des habiletés de communication (Dede, 2004; Klopfer & Squire 2003; Mackay, 1996). Par ailleurs, lors de ses recherches sur les jeux en réalité augmentée, Schrier (2006) affirme que ce type de jeu peut, lorsque les objectifs pédagogiques sont clairement définis, permettre le développement de compétences du 21<sup>e</sup> siècle, telles que la résolution de problèmes dans une situation d'apprentissage par la découverte. À l'instar d'un conflit (par exemple un quiz ou une énigme) dans ce type de jeu, cette habileté ne serait que peu envisageable sans le soutien aussi bien de compétences spatio-temporelles que de diverses solutions technologiques émergentes telles que les technologies de réalité augmentée (Schrier, 2006). Par contre, les compétences du 21<sup>e</sup> siècle sollicitent aussi des habiletés générales qui s'inscrivent dans l'ensemble des programmes au secondaire (<http://www.21learn.org/>). Le fait de cibler un programme en particulier permet de développer d'autres habiletés spécifiques par rapport aux objectifs d'apprentissage. Or, l'application d'un jeu sérieux dans un contexte d'apprentissage en science et technologie est possible dans la mesure où l'étudiant peut réaliser une recherche scientifique appuyée par le développement de compétences d'ordre supérieur (Barma, Power & Daniel, 2010).

### **Impact potentiel sur le développement de compétences disciplinaires**

En se référant au programme québécois de science et technologie qui se concentre sur le développement de compétences disciplinaires, les enseignants sont ainsi invités à favoriser une culture scientifique et technologique de base chez les élèves grâce à trois compétences disciplinaires (Gouvernement du Québec, 2006). Ces dernières permettent à l'élève : « chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique »; « mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques »; « communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie ».

La première compétence disciplinaire permet de réaliser une investigation propre aux actions réalisées en sciences et technologies. Une compétence se réalise dans l'action et sollicite habituellement une démarche d'observation, de modélisation et une démarche empirique en tant que ressources utiles à son développement (Barma, 2008; Jonnaert, 2009). La seconde compétence concerne la conceptualisation et le transfert des apprentissages. La mise en contexte des phénomènes abstraits que l'on retrouve en science et technologie et leur influence sur le quotidien fait partie des objectifs de cette compétence : dégager des retombées de la science et de la technologie. L'élève pourra ainsi comprendre des principes scientifiques et technologiques et développer sa propre opinion en lien avec une problématique. La troisième compétence est celle de la communication c'est-à-dire la capacité de communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie.

Par conséquent, à partir de ses compétences, les étudiants seront aptes à échanger des informations pertinentes en lien avec le domaine des sciences et technologies, à interpréter des savoirs et des résultats scientifiques et technologiques. Au deuxième cycle du secondaire, ces compétences seront mises à profit par le développement d'un scénario à la fois ludique (ancré dans des concepts liés au jeu et à la fantaisie) et éducatif (ancré dans des notions liées au développement durable et aux changements climatiques) qui permettra une démarche de résolution de problème, d'investigation scientifique, une coopération entre les joueurs et des jeux de rôles dans un environnement d'apprentissage exploratoire. Par conséquent, dans une situation de résolution d'un problème concret, il sera nécessaire de prioriser une communication en temps réel et un transfert d'informations dans toutes les phases du jeu (Barma, 2007; 2008; Barma et al., 2010; Gouvernement du Québec, 2006). Au-delà du développement de compétences, l'étudiant devra faire preuve d'initiative et coopérer à la construction de ses apprentissages. Ce qui nous rapporte à l'objectif de cet article, c'est-à-dire de suggérer les théories qui pourraient être mises à contribution dans un cadre théorique qui permettra d'intensifier au mieux la participation de l'apprenant dans le processus de design du prototype.

### **Un cadre théorique émergent**

Selon Bates (2000) et Reigeluth (1996), il est pour ainsi dire impossible de ne pas reconnaître que nous vivons actuellement dans un âge de l'information et, par extrapolation logique, aussi dans une société de l'information. Les approches relevant de l'âge industriel typiquement mises de l'avant sont très loin de satisfaire les besoins des apprenants d'aujourd'hui qui vivent à l'âge de l'information (Dolence & Norris, 1995; Reigeluth, 1999). Un grand nombre de chercheurs ont reconnu l'inefficacité des approches courantes appliquées en éducation et ils se sont tournés vers les jeux éducatifs (Aldrich, 2004; Gee, 2003; Prensky, 2001; Quinn, 2005). Prensky (2001), entre autres, affirme que l'apprentissage n'est favorisé que lorsqu'il y a un haut niveau d'implication chez les apprenants. Il propose que l'apprentissage par le jeu possède un potentiel énorme compte tenu de sa capacité à favoriser la motivation des apprenants (Prensky, 2001). Rieber (1996) quant à lui mentionne que les innovations technologiques permettent de nouvelles occasions pour le développement d'environnements d'apprentissage qui peuvent être intégrés et validés à travers différentes théories de l'apprentissage. Ainsi, la validation de ces innovations se réalise à travers trois nouveaux modèles d'apprentissage émergents, soit le *Engaged Learning* (Quinn, 2005), *Augmented Learning* (Klopfer, 2008) et *Stealth Learning* (Salen et Zimmerman, 2004). Ces récents modèles ont été développés dans la foulée d'une troisième génération de jeu éducatif qui accorde une implication active à l'apprentissage sans affecter l'expérience de l'apprenant.

#### ***Engaged Learning***

Ce modèle encourage la création d'activités liées au jeu éducatif qui suscitent l'intérêt des apprenants, impliqués dans une expérience interactive qui met en valeur leurs habiletés de résolution de problème. Il se compose d'éléments d'apprentissage (rétroaction, manipulation active, exploration, etc.) et d'implication (thématique cohérente, choix d'actions, manipulation directe, etc.) qui s'harmonisent en vue d'impliquer les élèves eux-mêmes dans le design d'expériences interactives et éducatives (Quinn, 2005). Or, le modèle *Engaged Learning* suppose que les apprenants soient cognitivement et affectivement liés à une expérience d'apprentissage. À l'instar d'une activité d'apprentissage authentique en situation d'apprentissage situé, les apprenants doivent appliquer leurs acquis à de nouveaux contextes favorisant la construction

active de leurs connaissances (Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P., 1989). Si bien que pour développer un environnement d'apprentissage par le jeu qui respecte ce modèle, il est nécessaire de transformer les objectifs d'apprentissage en comportements, de proposer des contextes qui sont significatifs pour les apprenants et où les décisions engendrent des répercussions sur les choix prévus dans les prochaines activités (Quinn, 2005).

### **Cas du projet Géoéduc 3D**

L'équipe technique a développé une application que l'on nomme « le journal de bord », conçu pour les mobiles; il permet aux utilisateurs de sélectionner des options énergétiques afin de résoudre des problématiques environnementales (thématiques environnementales : défi énergétique de l'humanité, changement climatique, déforestation ou eau potable). Dans le cadre d'une recherche scientifique, ces situations problématiques peuvent prendre la forme de calculs scientifiques ainsi que de mises en situation (calcul du rendement énergétique d'un bâtiment, choix de types de matériaux et leurs propriétés, choix d'énergies vertes ou systèmes technologiquement efficaces). À la suite d'une discussion d'équipe en relation avec un problème lié à une thématique environnementale, les apprenants peuvent choisir une solution énergétique (en exemple : l'installation d'un panneau solaire) à partir d'une liste d'options accessibles en tout temps sur l'application mobile (journal de bord). En fonction de leurs compétences et des ressources mises à leur disposition, les joueurs réaliseront des choix afin de déterminer l'issue du jeu qui correspondra à un gain positif ou négatif selon la rentabilité énergétique d'un bâtiment.

### **Augmented Learning**

Ce type d'apprentissage se fonde sur un principe énoncé par Klopfer (2008) qui se nomme « *technology adapting to the classroom* ». Cet auteur présente ainsi l'un des principes fondamentaux que les concepteurs utilisent lors du design d'environnements de jeu mobile sous deux aspects : les jeux devraient s'adapter aux situations prévues normalement en classe, mais également permettre une intégration naturelle des technologies à l'école. Ainsi, les étudiants peuvent d'une part interagir collectivement avec les technologies de l'information et de la communication (messages textes, Internet, images, sons, vidéos, etc.) et d'autre part, gérer et manipuler des données en temps réel lors de diverses activités en classe tout en développant des compétences spatio-temporelles. Lors du déroulement d'une activité éducative, ces outils augmentés présentent des informations supplémentaires qui apparaissent sur demande lorsque l'apprenant.e en a besoin (Klopfer, 2008).

### **Cas du projet Géoéduc 3D**

L'application « Journal de bord » possède différentes propriétés. Nous avons mentionné précédemment son utilité dans la résolution de problèmes identifiés par les apprenants à propos du choix d'options énergétique. Le journal de bord constitue aussi une archive, c'est-à-dire une banque de données qui conserve toutes les informations que les joueurs ont récupérées sur le terrain. Lorsque les joueurs traversent une zone « pré-géotaggée » sur le terrain, il peut récupérer des informations pertinentes telles qu'une mise en situation, un obstacle, une question à choix multiples, un indice qui seront acheminés et enregistrés au journal de bord. Par la suite, les joueurs peuvent consulter ces renseignements dans le but de résoudre un problème réel subséquent.

### **Stealth Learning**

L'apprentissage « furtif », soit celui qui se produit à l'insu des joueurs, représente une solution intéressante afin de permettre aux joueurs de vivre une expérience à la fois ludique et éducative puisqu'elle apparaît de façon naturelle à travers un contexte d'environnement de jeu (Salen & Zimmerman, 2004). Selon Salen et Zimmerman (2004), «le jeu crée, en quelque sorte, un genre de cercle magique (englobant le plaisir, l'amusement, la fantaisie), ce qui représente l'espace où le jeu prend place » (traduction libre des auteurs). D'après le modèle d'apprentissage « furtif », le design d'un jeu éducatif doit focaliser l'attention des joueurs au centre d'une intersection entre le jeu et la formation, et ce, dans le but de garder le cercle magique fermé afin que l'immersion reste totale (Salen & Zimmerman, 2004). Dans le cas où l'apprentissage demeure visible, le jeu éducatif doit permettre aux apprenants d'être dans un flux continu de plaisir et d'amusement (Csikszentmihalyi, 1990). Dans le cas contraire, l'apprentissage habituellement intrinsèque deviendra une intrusion accidentelle dans l'environnement du jeu, et ce, en perturbant le plaisir du joueur (Paras & Bizzochi, 2005). Dans l'intégration d'un jeu sérieux, le *Stealth Learning* doit ainsi apparaître naturellement à travers le contexte du jeu (Paras & Bizzochi, 2005).

### **Le prototype en développement**

La première étape de développement du prototype de jeu GéoÉduc3D a été amorcée par la conceptualisation d'idées de scénarios de jeu potentiels lors d'un atelier réalisé à l'Université Queen's en juin, 2009, atelier qui a réuni plusieurs des chercheurs et étudiants impliqués dans Géoéduc 3D. Un choix de scénario fut ainsi retenu sur le thème des changements climatiques. Cette idée accordait beaucoup d'importance à la position du joueur dans son environnement, soit la considération de l'espace, du géo-positionnement et de l'apprentissage de la géomatique, au cœur même des préoccupations présentées dès cette première ébauche. Par ailleurs, une brève description du scénario fut ou élaborée ou préparée afin de bien comprendre les enjeux d'un tel développement : se promenant sur un campus universitaire en 3D, les joueurs (étudiants du secondaire) devaient 'capturer' tous les bâtiments sur le terrain. L'objectif final était de rendre les dits bâtiments plus rentables sur le plan énergétique dans un temps limite. Lors de la capture des bâtiments, les joueurs pouvaient choisir, soit de se procurer des panneaux photovoltaïques, soit d'installer des éoliennes ou d'autres installations énergétiques afin d'augmenter leur rentabilité énergétique. Toutefois, ils devaient respecter leur budget tout en évitant les membres de l'autre équipe qui essayaient, par tous les moyens, de contrecarrer leurs actions éco-énergétiques. Le prototype qui est actuellement en développement par l'équipe Géoéduc 3D est une déclinaison mobile de la version du jeu *Energy wars - Rise of the Chimera*, c'est-à-dire le scénario de jeu et le prototype développé à Queen's University,<sup>3</sup> qui a été conçu pour des ordinateurs de bureau.

### **Méthodologie**

La méthodologie qui sera utilisée est une approche qualitative de type développement-recherche (Van der Maren, 2002) et elle appuiera ce projet afin de justifier la pertinence d'ancrer un jeu sérieux dans une thématique environnementale. Elle cherchera à documenter les étapes de réflexion franchies par une équipe multidisciplinaire dans la conception d'un prototype destiné à

---

<sup>3</sup> Site du projet Géoéduc 3D : <http://www.geoeduc3d.scg.ulaval.ca/>

un jeune public, et ce, dans le contexte de l'enseignement des sciences et de la technologie au secondaire (Barma et al., 2010). Il est nécessaire de préciser que ce prototype se développe dans une co-construction des connaissances rendue possible par le biais de la contribution de plusieurs acteurs provenant de différents champs disciplinaires variés : technologie éducative, didactique des sciences, informatique, géographie et géomatique (revoir la Figure 2). Nous nous inscrivons dans un paradigme socioconstructivisme, le produit attendu étant le fruit d'une représentation collective (Barma et al., 2010; Jonnaert, 2009).

Il est important de rappeler ici que, dans le design d'un prototype, nous cherchons à cerner comment nous pourrions favoriser à la fois l'implication des élèves et le développement de compétences d'ordre supérieur, telles que la démarche d'investigation scientifique. Lors de la soumission de cet article, le design du prototype n'est pas encore complet. Dans le moment, les chercheurs et étudiants en éducation ont développé un premier scénario et ont exploré le développement d'outils d'investigation scientifique et d'interfaces qui permettent d'offrir des pistes de réponse sur le plan de l'implication (*engagement*) de l'étudiant dans le design du jeu mobile. Les diverses réunions ainsi que les documents et enregistrements qui en découlent sont mis à la disposition de la communauté GéoÉduc3D sur un wiki (<http://geoeduc3d.scg.ulaval.ca/wiki>), présentant l'essentiel des données auxquelles nous avons accès et qui fait l'objet d'une théorisation ancrée (Charmaz, 2005) ainsi que d'une *design-based research* (Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004). Pour la suite, nous exposerons plus particulièrement les raisons pour lesquelles nous avons choisi l'approche méthodologique DBR pour cette recherche. Selon Hannafin et Wang (2005), le DBR est défini comme une méthodologie systémique, mais flexible qui permet d'améliorer les pratiques éducatives à partir d'une analyse, un design, un développement et une implantation itérative autour d'une collaboration entre les chercheurs et les praticiens et souvent appuyée par des théories et des principes de design utilisés en contexte réel.

Cette approche méthodologique dans le cadre de cette recherche a été privilégiée en raison de son apport dans les diverses recherches sur le design pédagogique de jeu éducatif au cours des dernières années. Dans la littérature, on peut observer que les chercheurs influents du domaine dont le *Games to Teach Team* (GTT, 2003), Aldrich (2004), Dede (2004), Shaffer, Squire, Gee et Halverson (2005) et d'autres qui s'intéressent de près ou de loin au développement de méthodes et de théories en jeu éducatif utilisent la méthodologie DBR ou la *formative design research* de Reiguluth et Frick (2003). Dans le cadre d'un article intitulé « *Resuscitating research in educational technology: Using game-based learning research as a lens for looking at design-based research* », Squire (2005) mentionne la pertinence des approches méthodologiques utilisées dans la *design-based research* dans le cadre de la recherche en jeu éducatif. Selon Squire (2005), la recherche basée sur le design (*Design-based research*) est une méthode qui offre des exemples tangibles d'un apprentissage efficace, une meilleure assise entre la théorie et la pratique ainsi que l'établissement d'un apprentissage en contexte.

De plus, cette méthodologie offre de nouvelles opportunités de réflexion par le biais de méthodes de recherches diversifiées afin de permettre l'analyse d'environnements d'apprentissage comportant une structure plus sophistiquée (ou les simulations éducatives) et nécessitant une participation active du chercheur en technologie éducative dans le cadre de cette recherche (Squire, 2005).

Au-delà de l'intérêt que nous portons pour les méthodes mixtes du DBR, cette méthode permet également de faire le pont entre les théories éducatives et la pratique en éducation (Wang et Hannafin, 2005). Collins, Joseph et Bielaczys (2004) établissent que le DBR s'intéresse principalement aux besoins centraux dans l'apprentissage, incluant le besoin de répondre à des questions théoriques sur la nature de l'apprentissage en contexte; le besoin pour des approches théoriques afin d'étudier des situations réelles qui s'opèrent au-delà du laboratoire. Ce qui est un avantage certain pour cette recherche puisque le DBR sera indispensable pour mieux comprendre les besoins des étudiants dans le cadre d'une étude qui portera sur des situations d'intégration d'un prototype de jeu sérieux géospatial à travers divers contextes en classe.

Nous présenterons brièvement la démarche de recherche qui sera réalisée dans le cadre de cette enquête sous une approche méthodologique DBR et de théorisation ancrée. Au départ, nous avons produit un prototype sur la base des entretiens et des documents produits par les divers groupes de travail. Lors de la phase d'implantation prévue prochainement dans quelques écoles du Québec, le prototype, en plus d'être testé auprès des élèves en 4<sup>e</sup> secondaire par rapport à la jouabilité, fera également l'objet d'une analyse à partir de différentes questions de recherche des étudiants inscrits à la maîtrise et au doctorat et associés au projet. Une étape importante sera ainsi franchie qui nous permettra d'atteindre le but visé du projet, soit la validation du design du premier prototype. L'une des recherches menées dans le projet prévoit recueillir les impressions des étudiants qui ont essayé le jeu, cela par le biais de groupes de discussion. Ceci permettra une investigation sur l'implication des étudiants dans la co-construction de leurs connaissances à travers un environnement de jeu sérieux 'ouvert' (soit un environnement qui est modulable, du moins en partie, par les étudiants). Il est espéré que cette recherche permettra de développer des stratégies d'implication (*engagement*) de l'apprenant dans le design du jeu propres à ce type de prototype.

Avant d'implanter ce prototype dans un milieu scolaire, des rencontres ont actuellement lieu entre l'équipe de chercheurs et étudiants en sciences géomatique et sciences de l'éducation afin d'arrimer les demandes de chacun, particulièrement celles portant sur les rôles des joueurs, la mécanique du jeu, l'exploitation et la représentation des données géospatiales, la mobilité des joueurs et les outils de visualisation basée sur la réalité augmentée. Le prototype sera vraisemblablement prêt à la fin juillet 2010 pour être testé (Barma et al., 2010).

### **Le rôle des joueurs, leur fonction et les outils utilisés**

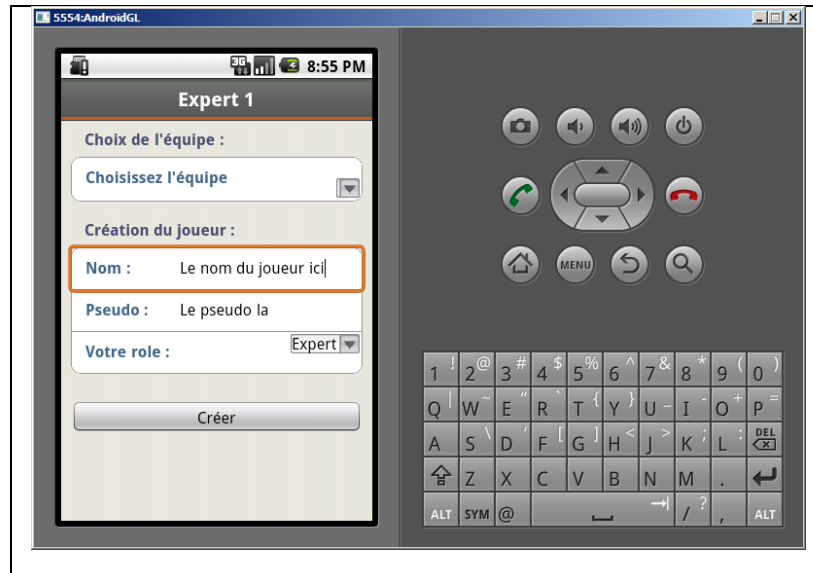
Un joueur commence le jeu en choisissant son rôle au sein de l'équipe, rôle qui est associé à des outils privilégiés lui permettant d'agir et d'accomplir sa mission sur le terrain. Ses outils mettent en pratique l'un des fondements théoriques, celui d'*Engaged Learning* (Quinn, 2005). Or, la manipulation directe des outils par les joueurs favorise la gestion efficace d'informations en temps réel, ce qui permet de résoudre des problèmes environnementaux directement sur le terrain. De plus, le choix des différents rôles devait être peaufiné afin d'assurer le développement de compétences bien distinctes pour chacun des joueurs. Le tableau 1 représente les différents rôles, fonctions et outils utilisés dans le jeu :

**Tableau 1: Présentation des différents rôles des joueurs, leurs fonctions et les outils utilisés dans le jeu**

Rôle du joueur	Fonction du joueur	Outil employé
Un responsable du quartier général	Coordonner les équipes sur le terrain	Application sur Internet qui permet de voir les participants sur le terrain en temps réel
Un responsable des communications	Communiquer les informations au responsable du quartier général sur les actions entreprises sur le terrain	Application web de réseautage <i>Twitter</i> qui permet d'écrire des messages au responsable du quartier général
Éclaireur	Observer les obstacles qui se trouvent sur le terrain afin de protéger son équipe et récupérer les informations nécessaires à la progression dans le jeu	Application mobile de réalité augmentée qui permet de voir les éléments distribués (« Hot spots ») (Obstacles, informations, activités) sur le terrain;
Expert en environnement	Permet de fournir des informations afin de résoudre des problèmes concrets en lien avec des solutions environnementales	Application web 2.0 : <i>Digg</i> qui est un site Internet communautaire où les utilisateurs peuvent inscrire des nouvelles, des informations sur des sujets d'actualités. (recherche en lien avec l'environnement)
Expert en énergie	Permet de fournir des informations en lien avec la rentabilité énergétique et la construction d'infrastructures énergétiques (Panneau photovoltaïque, éolienne, pompe à vapeur, etc.)	Application mobile : calculatrice scientifique Application web 2.0 : <i>AltEnergy</i> Cette application permet d'offrir de l'information en lien avec l'utilisation des ressources d'énergies renouvelables. Il montre le potentiel des applications solaires, hydro-électrique, géothermique.
Expert en ressources matérielles	Permet de fournir des informations sur la construction de matériaux afin d'accroître la rentabilité énergétique d'un bâtiment. (Matériaux comme le chanvre, le liège, plaques de gypse-cellulose, etc.	Application web 2.0 : Wikimobile Cette application permet d'offrir de l'information pertinente sur la construction de matériaux afin d'accroître la rentabilité énergétique d'un bâtiment.

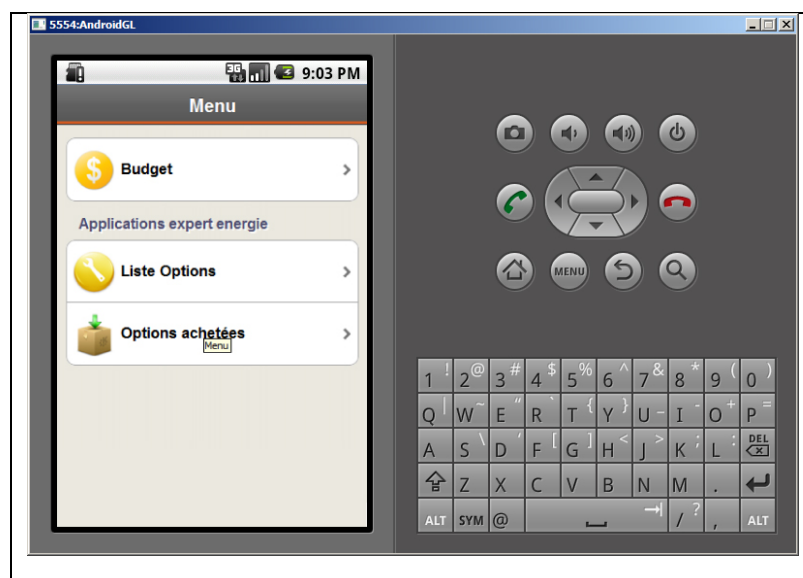
## Le développement de l'interface de jeu

L'équipe de design conçoit certains modules d'interface afin que les joueurs puissent poser des gestes concrets sur le terrain. Voici quelques images qui en donnent un aperçu. La Figure 3 présente l'écran d'inscription au jeu.



**Figure 3 : Fenêtre d'inscription pour le jeu (réalisé par Thomas Butzbach pour GéoÉduc3D)**

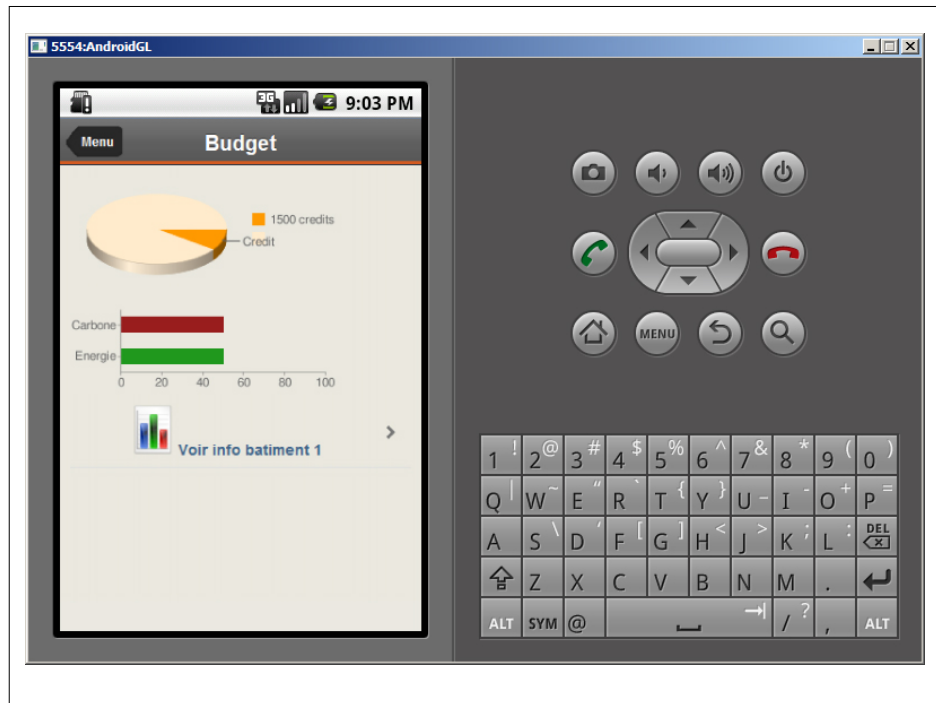
La figure 4 présente l'écran de la page principale. Les joueurs auront accès à un budget, à des options d'installations pour les bâtiments et la liste des options qui seront achetées par l'équipe.



**Figure 4 : Menu principal de l'application sur le mobile (Journal de bord) (réalisé par Thomas Butzbach pour GéoÉduc3D)**



Ci-dessous, la Figure 5 présente l'image de la section « budget » à laquelle chacun des membres a accès. Le budget permet d'acheter des installations énergétiques pour les bâtiments. Les joueurs, forts de leur implication, auront à leur disposition un large choix d'options. Ces dernières sont classées en fonction des rôles de chacun des experts. Ceux-ci auront avantage à réfléchir et à coopérer afin de faire des choix judicieux puisque chacune des options engendre des conséquences définitives (par exemple, l'installation d'une éolienne augmente évidemment la rentabilité énergétique d'un bâtiment, mais la construction d'un système de chauffage au mazout augmente le taux de monoxyde de carbone).

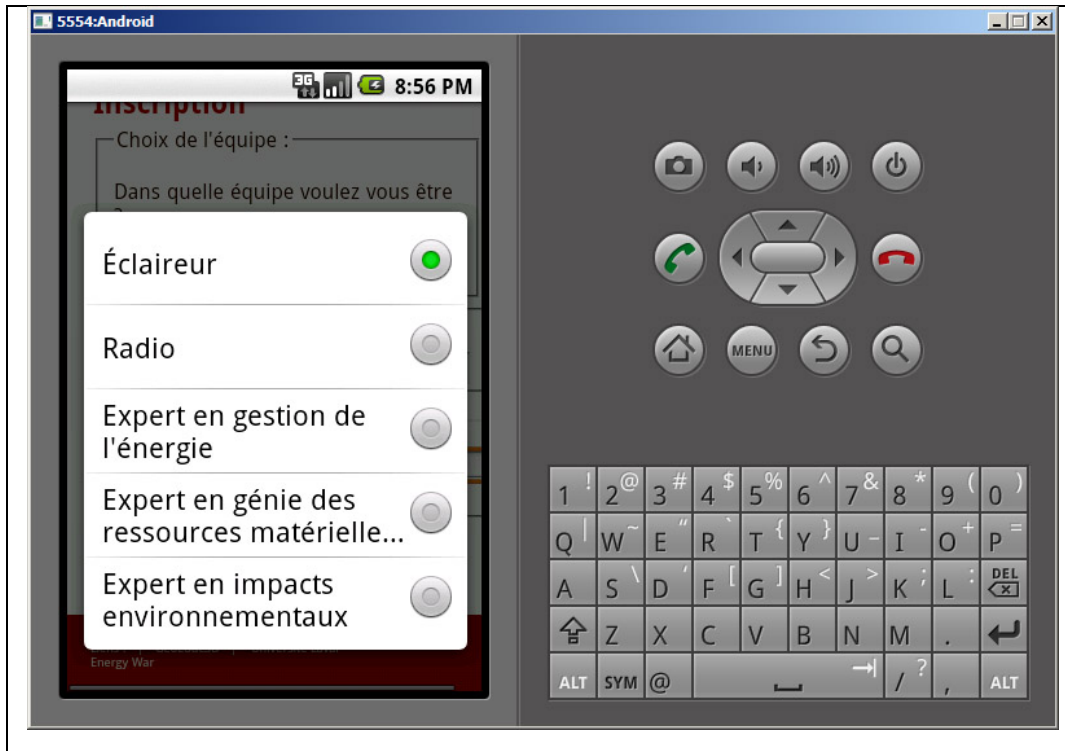


**Figure 5 : Budget de l'équipe et jauge de rentabilité énergétique et de carbone (Projet GéoÉduc3D; réalisé par Thomas Butzbach)**

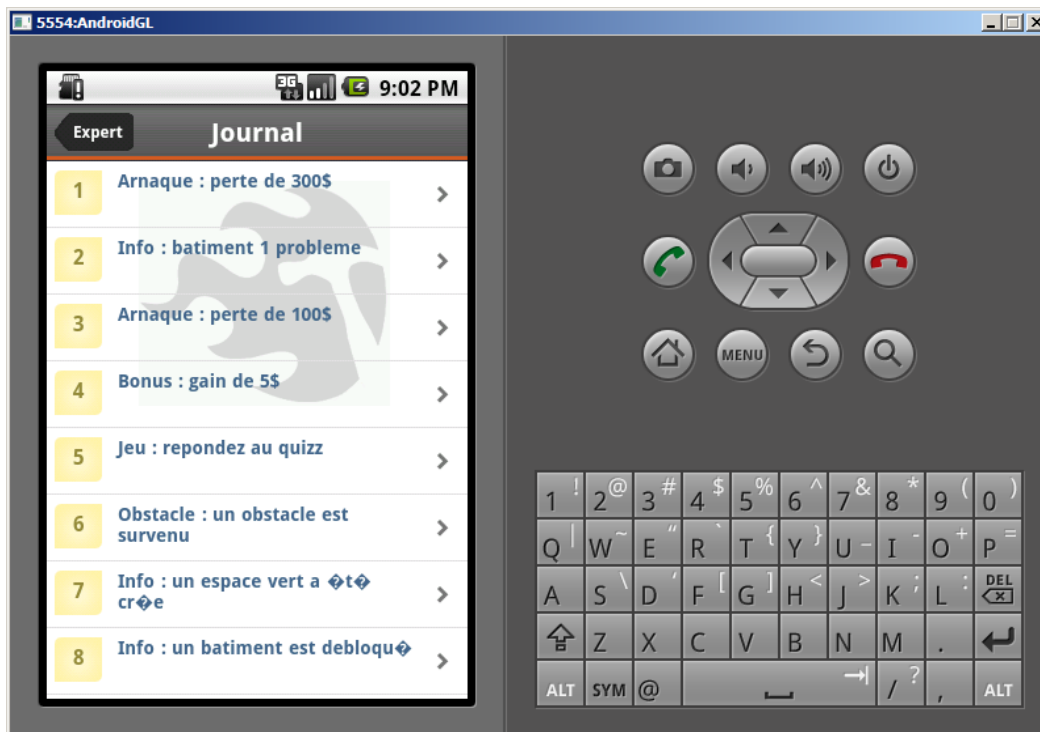
Après s'être inscrit au jeu, le joueur doit choisir son rôle dans l'équipe, soit celui d'un éclaireur, d'un responsable de communications, d'un expert en gestion de l'énergie, d'un expert en génie des ressources matérielles ou d'un expert en impacts environnementaux.

Chaque membre de l'équipe possède un journal de bord qui contient un répertoire des informations récupérées sur le terrain grâce aux balises de géolocalisation<sup>4</sup> (ou sous le terme anglais *géotags*), ces informations peuvent prendre la forme d'obstacles, de jeux-questionnaires d'énigmes, de bonus, de conseils pour la résolution d'un problème complexe, etc.

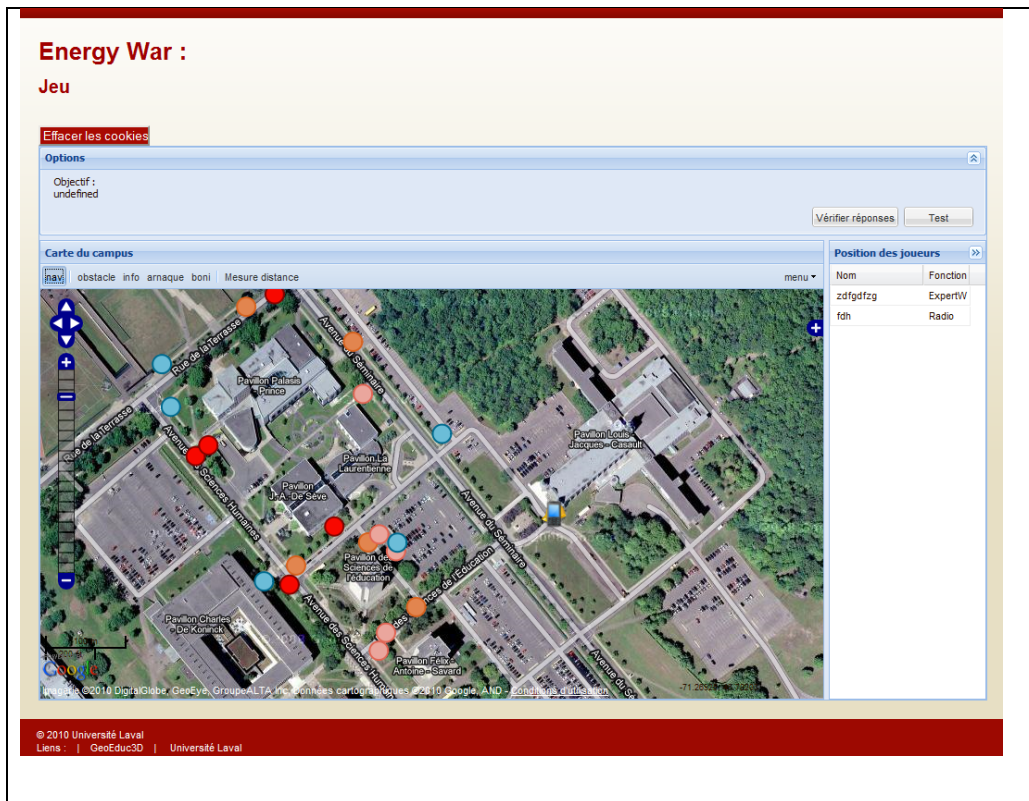
<sup>4</sup> <http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9otag>



**Figure 6 : Interface des joueurs pour le choix du rôle de l'expert sur le terrain (Projet GéoÉduc3D; réalisé par Thomas Butzbach)**



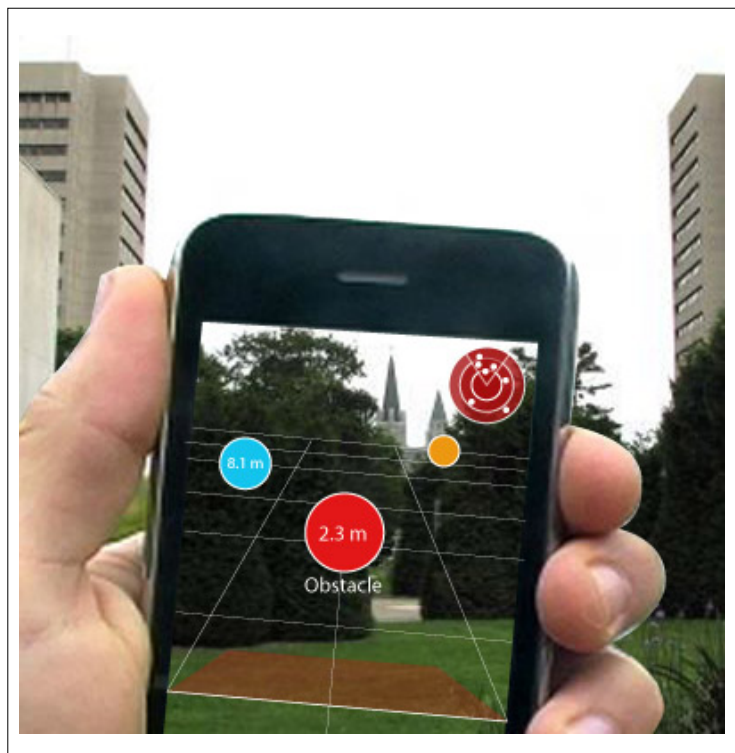
**Figure 7 : Le journal des informations récupérées sur le terrain (GéoÉduc3D, réalisé par Thomas Butzbach)**



**Figure 8 : Application du commandant qui permet d'observer la position réelle de tous les joueurs sur le terrain. (Projet GéoÉduc3D; réalisé par Thomas Butzbach)**

Ci-dessus, la Figure 8 présente l'application utilisée par le ou la commandant.e. Celle-ci lui permet d'observer la position réelle des membres de son équipe sur le terrain, grâce au système de positionnement GPS de chacun des mobiles (voir l'image d'un téléphone qui représente le responsable des communications, soit le ou la *radio*). L'application, en plus d'identifier les balises de géolocalisation sur le terrain (représentés par des cercles sur la figure 8) permet aussi de valider de nouvelles informations transmises par l'équipe qui sont cachées sur la carte principale. Les balises de géolocalisation sont identifiées par différentes couleurs afin d'identifier leur contenu (obstacles en rouge, informations supplémentaires en bleu, des bonus ou récompenses en rose, des arnaques en orange).

L'application de réalité augmentée est en cours de développement mais, avec cet exemple, on peut voir que l'éclaireur, en plus d'observer les zones qui pourraient contenir des balises de géolocalisation ainsi qu'identifier leur position, pourra également récupérer des informations sur le terrain ou décider d'éviter une zone contenant un obstacle.



**Figure 9 : Simulation d'une application de réalité augmentée utilisée par l'éclaireur (réalisé pour GéoÉduc3D par Thomas Butzbach)**

## Discussion et Conclusion

Somme toute, le projet GéoÉduc 3D promet de stimuler un haut niveau de création des jeux sérieux mobiles. Cette contribution a voulu documenter le fait que le design d'un jeu sérieux est un processus de longue haleine lorsque l'on veut engager des étudiants à l'étude des sciences et de la technologie (Barma et al., 2010). Peu d'études à l'heure actuelle partagent toutes les étapes qui mènent à sa création. L'équipe de GéoÉduc3D est à la fin de sa première phase de développement d'un prototype.

Dans le design du prototype, favoriser à la fois l'implication (*engagement*) des élèves et le développement de compétences d'ordre supérieur, telle la démarche d'investigation scientifique, représente un grand défi de design. Néanmoins, le cadre théorique émergent exposé dans cet article relevant de principes d'implication (*engagement*), de jouabilité (*playability*) et de flexibilité, en plus d'appuyer le développement du prototype de jeu (*La guerre de l'énergie – version mobile*) contribue autant au design d'outils et d'interfaces qu'à la création d'interactions entre joueurs. Le résultat est la mise en œuvre d'outils, d'informations et de ressources accessibles en tout temps par les joueurs impliqués dans une situation d'apprentissage. Dans le

design du prototype, il sera également possible de mettre à profit le développement de compétences disciplinaires en science et technologie ancrées à des notions liées à l'environnement qui permettra une démarche de résolution de problème et d'investigation scientifique.

Ce projet unique permettra de résoudre certaines problématiques encore peu explorées dans la littérature du jeu sérieux, cela en tenant compte du contexte spatial, de la mobilité, de la réalité augmentée dans une discipline donnée (sciences et technologies au secondaire). De plus, l'expérience ainsi que l'implication collective de domaines multidisciplinaires tels que la géomatique, la technologie éducative, la didactique des sciences et technologie, la didactique des sciences humaines et l'informatique permettent de réaliser une recherche riche et étendue, de satisfaire à de nouvelles sphères de design en lien avec le jeu sérieux et de contribuer à l'avancement des savoirs codifiés et des technologies de pointe. À partir de cette co-construction de connaissances émergera un prototype qui pourra faire l'objet d'une analyse, d'une mise à l'épreuve auprès d'un groupe d'étudiants du secondaire.

## Références

- Abaza, M., & Steyn, O. (2008). Role of computer serious games in education and training. In K. McFerrin, R. Weber, R. Carlsen & D.A. Willis (Eds.), *Proceedings of 19<sup>th</sup> International Conference Annual of Society for Information Technology & Teacher Education* (pp. 1592-1599). Chesapeake, VA: AACE.
- Ally, M. (Ed.). (2009). *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Athabasca, AB: Athabasca University Press.
- Aguilera, M. D., & Mendiz, A. (2003). Video games and education (Education in the face of a "parallel school"). *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 1-14.
- Aldrich, C. (2004). *Simulations and the future of learning*. San Diego, CA: Pfeiffer.
- Attewell, J., & Savill-Smith, C. (Eds.). (2004). *Learning with mobile devices: research and development – a book of papers*. London: Learning and Skills Development Agency. Repéré à <http://www.LSDA.org.uk/files/PDF/1440.pdf>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Badard, T. (2006). *Geospatial service oriented architectures for mobile augmented reality*. Communication présentée au 1st International Workshop on Mobile Geospatial Augmented Reality, Banff, Canada.
- Barma, S. (2007). Point de vue sur le nouveau programme science et technologie du secondaire au Québec : regards croisés sur les enjeux de part et d'autre de l'Atlantique. *Didaskalia*, 30, 109-137.

- Barma, S. (2008). *Un contexte de renouvellement de pratiques en éducation aux sciences et aux technologies : une étude de cas réalisée sous l'angle de la théorie de l'activité* (Thèse de doctorat). Université Laval, Québec.
- Barma, S., Power, M., & Daniel, S. (2010, août). *Réalité augmentée et jeu mobile pour une éducation aux sciences et à la technologie*. Communication présentée au Colloque Ludovia, Ax les Thermes, France.
- Bates, A. W. (2000). *Managing technological change strategies for college and university leaders*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Becker, K. (2008). *The invention of good games: Understanding learning design in commercial video games* (Thèse de doctorat). University of Calgary.
- Becker, K. (2010). Distinctions between games and learning: A review of current literature on games in education. In R. Van Eck (Ed.), *Gaming and cognition : Theories and practice from the learning sciences* (pp. 22-54). New York: Information Science Reference.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-41.
- Charmaz, K. (2005). Grounded theory in the 21st Century: Applications for advancing social justice studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed.) (pp. 507-535). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Cogoi, C., Sangiorgi, D., & Shahin, K. (2006). MGBL – mobile game-based learning: perspectives and usage in learning and career guidance topics. *eLearning Papers*. Repéré à <http://www.elearningpapers.eu/index.php?lng=en&page=home>
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Commission européenne (2006). *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. État des lieux et politique de la recherche*. Direction générale de l'éducation et de la culture. Bruxelles : Eurydice.
- Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. *PIXELearning Limited*. Repéré à [www.pixelearning.com/docs/games\\_basedlearning\\_pixelearning.pdf](http://www.pixelearning.com/docs/games_basedlearning_pixelearning.pdf)
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York : Harper & Row.
- De Castell, S., & Jenson, J. (2003). Serious play. *Journal of Curriculum Studies*, 35(6), 649-665.
- Dede, C. (2004). Enabling distributed-learning communities via emerging technologies. *T.H.E. Journal*, 32(2), 1-12.

- Dede, C., Nelson, B., Ketelhut, D. J., Clarke, J., & Bowman, C. (2004). *Design-based research strategies for studying situated learning in a multi-user virtual environment*. Communication présentée au 6th international conference on Learning sciences, Santa Monica, CA.
- Dickey, M. D. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. *ETR&D*, 53(2), 67–83.
- Dillenbourg, P. (1999). *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*. New York: Elsevier Science Ltd.
- Dolence, M. G., & Norris, D. M. (1995). *Transforming higher education: A vision for learning in the 21st century*. Ann Arbor, MI: Society for College and University Planning.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2005). *Beyond edutainment : Exploring the educational potential of computer games* (Thèse de doctorat publiée). Université de Copenhague, Danemark.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2007). Third generation educational use of computer games. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* 16(3), 263-281.
- Fink, D. (2003). *Creating significant learning experiences*. San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Foreman, J., Gee, J. P., Herz, J. C., Hinrichs, R., Prensky, M., & Sawyer, B. (2004). Game-Based learning: How to delight and instruct in the 21st century. *EDUCAUSE Review*, 39(5), 50-66.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. New York : Teachers College Press.
- Gee, J. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gibson D., Aldrich, C., & Prensky, M. (2007). *Games and simulations in online learning: Research and development frameworks*. Hershey, PA : Information Science Publishing.
- Gouvernement du Québec (2006). *Programme de Science et technologie. Enseignement secondaire deuxième cycle*. Québec : Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport.
- Genevois, S. (2008). *Quand la géomatique rentre en classe : Usages cartographiques et nouvelle éducation géographique dans l'enseignement secondaire* (Thèse de doctorat). Université de Saint-Etienne.
- Genevois, S., & Delorme, L. (2010). Playing with location-based and augmented reality games. What competences for what citizenship ? In T. Jekel, A. Koller & K. Donert (Eds.), *Learning with Geoinformation V*. Heidelberg: Wichmann.
- Gredler, M. E. (1996). Educational games and simulations: A technology in search of a (research) paradigm. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp.571-581). New York: Macmillan.
- Greenfield, P. M., & Subrahmanyam, K. (1994). Effect of video game practice on spatial skills in girls and boys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 15(1), 13-32.

- Hannafin, M. J., & Wang, F. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Harrap, R., & Daniel, S. (2009, octobre). *Mobile lidar mapping: Building the next generation of outdoor environment model for AR*. Communication présentée au IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2009), Let's Go Out Workshop, Orlando, FL.
- Huizinga, J. (1955). *Homo ludens: A study of the play element in culture*. Boston, MA: Beacon Press.
- Houser, R., & Deloach, S. (1998). Learning from games: Seven principles of effective design. *Technical Communication, Third Quarter*, 319-329.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Inkpen, K. (1999). Designing handheld technologies for kids. *Personal Technologies*, 3 (1&2), 81-89.
- Jacobs, J. W., & Dempsey, J. V. (1993). Simulation and gaming: Fidelity, feedback and motivation. In J. V. Dempsey & G. C. Sales (Eds.), *Interactive instruction and feedback* (pp. 197-228). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.
- Jonassen, D. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. II). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonnaert, P. (2009). *Compétences et socioconstructivisme : Un cadre théorique* (2e éd.). Bruxelles : De Boeck.
- Julier, S., Baillot, Y., Lanzagorta, M., Rosenblum, L., & Brown, D. (2001). Chapter 6: Urban terrain modeling for augmented reality applications. In *3D synthetic environment reconstruction* (pp. 119-136). Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers
- Kaufman, D., Sauv e, L., Ireland, A., & Power, M. (2005, juin). *Simulations and advanced gaming environments for use in higher education*. Communication présentée au ICIE, Belfast, Northern Ireland.
- Kelly, J. W., & McNamara, T. P. (2008). Spatial memory and spatial orientation. In C. Freksa, N. S. Newcombe, P. G ardenfors & S. W olfl (Eds.), *Spatial cognition VI* (pp.22-38). Berlin: Springer-Verlag.
- Klopfer, E. (2008). *Handheld simulation games augmenting learning and reality*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2003, avril). *Augmented reality on PDAs*. Communication présentée au Annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Kraak, M.J. (2008). Exploratory Visualization. Dans S. Shekar & X.Hui (Eds.), *Encyclopedia of Geographical Information Science* (pp.301-307). New York : Springer



- Kukulska-Hulme, A., & Traxler, J. (2005). *Mobile learning : a handbook for educators and trainers*. Oxon, UK : Routledge.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning*. New York: Cambridge University Press.
- Lepper, M. R., & Malone, T. W. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction*, 3. Cognitive and affective process analysis (pp. 255-286). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Li, K. A., & Counts, S. (2007, septembre). *Exploring social interactions and attributes of casual multiplayer mobile gaming*. Communication présentée au 4th International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems and the 1st International Symposium on Computer Human Interaction in Mobile Technology, Singapore Polytechnic, Singapore.
- Mackay, W. (1996). Réalité augmentée : le meilleur des deux mondes. *La Recherche, Special issue on L'ordinateur au doigt et à l'oeill*, 284.
- Mandryk, L., Inkpen, M., Bilezikjian, M., Klemmer, R., & Landay, A. (2001, avril) *Supporting children's collaboration across handheld computers*. Communication présentée au CHI, Conference on Human Factors in Computing Systems, Seattle, WA.
- Mcgrath, O. (2008). Open educational technology : Tempered aspirations. In T. Iiyoshi & M. S. V. Kumar (Eds.), *Opening up education* (pp. 13-26). Cambridge, MA : MIT Press.
- McMartin, F. (2008). Open educational content : Transforming access to education. In T. Iiyoshi & M. S. V. Kumar (Eds.), *Opening up education* (pp. 135-147). Cambridge, MA : MIT Press.
- Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious games : Games that educate, train, and inform*. Boston, MA: Thomson.
- Milgram, P., Zhai, S., Drascic, D., & Grodski, J. J. (1993). Applications of augmented reality for human-robot communication. In *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and System (IROS 93)*.
- PETZ. Repéré à <http://petz.uk.ubi.com/>
- O'Neil, H. F., Wainess, R., & Baker, E. L. (2005). Classification of learning outcomes: Evidence from the computer games literature. *The Curriculum Journal*, 16(5), 455-474.
- Paras, B., & Bizzocchi, J. (2005). Game, motivation, and effective learning : An integrated model for educational game design. *Digital Games Research Association*, 33(4), 1-7.
- Power, M. (2005, juin). *The educational game-simulation game-simulation continuum*. Communication présentée au EICC Annual Conference, Belfast, Ireland.
- Power, T. M., Daniel, S., & Harrap, R. (2009, octobre). *Getting into position: Serious gaming in geomatics*. Communication présentée au ACE conference 2009, Vancouver, British Columbia.

- Power, M., Daniel, S., & Barma, S. (2010, mai). *Designing new science and technology education through serious gaming in geomatics*. Communication présentée au Congrès annuel du Réseau canadien d'innovation en éducation (CNIE), Saint-Jean, N-B.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- Quinn, C. N. (2005). *Engaged learning : Designing e-Learning simulation games*. San Francisco, CA: Pfeiffer
- Reigeluth, C. M. (1996). A new paradigm of ISD. *Educational Technology*, 36(3), 13-20.
- Reigeluth, C. M. (1999). What is instructional-design theory and how is it changing? In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models (Vol. II): A new paradigm of instructional theory* (pp. 5-29). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C. M., & Frick, T. W. (1999). Formative research: Methodology for creating and improving design theories. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models (Vol. II): A new paradigm of instructional theory* (pp. 633-652). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reitmayr, G., & Drummond, T. W. (2006). *Going out :Robust tracking for outdoor augmented reality*. Communication présentée au IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Santa Barbara, CA.
- Rheingold, H. (2002). *Smart mobs: the next social revolution*. Cambridge, MA: Perseus Publishing.
- Rieber, L. P. (1996). Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. *Educational Technology Research and Development*, 44(2), 43–58.
- Rieber, L. P., & Matzko, M. J. (2001). Serious design of serious play in physics. *Educational Technology*, 41(1), 14-24.
- Roth, W.-M., & Lee, Y.-J. (2006). Contradictions in theorising and implementing communities in education. *Educational Research Review*, 1(1), 27-40.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sandholtz, J., Ringstaff, C., & Dwyer, D. C. (1997). *Teaching with technology: Creating student-centered classrooms*. New York : Teachers College Press.
- Sauvé, L., Renaud, L., & Kaufman, D. (2010). Games, simulations and simulations games for learning: Definitions and distinctions. In D. Kaufman & L. Sauvé. *Educational gameplay and simulation environments: Case studies and lessons learned* (pp.1-26). New York : Information Science Reference.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35(5), 31–38.

- Sawyer, B. (2002). Serious Games: Improving Public Policy through Game-based Learning and Simulation. *Foresight and Governance Project* : Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building : Theory, pedagogy and technology. In R. Keith Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 97-115). New York : Cambridge University Press.
- Schrier, K. (2006). *Using augmented reality games to teach 21st century skills*. Communication présentée au ACM SIGGRAPH 2006 Conference, Boston, MA.
- Shaffer, D. W., & Resnick, M. (1999). "Thick" authenticity: New media and authentic learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(2), 195-215.
- Shaffer, D. W., Squire, K. A., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2), 104-111.
- Sharples, M., Taylor, J. & Varoula, G. (2007). A theory of learning for the mobile age. In R. Andrews & C. Haythornthwaite (Eds.), *The handbook of e-learning research* (pp. 221-247). London : Sage Publications.
- Shelton, B. (2002). Augmented reality and education: Current projects and the potential for classroom learning. *New Horizons fir Learning*, 9(1). Repéré à <http://www.newhorizons.org>
- Squire, K. D. (2005). Resuscitating research in educational technology: Using game-based learning research as a lens for looking at design-based research. *Educational Technology*, 45(1), 8-14.
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious Games – An Overview. School of Humanities and Informatics. University of Skövde, Sweden.
- Van Der Maren, J.-M. (2002). *Recherche appliquée en pédagogie* (2<sup>ème</sup> éd.). Bruxelles : De Boeck.
- Wagner, D. (2007). *Handheld Augmented Reality* (Thèse de doctorat). Graz University of Technology, Austria.
- Wang, F., Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced Learning Environment. *ETR&D*. 53(4), 5-23.
- Wisniewski, D., & Morton, D. (2005). 2005 *Mobile games white paper [Rapport technique]*. Rapport présenté au Game Developers Conference. International Game Developers Association.
- Zlatanova, S., & van den Heuvel, F. (2001). 3D city modeling for mobile augmented reality. Communication présentée à l'International Symposium on Architectural Photogrammetry, Potsdam, Germany.

- Zurita, G., Nussbaum, M., & Sharples, M. (2003). *Encouraging face-to-face collaborative learning through the use of handheld computers in the classroom*. Communication présentée au Fifth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Udine, Italy.
- Zurita, G., Nussbaum, M., (2004). A constructivist mobile learning environment supported by a wireless handheld network. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol.20, 235-243.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.

### Auteurs

Marc-Antoine Dumont, Master's Candidate in Educational Technology, Department of Studies on Teaching & Learning, Laval University. Courriel: marcantoine.dumont.1@ulaval.ca.

Michael Thomas Power, Professor – Education & Technology, Department of Studies on Teaching & Learning, Laval University. Courriel: michael.power@fse.ulaval.ca.

Sylvie Barma, Professor – Didactics and Sciences, Department of Studies on Teaching & Learning, Laval University. Courriel: sylvie.barma@fse.ulaval.ca.



Cette création est mise à disposition sous un contrat Creative Commons.