

Réalité augmentée et jeu mobile pour une éducation aux sciences et à la technologie.

Sylvie BARMA

Michael POWER

Sylvie DANIEL

GÉOÉDUC3D

Université Laval

Session 2 (Interactivité, interactions et pratiques éducatives)

Département d'études sur l'enseignement et l'apprentissage
Faculté des sciences de l'éducation
local 1134
Pavillon des Sciences de l'éducation
2320 rue des Bibliothèques
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6
1-418-656-2131 poste 7570
sylvie.barma@fse.ulaval.ca

MOTS-CLES :

Interactions, jeu sérieux, enseignement des sciences, technologie, innovation, pratiques éducatives.

RESUME :

GéoÉduc3D vise à concevoir et à mettre en œuvre un ensemble d'outils d'apprentissage innovants qui vont permettre de comprendre in situ des phénomènes relatifs à des thématiques pertinentes pour les jeunes mais également en termes de perception et cognition spatiale liés à la géomatique. Pour cela, le projet GéoÉduc3D s'ancre principalement dans la mobilité. Nous présenterons les résultats de la phase pilote du projet GéoÉduc3D qui est actuellement en cours à l'Université Laval alors qu'un prototype est en développement. L'analyse du processus d'élaboration du prototype par l'équipe éducation et celle en géomatique permet de justifier la pertinence des thématiques environnementales traitées dans le contexte des jeux sérieux ainsi que la façon dont un scénario pédagogique et ludique est développé dans un contexte d'enseignement des sciences et de la technologie.

INTRODUCTION

Alors que les produits de la géomatique se démocratisent, cette dernière en tant que domaine disciplinaire souffre d'une véritable méconnaissance. Dans ce contexte, la sensibilisation et la formation des jeunes adolescents constituent un enjeu majeur pour leur faire prendre conscience de l'omniprésence de la géomatique dans leurs activités quotidiennes. Pour être efficace, cette sensibilisation devrait idéalement s'arrimer aux activités éducatives et ludiques de ce jeune public du 21^{ème} siècle "zappeur" et nomade. Elle devrait, de manière « imagée » et « interactive », mettre en évidence l'efficacité de la géomatique à leur faire comprendre la complexité du monde dans lequel ils vivent.

Dans cette perspective, le projet GéoÉduc3D a pour finalité de proposer des jeux interactifs éducatifs, s'appuyant sur les technologies géospatiales et explorant des questions thématiques auxquelles le jeune public adolescent est sensible comme celle des changements climatiques et du développement durable. Bien que l'aspect ludique fasse partie du projet GéoÉduc3D, on ne peut faire abstraction du volet éducatif qui y est lié ainsi que des possibilités d'interdisciplinarité à établir entre la géomatique, les sciences expérimentales et les thématiques environnementales. En effet, il est intéressant de constater que les nouveaux programmes de sciences européens tout comme les programmes en science et technologie au Québec incluent le développement de compétences cognitives complexes telles la capacité d'élaborer des scénarios divers, de discuter de démarches d'investigation pour résoudre un problème signifiant pour les jeunes (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006; GENEVOIS & DELORME, 2010; Gouvernement du Québec, 2006). Qui plus est, ils proposent l'ancrage de situation d'apprentissage dans des thèmes liés à l'environnement (changements climatiques, défi énergétique de l'humanité, déforestation). Ce qui est cohérent avec les visées du projet GéoÉduc3D qui veut démontrer l'efficacité de la géomatique pour appréhender la complexité du monde par le biais de thématiques environnementales.

Alors que le projet Géoéduc3D en est à la fin d'une première phase de développement d'un prototype, cette contribution répond aux questions de recherche suivantes : Quelles sont les thématiques susceptibles d'être mises à profit dans le contexte du « jeu sérieux » ? Comment, dans le design du prototype, harmoniser la maîtrise de l'intégration de données géospatiales, l'appropriation de concepts scientifiques ainsi que la dynamique interactionnelle entre les joueurs?

1 CONTEXTE INTERNATIONAL ET QUÉBÉCOIS DU JEU MOBILE ET DU JEU SERIEUX : QUELQUES ELEMENTS D'INTERET

1.1 Le jeu mobile

En moins de cinq ans, le jeu mobile s'est développé pour se positionner comme influence majeure dans les domaines de l'éducation et de la formation continue (ALLY, 2009 ; ERMI & MÄYRÄ, 2005). Il fait maintenant l'objet de conférences internationales, de publications savantes (*International Journal of Mobile Learning and Organisation*) et, surtout, de l'émergence d'une industrie qui rapporte 750 millions de dollars aux États-Unis en 2009 avec une augmentation observée du rendement annuel de 20% (AMBIENT INSIGHT RESEARCH,).

Jusqu'à récemment, le jeu mobile était tout simplement défini comme une activité qui permettait à ses joueurs de se mettre en action à partir de n'importe où du moment qu'il avait comme support une plate-forme mobile¹. De nouveaux développements dans le domaine du *M-learning* et du *M-gaming* permettent maintenant l'exploitation de la position du joueur (*gamer localisation*), le *geo-tagging* et le *geo-caching* (KLOPPER, 2008). La localisation offre de nouvelles perspectives pour enrichir les jeux ainsi que l'apprentissage des joueurs en exploitant leur position et leur contexte spatial « réel ». Le *geo-tagging* réfère à l'association de coordonnées ou de localisation géographiques à différents médias (texte, photo, documents, etc.). Les balises de géo-localisation peuvent faire appel à la fois à des données GPS, à des informations de saisie telles le code postal, l'heure de capture ou le lieu de saisie.

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_game (12/01/2008)

Le geo-caching fait appel au positionnement par satellite afin de permettre aux joueurs de retrouver des objets cachés à divers endroits dans le monde.

La plateforme la plus répandue actuellement pour de tels jeux mobiles est le téléphone portable (WISNIEWSKI & MORTON, 2005). Comme le souligne Laurent Michaud, chef de projet pour le groupe IDATE dans son rapport 2008, alors qu'il précise que le taux de pénétration au niveau mondial des téléphones mobiles en mai 2008 est de 70% :

en tenant compte de ce fort taux de pénétration des téléphones mobiles auprès de la population mondiale, de leur forte adoption auprès du jeune public et des performances accrues qui leur permettent de supporter de mieux en mieux les contenus multimédias, il devient de plus en plus concevable que ces appareils soient amenés dans les prochaines années à devenir des supports privilégiés pour la consultation d'applications du type *serious games* (MICHAUD & ALVAREZ, 2008, p.60).

D'autres technologies sont aussi utilisées, telles le *Personal Digital Assistant*, munies d'un GPS et équipées de liaison *Wi-Fi*, *Bluetooth* ou radio (GSM, CDMA, ...) (INMAN, 2006). Cependant, jusqu'à date, le support technologique de ces plateformes limite l'intérêt des jeux qu'elles proposent, compte tenu de la taille restreinte des écrans, de la puissance de calcul réduite et des outils d'interactions proposées (e.g. interaction avec d'autres joueurs via SMS)². Les consoles de jeu Nintendo DS et Sony PSP constituaient les plateformes les plus portables sur le marché en 2008 et elles offraient le plus grand potentiel pour la mise en œuvre de jeux immersifs et interactifs. Cependant, leur utilisation ne s'est pas orientée vers les jeux exploitant la localisation, les consoles n'étant pas encore adaptées à la mobilité. Mais, cette situation change fondamentalement. Déjà, en 2007, lors de la dernière conférence *Where 2.0*, les concepteurs de PLUNDR³, premier « *location based games* » sur PC, ont annoncé son adaptation pour les consoles DS de Nintendo (MILLER, 2007). Cette future version constitue la toute première déclinaison de jeu exploitant la localisation à partir d'une console de jeu mobile. Au Japon, la console PSP peut maintenant être équipée d'un GPS et d'une caméra externes (SHOEMAKER, 2006). De part l'émergence sur le marché des consoles de ces nouveaux produits adaptés à la localisation, de nouvelles opportunités de recherche se présentent concernant l'exploitation de manière efficace, robuste, interactive et temps réel de la mobilité du joueur. Depuis, les téléphones intelligents de type iPhone constituent les plateformes les plus prometteuses offrant des écrans adaptés au jeu, différents modes d'interaction (Touch, son, etc.), des méthodes de positionnement (GPS, WiFi, triangulation à partir des tours cellulaires), des informations d'orientation et de mouvement (gyro et accéléromètres).

1.2 Le jeu sérieux

On observe cette même lancée du côté du jeu sérieux (MICHAUD & ALVAREZ, 2008, SAWYER, 2002) alors qu'il occupe une place de plus en plus prépondérante lors de conférences internationales⁴ ou de publications avec comités de lecture (JENKINS, 2002; SQUIRES, 2003). Qui plus est, le jeu sérieux rapporte sérieusement de l'argent : au Canada seulement, plus de 1,7 milliard (SLIWINSKI, 2009). Dans le cadre de cette contribution, il nous apparaît important de préciser la définition du jeu sérieux qui est adoptée. Un jeu sérieux « invite l'utilisateur à interagir avec une application informatique dont l'intention est de

² http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_game

³ <http://plundr.playareacode.com/>

⁴ www.gamasutra.com

combiner à la fois des aspects d'enseignement, d'apprentissage, d'entraînement, de communication et d'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo. Une telle association a pour but de donner à un contenu utilitaire (*serious*), une approche vidéoludique (*game*) » (MICHAUD & ALVAREZ, 2008, p.11). Si on s'intéresse aux perspectives financières dans ce domaine, les secteurs de l'enseignement et de la formation contribueront significativement au marché du *serious game* aux États-Unis (IDC, 2008).

Du côté du Québec, l'industrie du jeu vidéo emploie plus de 3 500 personnes dans 70 entreprises différentes (<http://www.macarriereenjeux.com>; KUCZINSKI, 2006). La demande en termes de personnel hautement qualifié est donc forte. Compte tenu de l'intersection jusqu'à présent limitée entre les domaines du géospatial et du jeu, le bassin de recrutement de professionnels présentant des compétences dans ces deux domaines est actuellement relativement pauvre.

Le projet GéoÉduc3D vise à permettre de combler ce vide. Il présente un fort potentiel de formation de personnel compétent et qualifié dans des professions en émergence pour lesquelles des besoins ont été clairement exprimés par les acteurs privés et gouvernementaux, notamment de la région de Québec. Cette recrudescence de personnels va être accentuée de par l'identification, parmi les priorités du programme ACCORD, des domaines du géospatial et du divertissement interactif comme des axes de développement économique stratégique de la région de Québec et de la province en général. Le projet GéoÉduc3D veut contribuer de façon concrète et substantielle à la croissance de l'activité économique dans les domaines de la géomatique et du jeu vidéo. Il vise également à consolider la position du Québec comme pôle de création de jeux vidéo majeur, reconnu dans le monde entier. Grâce à la collaboration avec Ubisoft, le projet dispose d'un énorme potentiel pour toucher un marché conséquent en termes de nombre de copies vendues. Ainsi, la série Petz® d'Ubisoft qui s'est vendue à 3,5 millions d'exemplaires (44% du chiffre d'affaire d'Ubisoft, s'élevant à 969 M\$CA pour l'année 2006-2007) est réalisée en Amérique du Nord⁵. De plus, même si les adolescents constituent la clientèle première visée par GéoÉduc3D, les jeux interactifs éducatifs, intégrant la mobilité et le contexte spatial du joueur, pourraient intéresser une nouvelle clientèle, celle des hommes et des femmes d'affaires appelés à se déplacer souvent et ayant du temps d'attente à occuper, dans les aéroports par exemple. Selon de récentes études du monde financier, l'industrie du jeu vidéo connaîtra la plus forte croissance au cours des quatre prochaines années avec un taux annuel de 7,3%, pour atteindre 55 milliards US de revenus en 2009.

C'est en faisant état de l'énorme potentiel lié au développement de jeux sérieux pour des applications mobiles qu'un groupe de chercheurs et d'étudiants gradués du Canada, de la France, des Pays-Bas, de la Grande-Bretagne et des États-Unis se sont joints au projet GéoÉduc3D qui vise à concevoir et à développer des jeux sérieux intégrant les technologies géo-spatiales et la mise en profit de thématiques environnementales dans le but de proposer à des adolescents des jeux immersifs et interactifs ancrés dans la mobilité.

⁵ <http://petz.uk.ubi.com/>

2 CONSIDERATIONS PEDAGOGIQUES : LE JEU SERIEUX POUR FAVORISER LE DEVELOPPEMENT DE COMPETENCES EN SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Le récent rapport du Conseil Canadien sur l'Apprentissage indique que l'apprentissage chez les jeunes au Canada, ne se porte pas bien (CONSEIL CANADIEN SUR L'APPRENTISSAGE, 2007). Le projet GéoÉduc3D visant précisément l'apprentissage des jeunes, veut ainsi contribuer à la définition de nouvelles solutions d'apprentissage, adaptées aux besoins de la clientèle et de la réalité du XXI^e siècle.

Voyons maintenant comment de récentes réformes de programme d'études appellent à un renouvellement des pratiques dans un contexte d'éducation aux sciences et à la technologie.

2.1 Des réformes curriculaires qui invitent à l'innovation pédagogique

Comme nous venons de le mentionner, un des objectifs poursuivis par l'équipe de GéoÉduc3D est d'augmenter l'intérêt des élèves à l'étude des sciences et de la technologie par le biais d'une familiarisation aux méthodes et instruments liés au domaine de la géomatique ainsi qu'à son efficacité à leur faire comprendre la complexité du monde dans lequel ils vivent, particulièrement au regard de thématiques traitant de questions environnementales.

Plusieurs recherches mettent de l'avant le fait que, dans le domaine de l'éducation, les changements peuvent se produire de plusieurs façons. Il y a évidemment l'implantation de nouveaux programmes d'études mais il y a également des initiatives plus locales entreprises par des enseignants motivés qui s'engagent dans de nouvelles façons de faire en classe (SANNINO et NOCON, 2008). L'introduction de nouveaux outils, tel un programme d'études, s'accompagne notamment d'une remise en question des règles et de la division du travail au sein des écoles qui subissent souvent des pressions au regard de leur efficacité et du rendement académique des élèves (EDWARDS, 2008). On sait également que les pratiques au sein des écoles sont difficiles à faire évoluer en raison des pressions auxquelles les membres d'une communauté éducative font face pour répondre aux exigences d'un curriculum et de la compétitivité entre établissements scolaires. Au Québec, on n'a qu'à penser à la publication du rendement des élèves aux épreuves ministérielles et au classement des institutions d'enseignement secondaire publiques et privées. Ces considérations sont souvent des freins à l'innovation pédagogique (ENGESTRÖM, 2008; NOCON, 2008).

Du côté des réformes en enseignement des sciences, plusieurs programmes d'études appellent à un renouvellement des pratiques didactiques (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006). Nous faisons ici référence à l'importance, pour les enseignants, de prioriser une mise en contexte des apprentissages par l'étude de problématiques pertinentes pour les élèves et non plus seulement par le biais de questionnements strictement disciplinaires (MÉHEUT, 2006).

2.1.1 Le programme québécois de Science et technologie

Le nouveau programme d'études québécois en Science et technologie est mis en œuvre dans toutes les écoles secondaires depuis septembre 2005. Il représente un défi pour les enseignants du Québec car il vise l'intégration de diverses disciplines scientifiques (biologie, chimie, physique, technologie, géologie, astronomie) en une nouvelle discipline scolaire, nommée Science et technologie. Depuis l'implantation du régime pédagogique de 1982, les enseignants de sciences du Québec ont eu l'habitude d'enseigner des programmes disciplinaires (écologie, biologie, chimie, physique, etc.) et non un programme scolaire qui

intègre plusieurs disciplines scientifiques. Qui plus est, au 2^{ème} cycle du secondaire, des problématiques environnementales (changements climatiques, déforestation, eau potable, énergie) sont maintenant suggérées aux enseignants comme thèmes porteurs pour favoriser l'apprentissage des concepts scientifiques prescrits au programme d'études.

Un autre aspect intéressant de la réforme québécoise qui justifie de s'investir dans la mise à profit de nouvelles technologies est rassemblé dans cet extrait du programme :

L'essor des technologies de l'information et de la communication a contribué de façon significative aux récentes avancées dans le monde de la science et de la technologie. Le recours à divers outils technologiques (sondes connectées à des interfaces d'acquisition de données, dessin assisté par ordinateur, logiciels de simulations informatisés, etc.) dans l'expérimentation et la résolution de problèmes scientifiques ou technologiques contribue à développer la compétence de l'élève à *exploiter les technologies de l'information et de la communication*. (Gouvernement du Québec, 2006, p.8).

La section Contexte pédagogique du Programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ) en Science et technologie développe des pistes didactiques qui invitent les enseignants à s'éloigner d'un enseignement des sciences strictement disciplinaire (GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2006). Nous référons ici à un enseignement des sciences non plus centré sur l'étude de phénomènes scientifiques (ex : la chute d'un corps) mais plutôt ancré dans des problématiques environnementales pour favoriser l'appropriation de concepts scientifiques. Lors de leur mise en œuvre en classe de sciences par les enseignants, ces problématiques ne peuvent faire l'économie de plusieurs aspects controversés qui leur sont liés (BARMA, 2007; GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2006).

Dans le champ des recherches en didactique des sciences, de tels questionnements sont considérés comme des Questions socialement vives (QSV) car ces questions sont débattues à la fois dans la sphère scientifique et dans la sphère sociale et qu'elles font intervenir des aspects économiques, politiques, culturels et éthiques (ALBE & SIMONNEAUX, 2002). Ils sont porteurs de discussions, d'incertitudes et de controverses (SIMONNEAUX & SIMONNEAUX, 2005). Ces auteurs soulignent qu'il existe un risque de marginalisation de tels enseignements dans la mesure où la logique disciplinaire est dominante chez les enseignants. ALBE & SIMONNEAUX (2002) portent à notre attention le fait que bien que plusieurs enseignants soient favorables à traiter ces questions pour approfondir les notions au programme, peu d'entre eux le font effectivement. Les enseignants de sciences expérimentales préféreraient éviter des questions controversées par manque d'expertise ou de temps (URGELLI, 2008). En effet, la mise en œuvre de tels projets d'enseignement nécessite également l'adhésion de plusieurs membres d'une communauté éducative et un temps important d'élaboration des nouvelles pratiques scolaires, ce qui peut constituer un frein à leur mise en œuvre (BRANT-POMARES, ARAVECCHIA, BALLY, BUISSON-FENET, CONIO, & FRANÇOIS, 2008). HARTLEY (2009) soutient pour sa part que la routine est difficile à changer pour les enseignants. Ceci est particulièrement le cas en éducation où les structures organisationnelles et les processus pédagogiques ont été remarquablement résistants au changement. Mais malgré le fait que les enseignants de sciences optent généralement pour une pratique disciplinaire dans un mode de transmission des connaissances (TOBIN, TIPPINS, & GALLARD, 1994), il semble de plus en plus pertinent de présenter aux élèves des activités moins désincarnées du monde au sein duquel ils évoluent (OSBORNE, 2003).

De notre point de vue, le jeu sérieux, tel que nous l'avons défini précédemment, pourrait très bien occuper une place significative dans l'apprentissage des sciences et de la technologie

chez les adolescents et combiner un contenu utilitaire (intégration de certaines prescriptions ministérielles) à une approche vidéo-ludique advenant le cas où un scénario captivant serait développé. D'ailleurs, SANCHEZ (2009) a déjà proposé un jeu sérieux qui traite de la question du développement durable et de la citoyenneté dans le but de favoriser chez les élèves la construction d'une opinion éclairée sur la question des énergies renouvelables à Sète. Bien que peu de recherches soient présentement en cours dans le domaine du jeu mobile et du jeu sérieux basé sur la géo-localisation et intégrant des éléments de réalité augmentée, GENEVOIS et DELORME (2010), souligne le potentiel que présente ces jeux en contexte éducationnel.

2.2 Développer des compétences disciplinaires en science et technologie

Tout comme l'ensemble des pays européens où les programmes scolaires de sciences font l'objet de réformes autour de la définition de compétences-clés et non de faits plutôt que de miser sur la mémorisation de notions scientifiques (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006), le programme québécois se centre lui aussi autour du développement de compétences.

En posant un regard sur l'état de la recherche didactique en enseignement des sciences, MÉHEUT (2006) souligne qu'à cause du développement des outils informatiques, on assiste de plus en plus à une dévalorisation des compétences cognitives de bas niveau (apprendre des lois, appliquer des formules) pour viser des apprentissages de plus haut niveau comme le développement de compétences. Voici, il nous semble, une occasion de s'intéresser au développement du jeu sérieux sur plate-forme mobile. Il y a également centration de plusieurs curriculums autour de l'apprenant; que ce soit dans le but d'augmenter la motivation chez les élèves ou de développer des compétences (MÉHEUT, 2006). Pour ne donner qu'un exemple, au Royaume-Uni, l'esprit de la révision du programme d'études du Livre blanc (2005) dépasse le modèle traditionnel de « faits à apprendre » afin d'accorder plus d'importance à ce qui est identifié comme des processus-clés décrits comme des démarches d'investigation/d'expérimentation (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006).

C'est par le biais du développement de trois compétences disciplinaires (s'articulant avec d'autres compétences dites transversales⁶) que les enseignants sont invités à favoriser le développement d'une culture scientifique et technologique de base chez les élèves. Ces trois compétences disciplinaires amènent l'élève à : « 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 ».

2.2.1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique

Cette première compétence disciplinaire met l'accent sur la dimension méthodologique de l'apprentissage. Elle s'intéresse au processus d'investigation dans le contexte des sciences et des technologies. Les concepts de démarches d'observation, de modélisation, et celui de

⁶ Les compétences transversales constituent « un ensemble de repères permettant de mieux cerner des dimensions importantes de l'apprentissage qui ne doivent pas faire l'objet d'un travail en soi, en dehors de tout contenu de formation, mais être sollicitées et travaillées tant dans les domaines disciplinaires que dans les domaines généraux de formation » (GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2003, p.33).

démarche empirique viennent s'ajouter comme ressources utiles au développement de cette première compétence qui doit toujours se développer dans l'action. Cette section s'inscrit dans l'esprit des critiques et des propositions de MÉHEUT (2006) quand l'auteure précise qu'il est important de donner une image plus riche et diversifiée des démarches scientifiques et de donner plus d'autonomie aux élèves en leur proposant des tâches plus ouvertes.

En comparant les étapes des démarches expérimentales telles que proposées par la Commission européenne aux composantes de la première compétence de Science et technologie au Québec, nous en avons tracé le parallèle suivant.

**Tableau 1 : Commission européenne (2006) et Gouvernement du Québec (2006)
Comparatif : Démarches d'investigation scientifique**

Commission européenne (2006)	Gouvernement du Québec (2006)
L'expérimentation et l'investigation scientifiques	Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique.
-Formulation d'un problème et d'une hypothèse/modèle scientifique	-Cerner un problème -Reformuler le problème en faisant appel à des concepts scientifique et technologique -Proposer une première explication ou solution au problème -Se donner une représentation du problème
-Recherche d'informations	-Identifier les éléments qui semblent pertinents et les relations qui les unissent -Explorer divers scénarios
-Expérimentations appropriées	-Identifier les contraintes inhérentes à leur mise en œuvre -Planifier sa mise en œuvre en tenant compte des contraintes -Retenir un scénario
-Recueil et analyse de données et conclusion	-Noter tout élément ou toute observation pouvant être utile -Examiner les résultats en regard de sa représentation et de sa démarche -Établir des liens entre les résultats et les concepts scientifiques et technologiques -Proposer des améliorations -Tirer des conclusions

2.2.2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques

La seconde compétence disciplinaire est axée sur la conceptualisation et le transfert des apprentissages. Une des composantes de cette compétence met l'accent sur la mise en contexte des retombées de la science et de la technologie et de leur influence sur le mode de vie des individus : *Dégager des retombées de la science et de la technologie* en abordant les retombées à long terme de la science et de la technologie sur l'individu, la société, l'environnement et l'économie, en les situant dans leur contexte social et historique et en examinant leurs effets sur le mode de vie des individus.

Il faut ainsi amener l'élève à comprendre des principes scientifiques et technologiques qui lui sont liés et à se construire une opinion éclairée au regard d'une problématique. « Cet exercice suppose la construction d'une représentation systémique de ces problématiques qui prend en compte leurs différents aspects et les divers points de vue sur le sujet (des environnementalistes, des syndicats, des politiciens, etc.) » (GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2006, p.23).

Cette deuxième compétence disciplinaire du programme québécois veut favoriser le développement de compétences argumentatives utiles aux débats socio-scientifiques. MÉHEUT (2006) porte à notre attention le fait que plusieurs recherches en didactique des sciences mettent de l'avant l'importance de développer ces compétences et qu'elles sont difficiles à acquérir. Il faut cibler des activités qui demandent plus de temps, et les enseignants font face à un manque de ressources au regard de la planification et de la gestion de telles activités en classe de sciences. D'un mode d'enseignement non interactif et autoritaire, MORK (2005) « propose de privilégier un type de communication « interactif et dialogique » (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006, p. 64).

2.2.3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie

L'articulation des composantes de la deuxième compétence (comme c'est le cas pour la première) fait appel à des compétences de communication. Ceci rejoint la troisième compétence disciplinaire : Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie. La participation à des échanges d'informations à caractère scientifique et technologique, l'interprétation des savoirs et des résultats scientifiques et technologiques ainsi que la production et la divulgation des messages sont les trois composantes de cette compétence.

En Europe, quelle est l'importance accordée à la communication dans le contexte de l'enseignement des sciences? Dans vingt-six systèmes éducatifs, les programmes prescrivent ou recommandent la présentation et la communication des informations (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006). Une grande priorité semble donc y être accordée. Les discussions sur des sujets scientifiques peuvent prendre au moins trois formes : discussions en relation avec des problèmes de société et des problèmes de la vie quotidienne; discussions en relation avec des activités de recherche d'informations; et discussions en relation avec des activités expérimentales » (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006, p. 37).

Si on tente d'établir les liens entre les formes de discussions préconisées en Europe et les compétences disciplinaires au Québec, nous le ferions ainsi : les deux premières formes de discussions trouveraient des ancrages dans la deuxième compétence qui voit son développement s'ancrer dans les problématiques socio-scientifiques et demandent la recherche d'informations; la troisième rejoindrait étroitement la première compétence disciplinaire qui se veut essentiellement pratique.

Voici quelques recouvrements possibles entre les trois formes de discussions retrouvées dans les curriculums européens et les trois compétences disciplinaires en Science et technologie :

**Tableau 2 : Commission européenne (2006) et Gouvernement du Québec (2006)
Comparatif : Communication**

Commission européenne (2006)	Gouvernement du Québec (2006)
Discussions sur des sujets scientifiques	Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie
-Discussions en relation avec des problèmes de société et des problèmes de la vie quotidienne	-Situer les problématiques scientifique ou technologique dans leur contexte social, environnemental et historique
	-Participer à des échanges d'information à caractère scientifique et technologique
	-En fonction du destinataire, structurer le message et choisir les modes et les formes de présentation appropriés à la communication
-Discussions en relation avec des activités de recherche d'informations	-Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique
	-Participer à des échanges d'information à caractère scientifique et technologique
	-Maîtriser des stratégies de l'ordre de la communication
-Discussions en relation avec des activités expérimentales	-Comprendre et utiliser un langage approprié en science et technologie pour élaborer un protocole de recherche, rédiger un rapport de laboratoire, préparer un dossier technique, tracer un schéma de principes
	-En fonction du destinataire, structurer le message et choisir les modes et les formes de présentation appropriés à la communication

2.3 Une intégration des éléments développés qui justifie de penser un jeu sérieux ancré dans des thématiques environnementales

Alors que l'équipe de GéoÉduc3D s'investit dans la conception d'un deuxième prototype⁷ de jeu sérieux dans le but de rejoindre un plus grand nombre d'adolescents, les membres de

⁷ Le prototype actuel est le 2^{ème}, le 1^{er} étant Energy Wars sur plateforme PC. La thématique traitée est la même, on peut alors les associer comme un seul prototype, avec une 1^{ère} déclinaison desktop et une 2^{ème} déclinaison mobile.

l'équipe trouvent pertinent de développer un jeu sérieux qui englobera deux aspects principaux :

- 1) un contenu utilitaire (*serious*) (prescriptions ministérielles) :
 - a. thématiques environnementales du PFÉQ (défi énergétique de l'humanité, changement climatique, déforestation ou eau potable) ;
 - b. mise à profit de compétences disciplinaires et transversales par le développement d'un scénario ouvert, ancré dans une thématique environnementale qui permettra une démarche de résolution de problème, d'investigation scientifique, une coopération entre les joueurs et des jeux de rôles où une communication, un transfert d'informations est nécessaire afin de résoudre le problème. Pour ce faire, il faudra bien établir le rôle et la dynamique attendue entre les joueurs ;
 - c. intégration d'éléments de contenu et de leurs outils informatiques pour calculs au besoin (calcul de rendement énergétique, types de matériaux et leurs propriétés, énergies vertes, systèmes technologiques, etc.).
- 2) une approche vidéo-ludique (*game*) :
 - a. il s'agit de développer une interface de jeu attirante pour les adolescents en support à un scénario qui les intéressera suffisamment pour ajouter une dimension ludique à leur activité.

Nous tenons à rappeler qu'une préoccupation autour de la question des dimensions contextuelles de l'enseignement des sciences est présente dans la plupart des pays européens. Le rapport de la Commission européenne (2006) souligne à ce propos que « les programmes contemporains de société sont inclus dans la grande majorité des programmes.⁸ Cette dimension se manifeste notamment par la présence de l'activité « discussion en relation avec des problèmes de la vie quotidienne et des problèmes de société » (COMMISSION EUROPÉENNE, 2006, p.33). En faisant référence à ces contextes, la Commission européenne (2006, p. 14) les « désigne (comme) des contextes susceptibles de conférer du sens aux apprentissages des élèves ».

Voilà, il nous semble une zone de convergence avec le nouveau Programme de formation de l'école québécoise où on prescrit la mise en application de situations d'enseignement/apprentissage ouvertes et contextualisées (GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2006). Plusieurs curriculums nous proposent des thématiques environnementales susceptibles d'être mises à profit. Nous avons également développé le fait que ces thématiques peuvent être des questions socialement vives. Un petit pas de plus reste à franchir pour trouver le prétexte de l'intégrer dans le contexte du jeu sérieux !

3 METHODOLOGIE

Par le biais d'une approche qualitative de type développement-recherche (VAN DER MAREN, 2002), cette contribution, en plus de justifier la pertinence d'ancrer un jeu sérieux dans une thématique environnementale, cherche à documenter les étapes de réflexion franchies alors qu'une équipe multidisciplinaire développe un prototype destiné à un public d'adolescents, et ce, dans le contexte de l'enseignement des sciences et de la technologie.

⁸ Ce qui ne signifie pas que cela va porter fruits.

Nous considérons la conception du prototype comme une co-construction rendue possible par le biais de la contribution d'acteurs provenant de champs disciplinaires variés : technologie éducative, didactique des sciences, informatique, géographie et géomatique. Nous nous inscrivons dans un paradigme socioconstructiviste ; le produit attendu sera le fruit d'une représentation collective.

Rappelons que nous cherchons à cerner comment, dans le design du prototype, harmoniser la maîtrise de l'intégration de données géospatiales, l'appropriation de concepts scientifiques ainsi que la dynamique interactionnelle entre les joueurs. D'entrée de jeu, il est important de préciser qu'au moment de déposer cet article, la conception du prototype n'est pas finalisée. À l'heure actuelle, les membres du volet éducation ont développé un premier scénario, pensé l'intégration d'éléments du programme ministériel ainsi que plusieurs interfaces du jeu, ce que nous présentons dans les prochaines sections sous la rubrique des résultats. Des rencontres ont présentement lieu entre l'équipe de géomatique et celle d'éducation afin d'arrimer les demandes de chacun, particulièrement celles en regard des rôles de chacun des joueurs, des mécaniques de jeu, de l'exploitation et représentation des données géospatiales, de la mobilité des joueurs et des outils de visualisation basée sur la réalité augmentée. Le prototype sera vraisemblablement prêt à la fin juillet 2010 pour être testé.

Depuis janvier 2010, plusieurs réunions des membres de l'équipe ont eu lieu. Parfois virtuelles (*Skype*, *Elluminate*), parfois en face à face. Toutes les traces de ces réunions (enregistrements numériques ou documents écrits) sont mises à la disposition de toute la communauté GéoÉduc3D sur un wiki (<http://geoeduc3d.scg.ulaval.ca/wiki>). Voilà donc l'essentiel des données auxquelles nous avons accès et qui ont fait l'objet d'une analyse par théorisation ancrée (CHARMAZ, 2005). Cette approche d'analyse demande la simultanéité de la collecte de données et de leur analyse afin de mieux orienter la suite des entrevues et des observations. Nous avons donc conçu le prototype sur la base des entretiens et des documents produits par les divers groupes de travail.

- 1) Quinze réunions tenues sur une base hebdomadaire entre trois étudiants gradués impliqués dans le développement du prototype. Les réunions étaient enregistrées sur *Elluminate* ou faisaient l'objet d'un rapport écrit.
- 2) Huit réunions entre les étudiants gradués en éducation et ceux en géomatique accompagnés de deux professeurs (sciences géomatiques et technologie éducative).
- 3) Trois réunions entre les membres de l'équipe éducation seulement (professeurs et étudiants).
- 4) Trois réunions équipe entière de l'Université Laval incluant les géomaticiens et les éducateurs.

4 LE DEVELOPPEMENT DU SCENARIO

Le prototype qui est présentement en développement par l'équipe GéoÉduc3D de l'Université Laval est la déclinaison mobile de la version desktop inspirée du jeu *Energy wars-Rise of the Chimera*. Ce dernier est un jeu éducatif situé dans un environnement réel. L'équipe de Laval veut maintenant intégrer des personnages virtuels à un jeu sur un autre campus. La première version se déroule sur le campus de *Queen's University*, en Ontario. L'objectif du jeu est la capture et l'aménagement de bâtiments afin d'améliorer leur efficacité énergétique. Les joueurs peuvent compter sur des ingénieurs, experts en énergie, qui arpentent le campus et contrôlent les bâtiments. Chemin faisant, ils font face à des ennemis qui cherchent à dégrader

les bâtiments et à gaspiller leurs ressources énergétiques. L'équipe de *Queen's* souligne que *Energy wars* peut être vu comme un *Monopoly* à saveur de développement durable⁹.

Pour le prototype réalisé à *Queen's University* à Kingston, le directeur de projet A réalisé une modélisation 3D du campus sur la base de données LidAR acquises à bord d'un camion qui a arpenté le campus. Les données LidAR permettent d'apporter à la précision et réalisme dans l'environnement de jeu proposé ce qui augmente l'immersivité et le sentiment de présence pour le joueur. Un des problèmes rencontrés tient au fait que les scanners sont très précis et que la résolution à l'écran, trop grande. On eut donc recours au programme *Google SketchUP* pour concevoir des maquettes à l'échelle à partir des données récoltées par le LidAR. Le problème est surtout lié au fait que le LidAR acquiert des millions de points ce qui est volumineux et difficilement gérable pour les moteurs de jeu. De plus, ces données sont juste des points et non des surface. Pour recréer des environnements réalistes, il faut donc procéder par modélisation géométrique des éléments dans le paysage ce qui a été fait avec *Google SketchUp*. Le Lidar a aussi été utilisé à l'Université Laval où une équipe a scanné tout le campus. Les données LidAR vont être utilisées pour élaborer des modèles 3D des bâtiments du campus. Ceux-ci vont intervenir lors de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, objectif du jeu, et dans le processus de visualisation basé sur la réalité augmentée. L'objectif est d'incorporer des objets 3D qui simulent la perspective et réagissent au mouvement du mobile. Il faut noter que ces modèles 3D e seront pas incorporés tout de suite au prototype. Éventuellement, un joueur pourra naviguer avec sa plateforme mobile sur le campus universitaire avec une vision 3D.

4.1 Structure générale de l'activité pédagogique et ludique

-Document de référence

Programme de 2^{ème} cycle du secondaire – Science et technologie

-Élèves visés : 14 à 16 ans

-Intention pédagogique :

Le côté sérieux du jeu vise le développement des compétences disciplinaires 1, 2 et 3, c'est-à-dire favoriser une démarche ouverte d'investigation scientifique, l'appropriation de concepts scientifiques et la communication entre les joueurs pour capturer un des pavillons qui se trouve sur le campus universitaire. Par l'analyse d'une situation à caractère environnemental, le joueur devra exposer les impacts sur l'environnement des décisions qu'il aura prises dans le contexte de la capture d'un bâtiment dont il a à évaluer l'efficacité énergétique.

-Obstacles principaux dont on devra tenir compte lors du développement du scénario :

Les bâtiments du campus universitaires ne sont pas énergétiques ; gestion de budget serrée ; contraintes environnementales ; synchronisation des actions entre les joueurs ; délimitation des problèmes à résoudre pour capturer le bâtiment et en augmenter l'efficacité énergétique ; proposition d'une solution intéressante pour le recteur afin de justifier les rénovations de bâtiments.

-Domaine général de formation

Environnement et consommation :

-Connaissance de l'environnement (par l'étude d'impacts environnementaux)

⁹ <http://geoeduc3d.scg.ulaval.ca/index.php?page=nouvelles&id=12>

- Consommation et utilisation responsable de biens et de services (par l'analyse technologique des centrales électriques)
- Conscience des aspects sociaux, économiques et éthiques du monde de consommation (par l'étude des besoins énergétiques de la population)
- Construction d'un environnement viable dans une perspective de développement durable (par l'étude d'impacts environnementaux)

-Compétences transversales :

- Exploiter l'information
- Coopérer
- Communiquer de façon appropriée
- Exercer son jugement critique

-Problématique environnementale : Défi énergétique de l'humanité.

-Concepts retenus : rendement énergétique, carbone, matériau, systèmes technologies producteurs d'énergies renouvelable, transformation de l'énergie.

-Rôle et expertise associés à chacun des joueurs :

Personnage 1 – Commandant responsable du Quartier Général (pourrait être l'enseignant). Il a accès à un ordinateur portable ou fixe. Il coordonne les informations qu'il reçoit.

Nom : (Configuration du nom)

Arrière-plan/Histoire : ancien commandant de l'armée.

Caractéristiques physiques : à déterminer par le joueur.

Caractéristiques de la personnalité du joueur : à déterminer par le joueur.

Configuration physique : à déterminer par le joueur.

Personnage 2 – *Radioman*- Responsable des communications entre les joueurs et le commandant. Se déplace sur le terrain avec une plate-forme mobile (*Android ou Iphone*).

Nom : (Configuration du nom)

Arrière-plan/Histoire : à déterminer par le joueur.

Caractéristiques physiques : à déterminer par le joueur.

Caractéristiques de la personnalité du joueur : à déterminer par le joueur.

Personnage 3 – Éclaireur. Se déplace sur le terrain avec une plate-forme mobile (*Android ou Iphone*).

Nom : à déterminer par le joueur.

Arrière-plan/Histoire : à déterminer par le joueur.

Caractéristiques physiques : à déterminer par le joueur.

Caractéristiques de la personnalité du joueur : à déterminer par le joueur.

Personnage 4 – Expert en énergie. Se déplace sur le terrain avec une plate-forme mobile (*Android ou Iphone*).

Nom : à déterminer par le joueur.

Arrière-plan/Histoire : ancien expert russe en énergie qui travaillait dans le Groenland pour trouver des solutions énergétiques.

Caractéristiques physiques : déterminées par le joueur

Caractéristiques de la personnalité du joueur : déterminées par le joueur

Personnage 5 – Expert en environnement. Se déplace sur le terrain avec une plate-forme mobile (*Android ou Iphone*).

Nom : à déterminer par le joueur.

Arrière-plan/Histoire : ancien expert russe en énergie qui travaillait dans le Groenland pour trouver des solutions énergétiques.

Caractéristiques physiques : déterminées par le joueur

Caractéristiques de la personnalité du joueur : déterminées par le joueur

Personnage 6 – Expert en matériau. Se déplace sur le terrain avec une plate-forme mobile (*Android ou Iphone*).

Nom : à déterminer par le joueur.

Arrière-plan/Histoire : à déterminer par le joueur.

Compétence de résolution de problème.

Caractéristiques physiques : déterminées par le joueur

Caractéristiques de la personnalité du joueur : déterminées par le joueur

Exemple de mise en situation:

Année 2108. Dans le cadre du réaménagement de son territoire « augmenté », l'Université Laval souhaite offrir à ses étudiants tous les services nécessaires à leur plein épanouissement durant leur séjour sur le campus. À ce chapitre, l'administration compte sur le savoir-faire de futurs étudiants pour redorer l'image de l'université sur le « marché virtuel » des établissements d'enseignement. Des groupes d'étudiants en architecture (génie civil, etc.) sont invités à proposer un nouveau plan du campus qui tient compte des pavillons virtuels et des pavillons physiques, incluant des suggestions de rentabilisation du campus, du point de vue environnemental.

En ce positionnant sur des coordonnées géographiques stratégiques (géopositionnement), le joueur doit d'abord récolter les données, analyser le problème avec ces coéquipiers pour ensuite produire un rapport d'amélioration énergétique du bâtiment. Cela lui permet donc de « capturer » le bâtiment et ce dernier s'ajoute sur sa carte. Pour bien jouer leur rôle, les joueurs doivent comparer des impacts environnementaux associés à chacune de leurs décisions. L'enseignant peut fournir certaines ressources (médiatiques, informatiques, etc.) relatives aux différentes possibilités.

Mission préparatoire : Découverte des lieux, du matériel et des règles du jeu. Au début du jeu, les élèves reçoivent un plan du campus incomplet sur un *Iphone* ou une plate forme *Android*, sur lequel on voit quelques véritables bâtiments, de même que des espaces libres qui ne le sont pas dans la vie réelle, des bâtiments endommagés par un phénomène quelconque, etc.

Des capsules narratives sont éparpillées sur le plan sous la forme de géocaches. Les étudiants doivent les récolter afin d'accéder à un autre niveau en résolvant des énigmes en lien avec des concepts de leur cours en sciences. Les étudiants se voient accorder un budget et doivent apprendre à le gérer.

Sous la forme d'un jeu de rôle, les joueurs sont invités à faire connaître les principes de fonctionnement et les impacts associés à ces différents projets dans le cadre d'un appel

d'offres public. Les futurs d'ingénieurs doivent produire un document d'information, sous la forme de carte virtuelle préalablement transposée sur un *Android* ou *IPhone* sous la forme de « casse-tête » (pièces/espaces/pavillons visibles et/ou manquants). Ce plan illustre les pavillons du campus incluant les rénovations potentielles en fonction de divers facteurs. La mission progresse tout au long du jeu et s'intégrera avec d'autres activités d'apprentissage.

Parfois, à l'endroit où l'on est supposé apercevoir un pavillon, on voit des ruines virtuelles sur lesquels le joueur peut se positionner pour obtenir des informations sur l'histoire du bâtiment: «BÂTIMENT SOUMIS À DE FORTS VENTS », « BÂTIMENT À FAIBLE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE », « BÂTIMENT DÉTRUIT PAR L'OURAGAN GEORGES EN 2072 ». Par ailleurs, à d'autres endroits stratégiques, l'élève entrevoit sur son plan des bornes virtuelles de couleurs (rouges, bleues ou blanches) vers lesquels il peut se déplacer et récolter des renseignements environnementaux tels que : « RISQUES D'ÉROSION», « NAPPE SOUTERRAINE », ou encore « SOL PROPICE À LA CONSTRUCTION ». Il peut également recevoir des renseignements sur les matériaux de construction, ou bien des conseils tels que «Si VOUS FAITES CECI, N'OUBLIEZ PAS CELA. » L'enseignant pourrait d'ailleurs jouer ce rôle. Pour mener à bien sa mission, le joueur doit aller dans un centre de ressources (AR) dans lequel il doit se procurer des matériaux en les téléchargeant (Éoliennes, planches de bois recyclé, etc.) Il doit faire les bons choix en tenant compte de son budget et des décisions prise avec ses coéquipiers. L'élève manipule différents éléments avec lesquels il devra jongler pour produire des solutions durables.

Ce scénario, bien qu'en construction, est présentement soumis à l'équipe géomatique. Des discussions sont en cours.

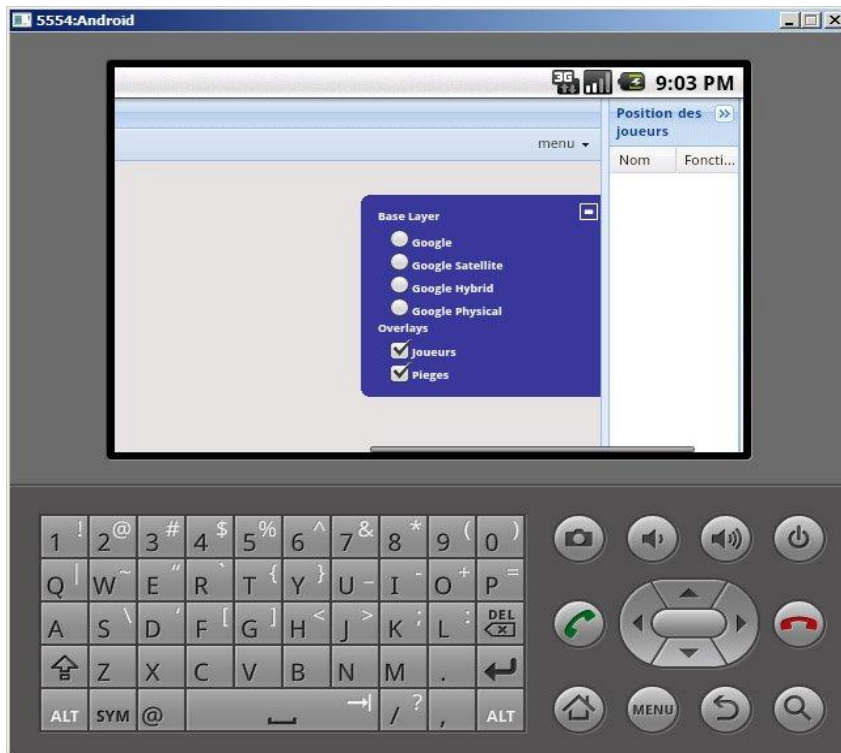
4.2 Le développement de l'interface de jeu

Parallèlement au développement du scénario, une équipe restreinte a commencé à penser l'interface. Voici quelques images qui en donnent un aperçu.

Les joueurs s'inscrivent, choisissent leur rôle et ont le choix entre une vision plan, satellite ou mixte pour s'orienter lors de leurs déplacements sur le terrain.

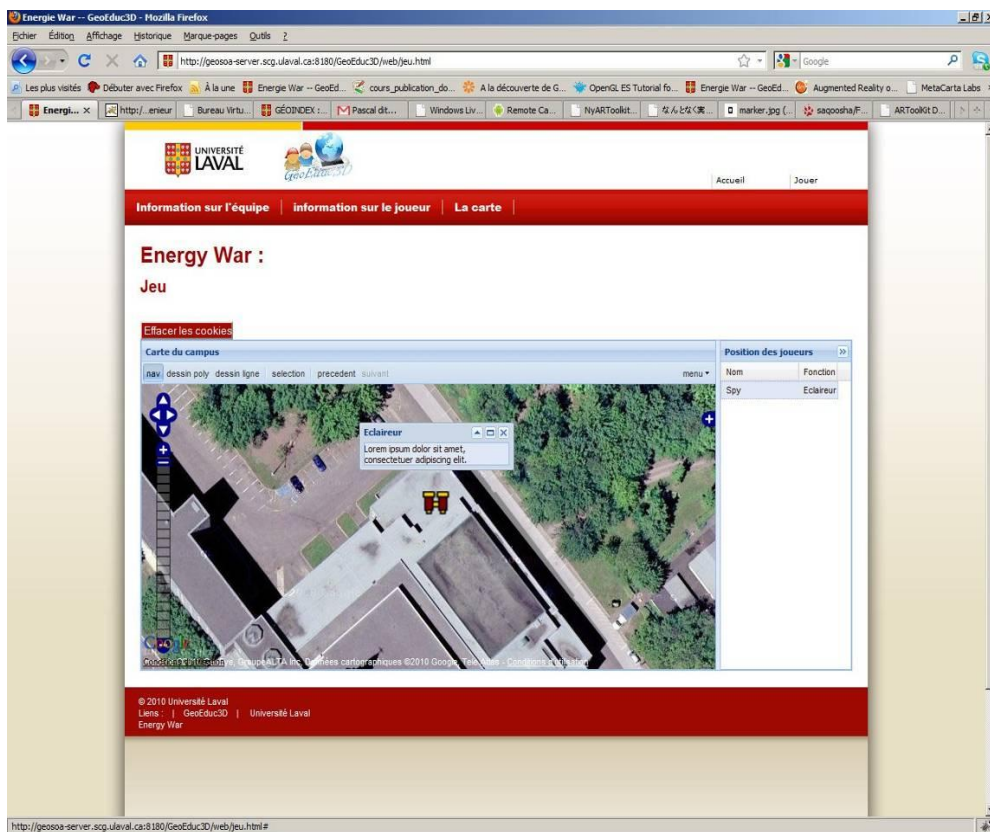


Réalisation de Thomas Butzbach, stagiaire au département de géomatique, Université Laval



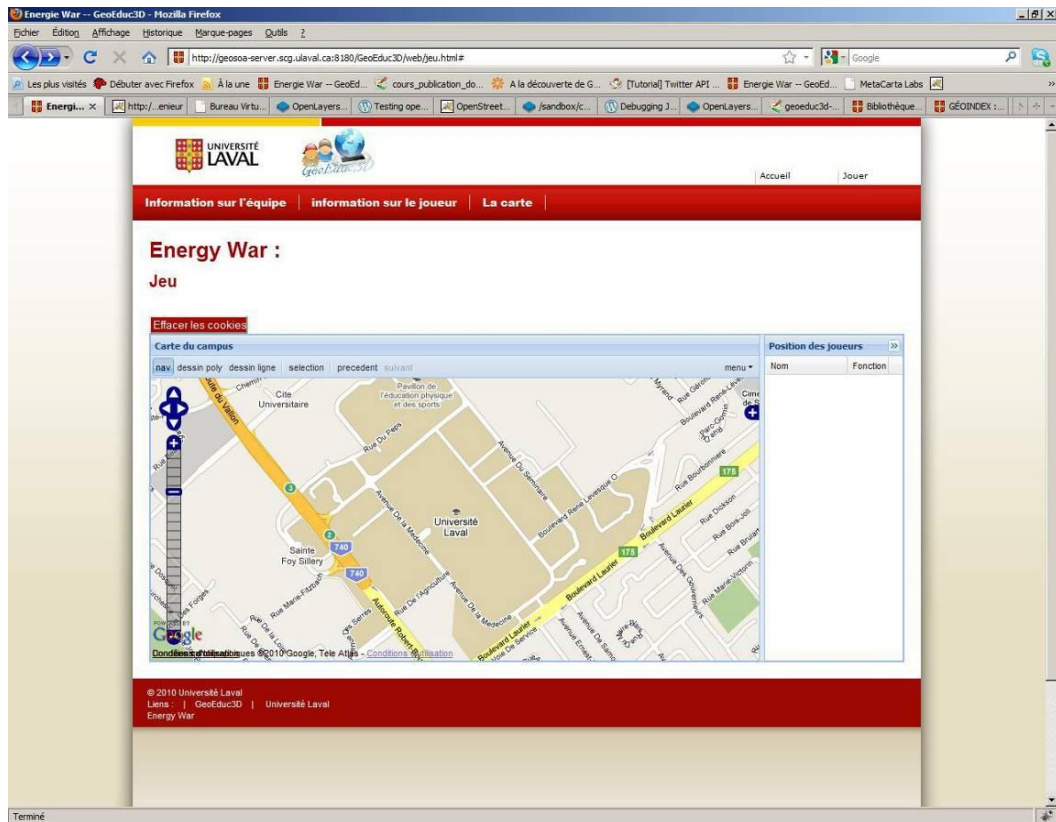
Réalisation de Thomas Butzbach, stagiaire au département de géomatique, Université Laval

Ci-dessous, une visualisation satellite du géo-positionnement de l'éclaireur sur le terrain de l'Université Laval. Il s'agit de l'interface du commandant qui voit en temps réel ce qui se passe sur le terrain.



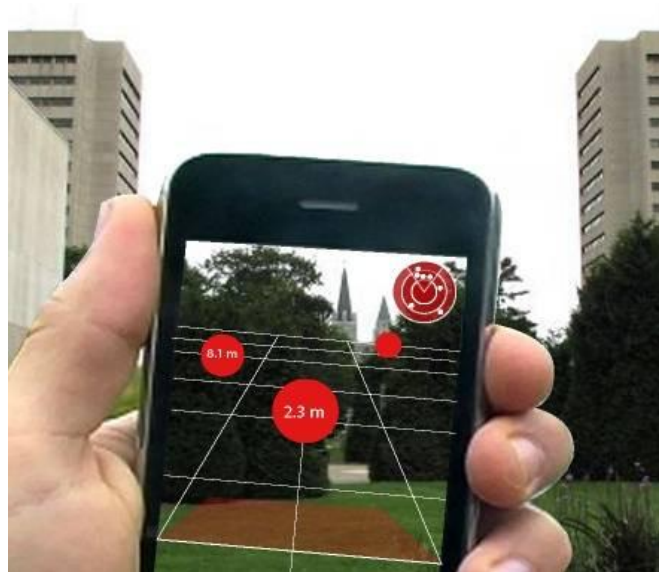
Réalisation de Thomas Butzbach, stagiaire au département de géomatique, Université Laval

Voici maintenant la même interface vue par le commandant avec le logiciel *Google Map* mais en mode plan.



Réalisation de Thomas Butzbach, stagiaire au département de géomatique, Université Laval

L'éclaireur, avec son système de Réalité Augmentée peut voir des obstacles qui sont invisibles au commandant et aux autres experts. Son rôle est d'envoyer au commandant les informations qu'il recueille sur le terrain pour protéger les membres de son équipe.

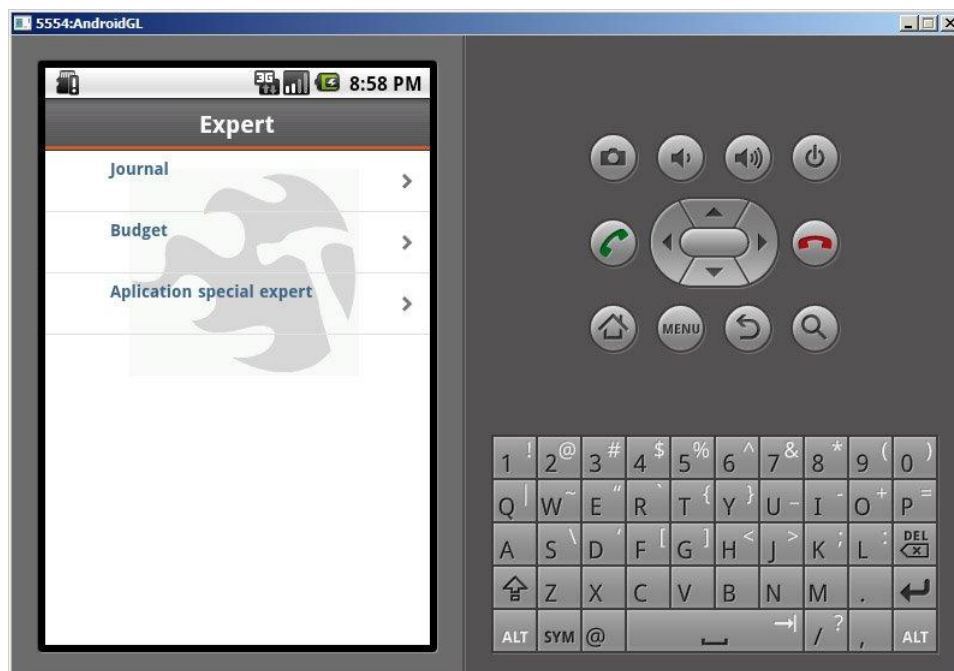


Le commandant essaie d'identifier sur sa carte les pièges (géotags en lien avec obstacles et informations) et en dresse un portrait pour orienter les actions des joueurs.



Réalisation de Thomas Butzbach, stagiaire au département de géomatique, Université Laval

La prochaine interface illustre que chaque expert a la possibilité de télécharger des applications qui l'aideront à faire ses calculs. Il aura également accès à un journal pour noter ses informations. Il a également une section pour gérer son budget.



Réalisation de Thomas Butzbach, stagiaire au département de géomatique, Université Laval

Les communications entre les membres de l'équipe se feront par *Twitter*. Voici une interface qui simule la communication entre le commandant et le radio. On peut également voir les

messages laissés par les experts qui contribuent à la résolution du jeu.



Montage : Marc-Antoine Dumont



Montage : Marc-Antoine Dumont

5 A PROPOS DE L'INTEGRATION ET DES LIMITES OBSERVEES

Rappelons que l'un des points forts de l'équipe GéoÉduc3D est l'interdisciplinarité de ses membres. L'interdisciplinarité suppose évidemment une collaboration entre disciplinares mais surtout une intégration des différentes perspectives pour co-élaborer une représentation

commune du jeu sérieux. L'interdisciplinarité se veut une pratique intégratrice en vue de l'approche de certains problèmes dans leur particularité. FOUREZ, ENGLEBERT-LECONTE et MATHY (1997, p.84) considèrent qu' : « au sens strict : [c'est] une construction de représentations du monde qui sont structurées et organisées en fonction d'un projet humain (ou d'un problème à résoudre), dans un contexte spécifique et pour des destinataires spécifiques, en faisant appel à diverses disciplines d'origine en vue d'aboutir à un résultat original ne dépendant plus des disciplines mais du projet que l'on a ». Nous nous rappelons que le projet qui nous intéresse ici est celui de la conception d'un jeu sérieux destiné à des adolescents.

L'équipe éducation ne s'est pas d'emblée préoccupée des aspects liés à la programmation. Le travail réalisé a surtout impliqué des problématiques géomatiques de gestion, de dissémination et de visualisation de la donnée géospatiale. Le besoin d'arrimage avec l'équipe géomatique s'est manifesté lorsque le moment fut venu de considérer les aspects techniques et technologiques, une fois un premier scénario pensé et les rôles des joueurs précisés. Nous réalisons qu'il n'est pas facile de vouloir garder un environnement d'apprentissage ouvert. L'identification des aspects interactifs, des éléments de la mécanique de jeu et du scénario a parfois présenté une source de confusion et représenté un défi : il fallait bien comprendre les intentions de tous. L'équipe pédagogique a donc réalisé un schéma graphique afin de mieux formuler les interactions générales entre les joueurs. Il fera l'objet d'une autre publication.

Il fut intéressant de constater l'écart entre les données attendues par les géomaticiens qui étaient de l'ordre des interactions réelles sur le terrain avec les mobiles (des informations brutes, concrètes) et les informations que l'équipe pédagogique tentait de procurer aux programmeurs. L'équipe pédagogique prévoyait concevoir quelques activités pédagogiques associées à des compétences spécifiques qui nécessitaient trop de ressources de la part de l'équipe technique avant d'être implantées dans un premier prototype. L'expérience a été néanmoins profitable pour l'équipe pédagogique car elle fut en mesure d'explorer plus d'un scénario sans nécessairement se contraindre aux aspects techniques. Un arrimage a donc été nécessaire afin de réajuster les visions entre les deux équipes et minimiser l'écart entre les attentes de tous. À notre connaissance, cette rétroaction va permettre de rendre possible la conception d'un prototype fonctionnel et efficace.

Voici les propos d'un des membres de l'équipe de conception alors qu'il effectue un retour réflexif sur les derniers mois de travail :

Les limites technologiques ont fait partie des difficultés rencontrées lors de la réunion des deux équipes de conception. Nous devons réévaluer, repenser les activités pédagogiques en fonction des possibilités qui nous étaient présentées par l'équipe en géomatique. L'équipe pédagogique proposait des idées de scénarios pédagogiques, mais elle n'avait pas nécessairement le souci de porter une attention particulière aux limites technologiques et aux aspects techniques qui découlent de telles activités. Le défi était présent, c'est-à-dire réorganiser constamment les scénarios en fonction des difficultés rencontrées par les programmeurs ou simplement tenter de rechercher des alternatives afin de pallier à certains problèmes de conception liés au jeu.

Les équipes en pédagogie et en géomatique durent également s'adapter l'une à l'autre lors de la conception du jeu. Les activités pédagogiques devaient être modifiées pour tenir compte de différents aspects de jeu : la notion de récompense, la notion de fantaisie, de stratégies de jeu, de compétition, du contrôle du joueur sur

l'environnement. En ce sens, nous devons repenser nos activités afin d'en tirer une connotation ludique. Nous devons adapter notre travail et celui en géomatique afin de ne pas supprimer entièrement l'aspect éducatif au profit du plaisir et de l'immersion. En ce sens, les équipes tentent de garder un équilibre entre les aspects ludiques et éducatifs.

6 CONCLUSION

Notre contribution a voulu documenter le fait que le développement d'un jeu sérieux mobile pour une éducation aux sciences et à la technologie est un processus de longue haleine. Peu d'études à l'heure actuelle partagent toutes ces étapes qui mènent à sa création. L'équipe de GéoÉduc3D est à la fin de sa première phase de développement d'un prototype. Le défi est grand mais nous considérons que nous sommes sur la bonne voie.

Ancrer un jeu sérieux mobile dans une thématique environnementale s'inscrit tout à fait dans les nouvelles prescriptions ministérielles de part et d'autre de l'Atlantique. Les problématiques comme celle de l'énergie et des changements climatiques semblent en effet des incontournables pour augmenter la motivation des jeunes à l'étude des sciences et de la technologie et favoriser un apprentissage situé.

Dans le design du prototype, harmoniser la maîtrise de l'intégration de données géospatiales et l'appropriation de concepts scientifiques à la dynamique interactionnelle entre les joueurs n'est pas toujours chose facile. Il s'agit d'arrimer les désirs et les contraintes propres à chaque équipe de travail. L'intégration des éléments liés à la réalité augmentée semble le défi le plus important jusqu'à maintenant. De zones de convergences, émergera un prototype qui pourra bientôt être testé et qui nous rapprochera du but visé, soit une mise à l'épreuve plus approfondie avec un groupe d'adolescents.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBE, V., & SIMONNEAUX, L. (2002). Enseigner des questions scientifiques socialement vives dans l'enseignement agricole. *Aster*, 34, p. 131-156.
- ALLY, M., Ed. (2009). *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Athabasca, AB: Athabasca University Press.
- AMBIENT INSIGHT RESEARCH <http://www.ambientinsight.com/Reports/MobileLearning.aspx> (13/06/2010).
- AVIS, J. (2009). Transformation or transformism : Engeström's version of activity theory? *Educational Review*, 61(2), 151-165.
- 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.
- BRANDT-POMARES, P., ARAVECCHIA, L., BALLY, J., BUISSON-FENET, E., CONIO, M., & FRANÇOIS, N. (2008). Comment former des enseignants pour une éducation à l'environnement et au développement durable. *Aster*, 48, 205-229.
- CES 2008 <http://www.cesweb.org/> (12/01/2008).
- 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*. (Third edition ed., pp. 507-535). Thousand Oaks: Sage Publications.
- COMMISSION EUROPÉENNE (2006). *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. État des lieux et politique de la recherche*. Eurydice. Direction générale de l'éducation et de la culture. Bruxelles : Eurydice.

- CONSEIL CANADIEN SUR L'APPRENTISSAGE (2007). État de l'apprentissage au Canada : Pas le temps de s'illusionner. Rapport sur l'apprentissage au Canada 2007. Ottawa, Canada.
- ENGESTRÖM, Y. (2008). Weaving the texture of change, *Journal of Educational Change Activity Theory and School Innovation* 9(4), 379-383.
- ERMI, L. & MÄYRÄ, F. (2005). Player-Centred Game Design: Experiences in Using Scenario Study to Inform Mobile Game Design. *Game Studies*. Volume 5, issue 1, October.
- FOUREZ, G., ENGLEBERT-LECONTE, V. & MATHY, P. (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs. Un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*. Bruxelles/Paris : De Boeck Université.
- GAMASUTRA www.gamasutra.com
- GENEVOIS, S., & DELORME, L. (2010). *Playing with location-based and augmented reality games. What spatial competences for what citizenship?* Paper presented at the AGIT conference 2010 Salzburg, Austria
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2006). *Programme de Science et technologie. Enseignement secondaire deuxième cycle*. Québec : Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2003). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire premier cycle*. Chapitre I. Un programme de formation pour le XXI^{ème} siècle. Québec : Ministère de l'éducation.
- HARTLEY, D. (2009). Education policy, distributed leadership and socio-cultural theory. *Educational Review* 61(2), 139-150.
- INMAN, M. (2006). Mobile Games Superimpose Virtual Fun on the Real World, *National geographic news*, October 16, 2006, <http://news.nationalgeographic.com> (12/01/2008).
- INTERNATIONAL JOURNAL OF MOBILE LEARNING AND ORGANISATION
<http://www.inderscience.com/index.php>
- JENKINS, H. (2002). Game Theory: Digital Renaissance. *Technology Review*. MIT. March 29, 2002.
- KLOPFER, E. (2008). *Handheld Simulation Games Augmenting Learning and Reality*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- KUCZYNSKI, J. (2006). Mobile games in Japan. Rapport, Wireless World Forum, 10 p, <http://www.w2forum.com> (12/01/2008)
- LEGARDEZ, A. et SIMONNEAUX, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité- Enseigner les questions socialement vives* Paris : ESF.
- MA CARRIÈRE EN JEU <http://www.macarriereenjeux.com> (12/01/2008)
- MÉHEUT, M. (2006). Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences. In Commission européenne. Direction générale de l'éducation et de la culture (Eds), *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. États des lieux des politiques et de la recherche*. Bruxelles, Eurydice, 55-76.
- MILLER, R. (2007). Plundr, first location-based DS game, debuts at Where 2.0. Joystiq, June 4, 2007, <http://www.joystiq.com/2007/06/04/plundr-first-location-based-ds-game-debuts-at-where-2-0/> (12/01/2008)
- MOBILE GAMES– Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_game (12/01/2008) PETZ <http://petz.uk.ubi.com/> (12/01/2008)
- MORK, S.M. (2005). Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher's role. *Nordic Studies in Science Education*, 1, 17-30.
- NOCON, H. (2008). Contradictions of time in collaborative research. *Journal of Educational Change*, 9, 339-347.
- OSBORNE, J. (2003). Attitudes towards science: A review of literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1040-1079.
- PLUNDR <http://plundr.playareacode.com/> (12/01/2008)
- PROGRAMME ACCORD <http://www.transportail.net/accord/fr/programme.asp> (12/01/2008).
- SANCHEZ, É. (2010). Développement durable et citoyenneté : des énergies durables à Sète. <http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/geomatique/jeu-et-apprentissage/jeusetet>
- SANNINO, A., & NOCON, H. (2008). Introduction: Activity theory and school innovation. *Journal of Educational Change*, 9, 325-328.
- SAWYER, B. (2002). *Serious Games: Improving Public Policy through Game-based Learning and Simulation*: Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- SHOEMAKER, B. (2006). TGS06 : Kutaragi talks PSP3 at keynote. Gamespot news, September 21,

- 2006, <http://www.gamespot.com/news/6158144.html> (12/01/2008).
- SQUIRE, K. (2003). *Gameplay in Context: Learning Through Participation in Communities of Civilization III Players*. Unpublished PhD Thesis. Instructional Systems Technology Department, Indiana University.
- TOBIN, K., TIPPINS, D. J. & GALLARD, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp.177-210).
- URGELLI, B. (2008). Éducation aux risques climatiques : premières analyses d'un dispositif pédagogique interdisciplinaire. *Aster*, 46, 97-121.
- VAN DER MAREN, J.-M. (2002). *Recherche appliquée en pédagogie* (2^e édition). Bruxelles : De Boeck.
- WIKI GÉOÉDUC3D <http://geoeduc3d.scg.ulaval.ca/index.php?page=nouvelles&id=12>
- WISNIEWSKI, D., & MORTON, D. (2005). 2005 Mobile Games White Paper. Game Developers Conference, San Francisco 7-11 March, Rapport, International Game Developers Association, 55 p, http://www.igda.org/online/IGDA_Mobile_Whitepaper_2005.pdf (12/01/2008).