HAL
open science

Jeux sérieux et pédagogie universitaire : de la conception à l'évaluation des apprentissages

Eric Sanchez, Muriel Ney, Jean-Marc Labat

To cite this version:

Eric Sanchez, Muriel Ney, Jean-Marc Labat. Jeux sérieux et pédagogie universitaire : de la conception à l'évaluation des apprentissages. Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 2011, Journées scientifiques "Pédagogie Universitaire Numérique", 8 (1-2), pp.48-57. 10.7202/1005783ar . edutice-00613840

HAL Id: edutice-00613840

https://edutice.hal.science/edutice-00613840

Submitted on 6 Aug 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RITPU • IJTHE

Jeux sérieux et pédagogie universitaire : de la conception à l'évaluation des apprentissages

Éric **Sanchez**
Institut Français de l'Éducation (ENS Lyon)
et Université de Sherbrooke
Eric.Sanchez@usherbrooke.ca

Muriel **Ney**
Laboratoire d'Informatique de Grenoble
Muriel.Ney@imag.fr

Jean-Marc **Labat**
Université Pierre et Marie Curie, Paris
Jean-Marc.Labat@lip6.fr

Compte rendu d'expérience

Résumé

Dans un contexte marqué par une rupture entre la culture numérique des jeunes et la culture universitaire, les pédagogies basées sur l'usage de jeux sérieux apparaissent comme une solution de remplacement aux pratiques traditionnelles. Ils sont en effet susceptibles de solliciter la motivation des étudiants et de leur permettre de développer des connaissances dans le cadre de situations d'apprentissage complexes, et, dans un certain sens, plus authentiques. Nous discutons ici, à partir des travaux de deux équipes, de différentes acceptions retenues pour l'expression « jeu sérieux ». Nous montrons l'impact de ce choix sur le processus de conception d'un jeu ainsi que sur l'évaluation des apprentissages.

Mots-clés

Jeu sérieux, culture numérique, conception de jeux sérieux, évaluation des apprentissages, pédagogie universitaire

Abstract

Within a context characterized by a gap between youth digital culture and university traditional habits, game-based learning is now considered as an alternative pedagogy. Serious games have the power to foster motivation and to allow the learners to face "authentic" and complex situations to develop knowledge. This paper is based on the research works of two different research teams. It aims at discussing the uses of different definitions for the expression "serious game". We show that the choice of a definition has an important impact on the design of the game and on the knowledge assessment process.

Keywords

Serious game, digital culture, game design, knowledge assessment, higher education

Jeux sérieux et pédagogie universitaire : de la conception à l'évaluation des apprentissages

Introduction

Depuis les premiers essais d'utilisation d'un jeu par l'armée américaine pour la formation de ses recrues dans les années 80 (Egenfeldt-Nielsen, 2007), des musées, des entreprises, de grandes organisations internationales ou des organismes de santé utilisent des jeux dits sérieux pour recruter ou former leur personnel, promouvoir leurs produits, sensibiliser leur public ou soigner. Nous abordons ici deux questions essentielles relatives à l'usage de jeux sérieux, à savoir la question de la conception des jeux et celle du suivi du joueur/apprenant à travers deux études de cas dans le cadre d'une formation universitaire, en mettant en perspective les travaux de recherche de deux équipes : MOCAH (Modèles et outils en ingénierie des connaissances pour l'apprentissage humain) du LIP6 (Laboratoire d'informatique de Paris 6) et MeTAH (Modèles et technologies pour l'apprentissage humain) du LIG (Laboratoire informatique de Grenoble) qui propose une plateforme expérimentale partagée par plusieurs recherches en didactique et en environnement informatique pour l'apprentissage humain, dans le cadre du projet Loé, pour une formation universitaire de médecins.

L'usage émergent des jeux sérieux pose en effet un certain nombre de questions. L'une d'elles est relative à la définition de l'expression « jeu sérieux ». Plusieurs acceptions coexistent et en retenir une plutôt qu'une autre a évidemment des conséquences importantes sur le processus de conception ainsi que sur la manière dont les jeux sérieux sont intégrés à la formation ou à l'enseignement. C'est sur l'articulation de la dimension ludique avec les préoccupations relatives à l'apprentissage qu'il faut s'interroger. Une deuxième question essentielle porte sur l'évaluation de l'apprentissage et du suivi de l'apprenant que ces technologies permettent.

Culture numérique vs culture universitaire

Digital natives (Prensky, 2001), génération C, *Net Generation*, génération Y..., les termes ne manquent pas pour désigner ces jeunes qui ont grandi dans un monde dans lequel les technologies numériques, en particulier Internet, ont pris une importance considérable. Des études récentes marquent un infléchissement des points de vue par rapport à des discours qui, jusqu'alors, mettaient principalement l'accent sur les problèmes de dépendance, d'isolement social, de violence et de contenus inappropriés liés aux usages d'Internet. Elles montrent en effet que les technologies ont changé la manière dont les jeunes apprennent et se socialisent (Ito *et al.*, 2008; Lenhart *et al.*, 2008). Elles soutiennent l'idée que les nouveaux médias, tels que les jeux, peuvent avoir des effets positifs sur les apprentissages (Baranowski *et al.*, 2003) et la socialisation des adolescents (Shaftel, Pass et Schnabel, 2005). Elles mettent aussi l'accent sur les différences qui s'accentuent entre ce qui est demandé aux jeunes par l'institution scolaire et leurs pratiques usuelles des technologies. Elles soulignent que les éducateurs devraient tenir compte de ces différences.

Les jeunes apprennent de leurs pairs et partagent des savoirs informels au sein de *réseaux sociaux* rendus possibles par les technologies, alors qu'à l'université, c'est plutôt la *diffusion pyramidale* de savoirs d'expertise qui prévaut. Réseau vs pyramide, acteurs engagés vs public attentif, les modèles se distinguent par le degré d'autonomie qui est accordé aux jeunes, par la liberté qui leur est laissée de faire des choix, de prendre des initiatives. Ils se distinguent également par la manière dont l'information est traitée. Face à un ordinateur, un jeune gère différentes tâches à la fois, il surfe sur l'information alors que ses enseignants exigent de lui un traitement approfondi de l'information en effectuant une tâche à la fois.

Le jeu devient une activité sérieuse

Une récente étude sur les jeunes nord-américains (Rideout, Foehr et Roberts, 2010) démontre que, sur un peu plus de 7 h 30 d'exposition journalière aux médias, 1 h 30 est consacrée à jouer. L'étude démontre également que l'usage des jeux se développe aujourd'hui autant chez les filles que chez les garçons, principalement sur des dispositifs mobiles de type téléphone ou console portable et sur des plateformes offrant des jeux en ligne multijoueurs. Les jeux sont avant tout utilisés à des fins récréatives. Néanmoins, des entreprises, des institutions et de grandes organisations internationales se sont saisies de ce phénomène, en mettant à la disposition du public des jeux pour informer sur leurs produits, recruter, ou sensibiliser à des problèmes de société. Ces jeux produits à des fins utilitaires sont qualifiés de jeux sérieux (*serious games*), un terme popularisé par Prensky (2001). L'intérêt grandissant pour l'usage des jeux sérieux dans un contexte éducatif est attesté par l'ampleur du chiffre d'affaires de ce secteur économique et par son expansion.

Les jeux sérieux se développent actuellement pour les secteurs de l'éducation et de la formation (Checola, 2008), et des recherches s'y intéressent. Néanmoins, les résultats de ces recherches récentes restent fragmentaires et les besoins de résultats empiriques, permettant de faire le point sur l'impact des jeux sur l'apprentissage et les conditions à satisfaire pour qu'un jeu ait un réel impact sur l'apprentissage, restent d'actualité (Egenfeldt-Nielsen, 2007; Wilson *et al.,* 2009).

Jouer pour apprendre

Très tôt, des travaux se sont attachés à définir ce qu'est un jeu et à étudier son rôle dans le développement de l'enfant et le processus d'apprentissage. Piaget et Inhelder (1966) soulignent ainsi la fonction sémiotique du jeu, c'est-à-dire la capacité d'évoquer des objets ou des situations non perçus en se servant de signes ou de symboles. Le jeu apparaît alors comme un « secteur d'activités dont la motivation ne soit pas l'adaptation au réel mais au contraire l'*assimilation* du réel au moi, sans contraintes ni sanctions » (*idem*, p. 59). Pour Winnicott (1971/2002), lorsque l'enfant joue, il entre dans une aire intermédiaire où la réalité intervient non plus comme une contrainte, mais se voit remodelée en fonction de ses besoins internes. Le jeu est alors une *aire intermédiaire d'expérience* et contient en germe le développement de l'individu qui s'y construit en mettant en œuvre sa créativité. Pour désigner les jeux, Vygotski (1967) utilise quant à lui le terme de *situations* qui « permettent le développement de l'enfant ». Dans un jeu, le problème à résoudre n'a pas nécessairement une solution unique et sa résolution implique la mise en œuvre de tâches qui sont situées à un niveau élevé dans la taxonomie de Bloom (Mayo, 2009). Les jeux, en tant que fictions ou activités *de second degré* par rapport à la réalité (Brougère, 2005), permettent aussi de construire des situations d'apprentissage *complexes* au sens de Lasnier (2000) au sein desquelles l'élève peut développer des connaissances procédurales (Habgood, 2007; Sanchez, 2011), mais aussi exécuter des tâches complexes et développer des compétences (Sanchez, Delorme, Jouneau-Sion et Prat, 2010), le tout dans le cadre d'une situation que l'on peut qualifier d'*authentique*. Le terme « authentique » fait référence à la proximité de l'expérience proposée aux apprenants avec une situation réelle. De plus, les jeux permettent un apprentissage *situé* (ou contextualisé) (Shaffer, Squire, Halverson et Gee, 2005). Le jeu fait alors largement appel à l'autonomie des apprenants, qui sont encouragés à prendre des initiatives et à élaborer leurs propres stratégies. Comme le souligne Dickey (2005), *l'engagement* dans le jeu, et plus particulièrement dans certains jeux numériques complexes, permet l'emploi de la pensée critique lors de la prise de décisions.

Le potentiel des jeux a également été évoqué pour lutter contre l'échec, le décrochage (Wastiau, Kearney et Van den Berghe, 2009) et les pathologies scolaires telles que la dyscalculie (Wilson *et al.*, 2006), sans doute en partie parce qu'ils permettent de prendre en compte l'aspect motivationnel et la dimension affective de l'apprentissage (Shaftel *et*

al., 2005). Il est alors possible d'introduire la dimension *plaisir* dans les situations élaborées. Ce plaisir relève de la possibilité que donne un jeu de se dépasser, de se confronter à certains défis tout en ayant le sentiment de contrôler la situation, mais également d'interagir avec les autres pour collaborer.

Ainsi, l'approche ludique offre, dans la gamme des pédagogies actives, un moyen privilégié pour impliquer les apprenants, notamment par l'immersion dans un univers réaliste. La conception du jeu intègre des ressorts motivationnels. L'impact recherché est l'appropriation par les joueurs des problèmes conçus pour l'apprentissage, dans l'action. En ce sens, le jeu sérieux est une approche basée sur l'apprentissage par l'expérience : expérience conceptuelle/connaissances – expérience perceptuelle/interactions – expérience factuelle/actions concrètes.

Jeu sérieux, une expression polysémique

L'expression « jeu sérieux » a de nombreuses acceptions. En premier lieu, il y a une référence implicite à la notion de jeu vidéo et à l'utilisation des technologies issues du monde du jeu vidéo pour une utilisation « sérieuse », sans même faire référence à la notion de jeu. C'est ainsi que le premier *Serious Game Summit Europe* à Lyon en 2005 proposait la définition suivante : « Les *serious games* sont des applications de simulation/formation qui utilisent les dernières technologies issues du monde du jeu vidéo et de la réalité virtuelle. » Cette première définition a disparu progressivement au profit d'acceptions qui, tout en gardant des liens forts avec les technologies issues des jeux vidéo, intègrent la notion de jeu avec un double aspect : soit le jeu est déconnecté du contenu à apprendre, soit l'objet même du jeu est le contenu à acquérir. Dans le premier cas, soit le joueur joue à un jeu et il accède à un contenu éducatif qui n'est pas en rapport avec le jeu, soit il accède à un contenu éducatif sous une forme traditionnelle auquel vient s'ajouter un système de récompense plus ou moins « générique ». Cette acception est parfois désignée par le terme « ludo-éducatif ». Dans le deuxième cas, on est proche de la notion de simulation, mais avec des différences importantes qui tiennent à l'existence des ressorts du jeu et d'une scénarisation incluse dans le jeu avec des objectifs de difficulté croissante, à un environnement graphique qui peut s'éloigner du réel et à un système de récompense pour le joueur quand il atteint ses objectifs. Dans ce cas, le jeu peut s'inspirer de plusieurs approches éprouvées, comme celles des jeux vidéo, des simulations ou des jeux de rôle dans lesquels le joueur incarne un personnage engagé dans une histoire.

Ainsi, si on considère un plan rapporté à un axe « jeu » et un axe « technologie », les différentes acceptions du terme « jeu sérieux » couvrent 75 % du plan ainsi défini. Seuls des dispositifs ne contenant ni jeu ni technologie en sont naturellement exclus. On peut considérer que toutes ces acceptions ont leur légitimité, mais dans la mesure où l'expression anglo-saxonne « *serious game* » suggère la présence d'un jeu vidéo, l'expression « jeu sérieux » recouvre une acception plus large et n'en est donc pas une bonne traduction. Ainsi, l'équipe-projet Loé s'intéresse à des jeux sérieux basés sur l'immersion permettant aux apprenants de se sentir engagés dans une simulation qui modélise une situation réelle, mais sans être limités par le cadre d'un jeu vidéo sur un seul écran.

Questions relatives à la conception des jeux – Études de cas

Les travaux de recherche de l'équipe MOCAH sont fondés sur la troisième acception, à savoir des jeux vidéo dans lesquels le joueur progresse s'il utilise à bon escient les connaissances du domaine, objet de l'apprentissage visé. Selon cette approche, sur le plan de la conception, considérer qu'un jeu sérieux est un jeu vidéo demande un travail complexe, dans lequel interviennent un expert du domaine, un enseignant et un concepteur de jeux (*game designer*) afin de trouver un équilibre entre le jeu et l'apprentissage. Au sein de l'équipe, c'est une méthodologie définie par six facettes (Marne, Huynh-Kim-Bang

et Labat, 2011) qui est adoptée : 1) les objectifs pédagogiques, qui relèvent de l'enseignant et qui sont définis à partir d'un référentiel du domaine incluant les conceptions erronées, 2) la simulation du domaine, qui relève également de l'enseignant, 3) les interactions avec le modèle – c.-à-d. la jouabilité (*gameplay*), qui dépendent du concepteur de jeux en se basant sur la modélisation du domaine (action du joueur/réaction du système), 4) les problèmes et la progression – c.-à-d. la conception de niveaux (*level design*) –, qui relèvent d'un travail conjoint entre l'enseignant et le concepteur de jeux pour définir la progression et prendre en compte les conceptions erronées des apprenants dans le jeu, 5) le décorum, qui dépend du concepteur de jeux, augmente les sentiments d'amusement et de plaisir dans le jeu et 6) l'intégration dans le dispositif d'apprentissage, qui dépend évidemment du contexte dans lequel l'enseignant va l'utiliser. Certaines des facettes sont explicitées par des modèles de conception (*design patterns*), à savoir la description d'un problème qui se pose de façon récurrente dans notre environnement puis la description de l'essentiel de sa solution (Alexander *et al.*, 1977; Delozanne, Le Calvez, Merceron et Labat, 2007). Certaines facettes peuvent être menées simultanément (ex. décorum et modélisation du domaine) et sont utilisées dans le cadre d'un cycle global de conception itératif. Ces facettes permettent de concevoir les cinq éléments qui constituent les jeux sérieux développés par l'équipe MOCAH :

- des défis : qui sont les problèmes posés à l'apprenant-joueur;
- des actions : qui sont les tentatives de l'apprenant-joueur pour résoudre ces problèmes;
- un moteur du jeu : qui est un système de simulation capable de répondre aux tentatives de l'apprenant-joueur;
- une interface ludique : qui permet de donner un aspect ludique aux problèmes et au moteur de jeu. L'objectif est d'intégrer le contenu d'apprentissage dans l'aspect ludique, ce que Fabricatore (2000) appelle la « métaphore intrinsèque » par opposition aux cas où l'aspect jeu est une surcouche sans rapport avec le contenu didactique (métaphore extrinsèque);
- une progression dans la difficulté des problèmes posés : afin de garder l'équilibre entre difficulté et réussite du joueur, équilibre connu comme déterminant dans le succès d'un jeu, car essentiel pour que le joueur reste motivé.

Nous avons testé ces facettes pour accompagner les conceptions en cours. Par exemple, *Donjons & Radon* est un jeu sérieux en cours de développement destiné à l'enseignement des sciences physiques en classe de cinquième de collège (12-13 ans). L'utilisation des facettes a permis d'améliorer un premier travail de conception fait par un concepteur de jeux, travail fait sans utiliser les facettes. Les facettes, en proposant un cadre d'analyse, ont permis de relever les manques (pas de simulation du domaine), les faiblesses (des référentiels du domaine pas assez complets, une progression dans des problèmes pas toujours bien fondée pédagogiquement), mais aussi les forces (conditions d'utilisation bien définies, métaphore bien choisie, décorum lié au domaine, etc.). Par exemple, les facettes ont permis d'apporter une meilleure articulation entre motivation et apprentissage lors de l'élaboration de la progression de l'apprenant-joueur en utilisant ses conceptions erronées pour élaborer les défis.

L'équipe projet Loé s'intéresse quant à elle aux jeux sérieux qui visent un apprentissage par immersion dans une situation pour laquelle il existe une référence dans le monde réel ou professionnel (Croset *et al.*, sous presse; Gonçalves *et al.*, 2011). Pour autant, il ne s'agit pas de simulation informatique, les emprunts à la situation de référence n'ont pour objectif que d'assurer une forme d'authenticité et par là de susciter la motivation au service d'un apprentissage particulier. Certes, le concepteur d'un tel jeu pourrait ajouter plus de réalisme, mais cela ne trouverait pas nécessairement de justification dans le projet d'apprentissage. Le compromis entre trois dimensions – réalisme, apprentissage et jeu – est un problème important pour la conception. En d'autres termes, un jeu sérieux peut être plus ou moins *réaliste* (crédible en référence à la vie réelle), *pertinent* (justifié vis-à-vis des apprentissages

visés) et *cohérent* (suivant une logique interne à la narration proposée). Un trop fort déséquilibre dans une des trois dimensions peut entraîner les joueurs-apprenants à adopter alors une stratégie qui n'est pas pertinente, l'apprentissage résultant n'étant plus celui qui était visé.

Loé est un jeu dans lequel les étudiants se voient confier une mission où ils jouent le rôle d'une équipe de médecins en santé publique. Ils se retrouvent dans une situation professionnelle autrement inaccessible pour eux, puisqu'elle implique d'enquêter sur l'incidence d'une maladie dans plusieurs hôpitaux. Ils doivent concevoir et mettre en œuvre une étude épidémiologique et écrire un article scientifique qu'ils devront présenter à un congrès simulé. Pour ce faire, ils vont devoir interagir avec différents organismes (sur un site web, par courriel, par téléphone, avec des vidéos). Ce jeu a été mis en place dans le cadre d'un module de biostatistique qui dure un semestre (44 h de présentiel) et inclut huit sessions de travaux pratiques et six séances de cours alternées avec les TP. Le jeu sérieux Loé a été conçu et est utilisé depuis 2009 par des chercheurs en didactique ou en épidémiologie (4 seniors et 2 juniors), des enseignants (une équipe de dix tuteurs) et des étudiants (170 par an), à la fois comme projet pédagogique (entièrement intégré dans le programme pédagogique de la Faculté de médecine de Grenoble) et comme projet de recherche de l'équipe MeTAH (LIG).

Au sein de l'équipe, c'est la méthode de conception suivante qui a été élaborée : nous partons d'un ensemble d'objectifs d'apprentissage et de difficultés relevées dans l'enseignement visé. Tout d'abord, il s'agit de satisfaire à une exigence de réalisme, sachant que dans le cas de Loé, nous proposons une situation authentique aux étudiants et non une simulation informatique pour un entraînement répété et par niveaux. Nous avons procédé à l'analyse de l'expérience d'un professionnel dans une situation similaire. Sur la base d'entretiens avec un épidémiologiste, nous avons construit un arbre des tâches (l'activité est structurée en étapes et actions), ce qui permet de focaliser l'entretien sur les actions et les étapes plutôt que sur une représentation plus conceptuelle ou sensible de l'expérience. De plus, l'arbre des tâches permet de visualiser un premier jet de la situation d'apprentissage : une série de tâches qui seront à la charge des apprenants, en fonction de leur niveau et des objectifs d'apprentissage. L'exigence de pertinence est satisfaite grâce à une analyse didactique de la situation. Cette analyse comprend une définition des problèmes à résoudre tout au long du jeu, problèmes conçus pour mobiliser les connaissances en jeu. Elle comprend également une évaluation des connaissances à mobiliser, des paramètres situationnels (ceux qui influencent la résolution des problèmes), des stratégies possibles pour les étudiants et des stratégies souhaitées. Finalement, afin de satisfaire à l'exigence de cohérence interne du jeu, nous construisons une narration sous la forme d'une mission, d'un jeu de rôle et d'un enchaînement logique d'événements. Cette méthode de conception se décline non seulement sur le plan de la conception globale du jeu, mais aussi au travers de choix plus ponctuels pour lesquels un compromis entre les trois dimensions doit aussi être fait.

Une plus-value importante des jeux sérieux étant celle de la motivation des apprenants (Egenfeldt-Nielsen, 2007; Wilson *et al.,* 2009), nous avons pris soin de baser certains choix de conception sur les ressorts motivationnels des jeux. En nous référant à une étude bibliographique (Mariais, Michau et Pernin, 2010) qui en décrit sept (être en compétition, perdre le contrôle, relever un défi personnel, jouer un rôle, être soumis au hasard, agir collectivement, être reconnu), nous insistons sur les cinq derniers ressorts pour le jeu Loé.

Dans un deuxième temps, la phase de conception de l'environnement informatique est partie des analyses précédentes. De plus, nous avons fait le choix de créer un environnement de jeu *persistant* et *distribué*, ce qui est une caractéristique des jeux *pervasifs* (Thomas, 2006). Notre environnement informatique est distribué dans le sens où il est réalisé sans les contraintes matérielles du cadre d'un d'écran, comme cela est le cas de la plupart des simulations informatiques ou des jeux vidéo. Au

contraire, dans Loé, les étudiants interagissent avec des personnages non seulement au travers d'une plateforme web, mais parfois « physiquement » avec leur téléphone portable et par courrier électronique. D'autre part, une simulation est considérée persistante (Moher, 2006) quand elle est exécutée en continu, continuellement accessible aux étudiants sur plusieurs semaines, et se développe dans certains cas sans intervention extérieure, ce qui est le cas du jeu Loé.

Évaluation des apprentissages et suivi des joueurs-apprenants – Deux approches

La question de l'évaluation des acquisitions par le joueur/apprenant de nouvelles connaissances ainsi que la disparition de conceptions erronées est un autre aspect essentiel dans un dispositif d'apprentissage. Cette évaluation est spécifique, car d'une part les récompenses ou les pénalités octroyées au joueur dans les jeux vidéo se traduisent généralement par une valeur globale qui ne donne pas d'indications détaillées sur les actions correctes ou erronées du joueur et d'autre part, l'évaluation classique dans les dispositifs d'apprentissage en ligne n'est pas non plus adaptée. En effet, l'idée sous-jacente est que le joueur-apprenant va acquérir et mémoriser des connaissances grâce à l'immersion et en rejouant plusieurs fois au même jeu afin de progresser par rapport aux objectifs à atteindre. L'approche retenue au sein de MOCAH conduit à définir une architecture de suivi du joueur qui repose sur le couplage de deux modélisations informatiques : i) la modélisation des actions de jeu qui ont une signification pédagogique par un type particulier de graphe, les *réseaux de Petri* qui sont des graphes bipartis modélisant des systèmes dynamiques, indiquant si des actions sont correctes (« franchissables ») compte tenu de l'état de la situation; ii) une ontologie du domaine couplée avec une ontologie des actions de jeu qui permet de caractériser des actions réalisées par le joueur et non présentes dans le réseau de Petri (par exemple, des actions équivalentes, imprécises…). En effet, selon l'acception retenue par l'équipe MOCAH, un jeu sérieux peut être vu comme un système dynamique composé d'objets de jeu qui évoluent dans le temps de manière concurrente, parallèle ou séquentielle en réponse aux actions du joueur et d'autres évènements du jeu (Thomas, Yessad et Labat, 2011). Nous adoptons la sémantique suivante :

- La *place* représente un objet du jeu ou une caractéristique d'un objet du jeu;
- Le nombre de jetons dans une place définit l'*état de la place*;
- La *transition* représente une action du joueur.

À chaque action « pédagogiquement significative » effectuée par l'apprenant-joueur, c'est-à-dire une action qui participe de manière directe ou indirecte à une acquisition de connaissances et permet ainsi au joueur d'atteindre les objectifs de sa mission, le module de suivi consulte le réseau de Petri afin de vérifier si cette action, représentée par une transition, est exécutable ou franchissable. Si tel est le cas, alors le module de suivi considère que le joueur adopte un comportement expert. Sinon, le réseau de Petri permet de savoir si l'action est erronée, prématurée ou tardive. Cependant, il est nécessaire d'affiner l'analyse à l'aide d'une ontologie du domaine et des actions de jeu car représenter l'ensemble des actions correctes peut s'avérer complexe et laborieux dans certains cas. Ainsi, lorsque le joueur effectue une action non franchissable (c.-à-d. non acceptable) dans le réseau de Petri, l'ontologie des actions de jeu permet de vérifier, par exemple, s'il a effectué une action équivalente à celle prévue dans le réseau de Petri ou si l'action est correcte mais sous-optimale (par exemple, imprécise ou trop coûteuse). Si l'action du joueur est effectivement erronée, il est possible de diagnostiquer finement la cause de l'erreur.

Ainsi, dans cette approche, l'objectif de l'ontologie est de représenter :

- les concepts du domaine et leurs équivalences en matière d'action de jeu;
- les variables/paramètres influant sur l'état courant du jeu et leurs liens avec les actions de jeu.

Dans le cas du projet Loé, ce sont plusieurs méthodes d'évaluation de l'impact d'un jeu sérieux qui ont été mises en œuvre. Selon l'approche retenue, le plus important n'est pas de montrer qu'un jeu donné a un effet global positif, mais d'analyser où sont les effets positifs, négatifs ou nuls d'un jeu et surtout de relier ces effets aux conditions du jeu. Les effets sont recherchés dans l'expérience vécue des étudiants à travers leurs performances, leurs compétences en évolution, leurs perceptions ou leur engagement. Il est alors important de confronter les actions et productions des étudiants avec leurs discours. Les conditions, quant à elles, sont à cerner du côté de l'environnement informatique (les interactions médiatisées, les ressources, les contrôles, les rétroactions…) et des règles du jeu (son scénario, ses enjeux…).

Nous avons, entre autres, proposé des méthodes d'analyse des perceptions de crédibilité des étudiants (la situation leur semble-t-elle réaliste, qu'ils en aient l'expérience ou non?) ou d'utilité du jeu (l'expérience leur semble-t-elle utile pour leur formation?). Nous développons actuellement un modèle de l'authenticité pour expliquer ces perceptions (Gonçalves *et al.*, 2011) : authenticité *conçue* (les attributs d'un jeu qui le rendent authentique) et authenticité *perçue* (la nature de l'authenticité perçue par les étudiants). Par ailleurs, nous travaillons sur la notion d'appropriation, processus par lequel un étudiant, ou un groupe d'étudiants, fait sien un problème qui a été conçu par l'enseignant pour susciter les apprentissages (Gonçalves, Ney et Balacheff, 2009).

Les rétroactions à apporter aux étudiants en fonction de leurs actions constituent un problème important des jeux. Elles résultent d'un compromis entre les trois dimensions citées plus haut (réalisme, apprentissage et jeu). Dans le cas de Loé, celles-ci sont construites par des agents humains et envoyées par l'intermédiaire de la plateforme du jeu (par courriel, par téléphone ou sur la plateforme web). Plus précisément, les étudiants interagissent avec différents personnages derrière lesquels se « cachent » des tuteurs ou des professionnels. La conception de l'environnement a donc nécessité une interface pour les tuteurs afin de favoriser leur immersion. En effet, cet environnement doit faciliter la tâche des tuteurs et des professionnels et les aider à devenir momentanément un personnage du jeu qui interagit avec les étudiants dans leur rôle d'enquêteurs.

Conclusion

Les travaux qui portent sur les jeux sérieux font partie d'un domaine de recherche émergent et la diversité des acceptions retenues pour l'expression a des impacts sur le processus de conception et sur les modalités retenues pour le suivi et l'évaluation des apprenants-joueurs. Ainsi, les travaux des équipes MOCAH et MeTAH illustrent deux types d'approches qui, tout en se recouvrant sur le fait que ce sont des jeux dont l'objet est le contenu à acquérir, conduisent à formuler des questions spécifiques. Du point de vue de la conception, là où l'équipe MOCAH s'attache à produire une simulation informatique du domaine de référence qui constituera le modèle de connaissances avec lequel les apprenants-joueurs auront à interagir, l'équipe Loé transpose une situation de référence en incluant dans le dispositif des éléments autres que purement informatiques et pouvant conduire à des interactions humaines multimodales (vidéo, forum, courriel, téléphone…). Ces choix ont également un impact sur la manière dont sont effectués le suivi des apprenants et l'évaluation des apprentissages. L'intégration de l'ensemble des différents aspects du jeu sérieux dans un artefact informatique permet de confronter les actions réalisées (le modèle comportemental de l'apprenant-joueur issu des traces d'usage) à un réseau de Petri et à une ontologie du domaine. Dans le cas d'un jeu distribué tel que Loé, l'approche retenue a nécessité le développement de méthodes d'analyse spécifiques des perceptions des étudiants. D'autre part, les rétroactions sont construites par des agents humains et non calculées par un programme informatique. Ces moments d'interaction sont toutefois complètement intégrés dans le scénario du jeu et son environnement informatique.

Néanmoins, les deux approches se rejoignent quant à la manière dont sont articulées les dimensions ludiques et éducatives. Dans les deux cas, les connaissances visées apparaissent comme des instruments que les apprenants-joueurs devront utiliser pour résoudre les problèmes qui leur sont confiés. Les actions du joueur viennent donc alimenter les apprentissages de l'apprenant. Ces deux études de cas montrent bien que l'un des défis majeurs auxquels le concepteur doit faire face est le fragile équilibre entre le plaisir du jeu et le sérieux des objectifs.

Remerciements

Amel Yessad, postdoctorante, ainsi que Pradeepa Thomas Benjamin et Bertrand Marne, doctorants, ont très largement contribué aux travaux présentés ici par l'équipe MOCAH, travaux financés par la région Île-de-France et par le Secrétariat au développement de l'économie numérique.

Le projet Loé est financé par la région Rhône-Alpes et l'Université Joseph Fourier.

Références

Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I. et Angel, S. (1977). *A pattern language: Towns, buildings, construction*. New York, NY : Oxford University Press.

Baranowski, T., Baranowski, J., Cullen, K. W., Marsh, T., Islam, N., Zakeri, I., ... de Moor, C. (2003). Squire's Quest! Dietary outcome evaluation of a multimedia game. *American Journal of Preventive Medicine*, *24*(1), 52-61. doi:10.1016/S0749-3797(02)00570-6

Brougère, G. (2005). *Jouer/Apprendre*. Paris, France : Economica.

Checola, L. (2008, 24 mars). Les jeux sérieux, un marché en expansion. Récupéré du site *Le Monde* : http://www.lemonde.fr

Croset, M., Ney, M., Gonçalves, C., Balacheff, N., Schwartz, C. et Bosson, J. (2011). *Immersive experiences in a medical game: Design and evaluation*. Manuscrit soumis pour publication.

Delozanne, E., Le Calvez, F., Merceron, A. et Labat, J.-M. (2007). A structured set of design patterns for learners' assessment. *Journal of Interactive Learning Research*, *18*(2), 309-333.

Dickey, M. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. *Educational Technology Research and Development*, *53*(2), 67-83. doi:10.1007/BF02504866

Egenfeldt-Nielsen, S. (2007). *Educational potential of computer games*. New York, NY : Continuum.

Fabricatore, C. (2000, 5 février). *Learning and videogames: An unexploited synergy*. In : *2000 AECT National Convention - a recap. 2000 AECT National Convention*. Long Beach, CA : Secaucus, NJ : Springer Science + Business Media, 2000.Récupéré le 14 juin 2011 du site du *Learning Development Institute* : http://www.learndev.org

Gonçalves, C., Croset, M., Ney, M., Balacheff, N., Schwartz, C. et Bosson, J. (2011). Authenticité d'un jeu sérieux : un modèle pour la conception et pour l'analyse. *Revue d'Intelligence Artificielle, 25*(2), 281-308. doi:10.3166/ria.25.281-308

Gonçalves, C., Ney, M. et Balacheff, N. (2009, juin). Les étudiants jouent, mais à quel jeu jouent-ils? Communication présentée à la conférence *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) 2009, atelier Jeux sérieux*, Le Mans, France. Récupéré du site du *Laboratorium of epidemiology* : http://www.tel-laboratorium.fr

Habgood, M. P. J. (2007). *The effective integration of digital games and learning content* (thèse de doctorat, Université de Nottingham). Récupéré du site *Nottingham eTheses* : http://etheses.nottingham.ac.uk

Ito, M., Horst, H., Boyd, D., Bittanti, M., Herr-Stephenson, B., Lange, P. G., ... Robinson, L. (2008). *Living and learning with new media: Summary of findings from the Digital Youth Project* (rapport de recherche). Chicago, IL : MacArthur Foundation. Récupéré du site du projet : http://digitalyouth.ischool.berkeley.edu

Lasnier, F. (2000). *Réussir la formation par compétences*. Montréal, Canada : Guérin.

Lenhart, A., Kahne, J., Middaugh, E., Rankin Macgill, A., Evans, C. et Vitak, J. (2008). *Teens, video games and civics* (rapport de recherche). Récupéré du site du *Pew Research Center's Internet & American Life Project* : http://www.pewinternet.org

Mariais, C., Michau, F. et Pernin, J. (2010). *The use of game principles in the design of learning role-playing game scenario*. Dans B. Meyer (dir.), *Proceedings of ECGBL 2010, 4th European Conference on Games Based Learning* (p. 462-469). Copenhague, Danemark : Aarhus University.

Marne, B., Huynh-Kim-Bang, B. et Labat, J.-M. (2011, mai). *Articuler motivation et apprentissage grâce aux facettes du jeu sérieux*. Communication présentée à la conférence *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) 2011*, Mons, Belgique. Récupéré du site *Serious Games @ Lip6* : http://seriousgames.lip6.fr/site

Mayo, M. J. (2009). Video games: A route to large-scale STEM education? *Science*, *323*(5910), 79-82. doi:10.1126/science.1166900

Moher, T. (2006). Embedded phenomena: Supporting science learning with classroom-sized distributed simulations. Dans R. Grinter, T. Rodden, P. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries et G. Olson (dir.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems* (p. 691-700). New York, NY : ACM. doi:10.1145/1124772.1124875

Piaget, J. et Inhelder, B. (1966). *La psychologie de l'enfant* (éd. 2008). Paris : Presses Universitaires de France.

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, *9*(5). 1-9. Récupéré du site de l'auteur : http://www.marcprensky.com

Rideout, V. J., Foehr, U. G. et Roberts, D. F. (2010). *Generation M2: Media in the lives of 8- to 18-years-old* (rapport de recherche). Récupéré du site de la Kaiser Family Foundation : http://www.kff.org

Sanchez, E. (2011). Usage d'un jeu sérieux dans l'enseignement secondaire : modélisation comportementale et épistémique de l'apprenant. *Revue d'intelligence artificielle, 25*(2), 203-222. doi:10.3166/ria.25.203-222

Sanchez, E., Delorme, L., Jouneau-Sion, C. et Prat, A. (2010). Designing a pretend game with geotechnologies: Toward active citizenship. Dans T. Jekel, A. Koller, K. Donert et R. Vogler (dir.), *Learning with geoinformation V* (p. 31-40). Heidelberg, Allemagne : Wichman.

Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R. et Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, *87*(2), 104-111.

Shaftel, J., Pass, L. et Schnabel, S. (2005). Math games for adolescents. *Teaching Exceptional Children*, *37*(3), 25-30.

Thomas, P., Yessad, A., Labat, J.-M. (2011, juillet). *Petri nets and ontology: Tools for the learning player assessment in serious games*. *ICALT 2011*, Athens, GA.

Thomas, S. (2006). Pervasive learning games: Explorations of hybrid educational gamescapes. *Simulation & Gaming*, *37* (1), 41-55. doi:10.1177/1046878105282274

Vygotski, L. (1967). Play and its role in the mental development of the child. *Soviet Psychology, 5*, 6-18.

Wastiau, P., Kearney, C. et Van den Berghe, W. (2009). *How are digital games used in schools?* (rapport de recherche). Récupéré du site *Games in schools* : http://games.eun.org

Wilson, A. J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S. K., Cohen, L. et Cohen, D. (2006). Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, *2*(19). Récupéré du site de la revue : http://www.behavioralandbrainfunctions.com

Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J. L., ... Conkey, C. (2009). Relationships between game attributes and learning outcomes: Review and research. *Simulation & Gaming*, *40*(2), 217-266. doi:10.1177/1046878108321866

Winnicott, D. (2002). *Jeu et réalité* (C. Monod et J.-B. Pontalis, trad.). Paris : Gallimard. (Ouvrage original publié en 1971 sous le titre *Playing and reality.* New York : Basic Books)