



4^{ème} Conférence francophone sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain

Actes de l'Atelier « Jeux Sérieux : conception et usages »

Le Mans, 23 juin 2009

Édités par Sébastien George et Éric Sanchez



SOMMAIRE

Introduction	5
Programme de l'atelier	7
Conférence invitée : Quelques réflexions sur jeu et apprentissage et les conséquences à en tirer pour penser la notion de jeu sérieux.....	9
<i>Gilles Brougère</i>	
Les étudiants jouent mais à quel jeu jouent-ils ?	11
<i>Celso Gonçalves, Muriel Ney et Nicolas Balacheff</i>	
Mieux comprendre la notion d'intégration entre l'apprentissage et le jeu	27
<i>Nicolas Szilas, Denise Sutter Widmer</i>	
Serious games et motivation	41
<i>Fabien Fenouillet, Jonathan Kaplan, Nora Yennek</i>	
Une ingénierie pour jeux sérieux	53
<i>Mathieu Muratet, Fabienne Viallet, Patrice Torquet, Jean-Pierre Jessel</i>	
Learning Games et formation professionnelle : une grille de description pour soutenir la conception de jeux de rôle	65
<i>Christelle Mariais, Florence Michau, Jean-Philippe Pernin</i>	
Vers une industrialisation de la conception et de la production de Serious Game	75
<i>Iza Marfisi-Schottman, Aymen Sghaier, Sébastien George, Patrick Prévôt, Franck Tarpin-Bernard</i>	
Conférence de clôture : Créer un jeu éducatif en ligne à l'aide d'une coquille générique de jeu	85
<i>Louise Sauvé</i>	
Comité de programme	86

Introduction

Sébastien George*, Eric Sanchez**

**Université de Lyon, LIESP, INSA-Lyon, F-69621
Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production
Bâtiment Léonard de Vinci, 21 rue Jean Capelle
69621 Villeurbanne Cedex France
sebastien.george@insa-lyon.fr*

*** EducTice/INRP – LEPS/université de Lyon
19 allée de Fontenay – BP 17424
69347 Lyon Cedex 07
eric.sanchez@inrp.fr*

Les jeux sérieux (ou *serious games*) ont pour vocation de former en utilisant les ressorts « action » et « émotion » des jeux vidéo. La vocation d'un jeu sérieux est donc de rendre l'apprentissage attrayant en mettant en place des scénarios et des interactions ludiques. Nous assistons actuellement à un développement important de ce secteur économique. Des institutions et des entreprises utilisent des jeux sérieux pour communiquer, sensibiliser, former ou éduquer alors même que de nombreuses questions restent en suspens en ce qui concerne la conception et les usages de ces jeux sérieux, ainsi que de leur intérêt pour l'apprentissage. Des travaux de recherche de plus en plus nombreux tentent de se saisir de ces questions mais il n'existe pas, en France, de communauté scientifique structurée.

L'objectif premier de cet atelier est de favoriser les échanges afin de contribuer à une structuration de la communauté émergente qui s'intéresse aux questions liées aux jeux sérieux : Quelles méthodes de conception employer ? Quel rôle donner à l'enseignant ou à l'animateur ? Comment évaluer les usages ? Comment certifier les compétences apprenant ? Quelle part et intégration dans un dispositif de formation ? En particulier, un objectif est de faire échanger les disciplines (informatique, sciences de l'éducation, didactique, psychologie, sciences de l'information et de la communication) sur leurs objets et questions de recherche. Nous cherchons également à rapprocher le monde de la recherche et les entreprises du secteur.

Les actes de cet atelier sont composés de six articles. Le premier article, de Gonçalves, Ney et Balacheff, aborde la question de l'usage des jeux sérieux sous un angle didactique. Les conditions d'appropriation du problème posé dans un jeu sont au cœur de cette recherche. Une étude menée avec des étudiants en médecine de deuxième année dans une simulation d'un hôpital conduisent les auteurs à proposer différents niveaux d'appropriation.

Les deux articles suivants présentent des travaux en sciences de l'éducation. Szilas et Sutter Widmer soulèvent une question importante : comment trouver un bon équilibre entre apprentissage et jeu ? Une analyse de deux jeux pédagogiques les conduit à définir le concept d'intégration jeu-apprentissage en affinant cette intégration en sous-dimensions (mécaniques, fictions, temporalités). L'article de Fenouillet, Kaplan et Yennek vise à expliciter la relation entre jeu et motivation. Ces auteurs tentent de définir les caractéristiques des jeux sérieux motivants. Ils s'interrogent ensuite sur les réels impacts de cette motivation sur l'apprentissage.

Les trois articles restants décrivent des recherches en informatique, tout en s'appuyant sur d'autres disciplines des sciences humaines. Muratet, Viallet, Torguet et Jessel s'intéressent à la conception des jeux sérieux. Les auteurs présentent la conception d'un jeu destiné à l'apprentissage de la programmation. Partant de cette expérience, une approche plus générale de conception de jeu sérieux est proposée. Cette recherche soulève des questions sur la pertinence d'un jeu par rapport à un domaine à enseigner mais aussi par rapport à un public cible. Mariais, Michau et Pernin ont pour objectif d'offrir aux concepteurs un environnement d'assistance pour l'élaboration de jeux éducatifs. Ces travaux se fondent sur une description de modèles de scénarios de jeux. Une grille de description de jeux est alors proposée visant à faciliter l'adaptation des modèles à différents contextes de formation. Pour finir, Marfisi-Schottman, Sghaier, George, Prévôt et Tarpin-Bernard utilisent des principes du génie industriel pour formaliser une méthode pour la conception et la production de jeux sérieux. Ils définissent les étapes, les acteurs, les outils et les documents pour aboutir à des jeux à la fois ludique et éducatif. Tous ces travaux sur la rationalisation de la conception des jeux sérieux témoignent de la fertilité du champ d'investigation qui s'offre à la recherche dans le domaine. Ils posent également la question du croisement des disciplines qui s'intéressent à la conception et aux usages des jeux sérieux. Cet atelier voudrait faciliter ce croisement.

Programme de l'atelier Jeux Sérieux

9h00 – 9h15 Introduction à la journée

Sébastien George (LIESP, INSA de Lyon/Université de Lyon)

Éric Sanchez (EducTice/INRP – LEPS/Université de Lyon)

9h15 – 10h00 Conférence invitée

« Quelques réflexions sur jeu et apprentissage et les conséquences à en tirer pour penser le notion de jeu sérieux »

Gilles Brougère

*Directeur de EXPERICE, Centre de recherche Interuniversitaire,
Expérience, Ressources Culturelles, Éducation,*

Université Paris 8/Paris 13

10h00 – 10h30 Pause

10h30 – 11h00 Les étudiants jouent mais à quel jeu jouent-ils ?

Celso Gonçalves, Muriel Ney et Nicolas Balacheff

Laboratoire d'Informatique de Grenoble, UJF,

CNRS Université Joseph Fourier

11h00 – 11h30 Mieux comprendre la notion d'intégration entre l'apprentissage et le jeu

Nicolas Szilas, Denise Sutter Widmer

TECFA, FPSE

Université de Genève

11h30 – 12h00 Serious games et motivation

Fabien Fenouillet, Jonathan Kaplan, Nora Yennek

CREF, équipe "Apprenance et formation des adultes"

Université Paris Ouest Nanterre La Défense

12h00 – 12h30 Débat autour des thèmes de la matinée

12h30 – 14h Pause déjeuner

14h00 – 14h30 Une ingénierie pour jeux sérieux

Mathieu Muratet*, Fabienne Viallet**, Patrice Torguet*, Jean-Pierre Jessel*

* IRIT ** DIDIST CREFI-T

Université de Toulouse Paul Sabatier

14h30 – 15h Learning Games et formation professionnelle : une grille de description pour soutenir la conception de jeux de rôle

Christelle Mariais**, Florence Michau*, Jean-Philippe Pernin*

* *Laboratoire d'Informatique de Grenoble – Equipe MeTAH*

** *SYMETRIX, Grenoble*

15h00 – 15h30 Vers une industrialisation de la conception et de la production de Serious Game

Iza Marfisi-Schottman, Aymen Sghaier, Sébastien George, Patrick Prévôt, Franck Tarpin-Bernard

Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production (LIESP)

Université de Lyon, INSA de Lyon

15h30 – 16h Pause

16h00 – 16h30 Conférence de clôture

« Créer un jeu éducatif en ligne à l'aide d'une coquille générique de jeux »

Louise Sauvé

TÉLUQ, l'université à distance de l'UQAM

Centre d'expertise et de recherche sur l'apprentissage à vie (SAVIE)

16h30 - 17h Débat et clôture de la journée

CONFÉRENCE INVITÉE

Quelques réflexions sur jeu et apprentissage et les conséquences à en tirer pour penser la notion de jeu sérieux

Gilles Brougère

*Directeur de EXPERICE, Centre de recherche Interuniversitaire, Expérience,
Ressources Culturelles, Éducation,
Université Paris 8/Paris 13
brougere@noos.fr*

RÉSUMÉ. Mettre en relation jeu et apprentissage renvoie à trois dimensions différentes : l'apprentissage nécessaire pour jouer ; le fait d'apprendre en se divertissant sans qu'il y ait intention d'apprendre (ou apprentissage dit informel) ; la constitution d'un jeu à finalité d'apprentissage. La question est de savoir dans quelle mesure insérer une dimension explicite d'apprentissage est compatible avec la logique même du jeu et plus encore du joueur. Moins que donner la solution, qui n'existe pas, il s'agit de comprendre les questions que cela pose en partant d'une analyse de ce qu'est le jeu et des transformations que l'injection d'une dimension éducative peut y apporter. Ces réflexions qui concernent des domaines très variés peuvent être confrontées à la question du jeu sérieux dans la mesure où le dit "sérieux" renvoie souvent à une dimension informative ou formative.

Les étudiants jouent mais à quel jeu jouent-ils ?

Celso Gonçalves, Muriel Ney et Nicolas Balacheff

*Laboratoire d'Informatique de Grenoble, UJF, CNRS
Université Joseph Fourier
961 rue de la Houille Blanche, Bât. B
38402 Grenoble Cedex, France.
celso.goncalves@imag.fr
muriel.ney@imag.fr
nicolas.balacheff@imag.fr*

RÉSUMÉ. Dans cet article, nous suggérons que l'appropriation du problème est une problématique importante pour l'apprentissage avec les jeux. Nous définissons l'appropriation et resituons cette notion dans la littérature pour montrer la nécessité de construire des outils de mesure de l'appropriation, un modèle des niveaux d'appropriation et ce pour étudier les facteurs, notamment inclus dans l'EIAH, qui peuvent favoriser l'appropriation. Nous analysons des données afin de mesurer l'appropriation du problème dans un jeu destiné à des étudiants en médecine dans un module de biostatistiques. Ce jeu, Loé, est basé sur une simulation persistante et distribuée s'affranchissant ainsi des limites de l'écran. Nous proposons une grille d'analyse de l'appropriation et les premiers résultats expérimentaux obtenus lors de son application.

MOTS-CLÉS : simulation distribuée, apprentissage expérimentiel, appropriation, didactique, jeu, faculté de médecine

ABSTRACT. In this article, we suggest that problem appropriation is a main concern for game based learning. We define appropriation and resituate this concept in the literature to point out the need for building appropriation measuring tools and a model of appropriation levels so as to study the factors supporting appropriation in the field of Technology Enhanced Learning. We analyze data in order to measure problem appropriation of a game designed for medical students in a biostatistics class. This game (Loé) is based on a persistent and distributed simulation that evolves without the boundaries of the screen. We propose an appropriation analysis grid and we also expose the first experimental results obtained at the moment of its application.

KEYWORDS: distributed simulation, experimental learning, appropriation, didactics, games, Medicine school

1 Introduction

Le jeu doit proposer aux étudiants une situation qu'ils puissent « vivre » (au sens d'une immersion significative) et dans laquelle les connaissances apparaîtront comme la solution optimale au(x) problème(s) posé(s) [BROUSSEAU 98]. Les enseignants et concepteurs du jeu voudraient que les étudiants non seulement jouent le jeu qui leur est proposé mais aussi qu'ils prennent en charge la résolution d'un problème : pas n'importe quel problème, celui qui a été conçu pour susciter un apprentissage. Nous parlerons ici de « l'appropriation du problème » que nous définissons comme le processus au terme duquel l'apprenant fait sien, donne un sens, au problème que l'enseignant avait le projet de lui soumettre. Nous parlons de processus car l'appropriation implique un traitement souvent complexe de la situation, qui ne débouche pas toujours sur le problème voulu par l'enseignant, et peut évoluer au cours du temps : les étudiants peuvent « entrer » et « sortir » du jeu (« diving in » et « stepping out », [ACKERMAN, 1996] [COLELLA, 2000]), tantôt s'impliquant dans la résolution immédiate du problème, tantôt prenant du recul sur leurs stratégies et leurs acquis. Le problème qu'il s'agit de s'approprier peut trouver sa source dans un questionnement, une énigme, une décision à prendre, un objectif pratique, issu d'un constat ou autre. Nous nous plaçons donc dans le cas où la résolution d'un problème est l'enjeu du jeu car elle nécessite l'investissement des connaissances visées. Le jeu permet de mettre en avant l'apprenant comme auteur de sa solution du problème grâce à des mises en scène. Le jeu crée de plus un environnement qui retro-agit suite aux actions de l'étudiant et qui le plonge dans un contexte. Le jeu permet enfin de combiner l'acquisition de connaissances et de comportements (par exemple avec un problème qui a une dimension sociale).

On retrouve la notion d'appropriation chez Wertsch, dans sa théorie socioculturelle de l'activité humaine, qui la définit comme le processus qui consiste à prendre quelque chose qui appartient à autrui et à le faire sien [WERTSCH 98]. Il en parle dans un contexte plus général que celui de l'appropriation d'un problème pour l'apprentissage et ses travaux sont repris, du moins dans le domaine des EIAH, surtout à propos de l'appropriation des outils informatiques pour l'apprentissage. Dans la perspective socioculturelle de Wertsch, le chemin qui conduit à l'appropriation est rarement linéaire et simple, de la découverte à l'appropriation. Celui qui parcourt ce chemin rencontre des tensions causées par des divergences entre le problème conçu pour l'apprentissage par l'enseignant et l'interprétation qu'en fait l'étudiant dans son contexte particulier. Ces tensions peuvent résulter dans ce que Wertsch appelle la résistance. La proposition de Wertsch que nous retenons ici est de voir l'appropriation non pas seulement liée à l'individu mais aussi au contexte.

Au début des années 80, cette problématique de l'appropriation avait été identifiée par Brousseau dans le contexte de l'émergence du concept de contrat didactique. Dès les premiers travaux expérimentaux sur la théorie des situations didactiques, le décalage éventuel entre problème perçu et problème voulu apparaissait comme l'un des problèmes centraux, souvent issu du primat de l'identification par les élèves d'une intention du professeur. Brousseau forgea alors le concept de dévolution pour marquer ce travail du professeur pour obtenir le transfert de la responsabilité aux élèves d'un problème et de sa résolution. Le concept d'appropriation est le concept dual de celui de dévolution, en se plaçant cette fois du côté des élèves. En analysant une expérience faite en maternelle avec un jeu vidéo [BROUSSEAU 98], Brousseau identifie cinq niveaux de dévolution : (1) le niveau où l'apprenant ne comprend pas que parmi les issues du jeu certaines sont souhaitables (il joue à provoquer des effets, quels qu'ils soient), (2) le niveau où il comprend quel est l'effet souhaité mais attribuent les résultats, bons ou mauvais, au hasard (il ne prend pas de décision et attend de voir ce que le sort lui réserve), (3) le niveau où l'apprenant accepte la responsabilité de ce qui lui arrive et considère ce qu'il fait comme un choix parmi plusieurs possibilités (il voit une relation de causalité entre les décisions qu'il a prise et leurs résultats), (4) le niveau où la relation entre la décision et le résultat est envisagée avant la décision (l'étudiant peut anticiper les résultats de ces décisions) et enfin, (5) le niveau de maîtrise où l'étudiant peut reproduire à volonté sa stratégie de résolution du problème, dans des conditions variées (il a conscience de cette maîtrise des problèmes similaires, au moins intuitivement, et des conditions qui lui permettent une bonne chance de réussite).

Dans la littérature sur l'apprentissage des sciences, un concept lié à l'appropriation est celui de d'authenticité. Le sentiment d'authenticité est recherché dans l'apprentissage des méthodes et des attitudes en sciences, e.g. [MOHER 06], en particulier pour engager les étudiants dans une démarche d'investigation qui soit, par essence, celle des scientifiques ; on parle d'investigation « authentique ». La recherche de réalisme est un facteur, parmi d'autres, qui peut permettre cette authenticité, mais ce qui atteste l'authenticité c'est l'appropriation du problème original (conçu par l'enseignant) par l'étudiant, que ce problème soit posé en termes de réalisme (par exemple basé sur des données ou des lieux qui soient réellement ceux utilisés par les scientifiques) ou transposé (par exemple, Moher fait le choix d'utiliser des insectes de bande dessinée plutôt que des photographies pour une investigation en écologie des populations, simulée en classe [MOHER 08]). Colella [COLELLA 00] souligne l'importance de construire un problème dans lequel les étudiants, même inexpérimentés, vont pouvoir se plonger. La méthode qu'elle emploie est originale puisque les lycéens en classe de science collectent des données sur eux-mêmes. En effet, dans ce jeu, ils sont porteurs de virus virtuels (matérialisés grâce un boîtier infrarouge qu'ils portent sur eux) et doivent découvrir le modèle de propagation sous-jacent de ce virus. Elle trouve des indications de l'engagement des

étudiants dans leur discours à propos des événements (je suis malade, tu m'as transmis le virus...), une méthode que nous emploierons aussi.

L'appropriation est une condition sine qua non pour que le jeu devienne sérieux. Si cette appropriation s'opère, l'étudiant entre dans le jeu et l'apprentissage se fait, le problème ayant été conçu de manière à ce que la connaissance que l'on désire voir acquérir par l'étudiant soit l'outil le plus adapté pour la résolution du problème [BROUSSEAU 98]. L'objectif de notre recherche est de mettre en évidence des éléments de la situation du jeu (en particulier dans l'environnement informatique) qui peuvent aider les étudiants à s'approprier un problème qui leur est « donné ». Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de répondre à trois questions :

(Q1) Mesurer l'appropriation : quels sont les indicateurs de l'appropriation du problème que l'on peut recueillir en observant les étudiants ?

(Q2) Modéliser l'appropriation : quels sont les différents niveaux d'appropriations du problème que l'on peut a priori observer chez les étudiants dans un jeu ?

(Q3) Faciliter l'appropriation : quels sont les moyens que l'on peut mettre en œuvre dans une situation de jeu pour faciliter l'appropriation du problème ?

Nous présentons les résultats d'une recherche expérimentale, en notant que relativement peu de résultats expérimentaux sont disponibles sur l'apprentissage avec les environnements informatiques de jeux [BECKER 08]. En effet, si le fait que l'on peut apprendre en utilisant des jeux informatisés n'est plus controversé [EGENFELDT-NIELSEN 06], intégrer ces jeux dans la formation initiale et démontrer leur efficacité est une autre question. Nous nous basons sur une ingénierie didactique et le développement d'un EIAH. Dans la section 3, nous analysons les facteurs potentiels de l'appropriation (Q3) dans un jeu particulier présenté dans la section 2. Dans la section 5, nous répondons à (Q1) en nous basant sur une analyse qualitative de données introduite dans la section 4. La section 6 est une conclusion.

2 Le contexte de l'étude

Dans une approche didactique, nous nous intéressons à un problème d'enseignement particulier et un environnement de jeu particulier (Loé) qui assemble diverses technologies. Nous reviendrons sur ce qui est générique, dans les deux dernières sections. Le contexte de notre étude est le Laboratorium of Epidemiology (« Loé ») qui immerge des étudiants en médecine de deuxième année dans une simulation d'un hôpital et de différentes institutions, combinée avec un scénario de jeu. Loé a été conçu par des chercheurs, des experts du domaine (statistique et épidémiologie), des enseignants et des étudiants, avec des niveaux de participations

divers et selon une méthodologie décrite par ailleurs [NEY et BALACHEFF 08]. La conception de Loé s'est inspirée de travaux récents sur les phénomènes embarqués [MOHER 06] et les simulations participatives [COLELLA 00] dont elle retient les caractéristiques suivantes : une expérience d'apprentissage immersive et collaborative basée sur une simulation persistante et distribuée. En effet, si Loé partage avec les jeux vidéo, entre autre, le fait que les joueurs sont des personnages qui interagissent avec d'autres, il ne se limite pas aux interactions visibles sur un seul écran ; la simulation est distribuée et les joueurs vont utiliser, notamment, leur téléphone ou leur boîte mail. Loé est donc un jeu de simulation où la simulation a le double sens d'une mise en scène avec attribution de rôle et d'une modélisation informatisée d'un phénomène (ici la vie de l'hôpital).

Loé est utilisé par des étudiants qui conçoivent et réalisent une étude épidémiologique, rédigent et présentent leurs résultats dans un congrès et, ce faisant, acquièrent des compétences en « lecture critique d'articles médicaux »¹. Loé est aussi utilisé par des chercheurs qui étudient l'efficacité et les conditions d'apprentissage avec ce type de jeu de simulation. Loé est donc à la fois un projet d'innovation pédagogique intégré dans un module de Biostatistique en faculté de médecine et un projet de recherche, un *laboratorium*, permettant un recueil de traces non-intrusif et constituant un événement non singulier dans la vie des étudiants et des enseignants. Le moyen choisi pour cet apprentissage est celui de *l'expérience*. Les tâches principales et les enjeux d'apprentissage liés à ces tâches sont indiqués dans le tableau suivant.

Tâches (en équipe)	Enjeux
Recherche bibliographique	Connaître une maladie ainsi que les méthodologies d'enquête en épidémiologie
Réaliser une pré-enquête à l'hôpital	Concevoir une enquête (qualité de l'échantillon, qualité des indicateurs, considérations éthiques et réglementaires, etc)
Analyser des données	Traiter les données avec des outils statistiques et donc les comprendre
Rédiger un article puis communiquer à l'oral	Défendre son outil de décision sur la base d'un argumentaire statistique et dans les formats de présentation scientifique

Tableau 1. Analyse des enjeux d'apprentissages principaux du jeu

¹ . L'examen Classant National du concours d'internat comporte une épreuve de lecture critique d'un article médical ce qui a pour objectif d'amener les étudiants à porter un regard critique sur, notamment, les approches statistiques.

Au cours du jeu, les étudiants vont rencontrer principalement deux problèmes. Le jeu a été conçu pour que l'étudiant soit amené à résoudre (1) un problème de statistique d'analyse d'une base de données médicales. Au démarrage du jeu, il est missionné pour résoudre un autre problème, à savoir (2) le diagnostic des MTE (Maladies Thrombo-Embolique veineuses) dans les hôpitaux. Ce deuxième problème contextualise le problème de statistiques. L'appropriation du problème est un point décisif au succès de l'étudiant car l'apprentissage des statistiques contextualisé par le jeu passe par la compréhension du rôle à jouer, des enjeux du problème à résoudre et, plus généralement, de la fonction des statistiques dans cette spécialité de la médecine qui est la santé publique. Pour satisfaire cet objectif, Loé a été conçu comme une *situation authentique* [MOHER 06], c'est-à-dire qu'il crée des conditions qui permettent aux étudiants de s'approprier des problèmes, en présentant des éléments de la réalité d'un hôpital, tout en adaptant les complexités de ce dernier au niveau de la deuxième année de médecine et donc aux objectifs d'apprentissage. Pour cette étude, nous avons choisi d'étudier l'appropriation du problème (2) de santé publique comme indicateur d'une dévolution réussie. La mission confiée aux étudiants leur donne explicitement un rôle de médecin : en faisant une enquête en épidémiologie sur une maladie nosocomiale, la MTE, ce médecin doit construire un outil de décision qui sera utilisé par des médecins hospitaliers. Savoir comment ce rôle est assumé et compris par les étudiants est l'une des questions qui nous permettra de chercher des indicateurs de l'appropriation du problème.

3 Analyse des facteurs potentiels de l'appropriation

Nous avons identifié plusieurs types de facteurs qui peuvent faciliter ou gêner l'appropriation du problème, à partir de la littérature et d'une analyse du jeu présenté ci-dessus.

3.1 Les interventions du tuteur au cours des séances

L'appropriation du problème dépend en partie du processus par lequel le tuteur parvient à placer l'étudiant comme « résolveur » du problème, parfois appelée la « proposition du problème » [JOSHUA et DUPIN 93]. Cette dévolution consiste, pour le tuteur, non seulement à proposer à l'étudiant une situation qui doit susciter chez lui une activité inhabituelle, mais aussi à faire en sorte qu'il se sente responsable de l'obtention du résultat proposé. Pour qu'il y ait dévolution, il faut que l'étudiant en ait préalablement accepté le principe lors de la négociation du contrat didactique. Pour Brousseau, le contrat didactique fonctionne comme « un système d'obligations réciproques qui détermine ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer, et dont il sera d'une manière ou d'une autre, responsable devant l'autre » [BROUSSEAU 98]. Au cours des séances du jeu Loé, le tuteur intervient pour des aides méthodologiques uniquement, mais il conviendrait

d'analyser ces interventions dans une recherche des facteurs favorisant l'appropriation du problème [ARSAC et al 92].

3.2 *Les interventions des évaluateurs*

Il y a deux moments importants d'évaluation des productions écrites des étudiants dans Loé : une validation du protocole construit par les étudiants réalisé par le Comité de Protection des Personnes (CPP) et une validation de l'article par les organisateurs du congrès (tableau 2). Les étudiants reçoivent ces validations par courriel, de la part des experts du CPP, et en ligne, de la part des organisateurs (et non de la part du tuteur, bien que ce soit le groupe des tuteurs qui rédigent ces réponses).

Action (media)	Rétroactions (media)
Envoyer le protocole au comité d'experts (mail)	Validation du protocole par les experts (mail)
Soumettre l'article au congrès (site web)	Validation de l'article par le comité scientifique (site web)

Tableau 2. Rétroactions ayant pour but l'évaluation d'une production écrite des étudiants

Ces rétroactions peuvent permettre à l'étudiant de s'approprier ou se ré-approprier le problème en santé publique et se positionner comme un médecin qui le résout, dans la mesure où il reçoit des rétroactions adaptées à ce qu'il a produit et qui a provoqué cette rétroaction.

3.3 *Le système d'interactions avec des personnages simulés du jeu*

Une partie de l'environnement, celle à laquelle les étudiants sont confrontés au début du jeu, a été conçue pour immerger l'étudiant dans une expérience professionnelle. Quelles caractéristiques de cet environnement peuvent faciliter l'appropriation du problème de santé publique qui sert de contexte à cette expérience ? La caractéristique essentielle de cet environnement est de faire « vivre » aux étudiants l'expérience des interactions humaines, en utilisant un système d'interactions proches du système réellement utilisé par les professionnels. Ces interactions sont celle décrites dans les tableaux 2 et 3. Dans un jeu de simulation, les interactions humaines sont parfois jouées en classe entre étudiants et avec le tuteur. Dans notre cas, nous faisons l'hypothèse d'une meilleure appropriation du problème grâce à des subterfuges que sont l'utilisation des technologies usuelles aux étudiants (leur téléphone, leur boîte mail) et par le réalisme de la réponse qu'ils

obtiennent, dans sa forme et dans son contenu (vidéo de patient basée sur un cas réel, SMS, mails).

Action (media et mode)	Rétroaction (media)
Demander l'autorisation d'interroger des patients à l'hôpital (laisser un message vocal sur un répondeur, avec son téléphone personnel)	Une réponse argumentée (VOIP, SMS)
Interroger des patients à l'hôpital (sur le site web, choisir un service de l'hôpital puis un patient puis une question)	Une réponse à la question (vidéo)
Faire une requête de données à l'hôpital (remplir un formulaire web)	Un tableau de données (mail)

Tableau 3. Rétroactions simulant une interaction humaine

Ceci permet de faire vivre à l'étudiant une expérience plus proche de celle qu'il aura dans un hôpital, avec ce qu'elle comporte d'émotions (empathie, intimidation, etc) et de contraintes (laisser un message bref sur le répondeur, le patient ne se répète pas, etc). Nous chercherons dans quelle mesure chacun de ces moments d'interactions avec des personnages du jeu va faciliter l'appropriation du problème de santé publique. Dans l'étude expérimentale qui est présenté ici, nous analysons la demande d'autorisation d'interroger des patients (première ligne du tableau 3).

4 Recueil des données

Plusieurs données vont pouvoir permettre de dégager des indicateurs de l'appropriation du jeu, et donc du problème, dans Loé. Nous allons présenter une analyse d'une partie de ces données. Dans Loé, la question est : à quoi voit-on que les étudiants agissent et parlent du point de vue d'un médecin qui construit un outil de décision de santé publique ? Ces indicateurs devront ensuite être confrontés aux facteurs qui peuvent expliquer le processus d'appropriation.

4.1 Participants

Les étudiants sont en deuxième année de médecine à Grenoble (première année après le concours) dans un module obligatoire de biostatistique. Le module est suivi par une promotion d'environ 180 étudiants répartis sur sept groupes de TD. Le cours a eu lieu au premier semestre et est suivi de huit séances de quatre heures de TD, au second semestre. Les participants sont tous dans le même groupe-TD (N=28, 22

filles, 6 garçons) et ont été affectés à ce groupe par l'administration. Ils travaillent en équipes de quatre étudiants à la résolution de la mission. Leur tuteur est aussi le responsable du module et a participé à la conception de l'environnement informatique et du scénario du jeu.

4.2 Procédure

Nous analysons un moment particulier dans la résolution du problème, celui de l'interaction avec les responsables des unités fonctionnelles de l'hôpital simulé (tableau 3). Après avoir pris connaissance de la mission à travers le document qui la décrit et des recherches bibliographiques, les étudiants ont commencé à construire le protocole de leur étude épidémiologique. Afin de pouvoir interroger des patients selon ce protocole, ils doivent demander l'accord du responsable de chaque unité fonctionnelle (UF des urgences, de médecine A, de médecine B ou de chirurgie) de l'hôpital qu'ils souhaitent visiter. Pour cela, ils doivent composer le numéro de téléphone indiqué à l'entrée de chaque UF (sur le site web) et, après avoir écouté un bref message, ils vont formuler leur demande et donc le problème tel qu'ils perçoivent utile de le décrire à ce responsable. Ils reçoivent ensuite une réponse par SMS qui leur donne soit un accord, soit un refus argumenté. Un accord ouvre automatiquement l'accès aux chambres des patients de l'UF considérée (sur le site web) à toute l'équipe. Cet appel téléphonique est donc une étape obligatoire pour continuer l'étude épidémiologique. Une équipe peut effectuer plusieurs appels, soit pour avoir accès à plusieurs UF, soit pour reformuler sa demande après un refus.

4.3 Données

Les données recueillies proviennent des enregistrements des messages vocaux qui ont pu être laissés par les étudiants sur le répondeur de l'hôpital. Il y a 15 messages d'une durée moyenne de 46 secondes (19s - 152s). Ces messages ont été enregistrés par 9 étudiants dans 7 équipes, sur une période d'un mois, au cours des séances de TD ou entre deux séances.

5 Méthode d'analyse et premiers résultats

Nous présentons une analyse qualitative qui permet de qualifier différents phénomènes et de donner des preuves d'existence de ces phénomènes. Nous présentons ici les premiers résultats. Une autre étude sera nécessaire pour faire une analyse quantitative. Elle est planifiée pour début 2010, elle portera sur une quarantaine d'équipes (toute la promotion de cette année là).

5.1 *Méthode d'analyse*

Les messages sont intégralement retranscrits. Quatre moments ont été identifiés dans le discours de l'étudiant : se présenter, décrire son objectif, argumenter sa demande, prendre congé. L'unité d'analyse est l'un de ces moments. Ces unités ont été analysées successivement pour répondre aux questions suivantes, notre but étant d'identifier des catégories de réponses à ces questions : sous quelle identité l'étudiant se présente-t-il ? Cette identité est-elle individuelle ou collective ? Dans quelle mesure s'est-il approprié le texte de la mission ? Voit-il sa tâche comme étant une étude clinique ou de santé publique ? Quel rapport a-t-il à l'autorité (le responsable de l'unité auquel il s'adresse) ? Quel rapport a-t-il aux patients qu'il va interroger (les envisagent-ils comme des humains ou des informations sur un site web) ? Quel rapport a-t-il au personnel de l'unité fonctionnelle ?

Plusieurs catégories de réponses ont été prévues ; certaines ont été retrouvées dans les données, d'autres pas. Le classement dans les catégories est effectué par deux chercheurs en parallèle. Nous présentons ces catégories dans la section suivante, avec un exemple d'unité d'analyse leur correspondant, quand il existe. Nous avons produit une grille d'analyse de l'appropriation du problème par les étudiants sous les différents angles correspondant aux questions posées ci-dessus. Cette grille est présentée dans une forme décontextualisée par rapport au jeu Loé, les éléments de contexte étant seulement indiqués entre parenthèses (tableau 4). Nous séparons dans le tableau ce qui est adéquate, autrement dit ce qui est attendu si cette interaction avait lieu dans un véritable hôpital et ce qui ne l'est pas, avec des cas intermédiaires. Un discours inadéquate de l'étudiant peut être un signe qu'il ne s'est pas approprié le problème comme cela peut être le signe qu'il ne sait pas de quelle façon il lui doit s'exprimer, faute d'expérience. Nous mesurons donc le niveau d'appropriation du problème, et si ce problème est celui voulu par l'enseignant.

Questions	Catégories pour chaque question			
	Adéquate	Intermédiaire		Inadéquate
Identité	Personnage (médecin)	Etudiant		Je
	Membre d'une équipe	-		Individu
	Donne son nom	-		Ne donne pas son nom
	(Est envoyé par la commission)	(Fait une enquête épidémiologique)	(Continue une enquête)	(Est en deuxième année)
Texte de la mission	Interprétation (contexte de la maladie ou méthodologie de l'enquête)		Reproduction	Déformation
Fonction	Tâche voulue par l'enseignant (santé publique)	-		Tâche annexe (médecine clinique)
Attitude envers les personnages (patients, personnel)	Le personnage est un être humain	Le personnage est une source d'information	-	Le personnage est ignoré
Attitude envers un personnage représentant la hiérarchie	Très formelle	Formelle	-	Informelle

Tableau 4. Grille d'analyse de l'appropriation

Enfin, nous avons attribué un score à chacune des catégories de ce tableau : un score nul pour la colonne « inadéquate » et un score non nul pour les autres. Les scores n'ont pas de signification en eux-mêmes mais servent à établir une échelle pour le niveau d'appropriation de chaque message et, plus tard, à comparer avec les autres interactions des tableaux 2 et 3.

5.2 Résultats

Nous avons constaté que bien que les étudiants travaillent en équipes de quatre, c'est presque toujours le même téléphone qui est utilisé et la même personne qui parle, souvent différente du propriétaire du téléphone. Ces équipes ont donc toutes spontanément attribué un rôle de porte-parole à l'un des leurs.

5.2.1 *Appropriation d'une identité*

Nous avons utilisé le moment « se présenter » pour faire l'analyse suivante. Nous avons observé que les étudiants, lorsqu'ils ont contacté le responsable des unités fonctionnelles l'hôpital simulé, l'ont fait en assumant différentes identités. Un étudiant s'est présenté en tant que médecin (1/15) en disant « *bonjour, ici le docteur [...], ceci est un message pour le docteur Jacob du service des urgences de l'hôpital de Gremont* ». D'autres, quoique se présentant comme un étudiant en médecine, indiquent qu'ils sont envoyés par une commission pour réaliser une enquête (3/15). Une identité assez récurrente (5/15) est celle d'un étudiant dans un module (envoyé par un professeur) ayant à réaliser une enquête « *je suis une étudiante en deuxième année de médecine, nous faisons une étude statistique sur les maladies thromboemboliques* ». Enfin, des étudiants se présentent uniquement par leur nom (2/15), à chaque fois dans le cas d'un deuxième appel. Par ailleurs, la plupart des étudiants ne se présentent pas comme individu mais plutôt comme membre d'un groupe (14/15).

5.2.2 *Appropriation du texte de la mission*

Nous avons utilisé les moments « décrire son objectif » et « argumenter sa demande » pour faire l'analyse suivante. La mission est explicitement confiée à des médecins par la commission du médicament. Cette mission présente le problème et les conditions de travail aussi bien que les objectifs à atteindre. Ainsi, un moyen de vérifier si les étudiants se sont appropriés le problème, est de repérer des informations de la mission qui apparaissent dans leurs messages. Ces informations peuvent apparaître sous différentes formes, nous en avons distingué deux. L'étudiant peut reproduire l'information du texte en récitant des phrases identiques ou presque. Il peut aussi interpréter le texte en faisant abstraction de l'information offerte et en présentant des informations qui ne sont pas présentes dans le texte .

5.2.3 *Rôle dans l'hôpital*

En se procurant une identité dans le jeu, l'étudiant jouera un personnage qui aura un rôle dans l'hôpital. Le rôle de ce personnage pourra présenter des caractéristiques distinctes, soit liées à la médecine clinique, soit liées à la santé publique. Dans un rôle qui exécute des tâches de médecine clinique, les étudiants vont mentionner des questions liées au diagnostic des patients et aux traitements. Dans un rôle qui exécute des tâches de santé publique, ils vont se tourner vers l'enquête épidémiologique, la recherche de facteurs de risque de la MTE et la conception d'un outil diagnostique utile pour une communauté de médecins. Nous avons repéré dans tous les messages (15/15) des éléments qui démontrent une appropriation réelle du rôle de médecin contribuant à une étude de santé publique : « *... et si jamais nous [à] arrivons une conclusion intéressante, ça pourrait être très important très intéressant pour le service, pour pouvoir dépister plus rapidement et plus*

efficacement les maladies thromboemboliques et ça aurait un retentissement sur la mortalité à l'hôpital qui pourrait être important ... ».

5.2.4 Attitude envers les patients ou le personnel

Les étudiants mentionnent parfois les patients dans leur message. Pour certaines équipes, les patients ne sont que des sources d'information (9/15) « ... interroger [les] patients [...] pour établir un lien entre leurs facteurs de risque comme leur âge leur [inaudible] médicamenteuse [...] et leurs antécédents médicaux, afin de voir s'ils sont bien [inaudible] haut risque de contracter une maladie thromboembolique ... ». Alors que certains (3/15) sont concernés par les personnes qu'ils vont rencontrer et des questions éthiques, par exemple en assurant que « ... il n'y aura aucun examen invasif sur vos patients, ce n'est pas quelque chose qui atteindra l'intégrité de la personne ... ». Les autres messages ne mentionnent même pas les patients. La même analyse est faite à propos du personnel de l'hôpital. Les étudiants qui mentionnent le personnel font tous référence à des personnes et non à des informations (3/15).

5.2.5 Attitude envers la hiérarchie

Nous avons utilisé les moments « se présenter » et « prendre congé » pour faire l'analyse suivante. Une majorité des étudiants s'adressent de manière formelle au responsable (10/15) ce qui indique une relation de hiérarchie adéquate entre le responsable et l'étudiant. Parmi ces étudiants, certains (2/15) ont recours à des formules de politesse (et sont classés dans une catégorie « très formel ») : « ... je sollicite de votre bienveillance l'autorisation en fait d'accès à votre service hospitalier ... ». Enfin, d'autres étudiants s'expriment de manière informelle (5/15) : « merci d'avance de répondre sur mon portable, merci au revoir. »

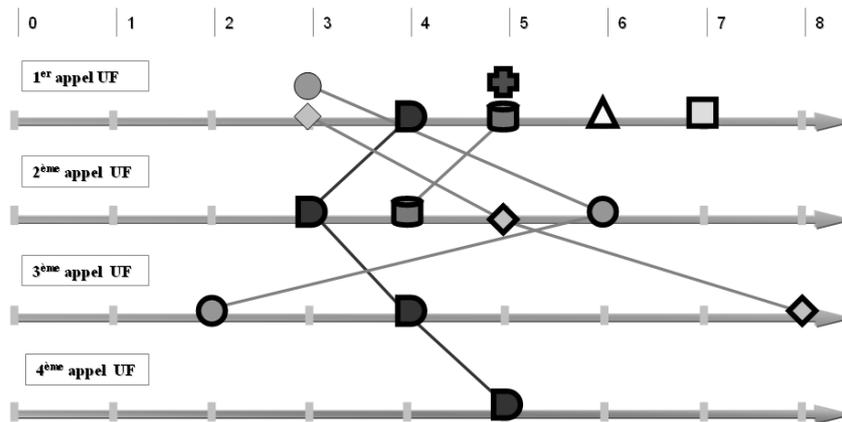


Figure 1. Score d'appropriation de chaque par équipe de quatre étudiants et rétroaction.

La figure 1 permet de visualiser l'évolution des scores (de zéro à huit) d'appropriation au fur et à mesure des interactions (ici il y en a quatre au plus). Nous pouvons constater la quantité de communications de chaque équipe (dans la figure représentées par des figures géométriques, une par équipe). La rétroaction reçue par l'équipe suite à sa communication est indiquée en gras si le message est validé par le tuteur qui se cache derrière le personnage qui a reçu le message. Ceci permet de voir pour chaque équipe quel système d'interaction a favorisé l'appropriation. Ces résultats préliminaires nous serviront à définir des profils d'appropriation que nous utiliserons pour une étude à plus grande échelle.

6 Conclusion et perspectives

Nous avons catégorisé, pour chaque étudiant, les extraits de message qui nous permettraient de déterminer si l'étudiant est dans le problème de santé public ou pas et à quel niveau d'appropriation il en est. Cette analyse des données a permis de mettre en évidence différentes dimensions de l'appropriation (tableau 4). Cependant, chacun des extraits de message classés sont des indicateurs qui ne peuvent pas toujours, en soi, permettre d'assurer que l'étudiant est dans le jeu et dans le problème. Par exemple, une attitude familière envers la hiérarchie peut être le signe que l'étudiant ne joue pas le jeu de cet échange avec le responsable d'une unité fonctionnelle à l'hôpital. Cependant, cela peut aussi être représentatif de l'attitude de cet étudiant envers un tel responsable, même s'il le rencontre réellement. Nous devons donc recueillir un ensemble d'indicateurs pour pouvoir affirmer qu'un étudiant s'est approprié le problème voulu.

Nous avons limité notre analyse, dans le cadre de cette communication, à l'impact d'un des facteurs d'appropriation cité dans le tableau 3 (un des systèmes d'interaction) : téléphoner à un personnage ayant un rapport de hiérarchie avec le personnage attribué à l'étudiant pour résoudre sa mission. Cette interaction semble avoir facilité une appropriation du problème pour la majorité des étudiants (Figure 1). Différentes caractéristiques de cette situation peuvent expliquer le score élevé d'appropriation et ont été mentionnées par au moins un étudiant lors d'une interview : le fait que les étudiants utilisent leur téléphone portable (les étudiants trouvent cela « intéressant » et plus « réaliste »), le fait qu'ils tombent sur un répondeur qui limite le temps de l'appel (besoin de se préparer), le fait que le personnage est un humain et non une machine (cependant le doute plane au niveau de étudiants qui ne savent pas si c'est leur tuteur, un médecin ou un autre tuteur). Notre but est de poursuivre cette analyse sur les autres données recueillies au cours du jeu (tableaux 2 et 3) afin d'étudier le processus d'appropriation du problème au cours du jeu, voir si les étudiants jouent le même jeu dans la durée et si certains facteurs sont facilitant et d'autres pas. Pour cela, nous nous appuyerons sur les niveaux de dévolution de Brousseau (section 1). Par exemple, avant d'atteindre des niveaux plus élevés

d'appropriation du problème, l'étudiant peut simplement s'approprier le jeu (constater qu'il peut agir, puis que ses actions ont des effets), on pourra dire aussi qu'il s'immerge dans le jeu. Les résultats présentés ici montrent en effet qu'il est nécessaire de modéliser l'appropriation et ses différents niveaux ce qui permettra de lever l'ambiguïté qui peut exister entre l'appropriation du jeu et l'appropriation du problème qui rend le jeu sérieux..

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Jean-Luc Bosson et Claudine Schwartz, du laboratoire TIMC, pour leur collaboration dans la conception de Loé et sa mise en œuvre auprès des étudiants. Nous remercions également la région Rhône-Alpes et l'Université Joseph Fourier pour leur soutien financier.

7 Bibliographie

- [ACKERMAN 96] Ackerman, E., Perspective-taking and object construction: Two keys to learning. In Y. Kafai and M. Resnick (Eds.), *Constructionism in practice: Designing thinking and learning in a digital world* (pp. 25-32). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.
- [ARSAC et al 92] Arsac G., Balacheff N., Mante M., Teacher's role and reproducibility of didactical situations. *Educational Studies in Mathematics* 23 (5) 5-29, 1992.
- [BECKER 08] Becker, K., The invention of good games: understanding learning design in commercial video games. Thèse soutenue à l'université Calgary, Alberta, Canada, 2008.
- [BROUSSEAU 98] Brousseau G., *Théorie des situations didactiques*, Grenoble, La Pensée Sauvage, 1998.
- [COLELLA 00] Colella, V., Participatory simulations: building collaborative understanding through impressive dynamic modeling, *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 9, pp.471-500, 2000.
- [EGENFELDT-NIELSEN 06] Egenfeldt-Nielsen, S., Overview of research on the educational use of video games. *Nordic journal of digital competencies*, 1, 184-213, 2006.
- [JOSHUA et DUPIN 93] Joshua, S., Dupin, J.-J., *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris, PUF, 1993.

- [MOHER 06] Moher, Thomas G., Embedded phenomena: supporting science learning with classroom-sized distributed simulations. In: Proceedings of ACM *CHI 2006 Conference on Human Factors in Computing Systems* 2006. pp. 691-700, 2006.
- [MOHER et al 08] Moher, T., Uphoff, B., Bhatt, D., Lopez-Silva, B., and Malcolm, P., WallCology: Designing Interaction Affordances for Learner Engagement in Authentic Science Inquiry. In: Proceedings of ACM *CHI 2008 Conference on Human Factors in Computing Systems* 2008.
- [NEY et BALACHEFF 08] Ney M., Balacheff N., Learning aware environment: a Laboratorium of epidemiological studies. Paper presented at the *Adaptive Hypermedia Conference*, Hanover, Germany. Workshop on Technologies for Mobile and Wireless Adaptive Elearning Environments, 2008.
- [WERTSCH 98] Wertsch, James V., *Mind as action*, New York, Oxford University Press, Oxford, 1998.

Mieux comprendre la notion d'intégration entre l'apprentissage et le jeu

Nicolas Szilas, Denise Sutter Widmer

*TECFA, FPSE
Université de Genève
CH 1211 Genève 4
Suisse
nicolas.szilas@unige.ch
sutterw5@etu.unige.ch*

RÉSUMÉ. : Concrétiser le potentiel des jeux vidéos pour l'apprentissage, c'est peut-être avant tout répondre à des questions à la fois fondamentales et pratiques : comment intégrer le contenu d'apprentissage dans un jeu ? Comment, dans un jeu pédagogique, ne sacrifier ni le gameplay, ni la qualité pédagogique, ni les deux ? Pour cela, après une rapide analyse de deux jeux pédagogiques de qualité, nous proposons une analyse systémique/sémiotique des jeux pour disséquer le concept d'intégration jeu – apprentissage et en définir quelques sous-dimensions : intégration des mécaniques, intégration des fictions et intégration des temporalités.

MOTS-CLÉS : Apprentissage par le jeu, intégration jeu-apprentissage, jeu, jeu pédagogique, game design.

1 Contexte

L'idée d'utiliser des jeux vidéo pour l'apprentissage n'est pas récente, puisque dès 1980, des chercheurs tels que T. Malone [MALONE 81] s'intéressaient à la question d'un point de vue scientifique tandis que les premiers logiciels ludo-éducatifs apparaissaient sur le marché au milieu des années 1980. Le récent regain d'intérêt pour l'utilisation des jeux vidéo dits « modernes » à des fins pédagogiques, s'il constitue une innovation technologique en ce qu'il témoigne de l'arrivée de nouveaux produits et marchés, doit être aussi considéré dans la continuité de travaux et produits plus anciens, tout au moins pour une certaine classe d'utilisation des produits.

En effet, qu'on parle de Ludo-éducatif (Edutainment) ou de Jeux sérieux (Serious games), les questions importantes concernant la double fonction de ces produits, à savoir divertir par le jeu et apprendre/enseigner, sont toujours d'actualité car elles n'ont pas encore trouvé de réponse satisfaisante. C'est ce manque théorique que nous souhaitons contribuer à combler dans ce qui suit, en abordant la question épineuse de l'intégration apprentissage – jeu.

Nous nous situons dans une démarche d'ingénierie pédagogique : à partir d'un objectif pédagogique donné, on cherche à concevoir un dispositif pédagogique dans lequel un jeu vidéo dédié joue un rôle prédominant. Du point de vue de l'utilisation, il s'agit de proposer à des apprenants de jouer à un jeu vidéo qui leur permettra d'atteindre l'objectif pédagogique concerné. Ainsi, nous mettons de côté d'autres approches telles que l'apprentissage par la conception de jeux vidéo ou bien l'acquisition de compétences motrices, sociales, métacognitives par l'utilisation de jeux non conçus à des fins pédagogiques.

Par ailleurs, il convient de préciser ce que nous entendons par « jeu » et « jeu pédagogique » (« learning game »). Il s'agit ici d'exploiter la capacité des jeux vidéo à engager fortement le joueur, un engagement interactif que l'on suppose bénéfique pour l'apprentissage. Ainsi, un jeu pédagogique doit rester jeu, même s'il intègre un objectif pédagogique donné. Pour recentrer encore notre contexte, nous nous intéresserons aux jeux réglés et finalisés, le *ludus* [CAILLOIS 58], par opposition au jeu libre et exploratoire, le *paidea*.

Enfin, pour finir de cerner notre domaine d'investigation, nous évoquerons brièvement la notion de débriefing. La question du débriefing est centrale pour les jeux pédagogiques, comme elle l'est pour les simulations [FANNING & GABA 07]. En effet, le débriefing est essentiel pour transformer une connaissance très contextualisée en une connaissance applicable dans d'autres contextes (problématique du transfert de connaissances). Le présent article se concentre essentiellement sur la première phase, à savoir l'acquisition contextualisée de connaissances. Dans la conclusion, nous reviendrons sur la question du débriefing et sa possible intégration dans le jeu lui-même.

Depuis l'apparition de la problématique des jeux pédagogiques, tels que circonscrits ci-dessus, une question récurrente a retenu notre attention, la question de l'intégration entre les composantes pédagogique et ludique des produits existants. Il est plus aisé de cerner ce concept de manière négative, c'est-à-dire en qualifiant ce qu'on pourrait appeler un jeu pédagogique mal intégré. Dans un tel produit, on observe une dissociation spatiale et temporelle entre le jeu et l'apprentissage :

-L'apprentissage porte sur des éléments du logiciel sur lesquels l'utilisateur ne joue pas, et vice-versa, il joue sur des éléments qui ne font pas partie du domaine d'apprentissage.

-Quand l'utilisateur joue véritablement, il n'apprend pas les contenus visés par le produit, et quand il les apprend (ou tout du moins quand il est dans une phase où il lui est proposé d'apprendre), il ne joue plus vraiment.

Les exemples illustrant cette dissociation sont nombreux, et ce problème a été relevé à plusieurs reprises [KELLNER 00, FRETE 02, HABGOOD et al. 05, EGENFELDT-NIELSEN 06, SZILAS & ACOSTA 09]. Dans ces écrits, on considère que l'apprentissage mal intégré est moins efficace, du point de vue pédagogique, que l'apprentissage intégré, et les auteurs ci-dessus critiquent le manque d'intégration entre jeu et apprentissage dans les produits existants. Ce constat conduit même souvent à un rejet en bloc du domaine de l'edutainment, considéré comme une illustration de l'approche béhavioriste [EGENFELDT-NIELSEN 06]. Même si nous rejoignons les critiques de beaucoup des jeux réalisés jusqu'à présent, nous appelons à plus de discernement. Notamment, nous appliquerons l'adage « la critique est facile, l'art est difficile », pour constater que, des définitions précises de l'intégration, au-delà du constat de non intégration, font défaut. Ainsi, pour [EGENFELDT-NIELSEN 06], les titres relevant d'une approche cognitive « engage players in a discovery process through a strong game experience that integrates learning and play while providing a strong experience akin to the limitations and potentials of the human mind ». Dans une approche concrète de conception, on aurait bien peu usage d'une telle définition.

La question de l'intégration jeu-apprentissage a été en premier lieu abordée par Malone, puis revisitée par Habgood. Dans les travaux de Malone [MALONE 81, MALONE & LEPPER 87], il s'agissait de distinguer une « extrinsic fantasy » et une « intrinsic fantasy ». Dans un premier cas, le problème d'apprentissage est présenté à l'intérieur du monde imaginaire donné par le logiciel (intrinsic fantasy) alors que dans l'autre cas, le problème est représenté à l'extérieur. Le produit en question est un jeu de fléchette qui permet d'appréhender la notion de fractions. Les deux versions sont représentées en Fig. 1. Dans la version intrinsèque (schéma de gauche), le joueur entre une fraction, qui doit correspondre à la position d'un des ballons représentés sur la ligne verticale. Si le nombre estimé est juste, une fléchette transperce le ballon; s'il est faux, la fléchette reste plantée sur la ligne verticale et le joueur est invité à retenter sa chance.

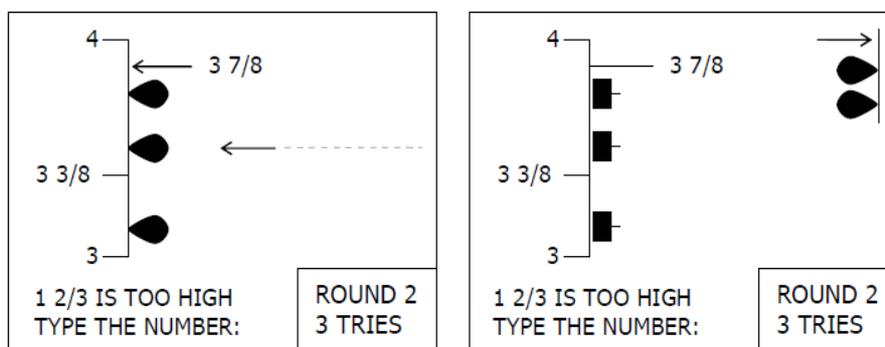


Figure 1. « fantasy » intrinsèque et extrinsèque pour un jeu pédagogique.

Dans la version extrinsèque (schéma de droite), les cibles ont été remplacées par des rectangles noirs. Les ballons et la fléchette qui représentent le monde imaginaire, servent uniquement à établir les scores obtenus. La relation intrinsèque entre l'apprentissage des fractions et la fiction du jeu (fantasy) est rompue.

Expérimentalement, l'étude tend à montrer que l'approche intrinsèque est plus motivante que l'approche extrinsèque. Au-delà de la critique méthodologique qui a pu être adressée (voir [HABGOOD et al. 05]), on peut surtout constater que la question de l'intégration entre le jeu et l'apprentissage est considérée seulement au niveau du monde imaginaire (ou fictionnel). Ainsi, intégrer le contenu de l'apprentissage revient à l'intégrer dans la fiction du jeu, alors qu'un jeu comporte aussi (et surtout) une mécanique de jeu, constituée de règles prédéfinies (appelées « règles constitutives » dans [SALEN & ZIMMERMAN 03]). La question de l'intégration doit être considérée aussi au niveau de la mécanique elle-même de jeu [HABGOOD et al. 05]. Ces derniers auteurs préfèrent ainsi parler d'intégration intrinsèque vs extrinsèque, mais ne nous donnent pas pour autant de critères clairs pour distinguer les deux cas et surtout guider une conception.

Nous faisons l'hypothèse que si cette question de l'intégration jeu-apprentissage a du mal à être clairement cernée, c'est en partie parce que plusieurs dimensions entrent en jeu, dimensions aujourd'hui superposées. Autrement dit, l'intégration ne pourrait se mesurer sur une seule échelle : il faudrait distinguer plusieurs sous-dimensions d'intégration pour qualifier finement un jeu pédagogique. Aussi, il semble que la notion d'intégration est continue, qu'il y a des produits plus ou moins bien intégrés. Il nous apparaît essentiel de pouvoir clarifier cette idée de continuité.

Pour parvenir à mieux cerner le concept, nous allons analyser deux jeux existants, des jeux que l'on pourrait qualifier de « research-based educational video games » dans la classification de [EGENFELDT-NIELSEN 06]. Nous avons soigneusement évité de choisir des jeux à l'évidence mal intégrés, dont l'analyse nous aurait ramenés à notre point de départ. Au contraire, les jeux proposés nous ont semblé constituer des avancées significatives en matière d'intégration jeu-

apprentissage. Cependant, il nous est en même temps apparu que ces jeux n'étaient pas pour autant « parfaitement » intégrés. La brève analyse de ces deux jeux nous amènera à analyser la question de l'intégration sous plusieurs angles et à proposer plusieurs sous-dimensions du concept d'intégration jeu-apprentissage.

2. Deux exemples de jeux pédagogiques

2.1. *Zombie Division - J. Habgood et coll.*

Dans le cadre de sa thèse, J. Habgood [HABGOOD 07] a développé deux versions d'un jeu mathématique portant sur les divisions (*Zombie Division*), l'une où le jeu et l'apprentissage sont présentés comme étant intégrés intrinsèquement, l'autre où cette intégration serait extrinsèque. Nous nous attacherons à décrire ici la version intrinsèque du jeu.

Zombie Division est un jeu mathématique d'action et d'aventure. Le but du jeu consiste pour le joueur à vaincre dans un combat au corps à corps des squelettes qui l'empêchent de progresser dans le jeu. Les ennemis, incarnés par les squelettes, sont d'anciens athlètes de la Grèce antique décédés depuis fort longtemps.

Chaque squelette porte un dossard sur lequel figure un nombre. Pour pouvoir vaincre son adversaire, le joueur a à sa disposition trois types d'armes de valeurs différentes (épée, bouclier, gant à crispin), qui correspondent chacune à un diviseur spécifique (respectivement 2, 3 et 5). Il doit alors choisir l'arme qui va lui permettre de diviser en nombres entiers le chiffre figurant sur le dossard du squelette, qui correspond au dividende, avec pour objectif de décomposer le squelette de telle manière à ce qu'aucun reste ne subsiste. Le joueur peut combiner différentes armes ou utiliser la même arme à plusieurs reprises contre son assaillant. Cependant, le nombre d'attaques est limité à trois.

Prenons un exemple. Pour diviser le nombre 12, le joueur a plusieurs possibilités: il peut soit utiliser deux fois de suite une épée (diviseur 2) suivi d'un bouclier (diviseur 3), soit directement recourir à 2 épées combinées (diviseur 4) auquel il va adjoindre un bouclier (diviseur 3), ou alternativement choisir la combinaison épée/bouclier (diviseur 6) qui sera suivi de l'emploi d'une épée (diviseur 2).

Dans le jeu surgissent des ennemis qui ne peuvent être vaincus avec l'une ou l'autre des armes disponibles (par ex. un squelette arborant le chiffre 17 sur son dossard). C'est au joueur de les repérer afin d'éviter d'engager un combat qui résulterait dans la perte d'une vie (health). Lorsque le nombre de vies tombe à zéro, le joueur doit recommencer la partie au même niveau.

Malgré les efforts d'intégration, on peut constater que la relation entre l'avancée dans le jeu et le concept de division demeure arbitraire – on pourrait remplacer l'obstacle sur la division par un autre obstacle, si tant est qu'on puisse y répondre par un « choix des armes », donc par un choix multiple.



Figure 2. *Zombie Division* (Habgood, 2007)

2.2 Equations linéaires - Mind Research Institute

L'approche revendiquée par les concepteurs du jeu sur les équations linéaires est de type spatiale et temporelle [MIND INSTITUTE 09] dans le but de développer une compréhension conceptuelle des mathématiques. Les symboles et nombres ne sont introduits que progressivement au fur et à mesure qu'on avance dans le jeu. Les élèves sont exposés à des problèmes de difficulté croissante, qui ne nécessitent pas de connaissances préalables des notions abordées.

Dans le jeu que nous avons sélectionné, l'élève appréhende la notion de variable inconnue ($a.x = b$). Le but du jeu est le suivant : Jiji, un pingouin, doit franchir un pont que l'élève doit construire en substituant la variable x par le chiffre qui correspond à la largeur du pont (cf. Fig. 3). Pour y parvenir, l'élève clique sur un des chiffres présentés au bas de l'écran. Le nombre vient prendre la place du x situé au-dessus du pont puis se transforme en une barre horizontale représentant le pont. Si le nombre choisi est correct, la barre vient s'ajuster correctement à l'emplacement prévu pour le pont. Jiji peut alors traverser le pont sans encombre. Par contre, si le nombre choisi est inférieur à celui qui correspond à la variable x , la barre horizontale est d'une longueur insuffisante pour relier les deux côtés du chemin ; si le nombre choisi est trop grand, le pont se présente comme un obstacle infranchissable. Dans les deux cas, Jiji avance jusqu'au pont, inachevé ou surélevé, avant de rebrousser chemin.

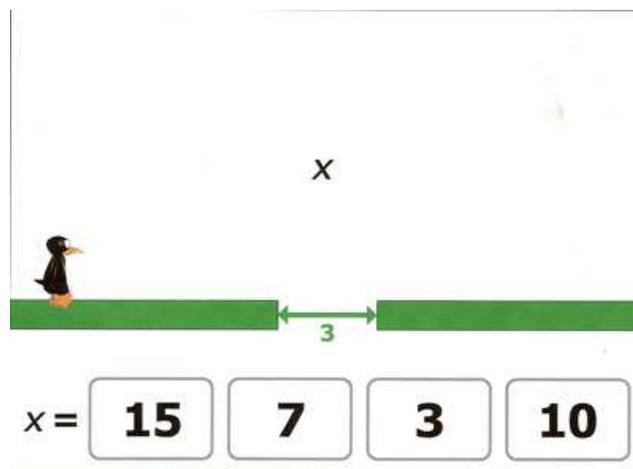


Figure 3. Capture d'écran d'un exemple de jeu sur les équations linéaires

Dans ce jeu, l'apprentissage et le jeu s'articulent autour d'une résolution de problème. L'intégration de l'apprentissage dans le jeu passe par un feedback qui s'aligne sur le but pédagogique poursuivi. Le feedback est donné ici par le milieu, pour reprendre une terminologie didactique [SZILAS & ACOSTA 09]. Il se décline en deux temps : la construction, réussie ou non, du pont et la réaction de Jiji. Le feedback n'est donc pas verbalisé mais l'élève comprend immédiatement si son choix est juste ou non. La longueur de la barre permet à l'élève de comprendre visuellement, le cas échéant, l'origine de son erreur et d'ajuster sa réponse en conséquence au tour suivant lorsqu'il est confronté à nouveau au même problème.

On constate cependant que la navigation du personnage central est très réduite, un seul parcours est proposé, limité à la largeur de l'écran. A chaque fois que l'élève a donné une réponse et reçu un feedback, un nouvel écran s'affiche au sein duquel Jiji apparaît toujours au même emplacement, au début du chemin à parcourir. On peut se demander si cette absence de continuité dans la progression de Jiji ne nuit pas au rythme du jeu. Le déroulement du jeu, découpé en séquences distinctes, s'apparente à une séquence d'exercices entraînant une réduction de l'immersion de l'apprenant dans le jeu.

3. Dimensions d'intégration

Dans notre analyse du jeu *Zombie Division*, nous avons mentionné la relation *arbitraire* entre la question pédagogique et l'avancement du jeu. Peut-on formaliser un peu mieux cette notion, afin d'en faire un critère de conception plus fin ? En quoi ce jeu est d'un côté plus intégré que d'autres jeux similaires et de l'autre encore insuffisamment intégré ?

Il nous faut pour cela revenir à la définition même du jeu, et notamment aux différentes *représentations* sous-tendues par les jeux. Nous avons proposé dans [SZILAS & ACOSTA 09] la définition suivante du jeu: « Un jeu est un système dynamique de signes sur lequel le joueur agit pour atteindre un but donné par le jeu, indépendamment de toute conséquence en dehors du jeu. ». Cette définition nous permet de poser que :

- un jeu est un système de représentations (signes), même s'il ne contient pas de fiction (« fantasy ») particulière ;
- si un jeu contient en plus une fiction, il faut comprendre le jeu comme un double système de représentations. Ainsi, le cheval d'un jeu d'échec s'inscrit dans un système de signe propre au jeu d'échec, dans lequel il acquiert une signification dans sa relation aux autres éléments du système, via les règles de fonctionnement du jeu (le fait qu'il puisse par exemple prendre une pièce en sautant par-dessus une autre). Mais il représente aussi un vrai cheval.
- Les sentiments d'engagement et de flow généralement recherchés dans les jeux viennent avant tout des règles du jeu elles-mêmes, plutôt que de la référence à des éléments réels soutenus par les modalités graphique et sonore.

Quand on conçoit un jeu pédagogique, on a très souvent, indépendamment de la représentation graphique, deux systèmes de signes qui sont confrontés : le système de signes correspondant au domaine d'enseignement, et un autre système de signe pour le jeu lui-même. Ainsi, dans le jeu *Zombie Division*, le premier système de signe est celui de la division des nombres entiers (notion de diviseur, dividende, reste), tandis que le second est celui des « shoot them up », à savoir la navigation dans un monde 3D dans lequel des éléments mobiles (ennemis) sont à éliminer pour atteindre un objectif localisé (fin du niveau). A ces deux systèmes de signes s'ajoutent une représentation fictionnelle, souvent narrative : monde tridimensionnel pour le « First Player Shooter » (FPS), dossards d'athlètes numérotés et épées de différentes valeurs pour le domaine de la division. Le niveau d'intégration pourra alors se définir par le degré d'intrication entre les deux systèmes de signes, et l'illustration de cette intrication dans le monde fictionnel. Ainsi, pour *Zombie Division* il faut se demander comment les signes du domaine d'apprentissage tels que les nombres et les diviseurs et les restes, et plus précisément les relations entre ces signes (qui forment un système de signes), interviennent dans le système de signes du FPS. On constate alors que le système de signe « division » intervient :

- pour décider du succès ou de l'échec dans un combat ;
- dans la visualisation de la mort des squelettes, qui se transforment en autant de fantômes que l'épée choisie (diviseur).

La première intervention du système de signes du domaine à enseigner dans le système de signes du jeu est celle qu'on retrouve dans tous les produits à faible intégration. Nous l'avons qualifié d'articulation par l'obstacle dans [SZILAS & ACOSTA 09]. La deuxième intervention offre une intégration plus intéressante, puisqu'elle matérialise le fait qu'une division juste (sans reste) divise une entité initiale en autant de sous-entités que la valeur du diviseur. Cependant, le fait qu'il s'agisse de fantômes, qui rapidement s'évaporent, est symptomatique d'une intégration limitée, dans la mesure où l'entité en question n'est plus utilisée plus tard dans le jeu.

Une manière de considérer la question de l'intégration est de partir du système de signes du domaine enseigné, dans ce cas la division. Une mécanique de jeu correspondante consisterait à donner à l'utilisateur la possibilité de diviser des entités, divisions qui auraient un effet différent selon qu'elle seraient juste ou non. Par exemple, la division pourrait créer des sous-entités qui auraient un rôle particulier dans le jeu (aider le joueur), alors que le reste au contraire gênerait le joueur dans sa progression. Une telle mécanique de jeu, que nous ne faisons certes qu'esquisser, est une réelle « mise en dynamique » du domaine à enseigner, qui peut ensuite participer à une dynamique de jeu. On parlera alors d'intégration des mécaniques.

Il nous reste maintenant à considérer en quoi le jeu *Zombie Division* est, malgré son manque d'intégration des mécaniques, plus intégré que d'autres jeux mathématiques. Le but initial des auteurs était de fournir le contenu à apprendre via les composantes du jeu les plus amusantes et insérer ce contenu dans la structure du jeu. En effet, le jeu possède deux caractéristiques notables, l'intégration des fictions et l'intégration des temporalités.

L'intégration des fictions consiste à avoir une même fiction pour la mécanique de jeu et pour la mécanique du domaine d'apprentissage. Ainsi, dans *Zombie Division*, un diviseur est un épée (noter qu'une épée peut couper en deux et donc qu'une arme à feu n'aurait pas été appropriée), un nombre est un squelette et son dossard, habilement justifié par l'ancien métier d'athlètes de ces squelettes.

L'intégration des temporalités consiste à faire fonctionner les deux systèmes de signes au même moment ou à des instants rapprochés. Dans *Zombie Division*, la notion de division intervient très souvent, à chaque rencontre avec un ennemi. La situation aurait été différente, au moins sur le plan quantitatif, si un quiz avait été proposé à la fin de chaque niveau pour passer au niveau suivant. C'est d'ailleurs ce que proposent les auteurs, à titre de situation de comparaison, dans la version dite « extrinsèque » du jeu.

4. Systèmes de jeu

Si l'on observe maintenant le jeu sur les équations linéaires, l'approche est différente. Il semble que l'on soit parti du domaine d'apprentissage lui-même, les équations linéaires, pour établir une mécanique de jeu spécifique et pertinente, quitte à ce qu'elle ne colle pas à une mécanique de jeu existante. Comment alors interpréter le manque de continuité du jeu, qui s'apparente trop à une succession d'exercices ?

Une caractéristique essentielle d'un jeu est la notion de système [SALEN & ZIMMERMAN 03, SZILAS & ACOSTA 09]. Pour être intrinsèquement motivant, un jeu est un système bien particulier, dont les règles de fonctionnement doivent en permanence maintenir l'attention du joueur. Nous avons posé en Section 3 que c'est avant tout la mécanique de jeu elle-même qui immerge le joueur dans le jeu, le maintenant même parfois dans un état qualifié de flow. Cette « immersion par la mécanique » existe indépendamment de l'immersion graphique, car on peut être absorbé par la mécanique d'un jeu qui graphiquement n'a rien d'immersif. L'immersion graphique est cependant souvent utilisée pour soutenir l'immersion par la mécanique, en renforcer l'effet. A ce titre, elle joue un rôle important dans les jeux [BURA 06].

L'immersion par la mécanique permet au joueur d'être en constante interaction avec le jeu, d'être en permanence sollicité pour agir, devant une configuration en permanence renouvelée. Pour cela, le système du jeu doit calculer son nouvel état en fonction de l'état précédent, et notamment des actions spécifiques du joueur. Autrement dit, il doit prendre en compte en permanence les actions du joueur. C'est ce qui fait défaut dans Jiji. Une fois le pont franchi ou rendu infranchissable, l'état du système est réinitialisé soit à un état précédent, le début de l'exercice, soit à un état finalement très proche, le début de l'exercice suivant. Cet exercice/état suivant ne retient du joueur que son succès. Métaphoriquement, c'est comme une page qu'on tourne, alors que potentiellement le jeu propose des dynamiques de système autrement plus riches et intéressantes.

Ce qui manque finalement à un jeu comme Jiji c'est le fait que l'état du système engendré par la mécanique du domaine d'apprentissage lors d'une erreur, qu'il s'agisse d'une configuration de puits (nombre trop petit) ou d'un mur (nombre trop grand), ne soit pas ensuite exploitée lors de la suite du jeu pour éviter de « casser » le jeu en une série discontinue d'exercices. Faut-il que Jiji le pingouin tombe dans le puits engendré par le joueur, faut-il que les briques trop longues entravant le chemin doivent être poussées par Jiji jusqu'au prochain trou, lui faisant ainsi perdre temps et énergie ? Il n'y a pas de réponse immédiate à ce problème de game design, mais de telles pistes seraient à explorer.

Sur le plan de l'intégration jeu-apprentissage, on constate donc une réelle intégration des mécaniques, à cette réserve près que la mécanique ludique est faible. On se trouve ainsi devant un jeu qui a sacrifié le gameplay pour la qualité pédagogique. L'intégration fictionnelle est, elle aussi, réussie, puisqu'on ne peut pas

dire qu'il y a d'un côté des éléments décrivant le jeu et de l'autre des éléments décrivant les concepts d'apprentissage.

5. Conclusion

Concevoir un jeu pédagogique qui combine une conception ludique de qualité et une réalisation effective des objectifs d'apprentissage est un défi que peu de concepteurs ont réussi à relever. Ne pas sacrifier l'aspect ludique aux objectifs d'apprentissage, et vice versa, demeure dès lors essentiel. Dans cet article, nous avons tenté d'esquisser un modèle d'intégration entre le jeu et l'apprentissage qui emprunterait trois canaux distincts, chacun étant relié au concept même de jeu : la mécanique du jeu, la temporalité et la fiction.

Nous n'avons pas traité la question de l'efficacité d'une approche intégrée sur l'apprentissage. Il serait intéressant, par des études expérimentales, de comparer l'effet du poids des différentes dimensions de l'intégration que nous avons relevées sur l'apprentissage. Plusieurs auteurs [HABGOOD 07; EGENFELDT-NIELSEN 05; MITCHELL & SAVILL-SMITH 04] se sont interrogés sur le risque que pourrait comporter un jeu au contenu éducatif trop profondément intégré. En effet, un tel jeu pourrait pénaliser le transfert des connaissances vers d'autres contextes et gêner une réflexion métacognitive nécessaire à une intégration de nouveaux concepts.

Selon Klawe [KLAWE 98 in EGENFELDT-NIELSEN 05), l'effet immersif du jeu aurait entraîné, dans le cas d'une expérience sur un jeu mathématique, un déficit de prise de consciences des concepts et structures mathématiques sous-jacentes au jeu ainsi qu'un faible transfert de l'expérience du jeu dans d'autres contextes. Rieber [RIEBER 05 in CLARK & MAYER 08], pour sa part, a montré que les sujets ayant testé une simulation portant sur des principes physiques avaient obtenu un score plus élevé au test des connaissances que le groupe ayant testé une version de cette simulation incluant un but ludique. Habgood [HABGOOD 05] se demande notamment si un état de flow intense pourrait empêcher la réflexion requise pour le métacognitif et entraver l'acquisition d'un savoir déclaratif.

Nous avons conscience de ces limites du jeu pour l'apprentissage, mais il nous a semblé prioritaire de disposer des outils permettant de concevoir des jeux pédagogiques optimaux, en matière d'intégration jeu-apprentissage. Ensuite, le jeu « intégré » pourra s'inscrire dans un dispositif laissant la place à la conceptualisation, la réflexion métacognitive, dans une finalité de transfert.

Cette conceptualisation passe traditionnellement par un débriefing, c'est-à-dire par une confrontation des apprenants et de l'enseignant qui suit immédiatement l'expérience interactive. Il nous paraît important de réfléchir à la manière la plus appropriée d'insérer, aux différentes étapes de l'apprentissage, des phases de réflexion/conceptualisation dans le logiciel de telle manière à ne pas compromettre l'expérience du jeu. Une solution consisterait, par exemple, à introduire un débriefing entre deux sessions de jeu proprement dit. Il nous semble, en effet,

essentiel d'éviter d'imposer de manière artificielle des pauses réflexives qui nuiraient à l'intégration entre le jeu et l'apprentissage, et qui n'auraient pas de sens dans le contexte du jeu.

Bibliographie

- [BURA 06] Bura, S., *Ontologie de la fiction interactive dans les jeux vidéo*. In N. Szilas & J.-H. Réty (Eds) *Création de récits pour la fiction interactive*. Paris: Lavoisier, 2006.
- [CAILLOIS 58] Caillois, R., *Les jeux et les hommes*, Paris, Gallimard, 1958.
- [CLARK & MAYER 08] Clark, R., C., Mayer, R., E., *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*, Pfeiffer, Second Edition, 2008.
- [EGENFELDT-NIELSEN 05] Egenfeldt-Nielsen S., *Beyond Edutainment: Exploring the Educational Potential of Computer Games*, Thèse de doctorat, IT-University Copenhagen. 2005
- [EGENFELDT-NIELSEN 06] Egenfeldt-Nielsen S., *Overview of research on the educational use of video game*, Digital kompetanse, vol. 1, 2006-3, p. 184–213.
- [FANNING & GABA 07] Fanning, R., Gaba, D., *The Role of Debriefing in Simulation-Based Learning*, Simul Healthcare, vol. 2, 1, 2007, p. 1-11.
- [FRETE 02] Frété, C., *Le potentiel du jeu vidéo pour l'éducation*, Mémoire en vue de l'obtention du DESS STAF, TEFCA, Université de Genève, 2005, 149 p.
- [HABGOOD 05] Habgood, M. P. J., *Zombie Division: Intrinsic Integration in Digital Learning Games*, Paper presented at the 2005 Human Centred Technology Workshop, Brighton, UK, 2005, p. 45-48.
- [HABGOOD et al. 05] Habgood, M. P. J., Ainsworth, S. E., Benford, S. (Draft), *Endogenous Fantasy and Learning in Digital Game*, Simulation and Gaming, 36(4), 2005, p. 483-498.
- [HABGOOD 07] Habgood, M. P. J., *The Effective integration of digital games and learning content*, Thèse de doctorat, Université de Nottingham, 2007.
- [KELLNER 00] Kellner C., *La médiation par le cédérom « ludo-éducatif » : Approche communicationnelle*, Thèse de doctorat en Sciences de l'Information et de la Communication, Université de Metz école doctorale « Pratiques interculturelles : écrits, médias, espaces, sociétés » Centre de Recherche sur les Médias, 2000.
- [MALONE 81] Malone, T. W., « Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction », *Cognitive Science*, 5(4), 1981, p. 333-369.

- [MALONE & LEPPER 87] Malone, T.W. , Lepper, M.R., Making learning fun: a taxonomy of intrinsic motivations for learning, RE Snow & MJ Farr (Eds) *Aptitude, Learning, and Instruction, III: Cognitive and Affective Process Analysis*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1987, p 223-253.
- [MITCHELL & SAVILL-SMITH 04] Mitchell, A., Savill-Smith, C., *The Use of Computer and Video Games for Learning: A review of the literature*, Learning and Skills Development Agency, 2004.
- [SALEN & ZIMMERMAN 03] Salen, K., Zimmerman, E., *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. MIT Press, Cambridge, MA, 2003.
- [SZILAS & ACOSTA 09] Szilas, N., Acosta, M., *A theoretical background for educational video games*, manuscrit non publié.

Références sur le WEB

- [MIND INSTITUTE 09] Mind Research Institute, <http://www.mindinst.org/>, 2009.

Serious games et motivation

Fabien Fenouillet, Jonathan Kaplan , Nora Yennek

CREF

Equipe d'accueil 1589

équipe "Apprenance et formation des adultes"

Université Paris Ouest Nanterre La Défense

200, avenue de la République

92 001 Nanterre Cedex

fabienfenouillet@yahoo.fr

RÉSUMÉ. Le concept de motivation est d'une grande richesse et peut s'avérer utile à plus d'un titre pour analyser la notion de serious games telle qu'elle se développe actuellement. C'est dans cette perspective que sont présentés divers modèles qui explicitent la relation entre jeux vidéo et motivation. Ces théories abordent différentes structures qui éclairent ce double objectif de divertissement et d'utilité que se proposent de remplir les serious games.

MOTS-CLÉS : serious games, motivation, ludo-éducatif, volition, autorégulation, apprentissage.

1. Introduction

L'expression *serious games*² est l'une des dernières en date d'une terminologie aussi riche que variée, qui éclot de manière récurrente depuis plusieurs dizaines d'années dans l'univers mouvant de l'informatique. Sa notoriété semble s'être établie au travers de salons et de laboratoires de recherches liés de près ou de loin à l'univers des jeux vidéo [ALVAREZ 07] [FRANK 07]. Les *serious games* sont donc, pour le dire simplement (pour une définition plus élaborée cf. [ALVAREZ 07]), des jeux vidéo qui ont pour vocation à la fois de divertir mais aussi d'avoir une autre utilité.

Cette double mission du jeu vidéo n'est pas nouvelle puisque Baron et Bruillard [BARON & BRUILLARD 96] parlaient déjà des logiciels ludo-éducatifs dans les années 90. Cependant, sans renier cette filiation, Alvarez [ALVAREZ 07] estime que les *serious games* se distinguent des logiciels ludo-éducatifs notamment au niveau de la pluralité de leurs applications qui est loin de se restreindre au domaine de l'éducation. La classification qu'en propose Alvarez est d'ailleurs assez édifiante puisqu'il montre que les jeux vidéo peuvent être un canal privilégié pour diffuser des messages publicitaires (*Advergaming*), pour informer (*games for health*) ou pour sensibiliser les utilisateurs (notamment les enfants) à un message socio-éducatif (*Edumarket games*). Ces quelques exemples permettent de voir que si la fonction essentielle des *serious games* est avant tout de divertir, ce divertissement est en quelque sorte mis au service d'une « bonne cause ». C'est d'ailleurs ce point qui fait dire à Alvarez que le genre ludo-éducatif est une catégorie de *serious games* car contrairement au didacticiel et autre tutoriel, il s'agit bien d'utiliser le « *fun* » d'une application informatique pour faire en sorte que l'individu apprenne. De plus l'approche ludo-éducative conserve une place privilégiée dans cet univers pétri de sérieux pour Alvarez car tout *serious game* est nécessairement fondé sur un « objectif pédagogique, dont la propriété est de susciter l'envie d'apprendre » ([ALVAREZ 07] p.32).

Cette convergence avec le genre ludo-éducatif va nous fournir tout au long de cet exposé, une base de réflexion sur la relation que peuvent entretenir motivation et *serious games*.

² Nous n'utiliserons pas la traduction littérale de « jeux sérieux » dans cet article car le terme « sérieux » en français connote une réalisation consciencieuse et murement réfléchi et induit que les autres activités ludiques n'ont pas ce caractère, ce qui dans les deux cas nous semble exagéré. Une traduction du type « jeux utiles » nous aurait paru éviter ce double malentendu mais aurait ajouté une certaine confusion dans la mesure où c'est bien « jeux sérieux » qui paraît être la traduction la plus courante de « *serious games* » en français.

2. Envie, motivation et ordinateur : un bon triptyque ou une sérieuse énigme ?

Comme nous avons pu le voir plus haut, pour Alvarez l'une des propriétés du *serious games* serait de susciter l'envie d'apprendre. Cette idée « d'aider » l'envie d'apprendre ne date pas d'hier puisque les jeux vidéo étaient déjà utilisés dans cette optique dès la fin des années 60 [DORN 89]. Depuis cette problématique suscite de nombreux questionnements.

Tout d'abord, il est possible de s'interroger sur cette relation que semble faire Alvarez entre pédagogie et envie d'apprendre. Comme le montre entre autre Carré et Jean-Montcler [CARRE & JEAN-MONTCLER 04], les approches pédagogiques sont multiples et les classifications reposent plus sur des principes généraux que sur des nomenclatures claires et précises. Au-delà des nuances et des querelles terminologiques, il est possible de dire qu'il existe au moins deux approches qui peuvent s'appliquer également aux logiciels éducatifs. Dans la première, il s'agit essentiellement de transmettre un savoir (pédagogie transmissive), alors que dans la deuxième, c'est à l'élève d'aller le chercher par lui-même (pédagogie active). Cette deuxième approche nécessite que l'apprenant prenne des initiatives et explore les possibilités qui lui sont offertes. Comme le disent Lepper & Malone [LEPPER & MALONE 87] les différents logiciels qui reposent sur cette approche, comme par exemple le célèbre Logo [PAPERT 81], ont comme conception sous-jacente que non seulement l'apprentissage est meilleur ainsi mais aussi que de par leurs interactivités ils vont nécessairement augmenter la motivation et donc l'envie d'apprendre. Cependant, tout comme Lepper & Malone à la fin des années 80, nous manquons encore actuellement de preuve empirique permettant d'attester qu'une telle approche est à même d'avoir un impact positif sur la motivation en général. Même dans ce cas, qui intuitivement semble favoriser la motivation de l'apprenant, il paraît donc actuellement difficile d'établir un lien direct entre pédagogie et envie d'apprendre.

Une deuxième source d'interrogation consiste à se demander ce que recouvre exactement cette fameuse envie d'apprendre. Pour clarifier ce point, Malone [MALONE 81a] [MALONE 81b] [MALONE & LEPPER 87] a, au début des années 80, proposé un cadre conceptuel ambitieux qui repose sur la motivation.

Cependant, comme le montre [FENOUILLET 09b] en recensant 101 théories de la motivation, il s'agit là d'un phénomène riche qui comprend de très nombreuses facettes (dont le détail dépasserait l'ambition de ces quelques lignes). Malone a évité l'écueil du manque de précision inhérent à son utilisation en s'appuyant sur le concept de motivation intrinsèque tel qu'il est encore défini actuellement par Deci & Ryan [DECI & RYAN 02] dans le cadre de la théorie de l'autodétermination. Pour ces auteurs, les comportements intrinsèquement motivés sont déclenchés de façon totalement libres et autodéterminées, par intérêt et pour le plaisir de pratiquer l'activité en elle-même. Cette définition permet de distinguer les motivations qui sont de l'ordre du fun, du captivant ou de l'amusant, de celles liées à une obligation, un devoir ou une contrainte. Pour les motivations du deuxième ensemble, qualifiées d'extrinsèques, peu importe le caractère ludique de l'activité. L'envie d'apprendre

pour faire plaisir à sa mère ou pour montrer aux autres qui est le meilleur, reste une motivation extrinsèque quelque soit le support d'apprentissage. Le fun et le plaisir intrinsèque ne permettent donc pas d'expliquer l'envie d'apprendre dans ce cas.

3. Les caractéristiques des serious games motivants

Le modèle de Malone (voir Tableau 1) va beaucoup plus loin car il propose un cadre conceptuel permettant d'explicitier les quatre conditions qui doivent être remplies pour qu'un jeu vidéo ludo-éducatif soit intrinsèquement motivant. Pour lui, les ingrédients nécessaires à tous bons jeux vidéo sont le challenge, la curiosité, le contrôle et la fantaisie.

Dans le cadre des théories motivationnelles, le challenge peut être perçu de différentes manières. Pour Malone [MALONE & LEPPER 87], il s'agit avant tout d'un défi contre soi-même, l'ordinateur devenant une sorte de révélateur des limites de l'individu. Pour spécifier les principaux ingrédients du challenge il puise allègrement dans les mécanismes mis à jours par diverses théories motivationnelles.

La première d'entre elle, la théorie du *flow* [CSIKSZENTMIHALYI & AL. 05] est largement utilisée au-delà de la conception de Malone pour caractériser la nature même du fun dans les jeux vidéo. L'expérience du flow surgit quand les compétences ne sont ni dépassées ni sous utilisées, autrement dit quand le défi est optimum. Lorsque l'individu plonge dans le flow, l'implication dans l'activité est telle qu'il en oublie le temps, la fatigue et tout ce qui l'entoure sauf l'activité elle-même. Dans cet état, l'individu fonctionne au maximum de ses capacités et pour l'expérience de flow. L'activité est effectuée pour elle-même (comme défini dans le cadre de la motivation intrinsèque), et ce, même si l'objectif n'est pas encore atteint. La théorie du flow est basée sur une expérience symbiotique entre des challenges et les compétences qu'il faut mettre en œuvre pour les relever.

Le positionnement d'objectif est une autre caractéristique du challenge. De très nombreuses théories motivationnelles s'appuient effectivement sur ce concept pour expliquer la motivation [COSNEFROY 09]. Pour Malone, ces objectifs ne sont cependant pas toujours explicites, ce qui permet à l'individu d'attribuer ses échecs aux difficultés inhérentes à l'environnement qu'il doit affronter. Cette « mécanique » attributionnelle se retrouve dans les émotions d'accomplissement (liées aux échecs et aux réussites) et il semble important que les jeux vidéo génèrent davantage d'émotions positives que négatives [PEKRUN 06].

Un autre aspect important du challenge est son caractère probabiliste. Lorsqu'il est confronté à un défi, l'individu ne doit pas avoir la moindre certitude quand à sa réussite ou à son échec. Dans le premier cas, il va rapidement s'ennuyer et dans le deuxième le jeu va générer chez lui une anxiété qui le rendra rapidement aversif. Cette conception s'inspire fortement des modèles motivationnels liés à la motivation d'accomplissement [ATKINSON 57] qui montrent que la honte ressentie en cas d'échec est d'autant plus forte quand ce dernier avait une faible probabilité de se

produire. Inversement la fierté est à son maximum quand les chances de succès sont pratiquement nulles.

Ces trois aspects du challenge à savoir le flow, le positionnement de l'objectif et la prédiction difficile sont étroitement liés à la motivation intrinsèque. Les feedbacks que le jeu fournit, pour Malone, doivent donc être correctement dosés et surtout être fréquents, clairs, constructifs et encourageants.

Le deuxième ingrédient motivationnel d'un jeu vidéo est la curiosité. Dans ce domaine, la théorie de référence reste encore actuellement celle de Berlyne [BERLYNE 60]. Cette théorie, tout comme celle du *flow* [CSIKSZENTMIHALYI & AL. 05], est elle aussi fondée sur l'idée que l'organisme recherche en permanence un optimum d'activation. Si le degré de stimulation est trop élevé, l'individu va réduire le niveau d'excitation en se décentrant des variables *collatives*. Par contre, si le niveau de stimulation est trop faible, il va initier des recherches allant dans le sens d'une plus grande variété de stimuli, d'amusement et donc de curiosité. Berlyne estime que la curiosité repose sur des variables dites *collatives* qui nécessitent pour leur évaluation « (...) d'examiner les similarités et les différences, les compatibilités et les incompatibilités entre éléments : entre un stimulus présent et des stimuli qui ont été vécus précédemment (nouveau et changement), entre un élément d'un pattern et d'autres éléments qui l'accompagnent (complexité), entre réactions provoquées simultanément (conflit), entre des stimuli et des attentes (effet de surprise), ou entre des attentes excitées en même temps (incertitude) » ([BERLYNE 60] p. 44, traduction libre). La curiosité peut être sensorielle et donc principalement visuelle et/ou sonore dans le cadre des jeux vidéo mais aussi cognitive, c'est-à-dire reposer sur des connaissances qui peuvent par exemple être incohérentes entre elles. Ce dernier aspect est particulièrement important dans les jeux de réflexion.

Le troisième ingrédient motivationnel est le contrôle. Ce concept est effectivement central dans de très nombreuses théories motivationnelles [FENOUILLET 09]. Cependant, il est également utilisé dans des perspectives très différentes.

Le premier aspect du contrôle abordé est lié à la contingence du comportement. Comme ont pu le conceptualiser [PETERSON & AL. 93], les organismes doivent impérativement établir une contingence entre leur action et un résultat dans l'environnement. Si un organisme ne peut établir cette contingence alors il cesse d'agir car il estime que son action ne permet pas de contrôler l'environnement. Dans le cadre d'un jeu vidéo, il est donc impératif que le joueur ait la sensation que les réactions du jeu lui sont entièrement imputables.

Malone fait une relation entre le choix et le contrôle qui du point de vue des théories motivationnelles est plus sujet à controverse [FENOUILLET 09]. Cependant, quelque soit par ailleurs la nature de cette relation, il s'avère que tout ce qui concourt à laisser le choix à l'individu, va augmenter son autodétermination et donc accroître sa motivation (mesurée en termes de persistance et d'intérêt pour l'activité en général) [VALLERAND & AL. 09]. De même, cette perspective est compatible avec la possibilité de choix qu'offrent certains jeux vidéo au niveau de la personnalisation (par exemple en choisissant le nom et l'apparence du personnage que le joueur incarne durant le jeu).

Un dernier aspect du contrôle pour Malone serait en relation avec la puissance. Pour lui, l'impact que peuvent avoir les actions du personnage va être d'autant plus motivant que le résultat de ses actions va être important.

Enfin le quatrième et dernier ingrédient motivationnel d'un jeu vidéo est la fantaisie ou le fantasmé. Cette dernière composante fait référence aux formidables capacités des jeux vidéo de convoquer des univers plus ou moins fantastiques et irréels. Malone « définit un environnement fantasmé comme quelque chose capable d'évoquer des images mentales ou des situations physique et sociales qui ne sont pas de fait présentes... Nous croyons que de tels fantasmes contribuent à augmenter la motivation intrinsèque » (p. 240 [MALONE & LEPPER 87]). L'aspect fantaisiste est défini de deux manières.

Les fantaisies exogènes sont des environnements dans lesquels le côté fantastique dépend de la compétence en cours d'acquisition. Par exemple, le jeu du pendu dépend bien de la compétence du joueur mais celle-ci peut être de n'importe quel ordre (math, français, histoire...). A l'inverse, dans les fantaisies endogènes, la compétence requise et la fantaisie dépendent l'une de l'autre. Certains jeux ne pourront être résolus qu'avec une habileté spécifique au jeu et pas une autre. Pour Malone, les fantaisies exogènes sont intrinsèquement moins motivantes que celles qui sont endogènes.

Pour résumer, le modèle de Malone présente le principal intérêt de résumer en un ensemble cohérent et compact des éléments disparates appartenant à des théories motivationnelles diverses. Ce procédé a également été utilisé par Keller [KELLER 99] [KELLER 00] dans le cadre d'un autre modèle motivationnel appliqué lui aussi aux logiciels ludo-éducatifs. Bien que les méta-catégories que présente Keller (ARCS pour *attention* (A), *relevance* (R), *confidence* (C), et *satisfaction* (S)) soient différentes de celles que proposent Malone, les deux conceptions s'appuient sur de nombreuses références communes en termes de théories motivationnelles. Cependant, à la différence de Malone, l'objectif de Keller est ce qu'il appelle le *design* motivationnel, c'est-à-dire qu'il propose davantage une méthode de conception et de développement.

Motivation	Principe
Challenge	But : L'activité doit reposer sur des objectifs clairs ; l'environnement ludique doit permettre facilement d'auto-générer des objectifs
	Incertitude : l'environnement doit rester incertain
	Feedback sur les performances : Les feedback doivent être très fréquents, clairs et constructifs
	Optimum : les objectifs ne doivent ni être trop élevés ni trop faible afin de procurer une sensation de compétence maximum (et permettre l'émergence du flow)
Curiosité	Sensorielle : Il est nécessaire de varier les effets audio et vidéo
	Cognitive : l'individu doit être intrigué et surpris par des paradoxes et des choses incomplètes
Contrôle	Contingence : L'individu doit établir le lien le plus étroit possible entre son action et le résultat de son action
	Choix : La possibilité de personnaliser l'activité permet à l'individu d'augmenter sa perception de choix
	Puissance : L'activité doit donner la sensation à l'utilisateur d'arriver à produire des effets dotés d'une puissance avérée.
Fantaisie (ou fantasmé)	Emotionnel : L'environnement doit favoriser l'implication émotionnelle de l'utilisateur
	Cognitive : L'univers fantasmé doit être propice à fournir des métaphores ou des analogies en rapport avec le monde réel
	Endogène : La compétence en jeu doit être étroitement liée à l'activité et particulièrement à sa complétude.

Tableau 1. Principaux éléments de la théorie de Malone

4. La motivation pour quoi faire ?

Les préconisations de la partie précédente induisent de nombreuses contraintes au niveau du développement d'un *serious game* et permettent d'anticiper qu'il peut totalement manquer son objectif ludo-éducatif. Il peut donc s'avérer utile de savoir si le « jeu en vaut la chandelle », et pour cela être en mesure d'estimer l'impact de la motivation intrinsèque afin d'en mesurer finement les coûts et les bénéfices pour le développement de tel ou tel projet. Là encore, cette problématique peut être abordée de diverses manières qui seraient trop longues à développer dans ce court exposé, c'est pourquoi nous nous contenterons de quelques aspects qui nous paraissent centraux.

Dans le cadre des *serious games*, l'impact sur l'apprentissage est bien entendu au centre de tous les questionnements et les résultats semblent pour le moins mitigés. Par exemple, Hays [HAYS 05] en se basant sur 48 études empiriques estime que les résultats sont trop fragmentaires pour tirer une conclusion claire quant à leur capacité à susciter l'apprentissage. Randel et ses collaborateurs [RANDEL & AL. 92] en se basant sur 67 études montrent que pour plus de la moitié d'entre elles il n'y a pas d'augmentation significative des acquisitions en comparaison avec l'enseignement du même contenu en face à face pédagogique. Vogel et ses collaborateurs [VOGEL & AL. 06] montrent que le même enseignement prodigué par didacticiel ou de manière ludo-éducatif donne des performances comparables.

Il est à noter que pour [HAYS 05] et pour [DORN 89], si le jeu à lui tout seul ne suffit pas à augmenter l'apprentissage, cela est principalement lié au manque d'accompagnement. Cette remarque est particulièrement vraie pour les jeux de simulation qui sont à rapprocher des univers virtuels qui se développent actuellement.

Les technologies de simulation incluent des simulateurs et des logiciels de modélisation. Les jeux de modélisation se distinguent des simulateurs car ils permettent l'expérimentation avec des représentations physiques ou symboliques, alors que les simulateurs émulent des situations réelles, comme les interactions avec des machines. Les simulateurs permettent de faire l'expérience d'une interaction dans des situations qui combinent des lois (physiques, économiques etc.) complexes. Les jeux de modélisation en revanche, laissent libre cours à la construction des situations jusqu'alors inconnues, où la découverte est plus prégnante. Des règles élémentaires sont programmées dans les algorithmes du logiciel qui permettent de développer à partir de celles-ci des œuvres nouvelles pour les tester, sans devoir recourir à une construction dans le réel. Hood [HOOD 97] les distingue en attribuant aux simulateurs une prégnance aux rôles, alors que ce sont les règles qui priment dans les modélisateurs.

Pour que le jeu de simulation apporte un gain effectif en terme d'apprentissage, il faut que l'apprenant soit en mesure de prendre un certain recul et ce afin d'abstraire des règles de fonctionnement sur le monde simulé qu'il manipule. C'est à ce niveau que le rôle de l'enseignant peut être capital. Il peut aider l'apprenant à prendre

conscience de ce qu'il a fait et des éléments qu'il a pu observer, ce faisant il lui permet de capitaliser ce qu'il a appris [HAYS 05] [DORN 89].

Cet aspect rejoint les constats observés dans une recherche sur les jeux de rôle en ligne massivement multi-joueurs ou MMORPG [KIM & AL. 09]. Dans cette étude, les chercheurs ont appris, à des joueurs, différentes stratégies métacognitives leur permettant de mieux réguler leurs apprentissages et surtout de tirer parti des interactions avec les autres joueurs en ligne. Les auteurs montrent que l'utilisation des stratégies métacognitives est corrélée significativement avec les compétences sociales des joueurs mais aussi avec leurs performances d'apprentissage, ainsi qu'avec la réussite au jeu.

Plus généralement, il semble donc possible d'estimer que si le premier objectif du *serious game* est d'être un véritable divertissement, le deuxième objectif, plus utile ou sérieux, pourrait bénéficier de l'intervention d'un agent éducatif. Une piste intéressante sur ce point semble se profiler au niveau des processus d'autorégulation que met en place l'individu pour gérer ses activités. Tout comme l'apprenant utilise différentes stratégies pour optimiser et réguler son apprentissage, il est tout à fait possible d'estimer que les joueurs pourraient d'autant plus tirer bénéfice d'un *serious game* s'ils développent une réflexivité liée à l'activité d'autorégulation [ZIMMERMAN 02] [PINTRICH 04]. La motivation ne serait que la première étape d'un processus qui, pour devenir vertueux, supposerait la mise en place de mécanismes permettant d'entretenir le processus.

Cette conception dynamique se retrouve également dans la théorie de Garris et ses collateurs [GARRIS & AL. 02] qui tout comme le modèle de Malone ou celui de Keller, permet de modéliser la relation entre motivation et logiciel ludo-éducatif. Pour ces auteurs, le comportement de l'individu est davantage conduit par la volition que par des forces extérieures. Toute la problématique des jeux vidéo ludo-éducatifs est donc de déclencher ce qu'il appelle un cycle de jeux dans lequel le joueur va s'installer dans la durée. C'est cette installation qui va permettre à l'individu de progresser dans ses apprentissages.

5. Conclusion

Cette trop brève présentation nous a permis de constater que si la motivation est au cœur des *serious games*, elle reste encore actuellement à la fois méconnue et son potentiel est largement sous utilisé. Pourtant, il existe au moins trois grands modèles dont il serait possible de tirer avantage à de très nombreux niveaux [MALONE & LEPPER 87] [KELLER 99] [GARRIS & AL. 02]. De plus, la motivation est depuis plusieurs dizaines d'années un champ de recherche extrêmement prolifique [CARRE & FENOUILLET 09] dans lequel il est possible de puiser à la fois des démarches, des méthodes et des concepts qui peuvent guider la conception et l'utilisation des *serious games* pour l'apprentissage.

6. Bibliographie

[ALVAREZ 07] Alvarez, J., Du jeu vidéo au serious game : approches culturelle, pragmatique et formelle, Thèse de doctorat, Université de Toulouse II et de Toulouse III, 2007, 445 p.

[ATKINSON 57] Atkinson, J.W., Motivational determinants of risk-taking behaviour, *Psycho-logical Review*, 64, 1957, p. 359-372.

[BARON & BRUILLARD 96] Baron, G.L., Bruillard, E. *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*, Presses Universitaires de France, l'Éducateur, Paris, 1996, 312 p.

[BERLYNE 60] Berlyne, D. E., *Conflict, Arousal, and Curiosity*, New York: McGraw Hill, 1960, 350 p.

[CARRE & JEAN-MONTCLER 04] Carré, P., Jean-Montcler, G., L'instrumentation et la conduite de la formation, in C. Carré & P. Caspar, *traité des sciences et des techniques de la formation*, Dunod. 2004, p. 407-438.

[CARRE & FENOUILLET 09] Carré, P. & Fenouillet, F. *Traité de psychologie de la motivation*, Paris : Dunod, 2009, 404 p.

[COSNEFROY 09] Cosnefroy, L., Les théories reposant sur le concept de but, In P., Carré & F., Fenouillet (Ed.), *Traité de psychologie de la motivation*, Paris : Dunod, 2009, p. 89-105.

[CSIKSZENTMIHALYI & AL. 05] Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeb, S., Nakamura, J., Flow, In Elliot, A. J., Dweck, C. S., *Handbook of competence and motivation*, The Guilford press, New-york, London, 2005, p. 598-608.

[DECI & RYAN 02] Deci, E. L., Ryan, R.M., The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior, *Psychological Inquiry*, 11, 4, 2002, p. 227-268

[DORN 89] Dorn, D. S., Simulation Games: One More Tool on the Pedagogical Shelf, *Teaching Sociology*, 17 (1), 1989, p. 1-18.

[FENOUILLET 03] Fenouillet, F., La motivation, Les Topos, Dunod, 2003, 120 p.

[FENOUILLET 09] Fenouillet, F., Vers une approche intégrative des théories de la motivation, In P., Carré & F., Fenouillet (Ed.), *Traité de psychologie de la motivation*, Paris : Dunod, 2009, p. 305-338.

[FENOUILLET 09b] Fenouillet, F., Vers une intégration des conceptions théoriques de la motivation, Habilitation à diriger des recherches, Université Paris Ouest la Défense, 2009.

[FRANK 07] Frank, A., Balancing Three Different Foci in the Design of Serious Games: Engagement, Training Objective and Context, *The University of Tokyo*,

Conference Paper, 2007, consulté le 25/03/09 à http://www.digra.org/dl/display_html?chid=07312.29037.pdf

[GARRIS & AL. 02] Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: a research and practice model, *Simulation & Gaming*, 33, 2002, p. 441-467

[HAYS 05] Hays, R. T., The effectiveness of instructional games: a literature review and discussion. *Technical Report 2005–2004 for the Naval Air Center Training Systems Division: Orlando, FL*. 2005.

[KELLER 99] Keller, J.M., Motivation in cyber learning environments, *Educational Technology International*, 1, 1999, p. 7–30.

[KELLER 00] Keller, J.M., How to integrate learner motivation planning into lesson planning: The ARCS model approach, *Paper presented at VII Semanario, Santiago, Cuba*. 2000. Consulté le 02/04/09 à <http://mailer.fsu.edu/~jkeller/Articles/Keller%202000%20ARCS%20Lesson%20Planning.pdf>

[HOOD 97] Hood, P., Simulation As a Tool in Education Research and Development. *A Technical Paper. EdTalk*. 1997.

[KIM & AL. 09] Kim, B. , Park, H., Baek, Y., Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning, *Computers & Education*, 52, 2009, p. 800–810.

[LEPPER & MALONE 87] Lepper, M. R., Malone, T. W., Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education, In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Aptitude, learning and instruction: III. Conative and affective process analyses*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1987, p. 255-286.

[MALONE 81a] Malone, T. W., Toward a theory of intrinsically motivating instruction, *Cognitive Science*, 5, 1981a, p. 333–369.

[MALONE 81a] Malone, T. W., What makes computer games fun? *Byte*, 6, 1981b, p. 258-277.

[MALONE & LEPPER 87] Malone, T. W., Lepper, M. R., Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning, In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Aptitude, learning and instruction: III. Conative and affective process analyses*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1987, p. 223-253.

[PAPERT 81] Papert, S., *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, Paris. 1981, 304 p.

[PEKRUN 06] Pekrun, R., The control-value theory of achievement emotions: Assump-tions, corollaries, and implications for educational research and practice, *Educational Psychology Review*, 18, 2006, p.315–341.

[PETERSON & AL. 93] Peterson, C., Maier, S. F., Seligman, M.E.P., *Learned Helplessness : A theory for the age of personal control*, Oxford University Press. 1993, 359 p.

[PINTRICH 04] Pintrich, P.R., A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students, *Educational Psychology Review*, 16, 2004, p. 385-407

[RANDEL & AL. 92] Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzel, C. D., Whitehill, B. V., The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. *Simulation and Gaming*, 23, 1992, p. 261–276.

[VALLERAND & AL. 09] Vallerand, R.J., Carbonneau, N., Lafrenière, M.A.K., La Théorie de l'Autodétermination et le Modèle Hiérarchique de la Motivation Intrinsèque et Extrinsèque: Perspectives Intégratives. in P. Carré, & F. Fenouillet, *Traité de psychologie de la motivation*, Dunod, Paris, 2009, p. 47-66.

[VOGEL & AL. 06] Vogel, J. J., Greenwood-Ericksen, A., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Using Virtual Reality with and without Gaming Attributes for Academic Achievement, *Journal of Research on Technology in Education*, 39, 2006, p. 105-118.

[ZIMMERMAN 02] Zimmerman, B. J., Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice*, 41, 2002, p. 64-7.

Une ingénierie pour jeux sérieux

Mathieu Muratet*, **Fabienne Viallet****, **Patrice Torguet***, **Jean-Pierre Jessel***

* *IRIT*

** *DIDIST CREFI-T*

Université de Toulouse Paul Sabatier

118 Route de Narbonne

F-31062 Toulouse Cedex 9

Mathieu.Muratet@irit.fr

Fabienne.Viallet@iut-tlse3.fr

Patrice.Torguet@irit.fr

Jean-Pierre.Jessel@irit.fr

RÉSUMÉ. Les jeux vidéo font partie de la culture au même titre que les films, la musique ou les livres. Les jeux vidéo conçus avec un objectif autre que le simple divertissement sont appelés : jeux sérieux. Ils sont présents dans de nombreux secteurs d'activité comme l'éducation, la santé, la défense, l'industrie, la sécurité civile et les sciences. Cet article présente le jeu sérieux Prog&Play destiné à l'apprentissage de la programmation informatique. À partir de cette expérience et d'une ingénierie didactique, nous tentons de généraliser notre approche pour la construction de jeux sérieux à l'université en répondant aux questions suivantes : quelle est la pertinence de développer un jeu sérieux pour un apprentissage donné, quel jeu choisir pour quel savoir à enseigner et comment évaluer les apprentissages.

MOTS-CLÉS : jeux sérieux, ingénierie didactique, Prog&Play, programmation informatique.

1. Introduction

Depuis quelques années, les jeux sérieux prennent une place de plus en plus importante dans la sphère éducationnelle. Une illustration de ce phénomène se traduit par exemple à l'Université Paul Sabatier Toulouse III (UPS) par le nombre de projets TICE soumis au Service Universitaire de Pédagogie (SUP) qui se réclament de cette catégorie (3 projets sur 20 cette année) ou le nombre de présentations aux journées TICE Vivaldi (trois présentations de jeux sérieux différents à destination de formations universitaires). Tous les projets ou outils sont présentés par des enseignants qui tentent d'enseigner un savoir particulier à travers l'utilisation de jeux : qu'entendent-ils donc par « jeux sérieux » ? Comment construit-on un jeu sérieux ? Quels apprentissages peut-on attendre d'un jeu sérieux ?

Dans cet article nous essayons d'aborder ces questions à travers une expérience menée à l'UPS dans le cadre d'une thèse portant sur l'élaboration d'un jeu sérieux nommé Prog&Play, destiné à faire apprécier la programmation à des étudiants novices. Après avoir défini les caractéristiques d'un jeu sérieux et les problèmes posés a priori par son élaboration, nous présentons la problématique qui nous a conduit à élaborer un jeu sérieux pour l'apprentissage de la programmation chez les novices, puis les réponses que nous avons apportées aux questionnements liés à l'élaboration de Prog&Play. Enfin, nous essayons de déterminer sous quelles conditions notre expérience pourrait servir de base à la construction de futurs jeux sérieux à l'université.

2. Jeux sérieux et contraintes de développement

Selon Michael Zyda, un jeu sérieux est « un défi intellectuel lancé sur un ordinateur selon des règles spécifiques, qui utilise le divertissement pour promouvoir la formation et l'entraînement dans les milieux institutionnels ou privés, dans les domaines de l'éducation, de la santé, de la sécurité civile, ainsi qu'à des fins de stratégie de communication »³ [ZYDA 05]. Ainsi, tout jeu vidéo conçu avec un objectif autre que le simple divertissement peut être considéré comme un jeu sérieux.

Pour Michael Zyda, bien que le contenu pédagogique constitue un point crucial du développement d'un jeu sérieux, il « doit être subordonné à l'histoire – le divertissement doit primer »⁴ [ZYDA 05]. L'hypothèse sous-jacente est qu'un jeu attractif et amusant encourage le joueur à progresser dans la trame du jeu. Ce faisant, le joueur intègre un grand nombre d'informations liées au contenu pédagogique du

³«A mental contest, played with a computer in accordance with specific rules, that uses entertainment to further government or corporate training, education, health, public policy, and strategic communication objectives».

⁴«Pedagogy must be subordinate to story – the entertainment component comes first».

jeu sérieux. Afin d'améliorer l'immersion du joueur dans l'univers du jeu et lui faire acquérir des compétences, les jeux sérieux ont ainsi un positionnement endogène⁵ du contenu pédagogique.

Ainsi le jeu doit assurer deux propriétés : être un jeu apprécié par la majorité des joueurs apprenants ciblés et être compatible avec le savoir à transmettre. Un jeu mal ciblé peut conduire les apprenants à délaisser le jeu et donc à ne pas apprendre. Un savoir à enseigner incompatible avec le jeu entraîne des effets de bords tels que le joueur n'apprend pas ce qui lui est demandé. Enfin, lorsque la compatibilité entre le jeu et le savoir est assurée, il reste à évaluer l'apprentissage au travers d'un jeu sérieux.

3. Élaboration de Prog&Play

Elaborer un jeu sérieux nécessite d'abord une motivation d'ordre pédagogique. Pour nous, elle a résidé dans la constatation de difficultés récurrentes des étudiants dans l'apprentissage de la programmation qui les conduisent à abandonner la formation [ACM/IEEE 05, p. 39] [CRENSHAW et al. 08] [KELLEHER 06]. Aucun jeu sérieux adaptable à différents types d'enseignements n'adressant encore ce problème, nous avons décidé de construire Prog&Play. Nous avons abordé la question par le choix du jeu support en cherchant quels types de jeux plébiscités par nos étudiants seraient compatibles avec l'activité de programmation. Ensuite pour évaluer le jeu, nous avons déterminé un cadre théorique adapté à l'analyse de ce type de situation d'enseignement / apprentissage.

3.0. Problématique : apprentissage de la programmation

L'apprentissage de la programmation est une activité centrale dans les études en informatique et non négligeable dans la plupart des études scientifiques. Ainsi, par exemple, à l'IUT de Toulouse, la programmation est enseignée au travers de différents langages aux départements informatique (algorithmique, C, C++, Java, PHP), génie civil (VBA) et mesure physique (langage C). Au niveau international, le rapport ACM/IEEE [ACM/IEEE 05] donne une vue générale des différentes formations liées à l'informatique. Il identifie deux points clés indispensables à toutes formations en informatique : acquérir les fondamentaux de la programmation et réaliser de petits programmes.

Or cet apprentissage s'avère être difficile, en particulier pour les novices. Les étudiants sont en effet confrontés à un ensemble d'obstacles épistémologiques,

⁵ Malone et Lepper [MALONE & LEPPER 87] définissent une approche endogène comme un jeu où le contenu pédagogique a un lien direct avec le déroulement du scénario, en opposition à une approche exogène où les exercices n'ont aucun lien avec le déroulement du jeu.

comme l'apprentissage des structures de contrôle (boucle, sélection) ou la compilation des programmes. De plus, l'environnement informatique qu'ils utilisent quotidiennement n'a que peu de rapport avec celui proposé pour l'apprentissage de la programmation et ils ne perçoivent pas immédiatement les liens existant entre les deux univers. Enfin cet apprentissage se heurte à un paradoxe [GREITZER et al. 07] difficile à résoudre par les enseignants : pour programmer l'étudiant doit acquérir des compétences et des concepts, mais pour les acquérir l'étudiant doit pratiquer la programmation.

Plusieurs approches sont proposées dans la littérature pour aider à la résolution de ces difficultés. La première consiste à concevoir des exercices répondant à certains critères de pertinences comme être liés à des problèmes du monde réel, être intéressants, permettre la créativité et l'innovation... [STEVENSON & WAGNER 06]. Une deuxième approche consiste à concevoir des environnements de programmation attractifs et ludiques, comme la programmation à base de bloc [KELLEHER et al. 02] [KLOPFER & YOON 05] [MALONEY et al. 04]. Une troisième approche utilise la compétition pour stimuler les compétences des participants. Les « coding parties » sont de bons exemples de ce type d'approche. Enfin la dernière approche utilise les jeux vidéo pour motiver les étudiants. Deux formes sont possibles : la première consiste à faire réaliser aux étudiants leur propre jeu vidéo [CHEN & CHENG 07] [GESTWICKI & SUN 08] [LEUTENEGGER & EDGINGTON 07] ; la seconde consiste à apprendre en jouant à un jeu vidéo [COLOBOT 07] [ROBOCODE 07]. Prog&Play s'inscrit dans cette dernière approche. Et par opposition aux autres jeux existants, il peut être utilisé avec différents langages de programmation, dans différents contextes d'enseignement définis en fonction des choix pédagogiques des enseignants.

3.1. *Choix du jeu support*

Le choix du jeu vidéo support de notre jeu sérieux a débuté par une étude visant à déterminer quels étaient les jeux favoris pratiqués par les étudiants cibles de notre outil. Ainsi nous avons réalisé une enquête auprès de 181 étudiants de notre université (154 garçons et 27 filles) issus de trois formations informatiques différentes. Elle nous a montré que 86% des étudiants sont joueurs (52% chez les filles) ce qui corrobore les données de l'ESA [ESA 08] à propos du rapport des étudiants aux jeux vidéo. Pour déterminer le type de jeu pratiqué par nos étudiants, nous avons proposé neuf familles de jeu qui nous semblaient être représentatives de la sphère vidéoludique : les jeux de combat, les jeux de tir, les jeux de sport, les jeux de course, les jeux de stratégie, les jeux de rôle, les jeux de plateforme, les jeux de réflexion et les jeux d'aventure. Nous nous sommes alors rendu compte que cette classification issue de la presse spécialisée est incomplète et sujette à discussion. Pour remédier à ce problème, nous envisageons dans nos futures enquêtes de demander aux étudiants de lister leurs jeux préférés plutôt que de leur demander de les classer selon des critères discutables. Nous nous chargerons ensuite d'analyser les jeux cités selon une ou plusieurs classifications comme par exemple celle de

« Game Classification » [GC 09]. Toutefois, cette enquête nous a montré que les jeux de stratégie étaient les plus joués parmi ceux proposés à nos étudiants.

Les jeux de stratégie sont-ils compatibles avec l'activité de programmation ? Dans les jeux de stratégie, le joueur donne des ordres à des entités virtuelles pour réaliser des actions comme se déplacer, construire, ou attaquer. Ces ordres sont donnés en cliquant sur une carte à l'aide de la souris. Dans la mesure où ces ordres peuvent être remplacés par des instructions de programmation, puis enchaînés et ordonnés, la transformation du jeu peut être réalisée : l'activité de jeu consiste alors à écrire des programmes plus ou moins sophistiqués destinés à commander des entités, ouvrant ainsi la voie à différents niveaux de complexité. L'utilisation de la programmation peut devenir un ressort qui renforce l'apprentissage car elle apporte un intérêt nouveau au jeu en permettant au joueur de dépasser les contraintes d'interaction liées aux périphériques d'entrée/sortie et à ses compétences physiques. La programmation peut lui permettre de déléguer certaines tâches à ses programmes afin de se concentrer sur les aspects du jeu les plus intéressants.

Est-il possible de construire un scénario d'apprentissage à partir d'un jeu de stratégie ? Les jeux de stratégie possèdent deux modes : le mode « campagne » destiné à familiariser le joueur avec le jeu et le mode « escarmouche » qui permet au joueur de se confronter à l'ordinateur et à d'autres joueurs. Le scénario de Prog&Play exploite ces deux modes : le mode « campagne » propose plusieurs missions de complexité croissante aux étudiants, chaque mission correspondant à l'écriture d'un programme ; le mode « escarmouche » permet l'élaboration de projets dans lesquels les étudiants doivent s'affronter au travers des programmes qu'ils ont écrits.

D'un point de vue didactique, cette approche permet un enseignement au travers de la pratique. Dans le mode « campagne », l'enseignant répond à ses objectifs pédagogiques en construisant les missions. Elles proposent des exercices de complexité croissante qui permettent aux étudiants de se confronter aux difficultés de l'apprentissage de la programmation. Le mode « escarmouche » au travers d'une pédagogie par projet permet aux étudiants d'éprouver leurs compétences en programmation et en stratégie de jeu. Dans les deux modes, le ressort de l'apprentissage réside dans le désir d'atteindre les objectifs de la partie. Les jeux de stratégie semblent donc être bien adaptés à un enseignement pratique de la programmation.

Le choix du jeu de stratégie ayant été réalisé pour supporter Prog&Play, la question du développement du jeu et de son moteur s'est posée. L'objectif n'étant pas de réinventer un jeu connu, voire pratiqué par les étudiants, il nous a semblé opportun d'utiliser un moteur de jeu existant, gratuit et open source, adaptable à notre problématique. Ainsi, nous utilisons le jeu de stratégie temps réel multijoueur « Kernel Panic » [KP 08] qui repose sur le moteur de jeu Spring. [MURATET et al. 09] présentent en détail sa mise en œuvre.

3.2. Le cadre théorique d'analyse du jeu

L'analyse de ce type d'enseignement requiert le recours à une ingénierie didactique. Cette ingénierie, présentée dans [MURATET et al. 09], repose sur le cadre théorique défini en didactique des mathématiques par Cobb et al. [COBB et al. 03].

3.2.0. Le cadre théorique de Cobb

L'ingénierie didactique proposée par Cobb et al. [COBB et al. 03] se propose d'étudier d'un point de vue théorique et de façon systématique, des formes particulières d'apprentissage mises en œuvre au travers d'un protocole expérimental supporté par des moyens d'enseignement adéquats. Le processus mis en œuvre est itératif. Ainsi, le protocole expérimental est décliné au sein de plusieurs expérimentations se déroulant dans différents contextes afin de faire varier des paramètres et d'améliorer au fur et à mesure le processus d'apprentissage. Cependant, la finalité de l'étude ne réside pas dans la construction d'un protocole expérimental qui fonctionne empiriquement. Il s'agit de pouvoir expliquer pourquoi un protocole fonctionne et de suggérer comment il peut s'adapter à de nouveaux contextes. Ainsi, les protocoles expérimentaux conçus ne sont pas bricolés en vue de perfectionner un enseignement donné, mais constituent un creuset pour générer des études théoriques.

L'ingénierie didactique s'inscrit dans le cadre théorique de l'écologie de l'apprentissage définie comme étant « un système complexe d'interactions qui engagent de multiples éléments de différents types et niveaux ». Elle n'étudie pas l'apprentissage du point de vue strict de l'apprenant mais dans le cadre complexe du système éducatif et l'envisage sous la forme d'un système interactif afin d'adresser la complexité de l'activité d'enseignement/apprentissage. La méthodologie associée à l'ingénierie didactique est pragmatique. Elle repose sur une équipe de chercheurs qui enseignent ou collaborent avec des enseignants dans différents contextes. Au cours de chaque expérimentation, les chercheurs analysent l'ensemble des données obtenues et procèdent à des révisions du protocole. Chaque expérimentation est considérée comme un cas paradigmatique d'une classe plus large de phénomènes. Ainsi l'ingénierie didactique fournit un cadre d'analyse pour des formes d'apprentissage spécifiques, supporté par des moyens d'enseignement adéquats.

3.2.1. Application du cadre théorique de Cobb à Prog&Play

Dans le cadre de Prog&Play, l'ingénierie didactique nous permet de vérifier la théorie selon laquelle l'apprentissage de la programmation est favorisé par la pratique du jeu vidéo. Ce cadre théorique nous conduit à mener une analyse multifactorielle d'expérimentations de Prog&Play menées dans différents contextes auprès de différents enseignants. La figure 1 illustre les différentes étapes de cette évaluation basée sur les travaux de [CHEN & CHENG 07], [GESTWICKI & SUN 08], [GREITZER et al. 07], [LEUTENEGGER & EDGINGTON 07] et [VIAU 97].

Étant donnée la problématique sous jacente à Prog&Play, l'évaluation des expérimentations est centrée sur la motivation des étudiants, le savoir enseigné et appris, et l'activité conjointe de l'enseignant et des étudiants [SENSEVY 07]. L'évaluation de la motivation des étudiants est basée sur le modèle de [VIAU 97]. Elle est effectuée au moyen de questionnaires diffusés avant et après l'expérience. Pour mesurer l'évolution des savoirs chez les étudiants, nous procédons en deux temps : avant et après l'expérience. Ces mesures comportent des évaluations ad hoc basées sur l'analyse des savoirs à enseigner, ainsi que la prise en compte des résultats scolaires. Pour l'analyse de l'activité conjointe des étudiants et des enseignants, nous procédons à l'observation de séances d'enseignement centrée sur l'enseignant et un étudiant. Du point de vue enseignant, nous étudions quelle est la part de l'enseignement consacrée au jeu et celle consacrée à l'enseignement du savoir proprement dit afin de pouvoir effectuer une comparaison avec l'enseignement ordinaire. Du point de vue de l'étudiant, nous observons son activité tant du point de vue de sa participation au cours que du nombre et de la qualité des programmes qu'il crée en séance et en dehors. Nous avons établi une grille d'évaluation des programmes basée sur des critères d'ordre didactique et de pratique professionnelle [SMITH & CORDOVA 05].

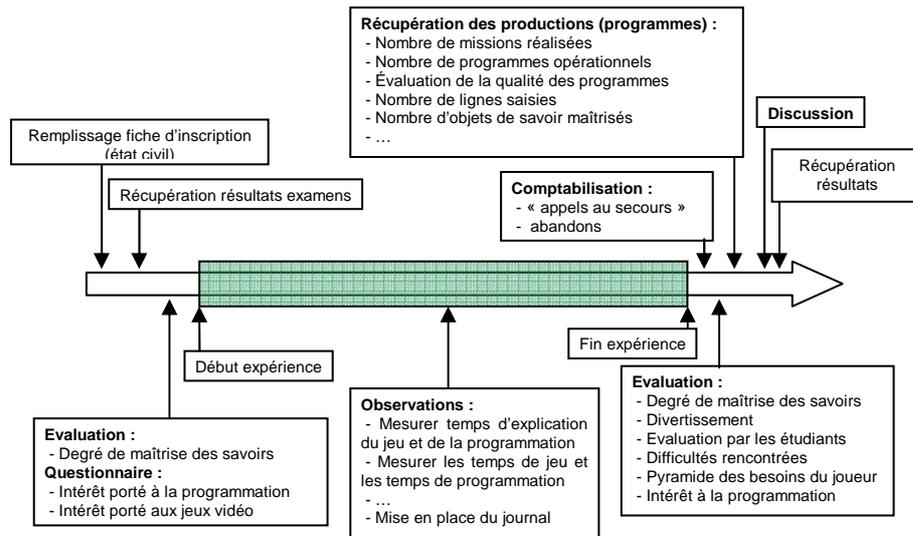


Figure 1. Organisation temporelle de l'évaluation.

Actuellement, nous avons procédé à deux expériences où nous sommes les enseignants. La première a eu lieu au département informatique de l'IUT de Toulouse et a simplement permis de valider les fonctionnalités de Prog&Play et de l'ingénierie pédagogique proposée. Cette expérience a été conduite auprès de 15 étudiants volontaires ayant des niveaux scolaires et des pratiques de jeux très différents et a montré une réelle motivation pour la plupart d'entre eux. La seconde expérience est actuellement en cours à l'UPS auprès d'étudiants volontaires inscrits en L1 sciences. L'objectif de cette expérience est de valider la portabilité de

Prog&Play à d'autres enseignements et d'expérimenter la faisabilité de nos critères d'évaluation. Ainsi, étant donné l'avancement de nos travaux, nous n'avons à ce jour pas encore pu procéder à une évaluation complète de Prog&Play telle que présentée ci-dessus. Notre objectif est de pouvoir diffuser Prog&Play à la rentrée scolaire prochaine. Nous sommes actuellement en pourparlers avec des enseignants de l'IUT Informatique de Blagnac, de l'IUT SeReCom de Castres et de l'UPS pour intégrer Prog&Play à leur formation officielle. La mise en œuvre de ces expériences nous permettra d'évaluer la prise en main du jeu par des enseignants externes au projet et pas toujours volontaires. L'hétérogénéité de ces formations et la diversité de leurs enseignants nous permettraient d'évaluer notre approche dans des contextes distincts.

4. Perspectives

Les trois questions auxquelles nous avons été confrontées pour élaborer Prog&Play se posent lors de la construction de jeu sérieux : quelle est la pertinence de développer un jeu sérieux pour un apprentissage donné, quel jeu choisir pour quel savoir à enseigner et comment évaluer les apprentissages ?

Notre première expérience au SUP de l'UPS nous montre que la motivation des enseignants pour développer un jeu sérieux concerne les difficultés d'apprentissages liées au savoir à enseigner. L'enseignement classique délivré ne permet pas aux étudiants de surmonter certaines difficultés ou d'acquérir des automatismes en termes d'apprentissage. Dans ces cas, les enseignants pensent que les jeux sérieux offrent une perspective d'apprentissage innovante et alternative dont la finalité est de motiver les étudiants et de les éveiller à une problématique spécifique, tout en leur permettant d'acquérir des mécanismes de résolution de problèmes, de façon parfois systématique.

Ainsi, la question de la pertinence de développement d'un jeu sérieux est envisagée en termes de difficulté d'apprentissage et non en termes de transposabilité d'un savoir. Pourtant, la question mérite d'être posée : est-ce que tout savoir peut se prêter à un apprentissage par le jeu ? Actuellement il n'existe aucun critère permettant d'effectuer cette discrimination.

Le choix du jeu support est également un point critique. Deux solutions sont envisageables : prendre un jeu existant ou construire un nouveau jeu. Chercher à adapter un jeu existant permet d'orienter son choix vers des jeux pratiqués par le public cible et de rester cohérent avec le point de vue de Zyda selon lequel le divertissement doit primer afin que l'apprentissage puisse se réaliser. Cependant, le problème de la compatibilité entre le jeu et le savoir à enseigner se pose : rien ne garantit l'adaptabilité du jeu à la pédagogie souhaitée. De plus, à notre connaissance, il n'existe aucun modèle permettant de détecter a priori les éventuels effets de bord d'un jeu sur l'apprentissage.

La seconde solution consiste à construire un moteur de jeu. Dans ce cas la priorité peut être donnée au savoir à enseigner. Le jeu peut être construit à partir

d'un scénario pédagogique bien défini. Cependant, rien ne garantit dans ce cas que le jeu procure un divertissement suffisamment intense pour soutenir l'apprentissage ou qu'il soit en adéquation avec les pratiques du public ciblé. De plus les jeux existants bénéficient d'une longue expérience de développement avec laquelle il semble difficile de rivaliser. La question de la primauté du jeu sur le savoir à enseigner reste donc entière.

Pour évaluer Prog&Play nous avons choisi d'utiliser le cadre théorique de Cobb et al. [COBB et al. 03]. Ce cadre, adapté à tous les jeux sérieux permettant le développement d'une ingénierie didactique, propose une analyse multifactorielle dont la portée semble intéressante pour tout type de jeu. Nous retiendrons notamment l'évaluation de la motivation des étudiants et de l'évolution des savoirs. À ce titre, un enregistrement de la trace des actions des étudiants au sein du jeu peut permettre une analyse fine des processus d'apprentissage mis en œuvre au cours du jeu.

5. Conclusion

L'évolution de la société conduit à la pratique régulière, voire intensive, de jeux vidéo, particulièrement chez les jeunes générations. Ainsi, le concept de jeux sérieux, destiné à supporter des apprentissages au travers de la pratique du jeu, est logiquement apparu, offrant ainsi une nouvelle forme d'apprentissage. Actuellement, l'enseignement universitaire, lorsqu'il se trouve confronté à des difficultés considérées comme irréductibles par les médias classiques d'apprentissage, investit ce domaine des possibles. La question se pose alors de l'opportunité et de la faisabilité de développer des jeux nouveaux.

Au travers d'une expérience menée dans le cadre d'une thèse sur un jeu sérieux destiné à motiver des étudiants novices en programmation, nous avons tenté de définir un cadre possible d'élaboration de jeux sérieux en répondant à trois questions clés : quelle pertinence pour le jeu, quel jeu vidéo choisir comme support et quelle performance peut-on attendre. Cette approche pose les problèmes de la compatibilité entre le jeu et le savoir à enseigner ainsi que la faisabilité de l'évaluation des processus d'enseignement apprentissages mis en œuvre.

Bibliographie

- [ACM/IEEE 05] ACM/IEEE-Curriculum 2005 Task Force, Computing Curricula 2005, The Overview Report, IEEE Computer Society Press et ACM Press, Septembre 2005.
- [CHEN & CHENG 07] Chen, W.-K., Cheng, Y. C., « Teaching Object-Oriented Programming Laboratory With Computer Game Programming », *Education, IEEE Transaction on*, vol. 50, n° 3, 2007, p. 197-203.
- [COBB et al. 03] Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lether, R., Schauble, L., « Design Experiments in Educational Research », *Educational Researcher*, vol. 32, n° 1, 2003, p. 9-13.

- [CRENSHAW et al. 08] Crenshaw, T. L., Chambers, E. W., Metcalf, H., Thakkar, U., « A case study of retention practices at the University of Illinois at Urbana-Champaign », *39^e ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, vol. 40, n° 1, 2008, p. 412-416.
- [GESTWICKI & SUN 08] Gestwicki, P., Sun, F.-S., « Teaching Design Patterns Through Computer Game Development », *ACM Journal on Educational Resources in Computing*, vol. 8, n° 1, 2008, p.1-22.
- [GREITZER et al. 07] Greitzer, F. L., Kuchar, O. A., Huston, K., « Cognitive science implications for enhancing training effectiveness in a serious gaming context », *ACM Journal on Educational Resources in Computing*, vol. 7, n° 3, art. 2, 2007.
- [KELLEHER 06] Kelleher, C., « Alice and The Sims: the story from the Alice side of the fence », *The Annual Serious Games Summit DC Washington*, 2006.
- [KELLEHER et al. 02] Kelleher, C., Cosgrove, D., Culyba, D., Forlines, C., Pratt, J., Pausch, R., « Alice2: Programming without Syntax Errors », *15^e annual symposium in the User Interface Software & Technology*, 2002.
- [KLOPFER & YOON 05] Klopfer, E., Yoon, S., « Developing Games and Simulations for Today and Tomorrow's Tech Savvy Youth », *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, vol. 49, n° 3, 2005, p. 33-41.
- [LEUTENEGGER & EDGINGTON 07] Leutenegger, S., Edgington, J., « A games First Approach to Teaching Introductory Programming », *SIGCSE Bull.*, vol. 9, n° 1, 2007, p. 115-118.
- [MALONE & LEPPER 87] Malone, T. W., Lepper, M. R., « Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning », *Aptitude, learning and instruction: III. Conative and affective process analyses*, 1987, p. 255-286.
- [MALONEY et al. 04] Maloney, J., Burd, L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B., Resnick, M., « Scratch: A Sneak Preview », *2^e International Conference on Creating Connecting, and Collaborating through Computing*, 2004, p. 104-109.
- [MURATET et al. 09] Muratet, M., Torguet, P., Jessel, J. P., Viallet, F., « Towards a Serious Game to Help Students Learn Computer Programming », *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2009, , Article ID 470590, 12 pages, 2009.
- [SENSEVY 07] Sensevy, G., *Agir ensemble – L'action Didactique Conjointe du Professeur et des Elèves*, Rennes : Presses Universitaires, p. 13-49, 2007.
- [SMITH & CORDOVA 05] Smith, L., Cordova, J., « Weighted primary trait analysis for computer program evaluation », *J. Comput. Small Coll.*, vol. 20, n° 6, 2005, p. 14-19.
- [STEVENSON & WAGNER 06] Stevenson, D. A., Wagner, P. J., « Developing real-world programming assignments for CS1 », *11^e annual SIGCES conference in Innovation and technology in computer science education*, 2006, p. 158-162.

[VIAU 97] Viau, R., *La motivation en contexte scolaire*, Bruxelles : De Boeck, 1997.

[ZYDA 05] Zyda, M., « From Visual Simulation to Virtual Reality to Games », *IEEE Computer*, vol. 38, n° 9, 2005, p. 25-32.

Références sur le web

[COLOBOT 07] <http://www.ceebot.com/colobot/index-e.php> accédé le 21 Septembre 2007.

[GC 09] <http://www.gameclassification.com/> accédé le 28 Mai 2009.

[ESA 08] http://www.theesa.com/facts/pdfs/ESA_EF_2008.pdf accédé le 26 Août 2008.

[KP 08] http://spring.clan-sy.com/wiki/Kernel_Panic accédé le 26 Août 2008.

[ROBOCODE 07] <http://robocode.sourceforge.net/> accédé le 17 Avril 2007.

Classifications de jeux et conception de Learning Games

Méthodologie de construction d'une grille de description de scénarios

Christelle Mariais*,, Florence Michau*, Jean-Philippe Pernin***

* *Laboratoire d'Informatique de Grenoble – Equipe MeTAH*
961 rue de la Houille Blanche BP 46, 38402 GRENOBLE Cedex France

Christelle.Mariais@imag.fr

florence.michau@grenoble-inp.fr

Jean-Philippe.Pernin@imag.fr

** *SYMETRIX, 34 Avenue de l'Europe, 38100 Grenoble, France*

RÉSUMÉ. L'utilisation de Learning Games dans le secteur de la formation professionnelle est aujourd'hui en plein développement. L'objectif de nos travaux est d'offrir aux concepteurs un environnement d'assistance pour l'élaboration d'un dispositif de formation, technologique et humain, basé sur le jeu, et plus spécifiquement le jeu de rôle. La définition des outils d'assistance envisagés, qui se base sur des résultats concernant la scénarisation pédagogique, s'appuie également sur une description homogénéisée de modèles de scénarios de jeux. Cet article met en évidence la méthodologie utilisée pour élaborer la grille de description de jeux qui vise à définir ces modèles et à faciliter leur adaptation à différents contextes (présentiel, distanciel). La grille elle-même est présentée à travers la description d'un jeu de rôle utilisé en formation professionnelle. Enfin, les perspectives d'utilisation de la grille sont évoquées.

MOTS-CLÉS : jeux de rôles, formation professionnelle, modèles, Learning Game, environnement d'aide à la conception, scénarios.

1. Introduction

1.1. Contexte de l'étude

Pour renforcer la motivation des apprenants tout en préservant des coûts raisonnables, le secteur de la formation professionnelle se tourne aujourd'hui vers le Learning Game - dispositif pédagogique mettant en œuvre des ressorts de jeu pour l'acquisition ou la formalisation de connaissances ou de compétences.

Notre problématique de recherche est motivée par l'identification de trois verrous liés aux Learning Games : l'absence de méthodologie et d'outils pour assurer une certaine efficacité du jeu dans l'apprentissage ; des solutions actuelles peu adaptables au cycle de vie court de certains contenus de formation ; le manque de dispositifs pour soutenir la co-construction de connaissances et le transfert de compétences non formalisées.

Ce travail s'intéresse plus spécifiquement aux jeux de rôle [PROUST & BOUTROS 08] utilisant un environnement informatique comme support du travail collectif. Ce choix est motivé par l'intérêt reconnu du jeu de rôle dans la formation professionnelle. De plus, le jeu de rôle offre une certaine flexibilité avec la possibilité de reposer sur des scénarios simples (peu de règles) et des ressources externes facilement instanciables, aspect essentiel en lien avec les besoins d'adaptabilité. Enfin, le jeu de rôle, par la mise en place de situations collectives, peut répondre aux nouveaux enjeux des entreprises en matière de co-construction de connaissances, de formalisation et transfert de compétences.

1.2. Objectif de nos travaux

Dans ce contexte, notre objectif est d'offrir des modèles et des outils d'assistance aux concepteurs dans l'élaboration d'un dispositif de formation, technologique et humain, proposant une « expérience collective d'apprentissage » fondée sur le jeu de rôles.

L'environnement d'assistance guidera le concepteur dans les différentes phases d'élaboration du scénario du dispositif. La définition des outils d'assistance envisagés, qui se base sur des résultats concernant la création et la réutilisation de scénarios pédagogiques, doit également s'appuyer sur une description homogénéisée de modèles de scénarios de jeux. La première étape de notre travail a donc consisté à définir un ensemble de critères stables pour construire une grille de description de scénarios de jeux.

Cet article met en évidence la méthodologie utilisée pour élaborer la grille de description. La grille elle-même est ensuite présentée à travers la description d'un jeu de rôle utilisé en formation professionnelle. Enfin, les perspectives d'utilisation de la grille sont évoquées.

2. Méthodologie

2.1. Travaux sur la scénarisation pédagogique

Notre spécification d'un environnement d'aide à la conception de Learning Games s'appuie sur des résultats issus de recherches sur la scénarisation pédagogique [HOTTE & AL 08]. Trois phases, identifiées dans l'élaboration d'un scénario de Learning Game, définissent l'organisation de l'environnement d'assistance :

- une *phase de spécifications générales* du dispositif (définition du public cible, des objectifs, des contraintes éventuelles) ;
- une *phase de conception globale du scénario* basée sur des « modèles de scénarios de jeu » en lien avec les spécifications définies précédemment ;
- une *phase d'adaptation et d'opérationnalisation* qui permet de contextualiser le scénario et d'effectuer les paramétrages nécessaires à son exécution sur une plateforme informatique.

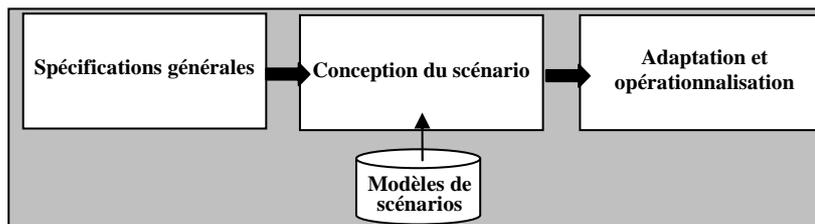


Figure 1. Schéma de l'environnement d'aide à la conception

Les recherches sur l'assistance à la conception et à la réutilisation de scénarios mettent en évidence la nécessité de définir un cadre formel de description comprenant des éléments essentiels tels que l'explicitation des intentions [VILLIOT-LECLERCQ 07] ou la présentation des usages préexistants [PERNIN & LEJEUNE 04]. Dans notre contexte, ce cadre formel prendra la forme d'une grille de description de scénarios de jeux.

La méthode des Pléiades [VILLIOT-LECLERCQ 07], qui vise à « exprimer de façon formalisée et instrumentable les scénarios pédagogiques », définit des propriétés descriptives et organisatrices. Nous retiendrons par exemple les propriétés suivantes : la granularité des entités qui composent un scénario, leur statut (obligatoire, optionnel), la densité (nombre de phases), la liste des phases et leur orchestration.

Nos travaux portent sur des scénarios spécifiques : les scénarios de jeux pour la formation. Pour définir leurs critères de description, nous nous sommes donc également intéressés aux classifications de jeux.

2.2. Étude de classifications de jeux existantes

Afin d'offrir une vision large du domaine, nous avons étudié des classifications portant sur les jeux « traditionnels », les jeux vidéo, les jeux pour la formation professionnelle, réalisées aussi bien par des chercheurs que des professionnels. Nous avons également étudié une classification des Serious Games, ensemble des jeux à finalités sérieuses incluant le Learning Game.

Sept classifications ont été retenues pour couvrir une variété de points de vue et d'objectifs ainsi que différentes périodes de l'histoire des jeux.

2.2.1. Une classification transversale

A travers l'élaboration d'une taxonomie pour classer les jeux et simulations, Klabbers [KLABBERS 08] vise la construction d'un cadre pour décrire des jeux, « traditionnels » ou jeux vidéo, pour le loisir ou pour la formation (Learning Games).

La taxonomie de Klabbers se démarque des autres classifications en considérant le jeu comme un système social constitué d'acteurs, de rôles et de ressources. Chacun de ces éléments est décrit selon trois points de vue correspondant à l'approche linguistique de la théorie sémiotique des jeux [MARSHEV & POPOV 83] : la syntaxe (la forme du jeu, l'agencement des éléments et règles du jeu) ; la sémantique (le contenu, l'interprétation et la signification des éléments constitutifs) ; la pragmatique (les informations relatives à la conception et à l'utilisation). Klabbers envisage également l'utilisation de ce cadre à des fins de conception en y ajoutant des éléments de spécifications à définir par le concepteur : client, intention visée avec le jeu, sujet traité, public cible, contexte d'utilisation.

La taxonomie de Klabbers est exploitable pour notre travail, notamment parce qu'elle poursuit des objectifs semblables aux nôtres : révéler la structure des jeux existants et guider la conception de nouveaux jeux, quels que soient leur support ou leur objectif, numériques ou non, « sérieux » ou pas.

2.2.2. Classifications de jeux « traditionnels »

Les travaux de Caillois [CAILLOIS 67] sur le rôle social du jeu sont considérés comme une référence dans le domaine. Afin de mieux comprendre son sujet d'étude, Caillois a élaboré une classification qui distingue quatre catégories de jeux relatives à « l'attitude du joueur » : *Agôn* pour la compétition, *Alea* pour les jeux de hasard, *Mimicry* pour les jeux de simulacre (où les joueurs jouent des rôles), *Ilinx* pour la recherche du vertige. Caillois définit également deux pôles pour situer les jeux en fonction de la présence plus ou moins forte de règles : la *païda* des jeux libres, non réglés, s'oppose au *ludus* des jeux respectant des conventions bien définies.

En intégrant ces critères à la description des jeux nous souhaitons mettre en évidence un lien entre les ressorts de jeu tels que définis par Caillois et des types d'activités pédagogiques collectives spécifiques, voire des connaissances ou compétences.

2.2.3. *Classifications de jeux vidéo*

L'une des premières taxonomies de jeux vidéo [CRAWFORD 82] poursuit un objectif commun au nôtre : guider la conception. Cette taxonomie distingue deux grandes catégories : les « skill-and-actions games », jeux d'action et d'adresse basés sur des compétences motrices et sensorielles, et les « strategy games », jeux de stratégie utilisant principalement des compétences cognitives.

La classification des frères Le Diberder [98] élaborée ultérieurement vise à orienter les utilisateurs dans leurs choix. Fondée sur l'histoire de la constitution du secteur des jeux vidéo, elle distingue : les jeux de réflexion, les jeux d'arcade ou d'action et les jeux de simulation.

Ces travaux mettent en évidence un critère de discrimination incontournable dans une optique d'utilisation du jeu comme dispositif de formation : le type de compétence mis en œuvre.

Des travaux plus récents [ALVAREZ 07] visent à déterminer les spécificités d'un Serious Game par rapport à un jeu vidéo classique. La classification de jeux vidéo proposée repose sur la définition de briques *game* relatives aux objectifs globaux ou locaux du jeu (ex. « AVOID », éviter) et de briques *play* représentant les moyens pour atteindre ces objectifs (ex. « SHOOT », tirer sur une cible).

Suite à ces travaux, le système de caractérisation GPS (Gameplay Purpose Scope) a été développé [ALVAREZ-DJAOUTI 09]. Il reprend l'analyse formelle du jeu issue de la définition des briques *Gameplay* (aspect formel) enrichie de deux autres aspects : le **Purpose** (aspect culturel, intention de l'auteur) et le **Scope** (aspect pragmatique, utilisation du jeu).

La définition des briques *gameplay* est parfois difficilement objectivable [ALVAREZ 07] ce qui empêche l'utilisation de ces critères pour une description homogénéisée de scénarios de jeux. Par contre, la méthodologie du système GPS est à retenir : présentation des aspects formels, des intentions du concepteur et d'informations sur l'utilisation du jeu. Cette description se rapproche du cadre de Klabbers : spécifications générales (notamment intention), aspects syntaxique (forme) et pragmatique (usage).

2.2.4. *Classification de jeux pour la formation professionnelle*

Dans le domaine des jeux pour la formation professionnelle, les travaux de Thiagarajan ont un objectif proche du nôtre : définir des modèles de jeux.

La présentation des modèles ou « jeux-cadres de Thiagi » [HOURST-THIAGARAJAN 07] [THIAGI 09] fait apparaître deux types de classifications : la première relative à la place du jeu dans la formation (ex. jeux d'introduction, jeux de clôture, jeux pour débriefing, etc.), la seconde relative au type de support ou d'activité (ex. jeux de rôle, jeux de cartes, puzzles, jeux sonores, etc.).

Thiagi propose un cadre de description qui vise à structurer la présentation des jeux pour faciliter leur appropriation. Nous retiendrons tout particulièrement le

topogramme utilisé par Hourst [HOURST-THIAGARAJAN 07] : un schéma qui présente visuellement la structure du jeu, l'agencement des différentes phases. .

2.2.5. Classification de Serious Games

La taxonomie définie par Sawyer [08] a pour but d'établir un panorama des Serious Games à destination principalement des industriels. Un premier niveau présente les types d'usage (publicité, formation, etc.) et les domaines d'applications (santé, défense, etc.). Un niveau plus détaillé propose une taxonomie spécifique pour chaque type d'usage.

Les critères de description présentés apparaissent comme peu stables, notamment dans les taxonomies détaillées, et donc difficilement utilisables dans le but de fournir une description homogénéisée. Toutefois, ce travail met en évidence l'importance d'une présentation des usages possibles d'un jeu afin de guider le choix des clients ou concepteurs.

3. Présentation de la grille de description

La grille de description que nous proposons est principalement basée sur la taxonomie de Klabbbers [KLABBERS 08], adaptée à nos besoins spécifiques. Elle prend également en compte les résultats issus de travaux sur la scénarisation et certains critères issus des différentes classifications étudiées ci-dessus. Un des buts de cette grille est de pouvoir décrire l'intégralité d'un scénario de jeu pour la formation en incluant toutes les phases qui le constituent, et notamment les incontournables phases de débriefing. Le travail sur la grille présentée est en cours : le lexique utilisé n'est donc pas figé et les éléments proposés sont susceptibles d'être complétés.

La grille de description est divisée en deux parties. Tout d'abord les spécifications générales offrent une définition globale du dispositif et du contexte : client, secteur d'activité, intention générale, compétences visées, public cible (profil, effectif, contraintes organisationnelles, contraintes liées aux spécificités de l'entreprise), place dans la formation, synopsis, durée et planification.

Ensuite l'architecture du scénario est décrite à plusieurs niveaux selon la granularité du dispositif. Un *niveau macro* fournit une vision globale de l'organisation et un *niveau micro* présente de façon détaillée chacune des phases identifiées au niveau macro. Les acteurs, les règles et les fonctions (équivalentes aux « ressources » spécifiées par Klabbbers mais redéfinies pour mieux répondre à nos besoins) sont décrits d'un point de vue syntaxique, sémantique et pragmatique.

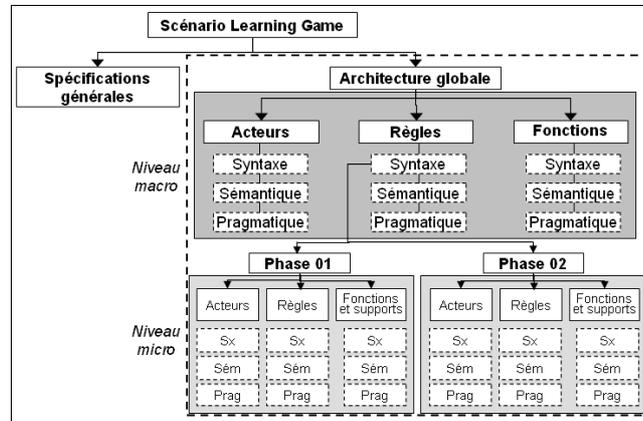


Figure 2. Organisation de la grille de description

Au niveau macro, pour les règles et les fonctions, on se focalise essentiellement sur la syntaxe. La sémantique et la pragmatique, très liées aux phases du jeu, sont généralement détaillées dans le niveau micro.

L'aspect syntaxique des acteurs s'intéresse au nombre de participants (joueurs et animateurs) et à la composition des équipes. La sémantique présente le rôle des participants. L'aspect pragmatique définit notamment la ou les stratégie(s) d'apprentissage mise(s) en œuvre (apprentissage par interaction entre les participants, par acquisition, etc.).

La syntaxe des règles stipule le degré de liberté du jeu (*païda* et *ludus*), les phases préparatoires, les règles de départ et de fin, le nombre et l'organisation des phases du jeu (statut – obligatoire ou optionnel ; modalités – collective, collaborative, coopérative, individuelle ; durée). Un schéma présente la structure du jeu. Le niveau sémantique détaille le rôle des règles pour chaque phase, et précise la présence des ressorts de jeu définis par Caillois (*agôn*, *mimicry*, *alea*, *ilinx*). L'aspect pragmatique présente pour chaque phase les actions des animateurs et les modalités des évaluations éventuelles.

La partie « fonctions » définit les fonctionnalités et supports utilisés pour la mise en œuvre du jeu (ex. plateau, cartes, etc.). Au niveau syntaxique, on indique la présence ou non de fonctions ressources (documents fournis ou produits, outils tels que simulateurs, etc.), fonctions de communication et fonctions d'organisation. Le rôle de ces fonctions (aspect sémantique) et leur mise en œuvre (aspect pragmatique : fonctionnalités et supports) sont également précisés.

3.1. Test de la grille pour décrire un jeu de rôle

Afin de tester cette grille pour la description de jeux de rôle nous l'avons appliquée à un jeu type pour la formation à la gestion de conflits [THIAGI 09].

L'objectif du test est de vérifier l'expressivité de ce modèle, c'est-à-dire sa capacité à fournir une description complète, non ambiguë du jeu de rôle en vue de mutualiser et réutiliser sa structure.

3.1.1. Spécifications générales

Le jeu se déroule lors d'une séance présentielle d'une durée de 90 mn. Il permet d'enchaîner trois jeux de rôle basés sur des scénarios réalistes de conflit dans un contexte professionnel.

3.1.2. Description du jeu niveau macro

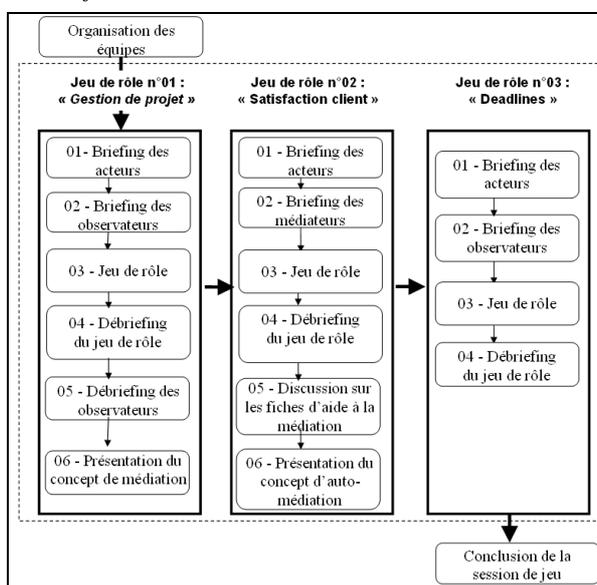


Figure 3. Détail de l'organisation des phases du jeu

Ce jeu est destiné à un groupe de 3 à 15 participants répartis en équipes de 3 joueurs. Les participants joueront les rôles définis dans les scénarios (acteurs des conflits, médiateur) ou seront observateurs de la scène.

3.1.3. Description d'éléments du jeu au niveau micro

Par exemple, la deuxième phase du jeu, « Jeu de rôle n°02 », comporte 6 étapes : 1- Briefing des acteurs du conflit ; 2- Briefing des médiateurs ; 3- Jeu de rôle ; 4- Débriefing du jeu de rôle ; 5-Discussion autour des fiches d'aide à la médiation ; 6-Présentation du concept d'auto-médiation. Au niveau micro, cette phase sera décrite dans la grille dont un extrait (description des fonctions) est présenté figure 4.

		Fonctions		
Syntaxe		Sémantique	Pragmatique	Etape
Support principal	Jeu de plateau / Jeu de cartes / Simulateur / Communication orale (jeu de rôle) etc.			
Fonctions ressources	Oui / Non	Docs consignés		
		Le background de Bob : pour acteur du conflit (B)	Doc papier	2, 4
		Le background de Cathy : pour acteur du conflit (C)	Doc papier	2, 4
		Check-list médiation pour médiateur	Doc papier	3, 4, 6
		Guidelines médiations pour médiateur	Doc papier	3, 4, 6
		Docs ressources recherchés		
		Docs produits		
		Notes du formateur concernant les éléments intéressants de médiation observés pendant le jeu de rôle	Doc papier	4, 5
Fonctions communication	Oui / Non	<i>Interactions sociales</i>		
		<i>Tâches collectives / collaboratives</i>	Communication orale en face à face	Toutes
		<i>Négociation</i>		
		<i>Choix - Convergence</i>		
Fonctions organisation	Oui / Non	<i>Gestion de profils</i>		
		<i>Planification : Gestion de la durée des jeux de rôles</i>	Chronomètre	4

Figure 4. Description des fonctions du jeu

4. Conclusion

Ce test a permis une première vérification de l'expressivité du modèle sous-jacent à cette grille. Pour faire apparaître d'éventuels manques ou besoins de modifications, nous testerons la grille sur d'autres exemples de jeux. Par ailleurs, nous travaillons à l'enrichir avec le concept de *potentiel ludique* des activités tel qu'il est présenté par Brougère [BROUGÈRE 05].

Un second objectif est aujourd'hui de tester sa capacité à décrire des jeux de rôles pour les mettre en œuvre dans des contextes différents. En particulier, nous nous intéressons à les adapter à un déroulement à distance, pour des acteurs géographiquement répartis, en s'appuyant sur des fonctionnalités numériques (visio-conférence, plateformes LCMS). Nous envisageons également d'enrichir le dispositif de fonctionnalités liées aux ressorts de jeux (ex. fonctionnalités pour générer la compétition, faire intervenir le hasard, etc.) et plus spécifiquement aux ressorts des jeux de rôle (fonctionnalités pour favoriser l'immersion des joueurs dans l'univers graphique, la narration et les rôles des personnages).

5. Bibliographie

- [ALVAREZ 07] Alvarez, J., Du jeu vidéo ou Serious Game - Approche culturelle, pragmatique et formelle, Thèse de doctorat, 2007.
- [BROUGÈRE 05] Brougère, G., Jouer/Apprendre, Economica/Anthropos, 2005
- [CAILLOIS 67] Caillois, R., *Les jeux et les hommes*, Gallimard, 1967
- [EMIN et al. 07] Emin V., Pernin J.-P., Prieur M., Sanchez E., Stratégies d'élaboration, de réutilisation et d'indexation de scénarios, actes du colloque SCENARIO 2007, 2007
- [HOTTE & AL 08] Hotte R., Godinet H., Pernin J.P., "Scénariser l'apprentissage, une activité de modélisation" in Numéro Spécial, Volume 4, n° 7. Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire, 2008
- [HOURST & THIAGARAJAN 07] Hourst, B., Thiagarajan, S., *Modèles de jeux de formation : Les jeux-cadres de Thiagi*, Eyrolles, 2007
- [HUIZINGA 88] Huizinga, J., *Homo Ludens : essai sur la fonction sociale du jeu*, Gallimard, 1988, (1^{re} édition : 1938)
- [KLABBERS 08] Klabbers, J. H. G., *The Magic Circle: Principles of Gaming and Simulation*, Sense Publishers, 2008, 2nd edition
- [LE DIBERDER 98] Le Diberder, A. et F., *L'univers des jeux vidéo*, La Découverte, 1998.
- [MARSHEV & POPOV 83] Marshev V., Popov A., Element of a theory of Gaming. In I. Stahl (Ed.), *Operational Gaming*. Oxford: Pergamon Press
- [PERNIN & LEJEUNE 04] Pernin J.-P., Lejeune, A., « Modèles pour la réutilisation de scénarios d'apprentissage », colloque TICE Méditerranée, Nice, novembre 2004
- [PROUST & BOUTROS 08] Proust F., Boutros F., *Jeux de rôle pour les formateurs*, Eyrolles, Editions d'Organisation, 2008
- [VILLIOT-LECLERCQ 07] Villiot-Leclercq E. Modèle de soutien à l'élaboration et à la réutilisation de scénarios pédagogiques, Thèse de doctorat, Avril 2007

6. Références sur le WEB.

- [ALVAREZ & DJAOUTI 09] www.gameclassification.com (consulté en février 2009)
- [CRAWFORD 82] Crawford, C., *The Art of Computer Game Design*, 1982
<http://www.vancouver.wsu.edu/fac/peabody/game-book/Chapter3.html>
- [SAWYER 08] Sawyer, B., *Serious Games Taxonomy*, 2008 Document téléchargeable : www.seriousgames.org/presentations/serious-games-taxonomy-2008_web.pdf
- [THIAGI 09] Modèles de jeux pour la formation : <http://www.thiagi.com/games.html> (consulté en février 2009)

Vers une industrialisation de la conception et de la production de Serious Game

**Iza Marfisi-Schottman, Aymen Sghaier, Sébastien George,
Patrick Prévôt, Franck Tarpin-Bernard**

*Université de Lyon, LIESP, INSA-Lyon, F-69621
Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production
Bâtiment Léonard de Vinci, 21 rue Jean Capelle
69621 Villeurbanne Cedex France
{ iza.marfisi , aymen.sghaier , sebastien.george, patrick.prevot, franck.tarpin-bernard }@insa-lyon.fr*

RÉSUMÉ. Les Serious Game (SG) connaissent un essor formidable depuis ces dernières années. Les entreprises issues des jeux vidéo produisent des SG, qui connaissent un fort succès auprès du grand public, mais dont les apports pédagogiques restent à prouver. D'un autre côté, les SG issues du monde de l'éducation ont des scénarios pédagogiques très évolués mais leurs aspects ludiques et graphiques sont souvent très en dessous de ceux des jeux grand public. Le SG idéal doit combiner ces deux aspects tout en ayant une production rentable. Dans cet article nous proposons de formaliser une méthode pour la conception et la production de SG à la fois ludique et éducatif en décrivant les étapes, les acteurs, les outils et les documents utilisés.

MOTS-CLÉS : *Serious Games, conception, méthode, modélisation, scénarisation, environnement auteur, évaluation*

1. Introduction

Les Serious Game (SG), que l'on peut traduire par "jeux sérieux", offrent un potentiel qui reste encore à découvrir, et l'homme n'a jamais été aussi inventif que lors de la création de jeux. Dans un monde où les jeux vidéo et les environnements informatiques se sont largement démocratisés, les méthodes de formation ont évolué en tirant partie de ces outils [Mizuko 08]. En 2001 déjà, une étude américaine [Prensky 01] montrait qu'en moyenne, un élève du niveau licence a passé seulement 5 000 h à lire un livre contre plus de 10 000 h à jouer aux jeux vidéo, sans compter 20 000 h à regarder la télévision !

De tout temps, les jeux ont servi à construire des comportements et à développer l'intelligence. Il est donc logique de se demander pourquoi le jeu n'est pas systématiquement utilisé pour apprendre même à un âge avancé [Crawford 84]. Les jeux ont l'avantage d'immerger l'apprenant dans un monde dans lequel il doit s'investir physiquement, intellectuellement et émotionnellement pour progresser, relever un challenge ou accomplir une quête. L'objectif d'un SG est de construire et développer des connaissances, comportements et compétences, le jeu y joue un rôle de catalyseur. Il permet de donner à l'apprentissage une toute autre dimension en apportant les deux piliers fondamentaux de la pédagogie : *l'action* et *l'émotion*. Lors d'un apprentissage académique, seules les zones « analytique » et de traitement de l'information verbale (le discours du formateur) et visuelle (ses supports de présentation) travaillent alors qu'un SG sollicite aussi : les zones des émotions, l'hémisphère cérébral droit via les métaphores, les situations de synthèse, de décision et même le mouvement physique. Les SG possèdent un autre atout indiscutable : la possibilité de s'adapter à l'apprenant tout en étant d'une patience sans limite. Le scénario, le niveau de difficulté, la rapidité de progression, les éléments internes du jeu... tout peut être adapté aux connaissances, aux préférences et aussi aux capacités de l'apprenant. On retrouve sur ce point les intérêts des EIAH. Un SG peut donc être vu comme résultant du mariage des jeux vidéo et des EIAH.

Surfant sur la vague des consoles simples à prendre en main comme la Wii [Nintendo-Wii 09] et les DS [Nintendo-DS 09], une multitude de SG commerciaux ont vu le jour. Ces SG, sous formes de mini-jeux de reflexe [EA-sports 09] et d'énigmes logiques [Touch-Generation 09] sont censés faire travailler les réflexes et développer les facultés mémorielles et logiques. Bien que leur propriété ludique fasse l'unanimité, leurs apports éducatifs restent à vérifier. D'un autre côté, les SG issus du monde de l'éducation ont des scénarios et des contenus conçus par des experts du domaine et des experts pédagogiques et sont étudiés pour garantir un acquis cognitif et comportemental. Cependant, leur propriété ludique est souvent freinée par des graphismes et des interactions trop austères. Comment arriver à marier le savoir faire de ces deux univers pour créer un SG qui réunit à la fois l'aspect ludique et garantit un apprentissage humain significatif ? Pour qu'un SG soit viable commercialement, il faut aussi que le cycle de conception/développement soit rapide et efficace car les structures de formation ne peuvent allouer les moyens

financiers et humains que supporte l'industrie du jeu vidéo, d'autant plus que la cible d'apprentissage est souvent très étroite et que certains domaines abordés sont à forte évolution (un contenu peut s'avérer obsolète au bout de 3 à 4 ans, i.e. dès sa mise sur le marché).

2. Problématique

La création d'un SG est un long processus impliquant de multiples acteurs. Elle commence par une phase de conception dans laquelle des experts du domaine, des experts pédagogiques et des cognitivistes élaborent une maquette. La maquette passe alors entre les mains d'une équipe de réalisateurs (codeurs, graphistes, acteurs...) qui produisent un jeu utilisable. Cette étape prend énormément de temps surtout quand il est impossible d'employer les moyens des grosses entreprises de jeux vidéo. Le jeu est ensuite testé sur la population cible. Cette phase peut durer des mois voire des années pour tester toutes les branches d'un jeu. Les retours d'usage entraînent souvent des modifications portant sur les fonctionnalités des interfaces, la formalisation des interactivités (mauvaise formulation entraînant des erreurs systématiques), les erreurs de conception du scénario, les déficits de couverture de domaine.... Tous ces cas impliquent un remaniement profond de la structure du SG qui doit repasser entre les mains des concepteurs mais aussi de l'équipe de réalisation. Pour toutes ces raisons et avec notre retour d'expérience concernant la conception d'une douzaine de SG [INSA-Lyon 09], la création d'un jeu dure en moyenne 3 ans, pour une quinzaine d'heures d'apprentissage (intégrant l'animation du formateur) et le coût de revient global est d'environ de 15 000 € par heure de jeu apprenant. Ces chiffres ont été confirmés par plusieurs compagnies de jeux vidéo. Pour que le temps et l'argent ne freinent plus la création des SG, il faut rendre leur conception et leur réalisation plus rapide et efficace. Cette problématique se pose bien évidemment pour les industriels qui produisent des SG mais aussi pour les chercheurs du domaine. D'un point de vue recherche en informatique, les principaux verrous scientifiques concernent l'instrumentation des différents acteurs de la fabrication d'un SG et la réutilisabilité de différentes briques (scénarios, activités, interactions).

La communauté scientifique des SG rentre dans une phase idéale pour s'attaquer à cette problématique. Les SG se popularisent en abordant de nombreux domaines et en suscitant l'intérêt de nombreuses communautés scientifiques et professionnelles. C'est le moment de proposer des bases solides et des méthodes de construction pour les futurs SG. Durant ces quinze dernières années, nous avons également acquis une expérience assez importante en production de SG pour mutualiser nos différentes techniques et partir sur de nouvelles ambitions [Akkouche & Prévôt 98] [Babari 00]. De la même façon, il est judicieux de profiter du savoir-faire des entreprises de jeux vidéo et de manière générale, de toutes les entreprises industrielles pour réduire le temps et le coût de production.

Dans la suite de cet article, nous proposons de formaliser les différentes étapes pour la fabrication efficace de SG ludiques et éducatifs en décrivant, pour chaque étape, les acteurs, les outils et les documents utilisés. Nous proposons également un système pour mutualiser des modèles d'activités génériques ainsi que leurs outils d'édition. Au vue des SG existants et des possibilités quasi illimitées que proposent les outils web, nous visualisons ce protocole de fabrication comme pouvant être développé sur une plateforme web qui produirait des SG sous forme d'applications Flash ou autre applications web. Le protocole que nous proposons se veut le plus générique possible et applicable à tout type de SG (mono ou multi-joueurs, en classe ou non, avec ou sans tuteur, déconnecté ou en réseau...)

3. Chaîne de fabrication de SG

3.1. Vue générale

Pour être sûr que tous les facteurs et acteurs qui interviennent dans la fabrication des SG soient pris en compte nous proposons d'utiliser la décomposition des 5M largement employée en génie industriel [Hosotani 97]:

- **Main d'œuvre** : les acteurs humains internes au projet qui interviennent sur les étapes de fabrication. Nous les décrivons par des rôles (expert pédagogique, cognicien...), une seule personne physique pouvant endosser plusieurs rôles.
- **Matériel** : ensemble d'outils informatiques dont se servent les acteurs humains pour mener à bien la fabrication du SG.
- **Matière** : documents, maquettes, fichiers exécutables, base de données et tout autre artefact utilisés directement ou indirectement comme matière pour fabriquer le SG final.
- **Méthode** : la séquence des étapes de fabrication et l'ensemble des échanges entre acteurs. Cela représente le procédé général qui mène à la création du SG.
- **Milieu** : tous les éléments externes au projet qui interviennent dans la fabrication du SG comme les experts du domaine (professeur, médecin, ingénieur...), les sous-traitants (graphistes, acteurs...) ou bien les apprenants et les tuteurs (tests et retours d'usage).

La fig. 1 représente les différentes étapes de la fabrication d'un SG utilisant cette classification. Les parties suivantes décrivent les étapes dans l'ordre chronologique.

3.2. Description de la chaîne de production

Le processus de fabrication d'un SG est déclenché par un client qui formule une demande correspondant à des besoins spécifiques (fig. 1, phase 1). Les contraintes de temps et de coût imposées par le client sont prises en compte par le chef de projet qui a pour mission de veiller au bon déroulement des étapes de la fabrication.

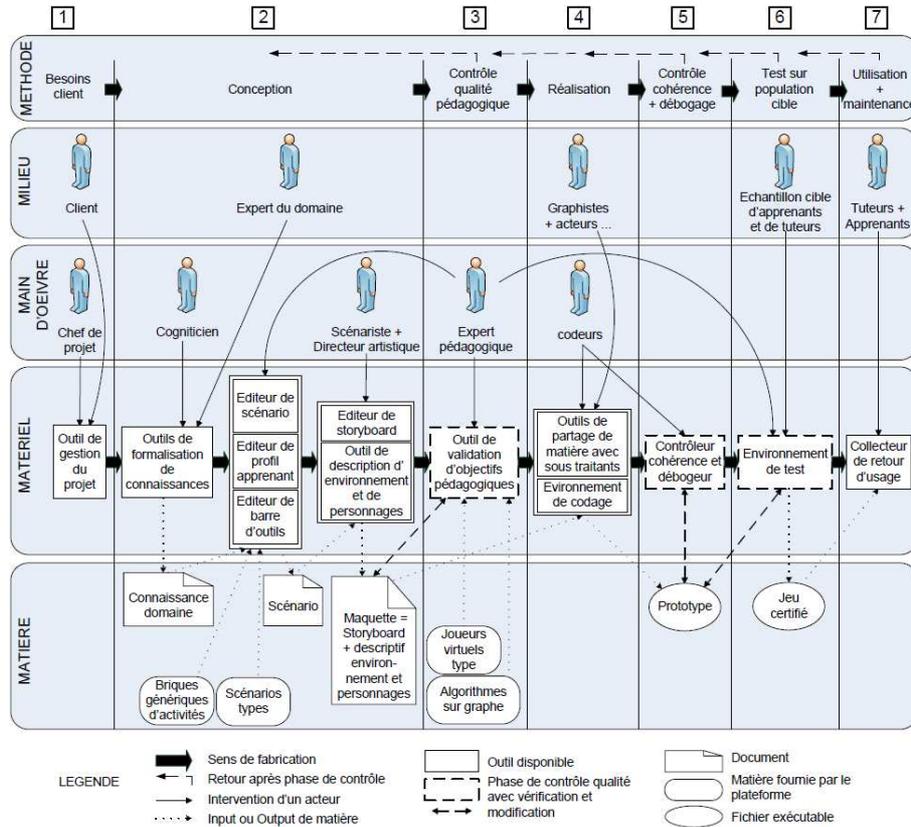


Figure 1. Vision globale de la chaîne de production d'un SG

Les deux étapes suivantes, la conception de la maquette et le contrôle qualité pédagogique (fig. 1, phase 2 et 3), sont le cœur de notre réflexion dans cet article. Elles seront donc décrites en détail dans la partie 4.

La maquette est ensuite donnée à l'équipe de réalisation, composée de codeurs et de sous traitants externes (graphistes, acteurs, cinéaste, *sound manager*...) (fig. 1, phase 4). Un outil de gestion global du projet leur permet de communiquer, d'échanger des documents et de planifier des tâches. Cette phase donne naissance au prototype du SG qui passe ensuite par la phase de contrôle de cohérence et de débogage (fig. 1, phase 5).

Le prototype est maintenant prêt pour la phase de test sur une population cible (fig. 1, phase 6). Il est vrai que cette étape est très consommatrice en temps et en ressources mais elle reste indispensable. On peut en revanche la rendre beaucoup plus efficace en utilisant un environnement de test qui collecte toutes les traces d'usage et permet de les étudier avec des méthodes de *data mining*. Après avoir étudié les résultats de cette phase de test, l'expert pédagogique doit remédier aux éventuels problèmes en notifiant les acteurs concernés des changements nécessaires.

Après être passé par toutes les phases précédentes, le SG est certifié pour ses aspects ludique et éducatif. La personne chargée de planifier les séances d'apprentissage peut créer des comptes utilisateurs et éventuellement fixer la valeur de certains paramètres du SG si l'expert lui en a laissé la possibilité lors de la conception pédagogique (fig. 1, phase 7). Si le tuteur où les apprenants rencontrent des problèmes, ils doivent pouvoir en informer l'équipe de conception ou de réalisation. Dans la plupart des cas, ces SG seront des applications en ligne qui peuvent donc supporter des modifications de maintenance. Il est aussi possible d'intégrer au SG des capteurs informatiques afin de faire ressortir des indicateurs « qualité » guidant l'amélioration du produit.

4. Conception et contrôle de la qualité pédagogique

4.1 Extraction des connaissances du domaine

La première étape de la conception consiste à extraire les connaissances du domaine cible. Pour ce faire, un cogniticien travaille avec un, ou plusieurs experts du domaine, souvent désignés par le client, pour formaliser les connaissances et savoir-faire à l'aide de techniques de maïeutique.

4.2 Édition du scénario, du profil de l'apprenant et de la barre d'outil

Une fois les connaissances du domaine formalisées, l'expert pédagogique les rassemble afin d'identifier les connaissances principales et définir les objectifs pédagogiques du SG. Le nœud de la recherche consiste alors à scénariser ces objectifs pédagogiques avec des mises en scène stimulantes pour garantir un apprentissage de bonne qualité. La recherche en didactique a permis d'identifier différentes étapes du processus d'apprentissage appelés « moments didactiques » [Chevallard 99]. En collectant des scénarios de SG qui ont fait leurs preuves auprès des apprenants, nous espérons reconnaître certains patterns efficaces de moments didactiques ou du moins des « *best practice* » pour construire un bon scénario. La problématique prend une toute autre dimension avec les SG puisqu'ils comportent aussi des moments de divertissement, utilisables pour synchroniser les apprenants et donc plus ou moins intégrés à l'apprentissage. En nous inspirant de recherches sur les scénarios de jeux vidéo, de films et des contes fantastiques [Propp 77] nous avons défini un certain nombre de « moments de divertissement » comparables aux « moments didactiques ». Le scénario global du SG peut donc être vu comme la synergie d'un scénario didactique et d'un scénario de divertissement comme le montre la figure 2. En analysant les SG qui ont fait leur preuve dans l'usage, nous essayons d'identifier un certain nombre de situations conjuguant des moments didactique et de divertissement qui semble propice à un apprentissage efficace.

Des éditeurs d'activités peuvent être mis à disposition pour que les experts pédagogiques puissent créer leurs propres activités avec des modèles génériques. Un certain nombre d'éditeurs de micro-activités ont déjà été mis en place pour des QCM

(avec différents habillages ludiques), reconstruction de structures (avec des puzzles), découverte terminologique (par des mots-croisés), systèmes de vote, séquences de brainstorming... Les jeux-cadres de Thagi [Thiagarajan 04] représentent aussi une sélection de modèles génériques de jeux, utilisables à différents escients (apprendre, réfléchir, interagir en groupe, évaluer...) pour lesquels des éditeurs peuvent facilement être codés. Nous sommes en train de rassembler, de compléter et de normaliser ces éditeurs pour qu'ils puissent servir à la conception de SG.

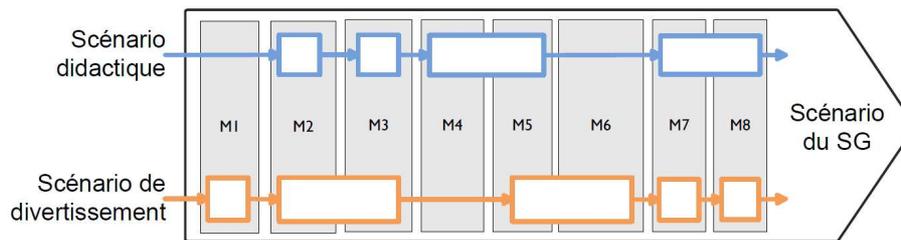


Figure 2. Scénarios didactique, de divertissement et du SG

Toute activité, qu'elle soit une micro-activité, une activité ou un module (séquence d'activités), est décrite par des métadonnées qui spécifient en détail leurs usages. Chaque activité peut être reliée à plusieurs éditeurs d'activités. Ces outils sont choisis en fonction des connaissances « informatiques » des experts pédagogiques et du degré d'adaptation dont ils ont besoin. Ainsi un expert pédagogique choisira un éditeur de mots-croisés avec une interface simple qui lui permettra de modifier les mots utilisés, d'y associer non seulement des textes mais aussi des sons, des images ou des animations, de choisir la grille générée (parmi des centaines possibles)... Les éditeurs d'activités sont donc aussi définis par des métadonnées qui indiquent les activités auxquelles ils s'appliquent, le niveau d'adaptation qu'ils permettent et le niveau minimum de connaissance requis en informatique pour les utiliser.

Les différents éditeurs d'activités sont stockés dans une bibliothèque et gérés avec un « SOA » (Architecture Orienté Service) [Bell 08]. Comme le conclut Daniel Schneider dans son article [Schneider 03], c'est la méthode idéale pour accéder à des éditeurs de différents niveaux (pour des micro-activités, activités, modules...) qui ne peuvent pas être classés de façon hiérarchique.

L'expert pédagogique définit ensuite un profil de l'apprenant en indiquant les différents objectifs pédagogiques à atteindre et la façon dont sont calculés les scores pour chaque activité. Il peut aussi vouloir ajouter des indicateurs pour mesurer les comportements du joueur (chemin suivi, demande d'aide, rapidité...).

Pour finaliser la conception, l'expert doit instancier la barre de navigation mise à disposition de l'apprenant, en indiquant les outils disponibles pendant le jeu (aide, accès à l'historique, outils pédagogiques...).

4.3 Édition du storyboard, description de l'environnement et des personnages

Le scénario est ensuite découpé et structuré en actes et scènes par le scénariste qui produit le storyboard. Nous proposons d'utiliser le vocabulaire du théâtre pour distinguer des séquences d'activités qui peuvent prendre des formes très variables d'un SG à l'autre.

Acte : division du SG en parties d'importance sensiblement égale. De façon générale, chaque acte traite d'une partie du domaine, d'un ensemble de connaissances cibles, d'un objectif pédagogique...

Scène : division d'un acte où il n'est prévu aucun changement de personnages ou de lieu. Cela correspond le plus souvent à quelques (de 1 à 3) interactions du jeu.

Le storyboard est donc composé d'actes et de scènes qui ont une logique de déroulement. La fig. 3 montre un exemple de fichier XML décrivant un tel storyboard.

```
<scenes>
  <scene num="1" prec="0" chemin="scenes/scene1.swf" description="passage de la porte"
    condition="&score>15" suiv1="2" suiv2="1" />
  <!-- si la condition est satisfaite (la variable score est bien supérieur à 15) on
    passe à la scène suiv1 sinon on passe à suiv2 donc on reste dans la même scène -->
  <scene num="2" prec="1" chemin="scenes/scene2.swf" description="bataille contre le dragon"
    condition1="&score<10" suiv1="1" condition2="&score>15" suiv21="3" suiv22="2" />
  <!-- si la condition1 est satisfaite on passe à la scène suiv1 sinon on teste
    condition2, si vrai on passa à suiv21 sinon à suiv22 -->
</scenes>
```

Figure 3. Exemple de fichier XML de storyboard

Cependant, une description en XML n'est pas facilement accessible par un scénariste. Notre objectif est de fournir un éditeur visuel de *storyboard* adapté aux SG. L'interopérabilité devra être assurée avec des spécifications existantes comme IMS-LD [Koper & Tattersall 05] et des éditeurs comme Reload [Reload 09] ou MOT+ [Paquette *et al.* 06].

Une fois le *storyboard* créé, le directeur artistique spécifie tous les aspects visuels, auditifs et sensoriels. Cette spécification doit être très précise afin d'éviter toute incompréhension. Le directeur artistique doit donc suivre une charte de communication pour rédiger les différents cahiers des charges qui seront ensuite envoyés aux sous traitants concernés (graphiste, acteur, cinéaste, *sound manager*...).

À la fin de la partie conception, on obtient une maquette du SG qui contient toutes les informations nécessaires pour sa réalisation.

4.4 Contrôle qualité pour valider les objectifs pédagogiques

Pour réduire la phase de test du système, nous proposons de mettre en place une pré-évaluation de la conception avant même la réalisation. Dans un premier temps,

les propriétés des graphes du scénario peuvent aider à détecter des chemins sans issue ou des parcours qui ne permettent pas aux apprenants d'atteindre les compétences cibles. Pour des tests plus approfondis, on peut ensuite mettre au point des joueurs virtuels qui vont agir en fonction de leurs niveaux de connaissances et de profils comportementaux prédéfinis (prudent, fonceur, curieux, ...) [George *et al.* 05] [Manin *et al.* 06]. Pour le moment, cette méthode n'existe que pour les SG de type jeu de plateau qui possèdent des structures très formalisées mais elle devrait pouvoir être étendue à d'autres types de jeu. L'objectif de ces simulations est d'expérimenter le déroulement d'un jeu afin de juger statistiquement de l'atteinte des objectifs pédagogiques. Cette étape permet de gagner énormément de temps par rapport à la méthode classique qui consiste à tester le système sur un échantillon d'apprenants à la fin de la réalisation et qui implique souvent de repasser par la chaîne de production. L'objectif n'est pas de supprimer les tests d'utilisabilité mais de venir en complémentarité.

5. Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous proposons une chaîne de production de SG qui garantit leurs aspects ludiques et éducatifs. Pour chaque étape de fabrication, nous présentons des outils qui permettent d'aider les acteurs pour qu'ils exécutent leurs tâches de façon rapide et efficace. Nous proposons également un système pour gérer des éditeurs d'activités que l'on retrouve souvent dans les SG et ce à différents grains.

Pour chaque étape de la production du SG, nous avons déterminé les outils existants. Il s'agit maintenant de trouver dans quelles mesures ils peuvent être utilisés et éventuellement leur apporter les modifications nécessaires pour répondre à nos besoins. Nous allons également devoir formaliser les matières (documents, bases de données, XML...) utilisés par ces outils pour qu'ils puissent s'intégrer dans une plateforme web globale interopérable.

6. Bibliographie

- [Akkouche & Prévôt 98] Akkouche I., Prévôt P., " Conception et génération de jeux d'entreprise ". *Colloque Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication NTICF'98*, 1989, Rouen, France.
- [Babari 00] Babari M., Mahi A., Prévôt P., "Approche générique pour la conception et l'ingénierie de jeux d'entreprise multimédias coopératifs - Cas du jeu de la maintenance multimédia", *Colloque international TICE 2000*, Troyes, France, 2000, p. 377-384.
- [Bell 08] Bell M., *Service-Oriented Modelling: service analysis, Design, and Architecture*, Wiley, John & Sons, Incorporated, 2008.
- [Chevallard 99] Chevallard Y., "L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique", *Recherches en didactique des mathématiques, Pensée sauvage*, Grenoble, France, vol. 19, no2, 1999, p. 221-265.

84 Atelier Jeux Sérieux, Conférence EIAH, Le Mans 2009

- [Crawford 84] Crawford C., *The Art of Computer Game Design*. Osborne/McGraw-Hill, Berkeley, CA, USA, 1984.
- [George et al. 05] George S., Titon D., Prévôt P., "Simulateur de comportements d'apprenants dans le cadre de jeux d'entreprise", EIAH 2005 Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Montpellier, France, 2005, p. 389-394.
- [Hosotani 97] Hosotani K., *Le guide qualité de résolution de problème*, Dunod, France, 1997.
- [Koper & Tattersall 05] Koper, R., Tattersall, C., *Learning Design: A Handbook on Modelling and Delivering, Networked Education and Training*, Springer Verlag, Allemagne, 2005.
- [Mizuko 08] Mizuko H., Bittanti M., Boyd D., Herr-Stephenson B., G. Lange P., Pascoe C.J., Robinson L., *Living and Learning with New Media: Summary of Findings from the Digital Youth Project*, The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation Reports on Digital Media and Learning, 2008 p. 1-58.
- [Manin et al. 06] Manin N., George S., Prévôt P., "Virtual Learners Behaviours in Educational Business Games", *Lecture Notes in Computer Science, Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*, W. Neidj and K. Tochtermann (Eds.), Vol. 4227, Springer Berlin / Heidelberg, 2006, p. 287-301.
- [Paquette et al. 06] Paquette, G., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., Mihaila, S., & Gareau, "D. Learning Design based on Graphical Knowledge-Modelling", *Educational Technology & Society*, 9 (1), 2006, p. 97-112.
- [Prensky 01] Prensky M., "Digital Natives, Digital Immigrants", *MCB University Press*, vol. 9 (5), 2001 p. 1-6.
- [Propp 77] Propp V., *Morphology of the Folktale*. University of Texas Press, Austin and London, second edition, 1977.
- [Schneider 03] Schneider D., "Conception and implementation of rich pedagogical scenarios through collaborative portal sites", Working paper, Future of Learning Workshop, Sevilla, 2003.
- [Thiagarajan 04] Thiagarajan S., Hourst B., *Modèles de jeux de formation : les jeuxcadres de thiagi*. Editions d'Organisation, Coll. Livres outils série formation, troisième édition, 2004.

7. Références sur le WEB

- [EA-sports 09] Ninja Reflex, <http://www.ninjareflex.com/>
- [INSA-Lyon 09] Jeux d'entreprise <http://www.insa-lyon.fr/gi/index.php?Rub=176>
- [Nintendo-DS 09] Nintendo-DS, <http://www.nintendo.com/ds>
- [Nintendo-Wii 09] Nintendo-Wii, <http://www.nintendo.com/wii>
- [Reload 09] Reusable Learning Objects Authoring and Delivering, <http://www.reload.ac.uk/>
- [Touch-Generation 09] Personal Trainer: Math, <http://personaltrainermath.com/>

CONFÉRENCE DE CLOTURE

Créer un jeu éducatif en ligne à l'aide d'une coquille générique de jeux

Louise Sauvé*

* *TÉLUQ, l'université à distance de l'UQAM*
Centre d'expertise et de recherche sur l'apprentissage à vie (SAVIE)
455, rue du Parvis, Québec (QC)
CANADA, G1K 9H5
lsauve@teluq.uqam.ca

RÉSUMÉ. Les jeux numériques sont de plus en plus considérés comme des ressources d'apprentissage efficaces. Leur efficacité est telle que la *Federation of American Scientists* supporte l'utilisation de ces jeux éducatifs pour enseigner du contenu académique, améliorer la pensée critique des apprenants et évaluer leur apprentissage (FAS, 2006). Afin de faciliter l'utilisation des jeux éducatifs en ligne dans les écoles, des travaux de recherche sous l'égide du Centre d'expertise et de recherche sur l'apprentissage à vie (SAVIE) ont permis la création et l'expérimentation en ligne de coquilles génériques de jeux éducatifs (CGJE) afin d'outiller les enseignants pour qu'ils développent facilement des jeux éducatifs en ligne adaptés à leurs exigences pédagogiques et besoins d'apprentissage. Dans ce compte rendu, nous décrivons comment le jeu Asthme : 1, 2, 3 ... Respirez! a été construit à l'aide de la CGJE Parchési et les résultats de sa mise à l'essai.

MOTS CLÉS : Environnement de conception, Processus de création, Jeux en ligne, Éducation à la santé, Mise à l'essai

COMITÉ DE PROGRAMME

Présidents :

Sébastien George (LIESP, INSA-Lyon/univ. de Lyon)

Éric Sanchez (EducTice/INRP – LEPS/univ. de Lyon)

Membres :

Gilles Brougère (EXPERICE, Paris 8/Paris 13)

Pascal Estrailier (L3i, Université de La Rochelle)

Jean-Marc Labat, (LIP6, Paris 6)

Florence Michau (INPG, INP Grenoble)

Muriel Ney (LIG, Grenoble)

Jean-Philippe Pernin (LIG, Grenoble 3)

Patrick Prévôt (LIESP, INSA-Lyon/univ. de Lyon)

Louise Sauvé (Centre SAVIE, TELUQ – Québec)

Franck Tarpin-Bernard (LIESP, INSA-Lyon/univ. de Lyon)