
Articuler motivation et apprentissage grâce aux facettes du jeu sérieux

Conférence EIAH 2011 (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain)

Bertrand Marne*, Benjamin Huynh-Kim-Bang*, Jean-Marc Labat*

* LIP6

Université Pierre et Marie Curie

4 place Jussieu

75005 Paris

bertrand.marne@lip6.fr

benjamin.huynhkimbang@lip6.fr

jean-marc.labat@lip6.fr

RÉSUMÉ. De nombreux jeux sérieux reposent sur une simulation du domaine à enseigner avec laquelle l'apprenant-joueur peut interagir ludiquement au moyen d'une métaphore. Dans la conception de ces jeux sérieux, l'équilibre entre motivation et apprentissage est un critère de réussite. Cette articulation repose sur la synergie des expertises pédagogiques et ludiques. Afin de susciter cette synergie et de faciliter cette articulation, nous avons mis au point un outil d'analyse de la conception : les 6 facettes du jeu sérieux. Cet outil est un cadre conceptuel permettant de questionner la conception afin de comprendre la structure d'un jeu sérieux, soit en cours de conception pour identifier les problèmes et rationaliser le travail, soit après la conception pour identifier et extraire les bonnes pratiques.

MOTS-CLÉS : jeu sérieux, apprentissage humain, motivation, méthodologie de développement, patrons de conception, simulation, jouabilité, modèle du domaine, métaphore ludique.

1. Les jeux sérieux, une articulation entre motivation et apprentissage

Définir le terme de jeu sérieux (*serious game*, mais aussi *learning game*) peut se faire de bien des façons. Ainsi [Natkin, 2004] en donne la définition large suivante :

« [...] l'utilisation des principes et des technologies des jeux vidéo pour des applications qui n'ont pas de caractère strictement ludique [...] »

Dans le contexte des EIAH, l'application sous-jacente est l'apprentissage. Telle que, cette définition englobe aussi des applications sans caractère ludique à condition que les technologies des jeux vidéo soient présentes. Elle englobe également des jeux sérieux dont le cœur de la jouabilité permet l'apprentissage et des jeux sérieux dont l'aspect ludique sert de transition entre deux séquences d'apprentissage plus classiques (comme certains produits « ludo-éducatifs »). [Fabricatore, 2000] différencie ces deux façons de concevoir les jeux sérieux en parlant de **métaphore extrinsèque** pour ceux dans lesquels l'aspect ludique vient en complément de l'apprentissage et de **métaphore intrinsèque** pour ceux dans lesquels l'apprentissage est au cœur de la jouabilité. Ainsi, il donne une définition plus restreinte des jeux sérieux, fondée sur la métaphore intrinsèque :

« [...] a virtual environment and a gaming experience in which the contents that we want to teach can be naturally embedded with some contextual relevance in terms of the game-playing [...] »¹

Les jeux sérieux sont donc des EIAH dont la particularité est que l'efficacité, supposée ou réelle pour [Prensky, 2004], repose sur l'introduction de plaisirs et de motivations propres aux jeux vidéo au cœur même des interactions de l'apprenant avec le système.

Or, si les EIAH posent déjà des problèmes pour articuler ingénierie et fondements théoriques [Tchounikine, 2002], l'introduction des concepts de motivation et de plaisir des jeux vidéo dans l'ingénierie des jeux sérieux pose *en plus* un problème d'articulation, plus précisément d'équilibre entre plaisir, motivation et apprentissage. Comme dans l'ingénierie des EIAH [Paquette et al., 1997], ce problème nécessite de faire travailler ensemble des acteurs aux expertises différentes : des formateurs voire des experts du domaine à enseigner, avec des game designers et des spécialistes du jeu vidéo.

Comme dans le contexte des jeux sérieux fondés sur la métaphore **équilibrer les apports pédagogiques avec le plaisir du jeu est un élément essentiel de réussite**, et que cette articulation est rendue difficile par une conception délicate et par la diversité des acteurs qui y prennent part, nous avons cherché à élaborer un outil d'ordre méthodologique, *les facettes du jeu sérieux*, que nous présentons ici. Il permet de questionner la conception des jeux sérieux sous l'angle de l'articulation motivation-apprentissage.

Dans un premier temps, nous présenterons les cadres conceptuels qui guident aujourd'hui la conception des jeux sérieux. Puis nous présenterons notre outil, *les facettes du jeu sérieux* en expliquant notamment sur quel modèle du jeu sérieux il repose. Enfin, avant de conclure,

¹« [...] un environnement virtuel et une expérience ludique contenant naturellement le contenu à enseigner en harmonie avec les mécanismes du gameplay [...] »

nous présenterons quelques exemples de mise à l'épreuve de ces facettes sur des jeux sérieux à la conception desquels notre équipe de recherche a participé.

2. Des cadres pour l'ingénierie des jeux sérieux

L'ingénierie des EIAH est à la fois un moyen de décrire les processus de conception et de réalisation de ces systèmes, mais aussi d'après [Tchounikine, 2002] un moyen de faire progresser la compréhension de notre domaine de recherche.

Dans le domaine des EIAH, on trouve des cadres conceptuels qui s'adaptent bien aux jeux sérieux. MISA (*Méthode d'Ingénierie des Systèmes d'Apprentissage*) de [Paquette et al., 1997] est une de ces méthodes. Elle se fonde sur trois modèles à l'origine d'un EIAH : le **modèle de connaissances**, le **modèle pédagogique**, et enfin un **modèle médiatique**. MISA contient 5 « phases » : *l'analyse de la conception préliminaire*, *l'élaboration de l'architecture*, *la conception des matériels pédagogiques*, *la réalisation et la validation de ces matériels*, et enfin la préparation de la *mise en place effective* de l'EIAH. L'une des innovations de cette méthode est qu'elle permet de spécifier et de répartir le travail en fonction des expertises très différentes des acteurs de la conception d'un EIAH, c'est pourquoi elle s'adapte bien à la question de la conception des jeux sérieux.

Serious Game Conceptual Framework est un cadre conceptuel dédié aux jeux sérieux proposé par [Yusoff et al., 2009] qui distinguent plusieurs étapes dans la conception d'un projet de jeu sérieux : dans un premier temps, les compétences recherchées permettent de définir des objectifs pédagogiques auxquels sont associés des attributs de jeu. Ces attributs sont conçus en s'appuyant sur la littérature pédagogique et les mécanismes d'apprentissage appliqués aux jeux vidéo. Cet aspect est précisé par [Capdevila Ibáñez et al., 2009] qui présentent un cadre conceptuel enrichi par le management des connaissances en s'appuyant sur l'expérience du développement du jeu sérieux *Starbank*^[web 1]. D'après [Yusoff et al., 2009] c'est ainsi que l'activité d'apprentissage est définie. Les éléments de jouabilité y sont intégrés grâce à une modélisation cognitive qui permet aussi de définir le genre du jeu [Capdevila Ibáñez et al., 2009]. Selon [Yusoff et al., 2009], durant ces activités d'apprentissage, des moyens et des temps doivent être prévus pour permettre une certaine métacognition, autorisant l'apprenant joueur à prendre un recul suffisant pour réfléchir sur ce qu'il a accompli et sur ce qui reste à accomplir. Cet ensemble formé par l'activité d'apprentissage, les mécanismes de jeu et la métacognition de l'apprenant-joueur déterminent le genre de jeu à concevoir.

Le cadre proposé par [Yusoff et al., 2009] situe, mais ne détaille pas vraiment le rôle des différents types d'acteurs impliqués dans cette conception. L'équipe du LIESP de l'INSA de Lyon travaille sur une méthodologie de conception qui en est proche. Elle se découpe en 7 étapes permettant notamment aux experts des différents domaines de travailler de concert [Marfisi-Schottman et al., 2010 ; Tran et al., 2010]. Cette méthode s'articule autour d'outils auteurs permettant aux différents intervenants de participer aux étapes qui leur sont dédiées. [Marfisi-Schottman et al., 2010] indiquent que les 7 étapes proposées reposent sur la méthode MISA et commencent donc par la définition des *objectifs pédagogiques* à atteindre. Cette spécification des objectifs de compétences à atteindre permet de *choisir le type de jeu sérieux* à concevoir (jeu de plateau, enquête, jeu d'aventure, puzzle, etc.). Ces deux

premières étapes sont centrées sur les experts du domaine enseigné et les pédagogues. Les trois étapes suivantes sont centrées sur le directeur artistique et le scénariste : ils doivent *écrire un scénario général*, qu'ils ne *préciseront* qu'après avoir *déterminé les mini-jeux* utilisés, qui sont en fait des composants logiciels, indexés en fonction de leur type, de leur adaptabilité, etc. Ces mini-jeux vont donc être choisis et organisés dans le scénario pédagogique. Il est ensuite utilisé comme guide pour concevoir le scénario ludique. Les auteurs expliquent que la 6e étape consiste à *évaluer le scénario* : par une évaluation automatique du graphe et par l'utilisation de joueurs virtuels. La dernière étape, sous la responsabilité du directeur artistique, consiste à *rédigier l'ensemble des spécifications* destinées aux développeurs, graphistes, sound designers, etc. L'équipe du LIESP propose ainsi une méthodologie très fonctionnelle pour créer des jeux sérieux plutôt fondés sur la métaphore extrinsèque de [Fabricatore, 2000] articulant des mini-jeux dans un scénario global de façon à accompagner l'apprentissage par un univers et des interactions ludiques.

Les jeux sérieux que nous souhaitons concevoir sont différents. Plus proches des jeux vidéo, ils fondent l'apprentissage sur l'interaction avec un modèle simulant le domaine étudié. [Schell, 2008] propose un cadre de conception de la jouabilité des jeux vidéo et donc plus proche des jeux sérieux que nous voulons concevoir. Ce cadre s'axe sur la relation entre le game designer, le jeu, le joueur et son expérience dans le jeu. L'auteur analyse chaque élément de cet axe sous différentes « perspectives » qu'il appelle des **lens** (lentilles optiques). Ce sont des outils pour le game designer afin de questionner la conception en cours. [Schell, 2008] explique ce choix par la jeunesse et le manque de formalisme du métier de game designer qui rend difficile l'émergence d'une méthode de guidage précise. S'il permet d'explicitier les questionnements qui dirigent le travail du game designer et donc de formaliser les compétences de ces experts, il n'aborde pas le jeu sérieux, ni les questions qui concernent le mélange entre la motivation et l'apprentissage. La seule chose que note [Schell, 2008] à ce propos est que l'expérience de jeu *transforme* le joueur. Que cette transformation peut être de bien des natures (positives ou négatives) et que l'une d'entre elles est l'apprentissage. C'est sur ce type d'observation que nous fondons notre conviction que le jeu sérieux est un bon outil d'apprentissage. Encore faut-il, comme l'auteur des *lens* le suggère, réussir à contrôler comment le « joueur » se transforme en articulant correctement la motivation et l'apprentissage.

Ce survol de quelques cadres conceptuels autour du jeu sérieux nous apprend que pour bien articuler la motivation et l'apprentissage, il est nécessaire de spécifier les étapes de conception en définissant qui sont les experts de chacune d'elles. Cette étude nous permet aussi de remarquer que les auteurs placent toujours en premier le travail sur les objectifs pédagogiques. Enfin, lorsqu'il s'agit de travailler sur la motivation grâce à la jouabilité la formalisation étant plus difficile, il est recommandé de procéder à des allers-retours itératifs entre questionnement et guidage de la conception.

3. Des facettes pour analyser la conception des jeux sérieux

Le cadre de conception que nous présentons s'appuie pour une part sur ces études, mais a surtout émergé de l'expérience de notre équipe de recherche dans la conception des jeux

sérieux avec des entreprises partenaires, et d'un travail sur la création d'une bibliothèque de Design Patterns (patrons de conception)^[web 2].

3.1. Des jeux sérieux fondés sur des interactions avec un modèle du domaine

Les jeux sérieux sur lesquels nous avons travaillé sont toujours fondés sur une simulation du domaine qu'il fallait enseigner. Par exemple, *Starbank*^[web 1] est un jeu sérieux pour le groupe BNP Paribas qui repose sur une simulation bancaire et de ses interactions avec le monde. Pour construire des réponses (valides ou erronées) aux problèmes qui lui sont posés, l'apprenant-joueur dispose d'une variété d'éléments présents dans le jeu et son interface. En fonction ses réponses, le moteur de jeu renvoie un retour adapté et imagé dans l'univers du jeu lui permettant de mesurer l'impact de ses choix. Lorsqu'il franchit un niveau en résolvant tous les problèmes posés, un nouveau niveau a priori plus difficile lui est proposé. L'augmentation de la difficulté est faite soit en donnant des problèmes plus difficiles à résoudre, soit en augmentant la variété des éléments de réponse disponibles, soit en diminuant la tolérance du simulateur aux réponses erronées ou même simplement imprécises. Il est bien sûr possible de jouer sur ces trois paramètres en même temps.

Ainsi, il y a notamment 5 **dénominateurs communs** dans notre modèle de jeux sérieux :

- Des **défis** : qui sont les problèmes posés à l'apprenant-joueur
- Des **actions significatives** : qui sont les tentatives de l'apprenant-joueur pour résoudre ces problèmes
- Un **moteur du jeu** : qui est un système de *simulation* capable de répondre aux tentatives de l'apprenant-joueur
- Une **interface ludique** avec le moteur : qui permet de donner un aspect ludique aux problèmes et au moteur de jeu. Il s'agit de la métaphore intrinsèque.
- Une **évolution de la difficulté** proposée : qui permet de faire progresser l'apprenant et de motiver le joueur

Nous avons constaté que ce modèle est présent dans d'autres jeux sérieux, même s'ils ne semblent pas reposer sur un moteur de jeu simulant un domaine d'apprentissage. Par exemple *Revolution*^[web 3] est un jeu de rôle sérieux reposant sur un *moteur* qui *simule* les interactions entre les joueurs. Le *défi* se fonde sur les problèmes du quotidien d'un américain à la fin du 18e siècle. Les *actions significatives* sont les tentatives de réponses de l'apprenant-joueur. Elles sont évaluées par le système en se fondant sur des données du domaine (l'histoire des États-Unis) qui renvoie des modifications de l'environnement en fonction de ces tentatives. L'*interface ludique* est un environnement modélisé en trois dimensions dans lequel l'apprenant-joueur se déplace librement et joue son rôle. Il y a une *évolution de la difficulté*, notamment dans les dilemmes proposés. Nous pourrions multiplier les exemples... et constater qu'un grand nombre d'autres jeux sérieux reposent sur ce modèle.

3.2. Les 6 facettes du jeu sérieux

Nos travaux sur ce modèle de jeux sérieux ont fait émerger la difficulté d'équilibrer la motivation avec l'apprentissage. Nous constatons que ces deux éléments étaient conçus par des experts différents. Les pédagogues et les experts du domaine s'attachaient à l'*apprentissage* tandis que les game designers et les experts du jeu vidéo s'intéressaient à la

motivation. Selon le penchant des organismes avec lesquels nous collaborions (plutôt jeu vidéo ou plutôt apprentissage), nous aboutissions à des jeux sérieux déséquilibrés, soit trop sérieux pour être vraiment ludiques, soit trop ludiques avec un apprentissage moins efficace.

Nous avons donc amorcé un travail sur des patrons de conception ^[web 2] [Alexander et al., 1977 ; Kiili, 2007 ; Meszaros & Doble, 1998] pour équilibrer apprentissage et motivation dans les jeux sérieux fondés sur nos 5 dénominateurs communs identifiés. Le nombre de patrons grandissant, nous avons eu besoin de leur élaborer une structure. De cette structure et des dénominateurs communs sont nées les *facettes* du jeu sérieux, qui ne sont pas vraiment des étapes, mais plutôt des éléments de conception, des passages qu'il faut identifier et par lesquels il faudrait passer. Elles forment un *prisme* à travers lequel nous pouvons formaliser et questionner l'ingénierie d'un jeu sérieux à la manière des *lens* de [Schell, 2008] présentées plus haut.

Puisque ces facettes questionnent, nous les présentons sous la forme d'une problématique, accompagnée d'une réponse générale (encadrés) et d'un descriptif.

3.2.1. Facette 1 : Objectifs pédagogiques

Que veut-on enseigner à l'apprenant-joueur ? Définition du référentiel du domaine et des objectifs pédagogiques, incluant les misconceptions.

Comme le précisent [Paquette et al., 1997], la première étape dans la conception d'un EIAH est la détermination des objectifs pédagogiques. Il s'agit d'une part de préciser ce nous voulons que les apprenants aient acquis après avoir joué au jeu sérieux. D'autre part, il s'agit de construire un référentiel du domaine à enseigner. Ce dernier, qui pourra être représenté sous forme d'un graphe typé [Paquette et al., 2006] doit contenir les compétences (connaissances, capacités, et attitudes), mais aussi les relations qui doivent exister entre-elles (composition, précédence, etc.), enrichies des misconceptions classiques du domaine. Les misconceptions ou méconceptions sont des représentations erronées du domaine que les formateurs connaissent bien et qu'il faut déconstruire chez l'apprenant pour que d'autres concepts puissent s'installer. Cette déconstruction est en général faite par la confrontation de la misconception à ses conséquences qui créent des situations paradoxales ou « impossibles ». Le paradoxe dévalorise cette conception initiale dans l'esprit de l'apprenant. Ce sont les spécialistes du domaine qui, assistés d'ingénieurs de la connaissance et de formateurs du domaine, sont capables de concevoir ce modèle du domaine et ainsi que d'en définir les éléments qui constituent les objectifs pédagogiques.

3.2.2. Facette 2 : Simulation du domaine

Comment répondre aux propositions de l'apprenant-joueur ? Définition d'un modèle formel du domaine qui fonde la simulation.

Nous avons vu qu'une grande partie des jeux sérieux reposent sur des interactions entre l'apprenant-joueur et un *moteur de jeu* qui simule le fonctionnement du domaine enseigné. Nous avons constaté qu'il était fondamental que ce moteur de jeu repose bien sur le domaine tel qu'il a été formalisé dans la facette 1. En effet, le jeu sérieux doit être capable de répondre aux actions significatives du joueur conformément aux principes du domaine en

évitant les représentations erronées. Pour s'assurer de cela, il faut veiller à conformer la simulation proposée par le moteur de jeu au référentiel du domaine établi dans la première facette. Nous proposons de construire un modèle formel qui pourra être interrogé lors des actions du joueur pour lui retourner une réponse conforme aux conceptions du domaine.

L'ensemble formé par le modèle formel du domaine et par le système de requêtes sur celui-ci est ce qui constituera le simulateur du domaine. Ce simulateur sera donc construit par un ingénieur de la connaissance, assisté d'informaticiens pour le développement et d'experts du domaine pour veiller à sa validité.

3.2.3. Facette 3 : Interactions avec la simulation

Comment donner du plaisir à l'apprenant-joueur en lui permettant de formuler ses propositions et recevoir les réponses de la simulation ? Définition des interactions avec le modèle formel et donc de la métaphore intrinsèque.

Il n'est évidemment pas question de demander à l'apprenant-joueur de travailler directement sur un simulateur en exprimant des requêtes pour interroger un modèle formel. Il faut concevoir une métaphore qui sera l'interface entre le joueur et ce modèle. La conception de cette métaphore revient aux game designers : ils devront trouver le moyen le plus motivant pour les apprenants d'interagir avec le moteur de jeu. En reprenant l'exemple de *StarBank*^[web 1], la métaphore est peu profonde puisque le joueur se trouve dans la peau de quelqu'un qui crée sa banque. Mais dans le cas de *Défense Immunitaire*, un jeu sur lequel nous travaillons qui a pour but d'enseigner aux élèves de 3e le fonctionnement du système immunitaire, la métaphore est un peu plus profonde : elle se fait sous la forme d'un jeu de stratégie en temps réel dans lequel les globules blancs sont des systèmes de défense et les microbes des envahisseurs.

Cette facette est donc celle qui permet de définir le type de jeu. Mais à une granularité plus faible, c'est aussi celle qui permet de détailler toutes les actions de l'apprenant-joueur lorsqu'il manipule le modèle formel du domaine. Par exemple, un quizz ou un QCM sont des moyens d'interagir facilement avec le modèle formel. Mais ils sont à éviter si on veut maintenir la motivation du joueur et si l'on veut un jeu sérieux dans lequel les interactions sont au cœur de la jouabilité. Il faudra donc que les game designers trouvent plutôt des moyens d'intégrer ces interactions avec le modèle formel à l'intérieur même des structures du jeu sérieux. Dans *Hairz's Island*, un jeu sérieux pour apprendre la coiffure, la jouabilité se fonde sur l'association correcte ou non de deux éléments. Cette jouabilité permet aux apprenants-joueurs qui sont des coiffeurs d'interagir avec un modèle du domaine qui représente des choix de coloration en fonction d'un type de cheveu et des vœux des clients. Pour motiver les apprenants, il est très important que les actions d'apprentissage, qui sont des interactions avec la simulation du domaine, prennent l'aspect le plus ludique possible.

D'autres interactions peuvent exister dans le jeu sérieux sans avoir de rapport avec la simulation du domaine, elles appartiennent alors au « décorum » abordé dans la facette 5 : par exemple, des échanges avec d'autres joueurs ou des personnages non-joueurs sans rapport avec la résolution des problèmes posés ne sont pas des interactions avec la simulation et appartiennent au « décorum ».

3.2.4. Facette 4 : Problèmes et progression

Quels problèmes faire résoudre à l'apprenant-joueur ? Définition de la progression dans les niveaux/missions du jeu sérieux.

Les jeux sérieux sont à la fois des jeux et des outils d'apprentissage. Dans les jeux la progression est conçue pour soutenir la motivation du joueur, dans les systèmes d'apprentissage elle permet de faire progresser l'apprenant. La progression est donc au centre de la problématique de l'articulation entre motivation et apprentissage dans les jeux sérieux. Ils doivent donc faire la synthèse de ces deux besoins qui s'appuient sur l'expertise des game designers et des pédagogues. Ainsi, les problèmes posés à l'apprenant-joueur doivent être résolus en interagissant avec le modèle formel du domaine. Comme nous l'avons détaillé dans le paragraphe 3.1, c'est la nature des problèmes, des moyens de proposer des réponses, et la sensibilité de la simulation aux réponses erronées qui va façonner la progression de l'apprenant-joueur. Il convient de proposer une succession de défis qui reposent de façon équilibrée sur ces problèmes tout en soutenant la motivation. Il faut donc veiller à ce que ce travail repose à la fois sur un parcours pédagogique modélisé avec les objectifs pédagogiques exprimés dans la facette 1 et sur un parcours ludique (axé sur le concept de montée en compétences caractéristiques des jeux vidéo [Schell, 2008]).

3.2.5. Facette 5 : Décorum

Par quels éléments scénaristiques et multimédias procurer du plaisir à l'apprenant-joueur ? Définition du « décorum ».

Le décorum contient à la fois les éléments scénaristiques et les productions graphiques et sonores soutenant la motivation des apprenants-joueurs. Mais le décorum contient aussi les interactions que l'apprenant-joueur peut avoir avec l'univers qui lui est proposé et qui sont en marge de la manipulation de la simulation du domaine présentée dans la facette 3. La personnalisation de l'avatar, par exemple, s'il est souhaitable qu'elle soit en rapport avec le domaine enseigné, elle ne permet pas de manipuler la simulation du domaine.

Bien que le décorum soit plutôt destiné aux experts du jeu vidéo (game designers, bruiteurs, musiciens, graphistes, scénaristes, etc.), il peut être efficace, pour articuler apprentissage et motivation, de faire appel à des éléments du domaine dans le décorum. La compétence des pédagogues et des experts du domaine est donc également requise.

3.2.6. Facette 6 : Conditions d'utilisation

Comment exploiter le jeu sérieux en conservant ses qualités pédagogiques et ludiques ? Définition des conditions d'utilisation du jeu sérieux.

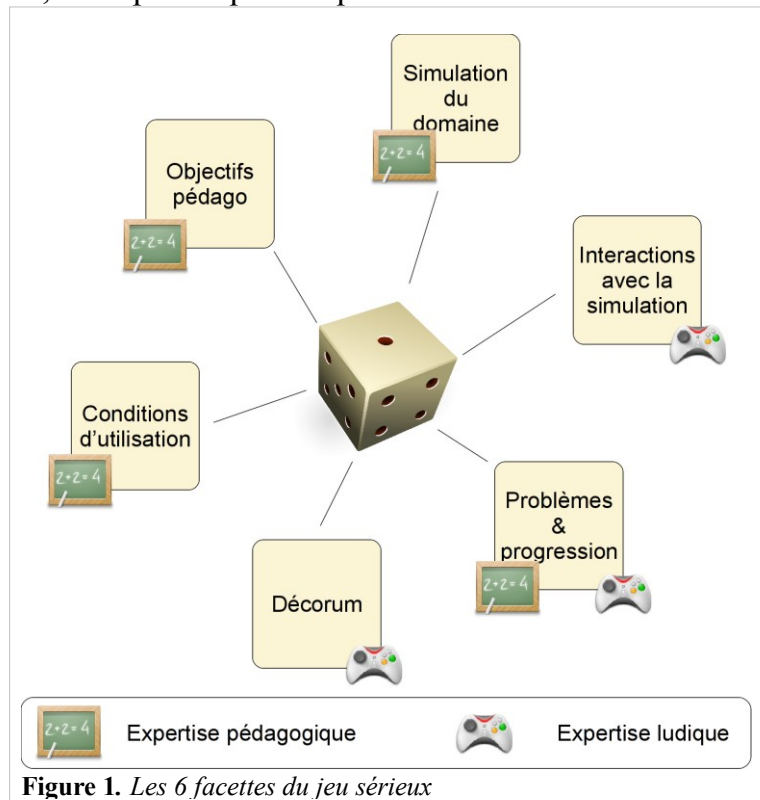
Enfin, un jeu sérieux est conçu pour être utilisé dans un certain contexte : sur un lieu de formation ou chez l'apprenant-joueur, assisté par un tuteur/formateur ou non, en jeu solo ou à plusieurs, avec des parties d'une durée définie ou non, avec un cursus fondé uniquement sur le jeu sérieux ou sur d'autres supports, etc.

Ce sont les pédagogues du domaine qui sont les experts les plus qualifiés pour le définir. Mais ils prendront avis sur les game designers pour veiller à ce que ces conditions restent

motivantes pour les apprenants. Par exemple, dans le jeu sérieux *Donjons & Radon*, conçu pour l'apprentissage de la physique en 5e, il est prévu que chaque niveau dure environ 30min afin d'être intégré dans une séance de cours d'une heure.

3.2.7. Récapitulatif des 6 facettes du jeu sérieux

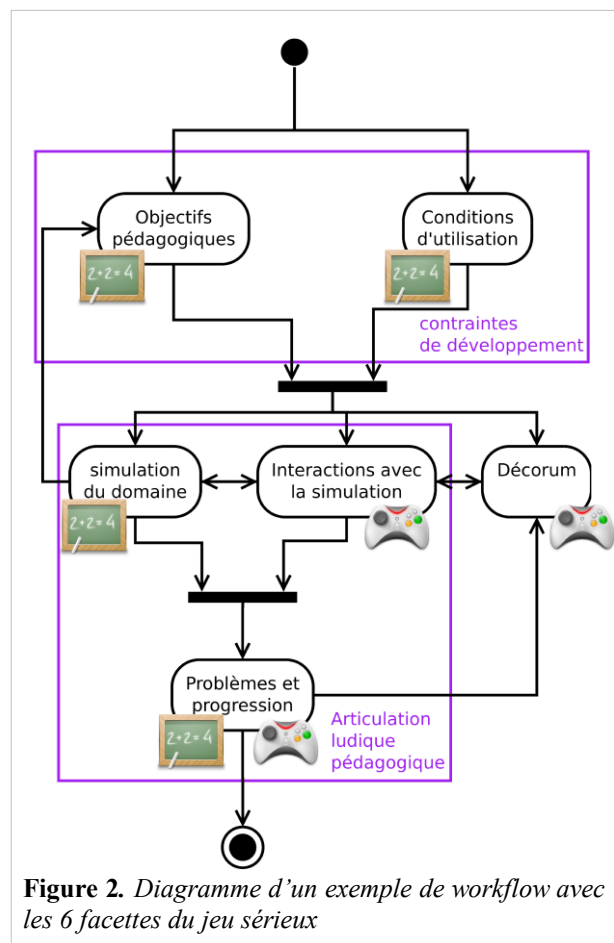
À l'instar de [Schell, 2008] qui propose ses *lens* sous forme de cartes à jouer, nous représentons sur la figure 1 les 6 facettes du jeu sérieux comme celles d'un dé. Elles sont accompagnées d'icônes montrant quelles sont les expertises requises pour chacune d'entre elles. **Expertise pédagogique** (experts du domaine, experts pédagogues, ingénieurs de la connaissance), **expertise ludique** (Game/level designers, scénaristes, graphistes, musiciens, bruiteurs, mais aussi programmeurs spécialisés)



3.2.8. Un workflow pour les facettes

Les facettes sont un outil de questionnement, mais elles peuvent aussi être organisées dans un graphe de précédence. La figure 2 est une proposition de workflow fondée sur ces facettes.

On y observe que les *contraintes de développement* sont définies par les **objectifs pédagogiques** et les **conditions d'utilisation**. Elles précèdent les autres travaux de conception. Comme dans beaucoup de cas réels, le **décorum** peut être construit en parallèle du reste. Le cœur de l'*articulation entre la motivation* (ludique) et l'*apprentissage* (pédagogique) est construit par les facettes de **simulation du domaine**, de conception des **interactions avec cette simulation** et d'établissement des **problèmes et de leur progression**. De nombreux allers-retours seront nécessaires pour affiner les contenus développés dans chacune des



facettes comme le montre la figure 2.

4. Exemples d'apports des facettes du jeu sérieux

Les facettes synthétisent des savoirs-faire et des méthodes de la conception des jeux vidéo et des EIAH en un formalisme qui permet d'inspecter la conception de jeux sérieux, soit pour guider leur réalisation, soit a posteriori en postproduction, pour comprendre quels furent les problèmes de conception qui se sont posés et comment éviter qu'ils se reproduisent. Elles nous servent aussi pour identifier les réussites, que nous souhaitons collecter pour enrichir notre bibliothèque de patrons de conception^[web 2]. Par exemple, en analysant le jeu sérieux *Starbank*^[web 1] avec les facettes et surtout la facette 3, nous avons remarqué que l'introduction d'indicateurs détaillés de l'état de sa banque permettait de motiver et de pousser à progresser l'apprenant joueur en lui donnant des renseignements précis en rapport avec le domaine. Nous avons extrait cette *bonne pratique* et en avons fait un patron de conception nommé « *indicateurs avancés* », dans lequel nous décrivons ce comportement et les meilleurs moyens de l'obtenir. Un exemple inverse est celui du développement d'un autre jeu de gestion bancaire. Malgré des interactions très motivantes, les tests utilisateurs s'étaient avérés décevants. Nous avons pu identifier au cours de l'élaboration des facettes que la jouabilité fondée sur l'utilisation de cartes à jouer n'avait pas été exploitée à fond en raison de problèmes de corrélation avec le domaine. Ce qui fut une des causes du manque de succès lors des tests. Nous pensons qu'un travail plus approfondi sur les facettes de *l'interaction avec la simulation* et des *objectifs pédagogiques* pendant la conception aurait permis d'avoir de meilleurs résultats à ces premiers tests.

Nous utilisons également les facettes pour accompagner les conceptions en cours, clarifier et rationaliser les étapes du travail, et pour identifier les points de blocage. Par exemple, *Donjons & Radon* est un jeu sérieux en cours de développement destiné à enseigner les sciences physiques aux élèves de 5e. Après quelques semaines de travail sur la conception de la jouabilité, les experts du domaine (Inspecteur Pédagogique Régional et enseignants de sciences physiques) ont identifié des erreurs scientifiques introduites par le game design. Sachant que le game designer n'est pas un spécialiste du domaine, il était à craindre que leur introduction se reproduise. D'autant que les programmes scolaires et les manuels étaient ses seuls supports pour appréhender le domaine et sa didactique. Nous l'avons vu, cette problématique est la même dans le développement de tous les jeux sérieux : les spécialistes ne peuvent posséder toutes les expertises. L'analyse de la conception de *Donjons & Radon* à travers les facettes du jeu sérieux a permis de débloquer cette situation. Nous avons ainsi constaté que la conception ne reposait sur aucun modèle formel de la physique et de sa didactique. Les réactions du moteur de jeu aux choix des joueurs étaient conçues pour être codées au cas par cas. Or, l'établissement de ces cas et de leurs réponses était fait par le game designer en fonction des besoins ludiques, en suivant les contenus des programmes et des manuels. C'est lors de la rédaction de ces cas par un non-expert que se glissaient les erreurs. Grâce aux facettes, nous avons compris que pour laisser une grande liberté au game designer sans qu'il ne crée d'erreur, il fallait lui proposer une simulation du domaine valide et cohérente sur laquelle il puisse s'appuyer pour bâtir les interactions et les problématiques ludiques du jeu. Les facettes ont aussi permis de mieux articuler motivation et apprentissage dans *Donjons & Radon* lors de l'élaboration de la progression de l'apprenant-joueur en

utilisant leurs misconceptions pour élaborer les défis des différents niveaux. La réorganisation du travail selon les facettes a donc permis de clarifier la conception, en identifiant les manques (pas de simulation du domaine), les faiblesses (des référentiels du domaine pas assez complets, une progression des problèmes pas toujours bien fondée pédagogiquement), mais aussi les forces (conditions d'utilisation bien définies, métaphore bien choisie, décorum lié au domaine, etc.)

5. Des travaux futurs reposant sur nos facettes

Pour faciliter la bonne articulation entre motivation et apprentissage dans les jeux sérieux, notamment en permettant la collaboration entre des experts aux compétences variées, nous avons mis en place les 6 facettes du jeu sérieux. C'est un outil d'analyse et de formalisation de la conception fondé sur un modèle particulier de jeu sérieux : ceux dont les interactions ludiques sont fondées sur un moteur de jeu qui **simule le domaine** à enseigner.

Leur apport est de permettre de faire la synthèse d'un certain nombre de besoins : organiser la conception de façon modulaire, sachant que ces modules (nos facettes) peuvent être ordonnés différemment selon les besoins ; cibler les expertises et les outils nécessaires pour travailler sur chacune des facettes et ainsi faciliter la collaboration des experts ; repérer au cours ou a posteriori d'une conception les faiblesses et les forces et ainsi construire un point de vue de *haut niveau* sur les projets ; et bien sûr veiller à équilibrer l'aspect ludique et l'aspect pédagogique du jeu sérieux.

Nous mettons aujourd'hui nos facettes à l'épreuve dans chacun de nos projets. Et réciproquement, chacun de nos projets est mis à l'épreuve des 6 facettes pour rationaliser sa conception.

Ces facettes sont aussi un socle sur lequel reposent certaines de nos recherches en cours comme la conception d'outils auteurs, facilitée par l'identification des acteurs et des besoins spécifiques de chaque étape de conception, ou l'extraction des patrons de conception^[web 2]. Dans ce domaine, nous souhaitons instaurer une collaboration avec d'autres équipes de recherche pour proposer à chaque étape de conception des jeux sérieux de bonnes pratiques et un langage de communication entre les différents experts impliqués.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le secrétariat d'État au Développement de l'économie numérique ainsi que la région Île-de-France pour leur soutien financier et les membres de l'équipe MOCAH du Lip6 pour leurs très précieuses contributions.

6. Bibliographie

[Alexander et al., 1977] Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M. *A pattern language*. [s.l.] : Oxford University Press US, 1977. 1217 p.

[Capdevila Ibáñez et al., 2009] Capdevila Ibáñez B., Boudier V., Labat J. « Knowledge Management Approach to Support a Serious Game Development ». In : *Proceedings of the 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. 9th IEEE ICALT*. Riga, Latvia : IEEE Computer Society, 2009. p. 420-422.

[Fabricatore, 2000] Fabricatore C. « Learning and Videogames: an Unexploited Synergy ». In : *2000 AECT National Convention - a recap. 2000 AECT National Convention*. Long Beach, CA : Secaucus, NJ : Springer Science + Business Media, 2000.

[Kiili, 2007] Kiili K. « Foundation for problem-based gaming ». *British Journal of Educational Technology*. 2007, Vol. 38, n°3, p. 394-404.

[Marfisi-Schottman et al., 2010] Marfisi-Schottman I., George S., Frank T. « Tools and Methods fo Efficiently Designing Serious Games ». In : *Proceedings of ECGBL 2010 The 4th European Conference on Games Based Learning. 4th ECGBL*. Danish School of Education Aarhus University, Copenhagen, Denmark : [s.n.], 2010. p. 226-234.

[Meszaros & Doble, 1998] Meszaros G., Doble J. « A Pattern Language for Pattern Writing ». *Pattern Languages of Program Design-3*. 1998, p. 529-574.

[Natkin, 2004] Natkin S. *Jeux vidéo et médias du XXIe siècle*. Paris : Vuibert, 2004. 112 p.

[Paquette et al., 1997] Paquette G., Crevier F., Aubin C. « Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA) ». *Revue Informations In Cognito*. 1997, Vol. 8, p. 37-52.

[Paquette et al., 2006] Paquette G., Léonard M., Lundgren-Cayrol K., Mihaila S., Gareau D. « Learning Design based on Graphical Knowledge-Modelling ». *Journal of Educational Technology and Society*. 2006, Vol. 9, n°1, p. 97-112.

[Prensky, 2004] Prensky M. *Digital Game-Based Learning*. [s.l.] : McGraw-Hill, 2004.

[Schell, 2008] Schell J. *The Art of Game Design: A book of lenses*. 1er ed.[s.l.] : Morgan Kaufmann, 2008. 520 p.

[Tchounikine, 2002] Tchounikine P. « Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain ». *Revue I3 information–interaction–intelligence*. 2002, Vol. 2, p. 1.

[Tran et al., 2010] Tran C., George S., Marfisi-Schottman I. « EDoS: An Authoring Environment for Serious Games Design Based on Three Models ». In : *Proceedings of ECGBL 2010 The 4th European Conference on Games Based Learning. 4th ECGBL*. Danish School of Education Aarhus University, Copenhagen, Denmark : [s.n.], 2010. p. 393-402.

[Yusoff et al., 2009] Yusoff A., Crowder R., Gilbert L., Wills G. « A Conceptual Framework for Serious Games ». In : *Proceedings of the 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. 9th IEEE ICALT*. Riga, Latvia : IEEE Computer Society, 2009. p. 21-23.

7. Références sur le WEB.

[web 1] *Starbank* : <http://starbankthegame.bnpparibas.com/> consulté le 15/03/2011

[web 2] *Design Patterns* de jeux sérieux du Lip6 : <http://seriousgames.lip6.fr/DesignPatterns/> consulté le 15/03/2011

[web 3] *Revolution* : <http://www.educationarcade.org/node/357> consulté le 15/03/2011