HAL
open science

# Comment évaluer la qualité d'un Learning Game pendant sa conception ?

Iza Marfisi-Schottman, Sébastien George, Franck Tarpin-Bernard, Patrick Prévot

## To cite this version:

Iza Marfisi-Schottman, Sébastien George, Franck Tarpin-Bernard, Patrick Prévot. Comment évaluer la qualité d'un Learning Game pendant sa conception ?. Conférence Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement, TICE'2012, Dec 2012, Lyon, France. pp.80-90. hal-00963678

**HAL Id: hal-00963678**

**https://hal.science/hal-00963678v1**

Submitted on 21 Mar 2014

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

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

DRAFT: MARFISI-SCHOTTMAN I., GEORGE S., TARPIN-BERNARD F., PREVOT P., COMMENT EVALUER LA QUALITE D'UN LEARNING GAME PENDANT SA CONCEPTION ?, TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION POUR L'ENSEIGNEMENT, TICE2012, LYON, FRANCE, 2012, PP. 80-90.

# Comment évaluer la qualité d'un Learning Game pendant sa conception ?

▶ Iza MARFISI-SCHOTTMAN, Sébastien GEORGE (LIRIS, INSA-Lyon), Franck TARPIN-BERNARD (LIG, Grenoble), Patrick PREVOT (LIRIS, INSA-Lyon)

■ RÉSUMÉ • Les Learning Games (LG) sont des environnements éducatifs fondés sur une approche ludique de l'apprentissage. Pertinents dans de nombreux domaines, ils posent pourtant des problèmes liés à leur création complexe et coûteuse en moyens et en temps. Dans cet article, nous proposons une grille d'indicateurs de qualité qui peut être utilisée par les concepteurs pour évaluer leur LG en cours de conception, avant même le développement de celui-ci. Ils peuvent ainsi remédier au plus vite aux problèmes repérés et donc réduire le temps des phases de modifications après test des prototypes. Ces indicateurs ont été validés par 6 experts en LG qui les ont utilisés pour évaluer la qualité de 24 LG en cours de conception et décrits sous la forme de spécifications textuelles.

■ MOTS-CLÉS •Learning Games, Serious Games, évaluation, qualité, coût, conception, développement

■ *ABSTRACT • Learning Games (LG) are educational environments based on a playful approach to learning. Their use has proven to be promising in many domains, but is at present restricted by the time consuming and costly nature of the developing process. In this paper, we propose a grid of quality indicators that can help the conception team evaluate the quality of their LG during the designing process and before it is developed. By doing so, the designers can identify and repair the problems in the early phases of the conception and therefore reduce the modification phases that occur after testing the LG's prototype. These quality indicators have been validated by 6 LG experts that used them to assess the quality of 24 LG in the process of being designed and described with textual specifications.*

■ *KEYWORDS • Learning Games, Serious Games, evaluation, quality, cost, conception, development*

## 1. Introduction

C'est lors de la fête nationale des États-Unis, le 4 juillet 2002, que le jeu *America's Army*[1] marqua le début du phénomène de société autour des Serious Games. Il s'agit qu'un jeu vidéo de simulation militaire très réaliste est digne des jeux vendus dans le commerce. Sa diffusion gratuite et à grande échelle avait, non seulement pour but de faire découvrir la réalité des opérations militaires**,** mais surtout de valoriser l'image de l'armée. Cette même année, Ben Sawyer multiplie les interventions publiques, en créant le *Serious Games initiative*[2] et le *Serious Games Summit.* À cette occasion, Sawyer et Rejesky proposèrent une définition des Serious Games aujourd'hui largement adoptée :

*« Le terme Serious Game désigne une application informatique qui emprunte au monde du jeu vidéo ses technologies et savoir-faire. Cette application n'a pas pour objectif premier le divertissement, mais pourra souvent et avantageusement intégrer une dimension ludique qui servira sa mécanique pédagogique et favorisera son attractivité ».*

Cette définition ne précise donc pas le contexte d'utilisation des Serious Games. Le but « sérieux » des Serious Games peut donc se retrouver dans de multiples déclinaisons : la défense, l'éducation, la santé, la formation, la publicité, la communication (Zyda, 2005 ; Michaud, 2008 ; Sawyer & Smith, 2008). Dans cet article nous nous intéressons plus particulièrement aux Serious Games pour l'éducation et la formation que nous appelons **Learning Games** (LG).

Les LG sont des outils pertinents dans de nombreux domaines d'éducation (Dondlinger, 2007 ; Mayo, 2007 ; Federation of American Scientist, 2006). Ils ont l'avantage de fournir des environnements virtuels malléables très utiles pour faire des mises en situation et simuler le contexte dans lequel les apprenants devront développer leurs compétences. Ceci est d'autant plus vrai quand il s'agit de contextes qu'il serait impossible ou très difficile de reproduire en grandeur nature pour des raisons de coût, de temps et de sécurité. C'est ainsi que des simulateurs comme *Pulse !*[3] et *Interactive Trauma-Trainer*[4] sont utilisés pour apprendre les procédures techniques et les mécanismes de la réanimation en urgence. Mais les LG offrent également la possibilité de mettre en place des jeux de rôles, des scénarios complexes avec une histoire ou des quêtes vecteurs d'émotions et d'engagements. Ces mécanismes ont des effets

[1] http://www.americasarmy.com

[2] http://www.seriousgames.org

[3] 2007, http://www.interaction-healthcare.com

[4] 2009, http://en.allexperts.com/interactive_trauma_trainer.htm

positifs sur le niveau d'attention, la mémoire et aussi la capacité de prise de décision des apprenants (Damasio, 1995 ; National Research Council, 2000). On trouve ainsi de nombreux LG dans des domaines professionnels variés comme *Starbank*[5] pour aider les nouveaux collaborateurs à apprendre la logique bancaire ou *Les aventures de Casey Warren*[6] destinés à former les salariés aux bonnes pratiques de sécurisation et de protection des données sensibles.

## 2. Problématique

La contrepartie des LG est sans conteste leurs coûts de création souvent élevés : on estime que le coût de revient d'un LG varie habituellement entre 10 et 300 mille dollars (Aldrich, 2009 ; Millet, 2010). À l'INSA de Lyon où nous avons maintenant une vingtaine d'années d'expérience de conception de LG (anciennement sous le nom de jeux d'entreprise)[7], le coût de conception des LG est évalué à au moins 15 000 € par heure de jeu d'apprentissage. Mais certains LG peuvent se rapprocher de l'industrie cinématographique, avec par exemple plus de 30 millions de dollars pour *America's Army*.

Les LG sont la plupart du temps ciblés sur des compétences expertes, visant un public très réduit. Ainsi, « *il n'est donc pas évident d'avoir un "retour sur investissement" et la création des LG est de ce fait risquée* » (George, 2010). De plus, un « bon » LG est un équilibre délicat entre des aspects ludiques et éducatifs pour atteindre un apprentissage humain significatif. Cette symbiose n'est pas facile à obtenir, car il ne s'agit pas simplement « d'habiller » le scénario pédagogique avec des graphismes de jeu, mais de véritablement les intégrer et les nouer ensemble (Szilas & Sutter Widmer, 2009). De plus, dans un contexte scolaire, les LG jugés « trop ludiques » ont du mal à être acceptés comme support de formation par les enseignants. Toutes les phases de jeu doivent être justifiées comme faisant partie d'une stratégie d'apprentissage, mais ce rouage doit rester transparent pour l'élève qui doit être absorbé et porté par le jeu. Si un LG n'est pas assez ludique ou si sa finalité n'est pas bien introduite auprès des apprenants, l'utilisation de ce LG peut s'avérer pire qu'un cours normal (Sawyer, 2002).

Pour réduire le temps et le coût de conception, nous préconisons une méthodologie de conception avec des contrôles qualité fréquents (Marfisi-Schottman et al., 2009). Ces contrôles qualité permettent de comparer le LG en cours de conception aux exigences spécifiées dans le cahier de charges initiales en vue de déterminer si la

[5] 2009, http://recrutement.bnpparibas.com

[6] 2009, http://www.qoveo.com/espace_demo2

[7] http://gi.insa-lyon.fr/files/rte/Recapitulatif_jeux-v5.pdf

conformité est obtenue pour chacune de ces caractéristiques. L'utilisation de tels contrôles peut notamment aider les concepteurs à repérer et remédier aux problèmes au plus vite afin de réduire le temps global de création de LG.

Dans la suite de cet article, nous proposons une grille d'indicateurs de qualité qui peut être utilisée lors de ces phases de contrôle qualité pour repérer les éventuelles erreurs du LG en cours de conception. Les indicateurs de la grille peuvent également être donnés aux concepteurs en amont, sous la forme de conseils de conception. La grille que nous proposons répond en premier lieu aux besoins liés à la conception de LG de type quête ou mission utilisés pour la construction de compétences en ingénierie, mais la grande majorité des indicateurs que nous proposons, et qui se retrouvent dans de nombreuses revues scientifiques, peuvent être généralisés à tout type de LG.

Nous proposons également un protocole d'évaluation de cette grille. Ce protocole implique 6 experts en LG qui utilisent la grille d'indicateurs pour évaluer la qualité de 24 LG décrits sous la forme de spécifications textuelles.

## 3. Indicateurs de qualité

Pour juger de la qualité d'un LG, nous proposons un ensemble d'indicateurs inspirés des travaux de Lepper & Malone (1987) et Sanchez (2011) mais aussi de notre propre expérience en conception, réalisation et utilisation de LG. Nous avons notamment adapté les indicateurs à notre contexte de LG pour la formation dans le supérieur et au fait que les LG ne sont encore que sous forme de spécifications textuelles. Nous avons également tenté d'homogénéiser la granularité des indicateurs pour qu'ils soient facilement quantifiables par les concepteurs.

Afin d'analyser le LG sous différents angles, ces indicateurs donnent des précisions sur la qualité pédagogique du LG, son potentiel ludique ainsi que son utilité dans le contexte de formation. Ils permettent également de mesurer le respect du cahier des charges initial et notamment le fait que toutes les compétences ciblées au début du projet sont bien intégrées dans le scénario. Enfin, ils donnent des indications sur les difficultés de réalisation puisque le coût est une de nos préoccupations centrales. Comme le montre la Figure 1, ces indicateurs, ou critères de qualité sont structurés et classés en 6 facettes qui représentent des angles de vision complémentaires sur les caractéristiques d'un LG :

- Objectifs d'apprentissage
- Interactions
- Problèmes et progression
- Décorum
- Conditions d'utilisation
- Coût prévisionnel

Les 5 premières facettes sont issues des recherches de Marne et al. (2012). En effet, parmi les autres études visant à identifier différents angles de visions pour analyser les LG (Dempsey & Johnson, 1998 ; Ferdig, 2008 ; Caron, 2012), leur proposition nous a paru la plus adaptée pour structurer nos indicateurs en catégories facilement compréhensibles par les concepteurs.

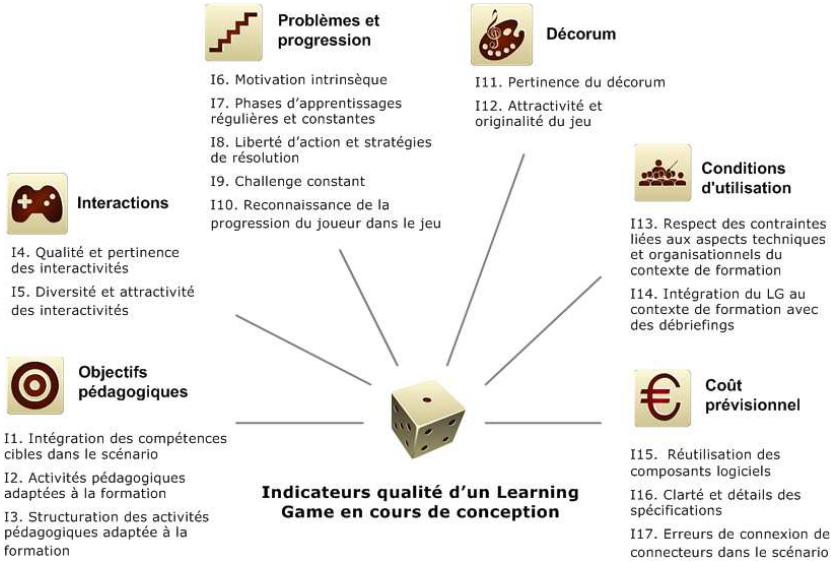


**Figure 1 • Indicateurs de qualité structurés par facettes**

Cependant, nous avons du modifier légèrement leur proposition pour qu'elle corresponde à nos besoins. En effet, dans leur article, les auteurs proposent également la facette « Simulation du domaine » que nous avons choisie de fusionner avec la facette « Problème et progression » car nous pensons qu'il est difficile de les analyser séparément. Dans leur article, Marne et al. (2012) préconisent de modéliser un simulateur du domaine séparé qui communiquent avec le LG. Ainsi, lors de la conception du LG *Donjon et Radon*[8], utilisé pour enseigner les changements d'état de l'eau, les auteurs ont mis en place un moteur d'inférence qui communique avec le jeu pour lui fournir l'état de l'eau (solide, liquide et gazeux) en fonction de paramètres d'entrées comme la température et la pression. Un des objectifs d'un tel simulateur est d'aider les *game designers*, qui ne sont pas spécialistes du domaine, à ne pas intégrer d'erreurs pédagogiques dans le LG. Bien que cette hypothèse paraisse prometteuse, la simulation du

[8] http://www.ad-invaders.com/project.php?id=19

domaine est habituellement entremêlée aux problématiques et missions proposées aux apprenants et il nous semble difficile de les analyser séparément. Enfin, nous avons ajouté la sixième facette « Coût prévisionnel » puisque la réduction du coût de production est une de nos préoccupations centrales.

Dans la suite, nous allons détailler les 6 facettes et les indicateurs de qualité qui s'y rapportent.

### 3.1. Objectifs d'apprentissage

Cette facette représente ce que l'on veut enseigner à l'apprenant (Marne et al., 2012). Pour analyser la qualité du jeu à travers cette facette, nous allons donc nous intéresser à tous les indicateurs de qualité qui peuvent donner des indices sur la qualité pédagogique du LG. Pour cette analyse, nous adoptons une vision purement éducative des activités proposées dans le LG, les aspects ludiques seront analysés dans d'autres facettes.

#### I1. Intégration des compétences cibles dans le scénario

Pour que le LG réponde bien aux objectifs pédagogiques initiaux, il est nécessaire que les compétences cibles soient prises en compte dans le scénario global. Même si cette condition ne suffit pas à garantir les apports pédagogiques du LG, elle nous semble nécessaire pour s'assurer que toutes les compétences soient abordées au moins une fois.

#### I2. Activités pédagogiques adaptées à la formation

Dans les LG, la construction de compétences se produit à travers la réalisation de différentes activités. En plus des activités comme écouter et lire, que l'on retrouve en abondance dans l'enseignement traditionnel, les LG offrent la possibilité d'intégrer assez facilement des activités bien plus attractives dans lesquelles l'apprenant a un rôle actif comme enquêter, simuler, diagnostiquer, manipuler des outils, créer des objets… Chaque activité doit être adaptée à la formation. En effet, l'expert pédagogique doit être « *un spécialiste capable de choisir, parmi une série de possibilités, la plus adaptée à une situation éducative déterminée* » (Charlier, 1989).

Afin de bien analyser le LG sous tous les angles, nous nous intéressons ici uniquement à la pertinence du choix des activités elles-mêmes : leur enchaînement sera analysé plus bas. Il n'existe pas de règles strictes pour cette analyse, seulement des décisions plus ou moins adaptées aux contextes, aux élèves et aux objectifs d'apprentissage.

### I3. Structuration des activités pédagogiques

Au même titre que la qualité du choix des activités, le choix de leur enchaînement est primordial. En effet, l'ordre dans lequel les activités sont enchaînées doit être soigneusement planifié par l'expert pédagogique en adéquation avec sa stratégie d'enseignement (Dessus, 2000).

## 3.2. Interactions

Cette facette représente toutes les interactions que l'apprenant aura avec d'autres acteurs humains (apprenants, formateurs) ou dispositifs techniques (ordinateur, tablette…) pendant le LG. Nous avons légèrement adapté cette facette par rapport à sa définition initiale qui faisait référence aux interactions uniquement avec le simulateur (Marne et al., 2012). Dans la suite, nous allons décrire les indicateurs de qualité liés à cette facette.

### I4. Qualité et pertinence des interactivités

Au même titre que les activités ludiques, les interactions et les dispositifs techniques utilisés pendant le LG peuvent avoir un effet positif sur la motivation des apprenants. Nous nous intéresserons ici plus particulièrement au choix des interactions Homme-Machine et Homme-Homme médiatisés. En effet, le choix d'interactivités intuitives et pertinentes peut grandement favoriser l'apprentissage et le plaisir de l'apprenant (Shneiderman, 1993) ainsi que l'acceptation du LG par les formateurs (Kirriemuir & Mcfarlane, 2004).

### I5. Diversité et attractivité des interactivités

En plus de la qualité et la pertinence des interactivités, il est également conseillé d'intégrer des interactivités variées et attractives. Il s'agit de promouvoir une pédagogie active reposant sur l'implication de l'élève dans son apprentissage (Beguin, 2000). De plus, le côté novateur des dispositifs technologiques a un effet positif sur la motivation des apprenants (Daniel et al., 2009). C'est ainsi que de nombreuses applications pédagogiques sur PDA et tablettes avec des mécanismes de géolocalisation ont vu le jour ces dernières années[9] (Fritz et al., 2005 ; Huizenga et al., 2007). De récentes études sur les LG valorisent également l'utilisation de la réalité mixte (Orliac et al., 2012) pour immerger encore plus l'apprenant dans le jeu mais aussi pour l'apprentissage de geste technique (Ponder et al., 2003).

[9] http://www.wikitude.com

### 3.3. Problèmes et progression

Cette facette représente les problèmes auxquels l'apprenant sera confronté et les mécanismes de progression dans les nivaux ou les missions du LG (Marne et al., 2012). Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs qualité qui peuvent nous donner des informations sur la pertinence du choix des problèmes et des mécanismes de progression.

#### I6. Motivation intrinsèque (missions du jeu adaptées à la structure pédagogique)

Il a été démontré que l'apprentissage est favorisé par la motivation intrinsèque (M. P. J. Habgood, 2007 ; Szilas & Sutter Widmer, 2009). Cette motivation implique que l'apprentissage est conduit uniquement par l'intérêt et le plaisir que l'apprenant trouve dans le LG, sans l'intervention de récompenses ou de punitions externes. Pour la mettre en place, les activités pédagogiques doivent être soigneusement tissées au scénario du jeu. En d'autres termes, l'environnement, les interactivités et la progression dans le jeu doivent être étroitement liés aux activités pédagogiques et aux compétences à acquérir (Lepper & Malone, 1987 ; Ryan & Deci, 2000 ; M. P. J. Habgood, 2007).

#### I7. Phases d'apprentissages régulières et constantes

Dans un contexte de formation en présentiel, il est très rare que les enseignants estiment avoir trop de temps. Nous pensons donc que les LG ne devraient pas avoir de grandes phases dénuées d'activités pédagogiques. Toutefois, cela n'empêche pas d'avoir de courts moments « purement » ludiques pour détendre l'apprenant ou lui redonner confiance avant un exercice plus difficile.

#### I8. Liberté d'action et stratégies de résolution

Le sentiment de liberté que le joueur peut ressentir pendant un LG a un rôle positif sur deux plans. Tout d'abord, il est important que le joueur ait un sentiment de « frivolité », c'est-à-dire que les actions qu'il fait dans le jeu n'auront pas d'impact sur la vie réelle (Brougère, 2005 ; Ryan & Deci, 2000). Dans le cadre d'un LG utilisé en formation et sur lequel les élèves sont évalués, ce concept est plus difficile à appliquer tout au long du LG, mais il reste important d'aménager des moments où les apprenants peuvent jouer librement en apprenant par essai-erreurs. Ensuite, la liberté dans le choix des actions favorise également l'autonomie des apprenants et les place dans une position d'acteur central dans laquelle ils se sentent investis d'une mission et de responsabilités (Kirriemuir & Mcfarlane, 2004). Cette liberté aura donc pour effet de les investir davantage dans le LG (M. P. J. Habgood, 2007).

### I9. Challenge constant

Le challenge est un élément crucial pour captiver l'attention de l'apprenant (Lepper & Malone, 1987 ; Ryan & Deci, 2000). Le niveau de difficulté du LG ne doit être ni trop facile, ni trop compliqué. De plus, comme l'exprime la notion de "Flow" décrite par Csikszentmihalyi (1990), le degré de complexité doit augmenter tout au long du LG pour que l'apprenant ressente toujours le besoin enivrant de se dépasser pour atteindre de nouveaux objectifs encore plus hauts. Une des techniques employées pour que le joueur se sente toujours capable d'avancer est par exemple de lui proposer différents buts ou sous-buts, de difficultés variables en parallèle (Björk & Holopainen, 2004).

### I10. Reconnaissance de la progression du joueur dans le jeu

Dans un LG, encore plus que dans un contexte classique de formation, l'apprenant s'attend à être gratifié quand il réussit (J. Habgood & Overmars, 2006 ; Graesser & Chipman, 2009 ; Reeves, 2011). Cette reconnaissance, qui peut être sous forme de scores, trophée, message de réussite, déblocage d'un élément dans le scénario du jeu… lui confirme qu'il a bien réussi et lui donne envie de continuer ses efforts. De plus, d'après Damasio (1995) et l'étude menée par le National Research Council (2000), les processus émotifs déclenchés quand les apprenants gagnent ou perdent ont des effets positifs sur leurs niveaux d'attention, leurs mémoires, mais aussi leurs capacités de prise de décision.

## 3.4. Décorum

Cette facette représente tous les éléments scénaristiques et multimédias proposés par le LG pour procurer du plaisir au joueur (Marne et al., 2012). Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs de qualité qui peuvent nous donner des indices sur la qualité du choix du décorum en fonction du profil des apprenants et du contexte d'utilisation du LG.

### I11. Pertinence du décorum

Il est préférable de choisir un lieu, une époque, des personnages, et des missions dans lesquelles les compétences cibles ont un sens. Cela n'empêche pas de proposer un décorum décalé qui plaira davantage aux apprenants plutôt qu'une simulation réaliste (Reeves, 2011). Cette corrélation favorise le transfert des compétences à des situations réelles (Ryan & Deci, 2000) ainsi que l'acceptation du jeu par les formateurs (Kirriemuir & Mcfarlane, 2004).

#### I12. Attractivité et originalité du jeu

L'environnement du jeu dans lequel se déroule l'apprentissage doit catalyser l'attention de l'apprenant. L'attractivité du jeu peut être améliorée par les effets visuels et sonores, l'humour ou tout simplement l'originalité de l'histoire ou des graphismes. Il est aussi conseillé d'introduire des éléments de surprise dans le LG pour garder l'apprenant en état actif et stimuler ses émotions (Lepper & Malone, 1987 ; Lazzaro, 2004) qui, comme nous l'avons vu, ont des effets positifs sur son apprentissage (Damasio, 1995). Ces évènements peuvent être de simples effets visuels surprenants ou bien un rebondissement inattendu dans le scénario. De plus, afin que l'apprenant s'approprie l'environnement et se sente émotionnellement concerné par le dénouement de l'histoire, il faut que le jeu corresponde à son profil émotif (Lepper & Malone, 1987). Si l'on conçoit par exemple, un LG qui est utilisé par de jeunes adultes, il est primordial de choisir un environnement et des missions qui ne seront pas fortement rejetés par une partie des apprenants.

### 3.5. Conditions d'utilisation

Cette facette représente le contexte dans lequel le LG va être utilisé : sur le lieu de formation ou chez l'apprenant, assisté par un formateur ou non, tout seul ou à plusieurs, avec un cursus fondé uniquement sur le LG ou sur d'autres activités pédagogiques… (Marne et al., 2012). Dans notre contexte, les conditions d'utilisation sont déjà définies par le client au début du projet. Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs qualité qui peuvent nous donner des indices sur l'adéquation des choix faits par les concepteurs en fonction du contexte d'utilisation donné.

#### I13. Respect des contraintes liées aux aspects techniques et organisationnels du contexte de formation

Pour que le LG soit utilisable, les activités doivent être compatibles avec les contraintes liées au contexte d'utilisation comme le matériel mis à disposition et le temps disponible pour la formation. Elles doivent également être réalisables étant donné le nombre d'apprenants et de formateurs disponibles…

#### I14. Intégration du LG au contexte de formation avec des débriefings

Pour que les apprenants arrivent à s'approprier les compétences vues dans le LG et comprendre comment elles sont intégrées dans leur formation globale, il est crucial que les phases de jeu soient clairement définies par l'enseignant (Djaouti, 2011). De plus, il est important d'intégrer des phases de débriefing pendant lesquelles l'enseignant pourra revenir sur les activités faites pendant le LG, identifier les compé-

tences techniques qui ont été construites et discuter des situations réelles dans lesquelles ces compétences peuvent être réutilisées (Hadgood, 2007).

### 3.6. € Coût prévisionnel

Cette facette représente le coût prévisionnel du LG, c'est-à-dire le coût cumulé de sa conception, sa réalisation, mais aussi sa mise en place et son utilisation. Elle prend en compte les coûts potentiels  mais également le temps de réalisation. Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs qualité qui peuvent nous donner des indices sur le coût de création du LG.

#### I15. Réutilisation des composants logiciels

Le coût de développement peut être largement diminué en exploitant des composants logiciels réutilisables. En fonction des ressources et de l'expérience dont les concepteurs disposent, ils ont en effet tout intérêt à reprendre des parties d'anciens LG ou d'applications qui se sont montrés satisfaisants à l'usage. Il peut s'agir de composants fonctionnels comme une barre d'outils ou un composant de *Chat* mais aussi des composants comme un générateur de QCM ou des minis jeux qui pourraient être repris.

#### I16. Clarté et détails des spécifications

Le temps de réalisation dépend du niveau de précision et de détails des spécifications. En effet, si les spécifications fournies ne sont pas assez claires et détaillées, l'équipe de réalisation ne va pas bien comprendre des éléments à développer. Nous considérons qu'un scénario est bien détaillé quand :

- Toutes les étapes du scénario sont dans un ordre bien clair et sont détaillées par une explication des éléments ludiques et pédagogiques qu'ils contiennent.
- Tous les éléments du jeu (personnages et lieux) sont décrits avec une image ou un croquis et du texte.
- Tous les écrans ou niveaux du LG sont décrits avec une maquette (image ou croquis), un texte, une explication claire des activités et des actions qui vont s'y dérouler, la liste des personnages qui interviennent, les compétences qui sont traitées et les éléments cliquables.

En somme, le scénario doit contenir toutes les précisions nécessaires à l'équipe de développement (développeurs, graphistes, acteurs…) pour réaliser les écrans et médias, toutes les informations nécessaires aux enseignants pour qu'ils puissent com-

prendre les éléments éducatifs et intégrer le jeu à leurs enseignements et toutes les informations nécessaires au client pour qu'ils puissent justifier l'utilisation du LG dans le cadre de la formation. De plus, ces informations doivent être le plus claires possible et bien organisées.

**I17. Erreurs de connexion dans le scénario**

Le scénario ne doit pas contenir d'erreurs de connexion ou de coupures dans le scénario (des étapes qui ne sont pas liées ou mal liées) qui pourrait bloquer la compréhension pendant la réalisation et ainsi allonger le temps de création du LG. Il ne doit pas non plus y avoir d'éléments de jeu comme des personnages et des lieux qui sont créés, mais pour lesquels on ne sait pas clairement comment ils interviennent dans les scénarios du LG.

### 3.7. Bilan sur les indicateurs de qualité

Dans cette partie, nous avons vu des indicateurs qui peuvent être utilisés pour évaluer la qualité du LG en cours de conception. Une fois que le LG est développé ou partiellement développé, il est possible de faire des tests sur les prototypes du LG pour vérifier l'acceptabilité, l'utilisabilité et l'utilité de celui-ci (Sanchez, 2011).

Pour des tests plus approfondis, nous travaillons également sur des simulateurs de comportements de joueurs virtuels types qui vont agir en fonction de leurs niveaux de connaissances et de profils comportementaux prédéfinis (prudent, fonceur, curieux…) (Manin et al., 2006 ; George et al., 2005). Pour le moment, cette méthode existe uniquement pour les LG de type jeu de plateau qui possède 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 LG afin de juger statistiquement par simulation de l'atteinte des objectifs pédagogiques.

Maintenant que nous avons décrit les indicateurs de qualité, nous allons détailler le contexte dans lequel ils ont été utilisés et validés par des experts du domaine.

## 4. Utilisation et validation des indicateurs de qualité

La grille d'indicateurs de qualité que nous venons de présenter a été utilisée par 6 experts de LG pour évaluer la qualité potentielle de 24 LG décrits sous la forme de spécifications textuelles. Ces évaluations ont eu lieu dans le cadre d'une expérimentation pour mesurer l'utilité de LEGADEE (*LEarning GAme DEsign Environment*), notre outil d'aide à la conception de LG (Marfisi-Schottman et al., 2010). Nous vou-

lions notamment valider l'hypothèse que LEGADEE favorise la conception de LG de meilleure qualité, de façon plus rapide en diminuant les coûts.

Dans la suite, nous allons brièvement détailler les quatre étapes du protocole d'évaluation que nous avons utilisé pour valider l'apport de LEGADEE. Nous préciserons également comment nous avons utilisé nos indicateurs de qualité.

## 4.1. Protocole d'évaluation de LEGADEE

### Étape 1. Conception des Learning Games

En premier lieu, 12 enseignants chercheurs en informatique ont conçu deux scénarios de LG chacun répondant à deux cahiers des charges (noté A et B) (Figure 2). Les LG de type A doivent répondre au besoin d'une université qui souhaite un LG pour aider les élèves de première année de Licence Math-Informatique à comprendre les principes de base de la programmation en C. Les LG de type B doivent répondre au besoin d'une grande chaîne de distribution alimentaire qui a besoin d'un LG pour former ces nouvelles recrues qui livrent les commissions dans des triporteurs électriques.

**Figure 2 • Photos prises pendant la phase de conception**

Chaque sujet devait concevoir un des LG avec LEGADEE et l'autre sans l'outil (en utilisant d'autres outils comme le papier, Word, PowerPoint…). Les cahiers de charges ont aussi été distribués dans un certain ordre afin d'avoir toutes les configurations possibles (LG A avant LG B, avec ou sans LEGADEE en premier). Nous voulions cette configuration pour mesurer si les LG conçus avec LEGADEE étaient meilleurs que ceux conçus sans LEGADEE indépendamment du type de scénario (A ou B). Nous voulions également analyser si les concepteurs qui utilisaient LEGADEE en premier auraient tendance à reprendre des éléments de modélisation intégrés à notre outil lors de leur deuxième conception.

Pour aider des sujets, nous leur avons fourni la liste des indicateurs qualité vue dans la première partie de cet article sous la forme d'une liste de « conseils de conception » avec des exemples qu'ils pouvaient consulter librement. La conception de chaque LG a pris entre 1h10 et 4h20.

**Étape 2. Uniformisation des spécifications des Learning Games**

Afin que les LG conçus avec LEGADEE ne soient pas immédiatement décelables et influencent ainsi l'évaluation des experts, nous avons retranscrit les scénarios qui n'ont pas été conçus avec LEGADEE dans l'outil, en fonction de règles de façon à être le plus neutre possible. Tous les LG ont été exportés avec la fonctionnalité de LEGADEE sous la forme de spécifications d'apparence standardisée et homogène.

**Étape 3. Évaluation de la qualité potentielle des Learning Games**

Lors de cette troisième étape, nous avons évalué la qualité des spécifications de LG avec nos indicateurs qualité. Dans le cadre de notre expérimentation et grâce aux données issues des spécifications et des traces fournies par LEGADEE, nous avons calculé les indicateurs qui sont quantitatifs (I1, I5, I15, I16 et I17) de façon automatique.

Pour évaluer les autres indicateurs, nous avons fait appel à un groupe de 6 experts du domaine composé de chercheurs et de praticiens travaillant dans le domaine des LG. 1 expert avait 5 ans d'expérience dans la conception de LG, 2 avaient 8 ans d'expérience et les autres avaient 10, 13 et 20 ans d'expérience. Chaque expert a reçu, par email, la description des indicateurs qualité telle qu'elle est donné dans la première partie de cet article et 8 spécifications de LG à évaluer de façon à ce que chaque LG soit évalué deux fois. Pour chaque LG, les experts devaient noter chaque indicateur sur une échelle de 1 à 4. Ils devaient également indiquer un indice de confiance de 1 à 3 afin de recueillir des informations sur la valeur de leur appréciation. De plus, ils pouvaient laisser des remarques sous forme de texte pour chaque critère. Ils ont également reçu les cahiers des charges pour qu'ils puissent juger si les LG proposés répondaient bien aux attentes et intégraient les ressources disponibles. Les experts ont mis entre 1h45 et 3h pour lire et évaluer les 8 LG qui leur étaient fournis.

**Étape 4. Analyse des résultats des Learning Games**

Grâce aux grilles d'évaluation remplies par les experts, nous avons pu comparer les différences de qualité sur l'ensemble des caractéristiques des LG conçu sans LEGADEE et avec LEGADEE. Nous ne rentrerons pas dans le détail des analyses ici, mais ces comparaisons ont permis de montrer que notre outil auteur améliore sensiblement le choix de la structuration pédagogique et du décorum, et ce, même lors d'une première utilisation.

### 4.2. Utilisation des indicateurs de qualité

Au cours de l'évaluation de LEGADEE, les indicateurs de qualité ont donc été utilisés deux fois. Ils ont d'abord été fournis aux concepteurs sous la forme d'une liste de conseils et ensuite pour aider les experts à évaluer la qualité des différents aspects des LG produits.

Afin d'évaluer la clarté et la complétude de nos indicateurs de qualité, nous avons demandé aux experts de remplir un questionnaire avec leurs commentaires. Nous leur avons également laissé la possibilité d'écrire des commentaires dans les grilles d'évaluations à côté de chaque note donnée.

L'analyse de ces retours qualitatifs a, en premier lieu, souligné le fait que les spécifications fournies par les concepteurs n'étaient pas assez précises et complètes et qu'il était donc difficile de les évaluer. Un des experts a tout simplement trouvé impossible d'imaginer la qualité potentielle des LG avec les précisions fournies et a préféré ne pas rendre « d'évaluation approximative ». Ceci s'explique par le format court de la séance de conception (de 1 à 4h), qui a conduit les concepteurs à rester à un haut niveau de scénarisation. Il s'agissait d'une première expérimentation destinée à évaluer grossièrement notre approche. Dans une prochaine expérimentation, nous essayerons de mobiliser les concepteurs sur des durées plus longues pour avoir des scénarios plus aboutis. Les autres experts ont également eu du mal à évaluer avec justesse certains critères, comme en témoignent leurs réponses données à la question « **Avez-vous eu du mal à quantifier certains indicateurs sur l'échelle de 1 à 4 de la grille ? »** :

*« Surtout parce que les scénarios étaient parfois très légers et qu'on était tentés de surinterpréter. »*
*« Je ne sais pas, il m'a globalement semblé difficile de juger la qualité des LG à ce stade de conception.»*
*« Parfois difficile d'évaluer. Par contre, il est possible de fonctionner par comparaison en notant les scénarios les uns par rapport aux autres.»*

Les experts ont également laissé des commentaires dans les grilles d'évaluation, à côté de leurs notations, qui montrent leur difficulté à évaluer certains points :

*« Pas beaucoup d'info mais on nous dit que ce n'est pas important pour ce jeu. »*
*« Pas beaucoup d'info mais je crois percevoir le principe du jeu de course »*
*« Assez peu d'info mais semble ok », « Peu d'indications à ce propos, mais… »*
*« Bien que pas assez décrite, l'intégration du LG en tant que tel me semble tout à fait appropriée au contexte de formation. »*

Cependant, les retours des experts concernant les critères d'évaluation eux-mêmes sont très positifs. En effet, tous les experts ont trouvé que nos indicateurs de qualités étaient faciles à comprendre :

*« Les indicateurs sont clairs. »*
*« Le document sur les indicateurs a été très utile, car il décrit les attentes de manière précise. Sans cela, cela aurait été bien plus difficile »*

Un expert a toutefois émis quelques réserves concernant la séparation entre les indicateurs *E1. Intégration des compétences cibles dans le scénario* et *E2. Activités pédagogiques adaptées à la formation* et un autre a eu du mal à comprendre l'indicateur *E7. Phases d'apprentissages régulières et constantes*.

À la question « **Pensez-vous que d'autres indicateurs auraient pu donner des informations sur la qualité potentielle des LG ? Si oui, lesquelles ? »,** 4 experts ont répondu qu'ils trouvaient que la grille était complète. Les deux autres ont proposé d'ajouter des indicateurs comme la diversité des mécanismes de jeu et l'originalité du scénario. Ces caractéristiques apparaissaient pourtant dans les indicateurs I4, I5 et I12, mais les commentaires des experts montrent qu'elles ne sont peut-être pas assez explicites ou mises en avant.

Au vu de ces commentaires, nous avons donc repris la description de certains indicateurs pour les rendre plus claires et complets.

## 5. Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons proposé des indicateurs qualité qui peuvent aider les concepteurs à analyser la qualité de leur LG en cours de conception. Cette proposition s'inscrit dans une démarche qualité de la création de LG pour réduire le temps et le coût.

L'analyse de l'utilisation de nos indicateurs par des experts nous a permis d'ajuster et de valider la terminologie que nous avions choisie. Nous avons également pu valider le fait que nos indicateurs couvraient la totalité des caractéristiques importantes d'un LG.

L'utilisation de nos indicateurs a aussi mis l'accent sur le temps qu'une telle analyse peut prendre (environ 20 minutes pour l'évaluation de chaque LG décrits très sommairement, sans rentrer dans les détails). Pour réduire ce temps de travail, nous avons déjà tenté de calculer automatique certains de ces indicateurs et, au vu des résultats positifs, nous pensons que nous pouvons aller d'avantage dans cette direction. Il ne s'agit en aucun cas d'enlever complètement l'évaluation par des experts

puisque nous pensons que certains indicateurs requièrent une expertise humaine, mais de lui proposer des éléments chiffrables issus des traces pour l'aider à prendre sa décision. Dans le même ordre d'idée, nous pensons également à intégrer ces indicateurs directement dans LEGADEE, notre outil d'aide à la conception, pour fournir un environnement visuel de validation du LG en cours de conception.

## BIBLIOGRAPHIE


Aldrich C. *The Complete Guide to Simulations and Serious Games*. USA : Pfeiffer, 2009.

Beguin A. « Entre interactivité et médiation : quelques interrogations sur les usages des nouveaux médias dans l'enseignement ». *La Revue interacadémique des TICE*. 2000, n°13.

Björk S., Holopainen J. *Patterns In Game Design*. Cengage Learning, 2004. 452 p.

Brougère G. *Jouer/Apprendre*. Economica, 2005. 176 p.

Caron P. A. « Le jeu des faces: objet pédagogique pour la conception de serious game. ». In : *Colloque Scientifique international, eVirtuose*. Valenciennes, France, 2012.

Charlier É. *Planifier un cours c'est prendre des décisions*. De Boeck-Wesmael, 1989. 154 p.

Csikszentmihalyi M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Perennial, 1990. 320 p.

Damasio A. R. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Harper Perennial, 1995. 336 p.

Daniel S., Harrap R., Power M. « Getting Into Position: Serious Gaming in Geomatics ». In : *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. Vancouver, British Columbia, 2009. p. 213-219.

Dempsey J. V., Johnson R. B. « The development of an ARCS Gaming Scale ». *Journal of Instructional Psychology*. 1998, Vol. 25, n°4, p. 215-221.

Dessus P. « La planification de séquences d'enseignement, objet de description ou de prescription ? ». 2000, Vol. 133, n°1, p. 101-116.

Djaouti D. *Serious Game Design - Considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire.* Doctorat d'Informatique. Toulouse, France, Université Paul Sabatier, 2011. 330 p.

Dondlinger M. J. « Educational video game design: A review of the literature ». *Journal of Applied Educational Technology*. 2007, Vol. 4, n°1, p. 21-31.

Federation of American Scientist. « R&D Challenges in Games for Learning ». 2006, p. 17.

Ferdig R. E. *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*. IGI Global, 2008. 450 p.

Fritz F., Susperregui A., Linaza M. T. « Enhancing Cultural Tourism experiences with Augmented Reality Technologies ». In : *International Symposium on Virtuel Reality, Archaeoloy and Cultural Heritage, VAST*. Pise, Italie, 2005.

George S., Titon D., Prévot P. « Simulateur de comportements d'apprenants dans le cadre de jeux d'entreprise ». In : *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH*. Montpellier, France, 2005. p. 389-394.

George S. *Interactions et communications contextuelles dans les environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Habilitation à diriger des recherches, Lyon, France, INSA de Lyon et Université Claude Bernard-Lyon 1, 2010, 245p.

Graesser A., Chipman P. « Deep Learning and Emotion in Serious Games ». In : *Serious Games: Mechanisms and Effects*. Taylor & Francis, 2009. p. 83-102.

Habgood J., Overmars M. *The Game Maker's Apprentice: Game Development for Beginners*. APress, 2006. 310 p.

Habgood M. P. J. « Zombie Division: Evaluating principles of intrinsic integration. ». In : *Serious Games Summit*. San Francisco, CA, USA, 2007.

Huizenga J., Admiraal W., Akkerman S., Ten Dam G. « Learning History by Playing a Mobile City Game ». In : *European Conference on Game-Based Learning, ECGBL*. Paisley, Scotland, 2007. p. 127-134.

Kirriemuir J., Mcfarlane A. *Literature Review in Games and Learning*. NESTA Futurelab, 2004.

Lazzaro N. *Why We Play Games: Four Keys to More Emotion Without Story*. Raport de XEODesign, 2004.

Lepper M. R., Malone T. W. « Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education ». In : *Aptitude, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1987. p. 255-286.

Manin N., George S., Prévôt P. « Using virtual learners' behaviours to help the development of educational business games ». In : *European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL*. Crete, Grece : Springer, 2006. p. 287-301.

Marfisi-Schottman I., George S., Tarpin-Bernard F. « Tools and Methods for Efficiently Designing Serious Games ». In : *Games Based Learning, ECGBL*. 2010. Copenhagen, Denmark, p. 226-234.

Marfisi-Schottman I., Sghaier A., Georges S., Patrick P., Tarpin-Bernard F. « Vers une industrialisation de la conception et de la production de Serious Games ». In : *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH*. Le mans, France, 2009. p. 75-84.

Marne B., John W., Huynh Kim Bang B., Labat J.-M. « The Six Facets of Serious Game Design: A Methodology Enhanced by Our Design Pattern Library ». In : *European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL*. Saarbrücken, Germany, 2012. p. 208-221.

Mayo M. J. « Games for science and engineering education ». *Communications of the ACM*. 2007, Vol. 50, p. 30–35.

Michaud L. *Serious Games*. IDATE, consulting and research, 2008.

Millet J. « Êtes-vous sûr du type de jeu que vous avez choisi pour votre Serious Game ? ». In : *Serious Game Expo*. Lyon, France, 2010.

National Research Council. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. Washington, USA : The National Academies Press, 2000. 384 p.

Orliac C., Michel C., George S. « An Authoring Tool to Assist the Design of Mixed Reality Learning Games ». In : *European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL*. Saarbrücken, Allemagne, 2012. p. 442.

Ponder M., Herbelin B., Molet T., Schertenlieb S., Ulicny B., Papagiannakis G., Magnenat-Thalmann N., Thalmann D. « Immersive VR decision training: telling interactive stories featuring advanced virtual human simulation technologies ». In : *Proceedings of the workshop on Virtual environments*. New York, USA, 2003. p. 97–106.

Reeves T. « Can Educational Research Be Both Rigorous and Relevant? ». *Journal of the International Society for Design and Development in Education*. 2011, n°4.

Ryan R. M., Deci E. L. « Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being ». *American Psychologist*. 2000, Vol. 55, n°1, p. 68-78.

Sanchez E. *Key criteria for Game Design. A Framework.* Rapport du MEET Project. European Commission. 2011.

Sawyer B., Smith. « Serious Games Taxonomie ». In : *Serious Game Summit*. San Francisco, CA, USA, 2008.

Sawyer B. « Serious Games: Improving Public Policy Through Game-Based Learning and Simulation ». In : *Science and Technology Innovation Program*. 2002.

Shneiderman B. *Sparks of Innovation in Human-Computer Interaction*. Intellect Books, 1993. 404 p.

Szilas N., Sutter Widmer D. « Mieux comprendre la notion d'intégration entre l'apprentissage et le jeu ». In : *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH, Workshop Serious Games*. Le Mans, France, 2009. p. 27-40.

Zyda M. « From visual simulation to virtual reality to games ». *Computer*. 2005, Vol. 38, n°9, p. 25-32.