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

Conférence EIAH'2009 (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain)

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 Systems 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 Games (SG) connaissent un essor formidable depuis ces dernières années. Les entreprises issues des jeux vidéo produisent des SG ludiques, 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 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 donc 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 Games (SG), que l'on peut traduire par "jeux sérieux", offrent un potentiel qui reste encore à découvrir. 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 2008]. En 2001 déjà, une étude américaine [Prensky 2001] 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 1984]. Les jeux ont l'avantage d'immerger l'apprenant dans un monde dans lequel il doit s'investir physiquement, intellectuellement et mentalement pour progresser, relever un challenge ou accomplir une quête. L'objectif d'un SG est l'apprentissage, 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 traditionnel, seules les parties du cerveau traitant de la résolution de problème, la vision et la parole travaillent alors qu'un SG sollicite aussi les zones des émotions et même celles du 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 peuvent être adaptés aux connaissances, aux préférences et aussi aux handicaps 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 2009] et les DS [Nintendo-DS 2009], une multitude de SG commerciaux ont vu le jour. Ces SG, sous formes de mini-jeux de reflexe [EA-sports 2009] et d'énigmes logiques [Touch-Generation 2009] 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 pédagogiques et sont étudiés pour garantir des apprentissages. Cependant, leur côté ludique est souvent freiné par des graphismes et des interactions trop austères. Comment arriver à marier le savoir faire de ces deux univers pour créer un SG qui réunisse à la fois l'aspect ludique et les garanties pour 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.

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 du SG. 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 partie peut durer des mois voire des années entières pour tester toutes les branches scénaristiques d'un jeu. Les retours d'usage entraînent des modifications portant sur les erreurs de code mais aussi sur des erreurs de conception du scénario d'apprentissage. Ce dernier cas implique 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 2009], la création d'un jeu dure en moyenne 3 ans (pour une dizaine d'heures d'apprentissage) et le coût de revient global est d'environ 15 000€ par heure de jeu apprenant. 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.

La communauté scientifique des SG rentre dans une phase idéale pour répondre 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 serait 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 de mutualisation de briques génériques.

3. Chaîne de fabrication de Serious Games

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 utilisée en génie industriel [Hosotani 97] :

- **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 sur 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).
- **Main d'œuvre** : les acteurs humains internes au projet qui interviennent sur les étapes de fabrication. Nous les décrivons par des rôles (expert pédagogique, cognitifien...), une seule personne 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 artéfact utilisé directement ou indirectement comme matière pour fabriquer le SG final.

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.

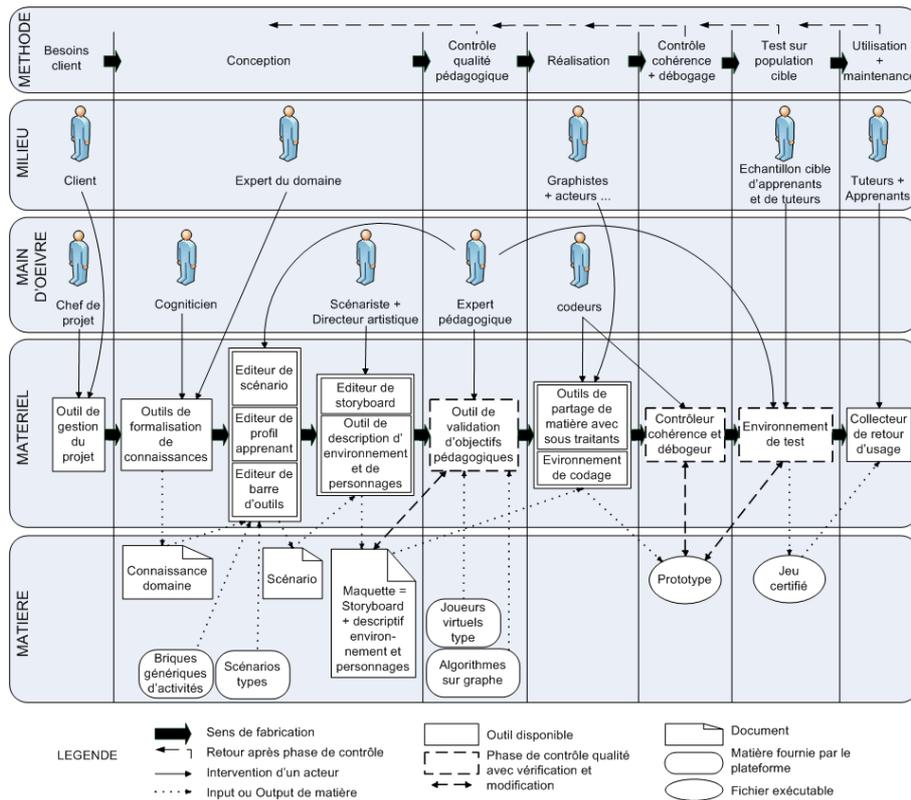


Figure 1. Vision globale de la chaîne de production d'un SG

3.2. Besoins du client

Le processus de fabrication d'un SG est déclenché par un client qui formule une demande correspondant à des besoins spécifiques. 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.

3.3. Conception

3.3.1. 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 technique de maïeutique.

3.3.2. Édition du scénario, du profil de l'apprenant et de la barre d'outils

Une fois les connaissances du domaine formalisées, l'expert pédagogique les rassemble de manière à identifier les connaissances principales pour définir les objectifs pédagogiques du SG. À l'aide d'un éditeur de scénario, il va alors décrire les différentes étapes et modules que l'apprenant devra suivre avec une variété de chemins. L'expérience acquise dans notre laboratoire (une douzaine de jeux réalisés, testés et utilisés en formation d'ingénieurs) nous a conduit à identifier différents types de scénarios (plateau, aventure, enquête, ...) [Insa-Lyon 2009]. Notre objectif est de répertorier un ensemble de modèles récurrents afin de créer une base qui pourra servir de référence. L'expert pédagogique spécifie ensuite un enchaînement d'activités pour chaque module du scénario. Des activités génériques peuvent lui être proposées. L'objectif à ce niveau est de fournir un générateur d'activités paramétrables par des experts pédagogiques non-informaticiens. Ici, les briques génériques correspondent à des micros activités ludiques (mots croisés, puzzles...) ou à des activités opérationnelles (brainstorming, vote, QQQQCP, Pareto...).

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, ...). Pour certains jeux, il est par exemple important que l'apprenant puisse avoir accès à une partie des informations de son profil pour qu'il ait, à tout moment, une vision globale de son apprentissage. On peut donc lui permettre de voir l'historique des modules effectués mais aussi ses scores en termes de performances cognitives et comportementales ainsi que, éventuellement, les scores moyens des autres apprenants.

3.3.3. 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.

Acte : division du SG en parties d'importance sensiblement égales. De façon générale, chaque acte traite 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 une interaction du jeu.

Le storyboard est donc composé d'actes et de scènes qui ont une logique de déroulement. La fig. 2 montre un exemple de fichier XML décrivant une scène d'un storyboard.

```
<scenes>
  <scene num="1" prec="0" chemin="scenes/scene1.swf" description="Roland Ketteur devant le BM"
    | condition="&score>15" suiv1="2" suiv2="1"/>

  <!-- si la condition est satisfaite (la variable score est bien supérieure à 15)
    on passe à la scène suiv1 sinon on passe à suiv2 donc on reste dans la meme scene 1

  <scene num="2" prec="1" chemin="scenes/scene2.swf" description="Roland Ketteur devant le BM"
    | condition1="&score<10" suiv1="1" condition2="&score>15" suiv21="3" suiv22="2"/>

  <!-- si condition1 est satisfaite on passe à la scène suiv1
    sinon on teste condition2 si vrai on passe à suiv21 sinon à suiv22
</scenes>
```

Figure 2. Exemple de fichier XML de storyboard

Mais une description en XML n'est pas une solution satisfaisante pour 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.

3.4. 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, l'étude des propriétés des graphes du scénario peuvent aider à détecter des chemins sans issue ou des parcours qui ne permettent pas aux apprenants d'attendre 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 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 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 uniquement à la fin de la réalisation et qui implique souvent de repasser par la chaîne de production.

3.5. Réalisation

L'équipe de réalisation est composée de codeurs et de sous traitants externes (graphistes, acteurs, cinéaste, sound manager, ...). Cette équipe se fonde sur les éléments produits dans la phase de conception pour réaliser l'intégralité du SG. Un outil de gestion global du projet leur permet de communiquer, d'échanger des documents et de planifier des tâches.

3.6. Contrôle de cohérence et débogage

Comme dans tout projet informatique impliquant différents acteurs, une phase de contrôle de cohérence et de la qualité est nécessaire pour valider le prototype. Pour cette étape, il nous faut un outil capable de dérouler le SG pour vérifier qu'il n'y a aucune erreur de codage ou de montage entre les différentes parties du jeu.

3.7. Test sur population cible

Le prototype est maintenant prêt pour la phase de test sur une population cible. 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.

3.8. Utilisation et maintenance

Le tuteur planifie les séances et peut éventuellement changer certains paramètres du SG si l'expert lui en a laissé la possibilité lors de la conception pédagogique (degrés de liberté). Si le tuteur ou 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'instrumenter le SG à l'aide de capteur afin d'en tirer des indicateurs « qualité » guidant l'amélioration du produit.

4. Conclusion et perspectives

Dans cette article, nous proposons une chaîne de production de SG qui garantie leurs aspect ludique et éducatif. 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 de mutualisation pour certaines activités que l'on retrouve souvent dans les SG.

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 un structure globale interopérable.

5. 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.
- [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.

6. Références sur le WEB

[EA-sports 2009] Ninja Reflex, <http://www.ninjareflex.com/>

[INSA-Lyon 2009] Jeux d'entreprise <http://www.insa-lyon.fr/gi/index.php?Rub=176>

[Nintendo-DS 2009] Nintendo-DS, <http://www.nintendo.com/ds>

[Nintendo-Wii 2009] Nintendo-Wii, <http://www.nintendo.com/wii>

[Reload 09] Reusable Learning Objects Authoring and Delivering, <http://www.reload.ac.uk/>

[Touch-Generation 2009] Personal Trainer: Math, <http://personaltrainermath.com/>