

Devis ludique pour les modèles d'ingénierie de dispositifs pédagogiques Gamification Specifications for Engineering Models of Educational Devices

Alain Lortet, Université du Québec à Montréal

Abstract

Educational devices can include play-based elements, and even take the form of so-called serious video games combining educational and playful aspects. Educational engineering models, however, do not take into consideration the addition of play-based features in educational devices. As for engineering models targeting serious games, they are often designed for a specific genre. In this article, we propose the addition of gamification specifications to the ADDIE model for use in the development of serious games. The example used ultimately highlights the adaptability of the model created, which allows the modification of later versions of a serious game.

Résumé

Les dispositifs pédagogiques peuvent comporter des éléments ludiques et même prendre la forme de jeux vidéo dits sérieux qui combinent aspects pédagogique et ludique. Cependant, les modèles d'ingénierie pédagogique ne prennent pas en considération l'ajout de caractéristiques ludiques aux dispositifs pédagogiques. De leur côté, les modèles d'ingénierie ciblant les jeux sérieux sont souvent conçus pour un genre précis. Dans le présent article, nous proposons d'adjoindre un devis ludique au modèle ADDIE afin de l'utiliser pour l'ingénierie des jeux sérieux. Au final, l'exemple utilisé souligne l'adaptabilité du modèle créé qui permet la modification de versions ultérieures d'un même jeu sérieux.

Introduction

Le présent article ayant pour thème les jeux sérieux (JS) en tant que dispositif d'apprentissage, nous considérons ici, pour simplifier, que les JS sont équivalents aux jeux vidéo auxquels serait ajouté un aspect pédagogique. Nous désignerons donc par jeu vidéo un logiciel purement ludique. Nous avons cependant conscience qu'il ne peut exister une division si nette, les jeux vidéo pouvant également avoir une utilité éducative (Djaouti, Alvarez, Jessel et Rampnoux, 2011) et les JS allant possiblement plus loin que la simple transmission de connaissances puisqu'ils pourraient influencer sur les comportements (Thompson et al., 2008).

Le présent article abordant également la réalisation de ces JS, nous distinguerons les termes *ingénierie* et *conception*. Selon Vargas (1995), la conception définit les spécifications qu'un objet doit respecter et désigne la réalisation de cet objet, tout en respectant les spécifications. Selon Mony (1992), l'ingénierie est la transition entre les spécifications fonctionnelles (ce que doit faire l'objet) et son aboutissement (conception et industrialisation). Pour synthétiser, l'ingénierie désigne ici l'ensemble des tâches et leur succession tandis que la conception désigne la réalisation de chaque tâche, prise une à une.

Les dispositifs pédagogiques

Un dispositif pédagogique est un ensemble de moyens symboliques ou matériels organisés afin d'atteindre un objectif d'apprentissage (Albero, 2010; Charlier, Deschryver et Peraya, 2006; Weisser, 2010). Il se décline du simple, tels que les balados ou les podcasts, au complexe, par exemple les cours en ligne ouverts et massifs (CLOM, ou MOOC en anglais) (Peraya et Poellhuber, 2016). Entre ces deux extrêmes, les environnements technopédagogiques peuvent inclure des dispositifs simples et être inclus dans des dispositifs complexes (Peraya et Poellhuber, 2016).

Les dispositifs pédagogiques peuvent comporter un aspect ludique, notamment sous la forme d'un jeu vidéo pouvant être incorporé dans un dispositif complexe. Le jeu est en effet considéré comme un support d'apprentissage par les psychologies du développement (Berry, 2011). Dans les années 1980, différents dispositifs de formation comportaient déjà un aspect éducatif et un aspect ludique (Berry, 2011). Alors que le ludo-éducatif ciblait les enfants et intégrait le jeu comme alibi à l'apprentissage (Sutter Widmer, 2010), les jeux vidéo dits sérieux (JS), qui mélangent aspects ludique et pédagogique, visent tous les publics (Berry, 2011).

L'objectif de l'utilisation des JS est « l'assimilation de connaissances de façon amusante et facile » (Martin, 2017, p. 1). Ces connaissances doivent ensuite être transposées dans le monde réel (Michael et Chen, 2006). Pour faciliter ce transfert, les JS simulent le monde réel en y intégrant des problèmes (Taillandier et Adam, 2018). Leur positionnement à la fois ludique et pédagogique les met cependant à la marge du jeu, surtout lorsqu'ils deviennent obligatoires, l'individu distinguant au final ce qui tient du jeu ou du travail (Martin, 2017). Les JS auraient notamment pour qualité de favoriser la motivation, l'apprentissage par essais-erreurs, la prise en compte des rythmes d'apprentissage et les interactions entre apprenants (Djaouti, 2016). Les JS peuvent donc être considérés comme des jeux vidéo modifiés afin de devenir des dispositifs pédagogiques (Berry, 2011).

L'ingénierie

La réalisation de dispositifs pédagogiques nécessite un travail d'ingénierie. L'ingénierie est en effet « l'ensemble des activités nécessaires à la définition, la conception et la réalisation de projets centrés sur la conception d'artefacts » (Tchounikine, 2009, p. 21). Lorsqu'elle est pédagogique, elle a pour but l'apprentissage (Paquette, 2002). Elle inclut des outils et des démarches appuyant la conception (Chachkine, 2011).

L'ingénierie pédagogique

L'ingénierie pédagogique, anciennement *design pédagogique* (Basque, 2017), appelée aussi *instructional design* (Trestini, 2016), *learning design* ou *conception pédagogique* (Baron, 2011), « consiste à étudier, concevoir, réaliser et adapter des dispositifs d'enseignement, des formations, ou des cours » (Trestini, 2016, p. 64). Elle définit tous les éléments d'un cours ou d'une formation, que ce soit son contexte, les connaissances et compétences à acquérir, l'ordonnancement des activités, les ressources utilisées ou sa diffusion (Paquette, 2002). Elle implique donc de nombreux acteurs liés à l'apprentissage (les concepteurs pédagogiques, les facilitateurs de l'apprentissage, les experts de contenu, les évaluateurs, les apprenants, les demandeurs de systèmes d'apprentissage ou même les chercheurs), aux technologies (les médiatiseurs) ou à la gestion de projets (Basque, 2017). L'ingénierie pédagogique tente de répondre à la complexité de la conception des dispositifs (Chachkine, 2011). Elle suit des phases définies par des modèles d'ingénierie qui peuvent être circonscrits à un domaine précis (par exemple l'éducation) ou être plus généraux (Harvey et Loiselle, 2009).

Le modèle ADDIE

L'ingénierie pédagogique repose sur des modèles. Un modèle est « une vue abstraite simplifiée d'un concept ou d'une réalité complexe » [traduction libre] (Clark, 1995). Il existe plus d'une centaine de modèles dans le domaine de l'ingénierie pédagogique (Lepage, Sauvé, Plante et Renaud, 2015). La plupart dérivent du modèle ADDIE (Basque, 2017; Lepage et al., 2015), apparu en 1975 sous le nom de *System Approach to Training* ou *Instructional System Design* (Clark, 1995) et considéré comme facile d'utilisation (Peterson, 2003). Il permet théoriquement aussi bien la conception de cours que de projets multimédias (Peterson, 2003).

ADDIE est l'acronyme des cinq phases classiques du cycle de vie d'un système d'apprentissage (Basque, 2017) qui lui ont donné son nom à partir de 1995 (Clark, 1995) : Analyse, Design, Développement, Implantation et Évaluation. Synthétiquement, l'analyse mesure la différence entre l'état actuel et l'état désiré (Lepage et al., 2015) sur différents plans du projet comme le besoin de formation, la clientèle ciblée, le contexte, les contraintes ou les ressources d'apprentissage (Basque, 2017). Le design consiste à faire des choix parmi les différents constituants du dispositif (objectifs, stratégies, médias, pédagogie, techniques, méthodes d'évaluation, organisation et présentation du contenu). Le développement est l'étape de réalisation du dispositif. L'implantation (ou diffusion) est la mise à disposition du dispositif. L'évaluation juge la réussite et les possibilités d'amélioration.

Le modèle ADDIE a évolué au cours du temps. Ses cinq phases se décomposaient en 19 étapes à l'origine (Clark, 1995). Ces étapes ont subi des modifications au fil des années (ajouts et suppressions). Alors que seule la phase d'évaluation (ex évaluation et contrôle) n'était pas linéaire, les autres phases sont devenues dynamiques à leur tour (Clark, 1995). Des boucles de rétroaction peuvent donc casser l'enchaînement linéaire des phases et celles-ci peuvent se dérouler simultanément (Basque, 2017). Dans les modèles dérivés, des phases sont retirées ou ajoutées selon les besoins, comme la maintenance en cas de suivi nécessaire ou le marketing en cas de commercialisation (Basque, 2017), permettant de qualifier ce modèle de *plug and play* (Clark, 1995).

Modèles apparentés

D'autres modèles existent avec certaines variantes, par exemple le modèle d'ingénierie des systèmes d'apprentissage (MISA). Il comprend un devis général ainsi que six phases constituant le processus d'ingénierie : définition du problème, solution préliminaire, conception de l'architecture pédagogique, conception des matériels et de leur diffusion, réalisation et validation des matériels, et planification de la diffusion (Paquette, 2003). Il est formé de quatre devis, affinant l'ingénierie selon quatre axes (des connaissances, pédagogique, de diffusion et des matériels) pour un total de 35 tâches principales et de 150 tâches secondaires issues du croisement des phases et des devis (Paquette, 2003). Il se distingue du modèle ADDIE par l'insertion d'une étape de validation entre la conception et la mise en place du système d'apprentissage.

Le modèle ASPI, de Peraya et Jaccaz (2004), s'adresse au monde universitaire. Il est centré sur les rôles que jouent les différents acteurs de l'innovation pédagogique dans cet environnement (responsables institutionnels, professeurs, étudiants). Aux cinq phases classiques du modèle ADDIE sont ajoutées les phases d'intégration dans la vie quotidienne, de maintien du processus et de diffusion. Les huit phases peuvent être synthétisées en trois étapes majeures : décision d'adoption, implémentation et routinisation (Peraya et Jaccaz, 2004).

Autres modèles

L'industrie du développement de logiciels a vu la création de plusieurs modèles basés sur le principe de cycles courts et multiples, visant à rompre avec la linéarité du modèle ADDIE des origines. Ces modèles itératifs de développement de logiciels ont été regroupés sous le terme *Agile* à partir de 2001 (Vickoff, 2016). Depuis, ils se sont répandus au-delà de cette industrie du logiciel (Erickson, 2018). Les préconisations de ce type de modèle sont regroupées dans le *manifeste Agile*, daté également de 2001. Dans ce modèle, les cycles sont courts afin d'éviter les corrections fréquentes et l'utilisation excessive de ressources sur une seule phase (Allen, 2012). En effet, dans le modèle ADDIE, les phases sont consécutives et doivent être réalisées en une seule fois (Allen, 2012). Agile vise donc à raccourcir les temps de réalisation des logiciels.

Le modèle SAM (pour *Successive Approximation Model*) répond à ces préconisations : c'est un modèle cyclique composé de deux niveaux (Allen, 2012). Le modèle de base SAM₁ est destiné aux petits projets. Il se contente des phases d'analyse-évaluation, de design et de développement faisant l'objet de trois itérations. Le modèle SAM₂, pour les projets conséquents, comprend trois phases : une phase de préparation et deux phases itératives qui aboutissent à une version finale après plusieurs boucles (Allen, 2012).

Le modèle Scrum, qui se conforme au manifeste Agile, s'inspire de *Rapid Application Development*, daté de 1991 et qui peut être considérée comme « la première des méthodes adaptatives en rupture avec le cycle projet prédictif » (Vickoff, 2016, p. 5). Selon le sondage annuel de VersionOne, Scrum représente 56 % des modèles Agile utilisés en 2018. Il est composé de courts projets d'un mois au maximum (des sprints) qui sont itératifs et incrémentaux (plusieurs retours sont faits avec à chaque fois des améliorations) afin d'obtenir des rétroactions sur des versions finies du logiciel pouvant aller à un rythme de plusieurs fois par jour (Schwaber

et Sutherland, 2017). Pour ce faire, Scrum comprend une équipe de développement d'au moins trois membres et un *Scrum Master* qui aide les acteurs à mieux comprendre le modèle.

Devis

Les devis de recherche (ou projets de recherche) sont établis en préalable à une recherche afin d'en définir son déroulement et d'en fixer les limites (Mace et Pétry, 2017). Un devis de recherche comprend les étapes à réaliser, les ressources nécessaires pour les réaliser ainsi qu'un échéancier (Couture et Fournier, 1997). Il est donc plus qu'un simple plan de travail : « on y justifie et commente systématiquement les choix méthodologiques faits à chaque étape du processus » (Mace et Pétry, 2017, p. 2). Il est important du fait qu'il « influe directement sur le type de problèmes les plus susceptibles de se poser » (Crête, 2009, p. 290).

Le contenu d'un devis de recherche diffère selon les auteurs. Ainsi, chez Mace et Pétry (2017), il comprend sept étapes formant le processus de recherche. Chez Couture et Fournier (1997), un devis de recherche comprend en plus un échéancier et une bibliographie (Couture et Fournier, 1997). Le devis du système d'apprentissage de Paquette (2002), qui permet de transmettre les apprentissages suite à un processus d'ingénierie, précise par exemple le but ainsi que les moyens pour l'atteindre (Deschamps, 2015). Il n'existe donc pas un modèle unique de devis de recherche.

Contrairement au devis de recherche qui présente les grandes lignes d'un projet (Couture et Fournier, 1997), les devis spécifiques sont internes à la recherche et sont « définis au cours des diverses phases de conception » (Paquette, 2002, p. 68). Paquette (2002) ainsi qu'Harvey et Loiselle (2009) en définissent quelques-uns dans un contexte de conception de produits pédagogiques : devis des connaissances dont l'objet est « d'identifier les connaissances à acquérir ou à enseigner » (Harvey et Loiselle, 2009, p. 112); devis des compétences à développer; devis pédagogique qui définit les phases d'enseignement et d'apprentissage et les spécifications du produit développé; devis médiatique ou technique qui précise comment le matériel ou le support utilisés regrouperont les instruments des scénarios pédagogiques; devis de diffusion qui définit les rôles des fournisseurs et des utilisateurs des ressources. Ces différents devis s'inscrivent dans le processus d'ingénierie pédagogique : celle-ci produit des devis qui « permettent de produire un environnement d'apprentissage qui permet de produire des compétences qui elles-mêmes peuvent être à l'origine de la création de nouveaux plans et devis. » (Rodet, s.d.) comme le résume le schéma de Jacques Rodet (s.d.) ci-dessous :

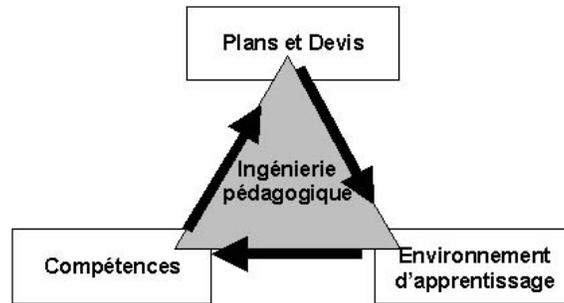


Figure 1. Interdépendance des devis, des environnements d'apprentissage et des compétences dans l'ingénierie pédagogique selon Rodet.

Spécificités de l'ingénierie des JS

Les modèles d'ingénierie pédagogique ne prennent pas en compte les dispositifs de type JS. Les devis recensés par Harvey et Loisselle (2009) ainsi que ceux que ces auteurs synthétisent (devis des connaissances, devis pédagogique, devis médiatique et devis de diffusion) font l'impasse sur l'aspect ludique que peut contenir un produit éducatif. Cette absence de devis ludique omet la place de plus en plus importante des JS depuis 2007 (Djaouti et al., 2011). La littérature scientifique ne semble pas proposer non plus de devis spécifiquement ludiques. Cela est d'autant plus dommageable que l'ingénierie des JS présente des caractéristiques originales liées à la diversité de leurs méthodes de conception et à leur dualité (jeu vidéo et pédagogie).

Diversité des conceptions et des concepteurs de JS

Un JS peut être issu de la réutilisation de jeux existants, d'une conception artisanale (une seule personne) ou du domaine industriel (Michel et McNamara, 2015). Les concepteurs de JS se distinguent donc en fonction de leur niveau de professionnalisme et du milieu de travail. Alors que des concepteurs peuvent travailler pour des industries du jeu vidéo, certains peuvent être des étudiants (Djaouti, 2016), d'autres travaillent en indépendants, en petites équipes et s'autoéditent, utilisant dans ces derniers cas des outils d'ingénierie moins complexes (Djaouti, 2011). Les concepteurs les moins expérimentés ou disposant de peu de moyens tireraient avantage d'un modèle d'ingénierie simple d'utilisation et ayant fait ses preuves.

Dualité des JS

La prise en compte de l'aspect ludique dans la réalisation des JS est d'autant plus importante qu'un mauvais équilibre entre jeu et pédagogie peut avoir des conséquences négatives sur la motivation et l'apprentissage (Moreno-Ger, Burgos, Martínez-Ortiz, Sierra et Fernández-Manjón, 2008). Cet équilibre, consistant à « démontrer le transfert de l'apprentissage (aspect « sérieux ») tout en restant engageant et divertissant », doit être pensé dès la phase de conception [traduction libre] (Arnab et al., 2015, p. 392). Durant cette phase doivent travailler conjointement des acteurs aussi divers que des formateurs, des experts pédagogiques, des experts du domaine à enseigner, des concepteurs de jeux vidéo (Marfisi-Schottman et Piau-Toffolon, 2015; Marne, 2014). L'ingénierie des JS, particulière du fait du mélange de domaines (pédagogie et jeux vidéo), nécessite de maintenir un équilibre entre ces domaines.

Modèles d'ingénierie orientés JS

Certains modèles d'ingénierie sont centrés sur les JS. Notons celui de Marne (2014) qui comprend six facettes : objectifs pédagogiques, simulation du domaine, interactions avec la simulation, problèmes et progression, décorum et conditions d'utilisation. Ou encore, celui de Vermeulen, Guigon, Mandran et Labat (2017) est de type « jeu dont vous êtes le héros » et comprend quatre facettes (le modèle du domaine, le scénario, l'ensemble des interactions et les contraintes d'usage). Ces modèles ont été développés pour des genres de JS précis (les jeux dont vous êtes le héros par exemple). Cela représente une dépense de temps et d'énergie qui pourrait être amoindrie dans le cas de l'adaptation d'un modèle d'usage fréquent comme ADDIE. De plus, ils ne font pas référence aux dispositifs pédagogiques qui peuvent inclure un JS.

Devis dans l'ingénierie des JS

Les devis établis pour l'ingénierie des JS comprennent donc certains éléments pédagogiques et d'autres ludiques. Saint-Pierre (2006) distingue par exemple la partie pédagogique et la partie ludique du synopsis d'un jeu vidéo à visée éducative. Alors que la partie pédagogique décrit les connaissances et les compétences à acquérir, la partie ludique définit ce qui a trait au jeu. Elle contient notamment la progression de l'action, les événements clés de l'histoire, les obstacles à affronter, les moyens dont dispose le joueur, etc. (Saint-Pierre, 2006). La réalisation d'un JS nécessite donc un devis contenant des aspects ludiques.

Conclusion provisoire

Les dispositifs à visée pédagogique sont divers : ils peuvent être purement pédagogiques ou se rapprocher des jeux vidéo comme avec les JS. Les JS eux-mêmes ne constituent pas une catégorie homogène et se distinguent notamment par l'origine de leur conception. Différents modèles d'ingénierie ont été créés pour des JS précis. En conséquence, comment utiliser un modèle d'ingénierie existant en le modifiant ou en le complétant afin de le destiner à la réalisation d'un JS? À quoi pourrait ressembler un devis portant sur l'aspect ludique d'un JS? En outre, quelle définition donner de l'ingénierie des JS afin de souligner son originalité face aux autres ingénieries?

Objectifs

Parallèlement à notre doctorat en éducation, nous avons été chargés, dans le cadre d'un cours universitaire de troisième cycle sur la formation à distance, de concevoir un JS afin de susciter la réflexion sur leur utilisation par des enseignants et des formateurs. Nous avons réalisé seul la première version de ce JS, nommé *Simfoad* pour *simulation de formation ouverte et à distance* (Lortet, 2017), en nous inspirant des étapes formant le modèle ADDIE. Nous l'avons programmé en PHP/MySQL/JavaScript, le visuel du jeu étant en HTML/CSS. Après avoir présenté la première version du JS aux étudiants du cours (des enseignants et des formateurs), nous l'avons modifié en tenant compte de leurs rétroactions. Pour ce faire, nous comptons ajouter au modèle ADDIE un devis ludique afin de prendre en compte les spécificités des JS. Nous préférons adapter un modèle existant, car augmenter le nombre de modèles d'ingénierie à chaque nouveau produit est une démarche qui nous paraît peu productive. Nous écartons les modèles de type Agile du fait que dans notre projet, la rétroaction des étudiants ne peut se faire

qu'à partir d'une version finalisée du JS présentée en salle de classe, rendant impossible le traitement continu des rétroactions durant l'ingénierie. De plus, une seule personne est requise pour la programmation du JS, réduisant ainsi les avantages d'un modèle comme Scrum qui, en deçà de trois membres, offre peu d'interactions ou de gains de productivité (Schwaber et Sutherland, 2017). Dans le présent article, nous proposons d'exemplifier un devis ludique intégré au modèle ADDIE afin de l'adapter à la réalisation des JS. Ce faisant, nous proposerons une définition de l'ingénierie des JS et une définition du devis ludique.

L'ajout d'un devis ludique au modèle ADDIE pourrait appuyer la réalisation de différents types de dispositifs en servant d'exemple pour la création de nouveaux devis spécifiques répondant à des besoins particuliers. Une définition de l'ingénierie des JS permettra de la distinguer des autres ingénieries. Enfin, la réalisation des JS devrait en être facilitée et leur qualité améliorée. En effet, deux limites concernent les JS : d'une part, le trop faible nombre de JS développés dans un cadre universitaire, d'autre part, le côté artisanal des jeux qui sont développés (Demaizière et Narcy-Combes, 2007; Michel et Mc Namara, 2014), freinant du coup leur diffusion et limitant les effets positifs qu'ils peuvent procurer (notamment la motivation).

Solution proposée

Nous fixons dès le départ les termes que nous emploierons pour les éléments de l'ingénierie afin de guider le lecteur. Nous rappelons ensuite le rôle de chaque phase du modèle ADDIE afin de disposer d'un plan lors de la conception. Nous abordons également les différents axes constituant les devis spécifiques qui équivalent à des sous-devis. Après cette approche théorique, nous passons à la pratique : nous utilisons un JS comme exemple pour recenser les axes pouvant former un devis ludique.

Terminologie utilisée

Nous reprenons le terme phase pour désigner l'analyse, le design, le développement, l'implantation et l'évaluation dans le modèle ADDIE. Nous nommons *descripteur* le code alphanumérique que nous pourrions attribuer à l'étape située à la jonction des phases et des axes du devis. La figure ci-dessous récapitule ces différents termes.

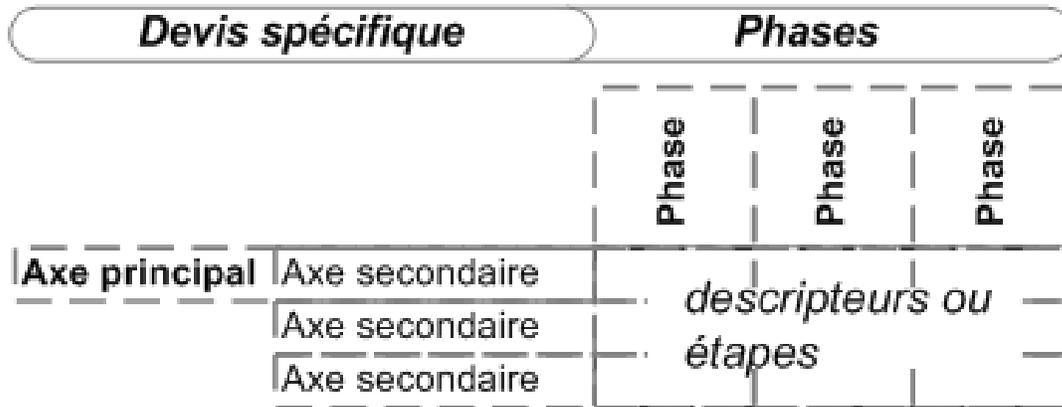


Figure 2. Terminologie du modèle ADDIE avec devis spécifique.

Les phases d'ingénierie

Les sources consultées nous ont permis d'ajouter au modèle ADDIE des phases pouvant se révéler utiles à l'ingénierie d'un JS. De Tchounikine (2002), nous retenons la distinction entre la validation et l'expérimentation (implantation ici), cette dernière servant de test. Un JS nécessite aussi une étape de mise à jour et de suivi nommée ici pérennisation (*maintenance*). L'existence de réseaux sociaux permettant de relayer des nouveautés nous incite à ajouter la phase mercatique (*marketing*) mentionnée par Basque (2017), sans attribuer nécessairement un aspect commercial à ce terme. Les phases inutiles ou difficiles à définir durant le processus d'ingénierie peuvent être laissées temporairement de côté. En effet, des boucles de rétroaction entre les phases permettent d'y revenir si nécessaire. Le Tableau 1 récapitule les phases et leur signification :

Tableau 1

Phases du modèle d'ingénierie

Phase	Description
Analyse	Relever les différences entre l'état actuel et l'état désiré.
Design	Sélectionner les éléments du JS pour atteindre l'état désiré.
Développement	Programmer les différents éléments du JS.
Implantation	Rendre disponible le JS auprès des utilisateurs.
Évaluation	Noter les rétroactions des utilisateurs.
Pérennisation	Maintenir à jour le JS (le déboguer) et le faire évoluer.
Mercatique	Informar de l'existence du JS et de ses évolutions.
Validation	Présenter chaque phase aux spécialistes concernés.

Les axes du devis ludique

Les devis spécifiques correspondent aux différents axes d'un projet d'ingénierie. Lorsqu'un axe n'est guère développé dans un projet, des devis plus généralistes suffisent. Ainsi, un JS pourrait comporter un devis ludique et un devis pédagogique, mais il pourrait également contenir des devis de connaissances et de compétences à acquérir. Chaque devis peut être affiné selon différents axes : un devis ludique pourrait comporter un axe *scénario*, un axe *points*, etc.

Afin de recenser différents axes pouvant former un devis ludique, nous analysons les rétroactions fournies par des étudiants sur le JS en ligne conçu en 2017 et dénommé *Simfoad*. Ce JS en ligne a pour but de familiariser des formateurs à distance avec la taxonomie révisée de Bloom et des théories d'apprentissage. L'utilisateur y joue le rôle d'un formateur qui doit choisir des activités, caractérisées par des processus cognitifs précis, conformes aux profils d'apprenant des bots (des joueurs robots simulant des élèves d'un cours à distance). L'utilisateur du JS doit également choisir ses objectifs pédagogiques en fonction des profils d'apprenant des bots. Plus les choix sont cohérents, plus il obtient de points. Le JS a été présenté à des étudiants, dans le cadre d'un cours universitaire de troisième cycle sur la formation à distance, qui sont eux-mêmes des formateurs ou des enseignants. Nous sommes le concepteur unique de ce JS.

Nous avons extrait des passages des commentaires des étudiants concernant un point précis du jeu (une difficulté ou une suggestion). Nous avons regroupé ces passages selon leur proximité afin d'en extraire des thèmes. Ces thèmes constituent les axes principaux du devis ludique. Des axes secondaires peuvent traiter des thèmes plus précis (par exemple l'aspect des avatars dans l'axe *charte graphique*). La Figure 3 reprend ces axes et les croise avec les phases du modèle ADDIE afin de générer, à leur jonction, les différentes étapes (les cases) de l'ingénierie du JS. Les flèches indiquent qu'une boucle rétroactive est toujours possible.

Axes du devis ludique		Phases							
		Analyse	Design	Développement	Implantation	Évaluation	Pérennisation	Mercatique	Validation
Aide	Rubrique d'aide								
	Mission d'entraînement								
	Système tutoriel intelligent								
Bonus/malus	Ludique								
	Pédagogique								
Bots	Profil								
	Rôle								
Charte graphique	Avatars								
	Cadres/bordures								
	Fond(s) d'écran								
	Menus								
Coordination des objets	Combinaisons possibles								
	Combinaisons impossibles								
	Effets de ces combinaisons								
Débogage									
Durée du jeu	Séquences								
	Jeu complet								
Enseignant	Rôle dans le jeu								
	Rôle hors du jeu								
Ergonomie	Disposition des éléments								
	Navigation entre les pages								
Points	Classement								
	Énergie								
	Niveaux								
Scénario	Ludique								
	Pédagogique								

Figure 3. Exemple d'axes de devis ludique pour modèle ADDIE.

Exemple de devis ludique

Suite à ces rétroactions, nous utilisons le modèle généré pour la modification du JS *Simfoad*. Les Tableaux 2 et 3 reprennent des axes du devis ludique et résument les étapes correspondantes. Certaines phases peuvent ne pas être renseignées lorsque le contenu est trivial (la mercatique n'insistera sans doute pas sur le débogage par exemple). Comme précisé auparavant, la phase d'analyse compare une situation existante à une situation voulue. Dans notre exemple, l'analyse correspond aux difficultés ou suggestions rapportées par les étudiants, les difficultés reflétant la situation de départ et les suggestions la situation souhaitée. La validation porte sur différentes phases et consiste à présenter les modifications projetées à des spécialistes des domaines concernés (enseignants, concepteurs de jeux, graphistes ou programmeurs par exemple); elle n'est donc pas indiquée. Les autres phases montrent la progression de l'ingénierie.

Tableau 2

Axe bots du devis ludique

Phase	Bots > profil
Analyse	Profil : Pas de corrélation entre l'âge des bots et leur profil d'apprenant d'une part et pas d'information sur la personnalité des bots pouvant influencer leur profil d'apprenant d'autre part. Objectif : corréler le profil d'apprenant des bots à leur âge et à leur métier.
Design	Sélectionner les théories d'apprentissage et les processus cognitifs pouvant être préférés selon l'âge et le métier.
Développement	Consulter la littérature pour noter les tendances relevées dans des expériences et créer une table à deux colonnes dans la base de données avec les âges, les métiers et un coefficient les associant à chaque processus cognitif et à chaque théorie d'apprentissage.
Implantation	Suggérer aux étudiants/joueurs qu'il peut y avoir un lien entre le profil des bots et le profil d'apprenant.
Évaluation	Relever les résultats dans le jeu et les commentaires des étudiants/joueurs sur ce sujet.
Pérennisation	Faire évoluer les coefficients avec les nouvelles données issues de la littérature scientifique.
Mercatique	Présenter les avatars comme de vrais étudiants ayant une personnalité.

Tableau 3

Axe enseignant du devis ludique

Phase	Enseignant > dans le jeu Enseignant > hors du jeu
Analyse	Le besoin des joueurs d'être guidés nécessite l'intervention de l'enseignant pour les accompagner durant le jeu.
Design	- dans le jeu : créer une page de type messagerie pour permettre à l'enseignant et aux élèves de communiquer; - hors du jeu : l'enseignant utilise le JS pour illustrer une théorie d'apprentissage.
Développement	- dans le jeu : stockage des messages dans une base de données. Différenciation de l'affichage des messages de l'enseignant de ceux des bots; - hors du jeu : l'enseignant aborde une théorie d'apprentissage (historique, principe, exemples). Les élèves sélectionnent cette théorie dans leur profil et doivent choisir des activités conformes à cette théorie dans le JS.
Implantation	- dans le jeu : présentation en salle de classe de la messagerie et de son utilité; - hors du jeu : présentation en salle de classe des théories d'apprentissage.
Évaluation	- dans le jeu : commentaires des élèves via la même messagerie du JS; - hors du jeu : rétroaction des élèves en salle de classe.
Pérennisation	Compilation des commentaires en cas d'utilisation du JS par un autre enseignant.
Mercatique	Cibler les enseignants en insistant sur le rôle qu'ils peuvent jouer dans le JS

Définition de l'ingénierie des JS

Nous avons vu que les JS possèdent les caractéristiques des jeux vidéo (scénario, points, ressources, etc.). Nous avons vu également que l'ingénierie des JS peut consister en l'adaptation d'un JS existant aux besoins des utilisateurs suite à une expérimentation. En reprenant la définition de l'ingénierie pédagogique et en y ajoutant un aspect ludique, nous aboutissons à la définition suivante : l'ingénierie des JS consiste à étudier, concevoir, réaliser et adapter des dispositifs comprenant une dimension ludique et une dimension pédagogique, en tenant compte des caractéristiques des jeux vidéo et de l'apprentissage.

Définition du devis spécifique

Dans le contexte de l'intégration d'un devis dans un modèle d'ingénierie, nous pouvons aussi définir un devis spécifique comme étant un constituant thématique d'un projet d'ingénierie regroupant des étapes, réparties entre différentes phases, afin d'atteindre un but.

Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé un modèle d'ingénierie des JS fusionnant des phases et des devis, et dont les jonctions constituent des étapes. Les devis spécifiques du modèle segmentent l'ingénierie selon différents axes, principalement ludique et pédagogique dans le cas des JS.

Apports du modèle d'ingénierie des JS et du devis ludique

L'établissement d'un modèle d'ingénierie de type ADDIE orienté sur les JS permet de reprendre un modèle existant et de l'adapter aux besoins d'ingénierie des JS. Il n'est ainsi pas restreint à un seul type de JS et ne nécessite pas de recréer un modèle pour chaque type de JS. Comme nous l'avons vu, il permet également de modifier un JS existant. Les versions Bêta (non finalisées) et les versions finalisées font donc l'objet d'un processus d'ingénierie à part entière, permettant de préciser les modifications à effectuer. Il convient particulièrement aux concepteurs solitaires ou ne pouvant obtenir de rétroactions rapides, contrairement aux modèles centrés sur des équipes.

Limites du présent article

Nous avons testé le modèle d'ingénierie des JS avec la modification d'un seul jeu. Il serait pertinent de le tester avec d'autres JS afin de compléter les axes recensés pour le devis ludique.

Références bibliographiques

- Albero, B. (2010). La formation en tant que dispositif : du terme au concept. Dans B. Charlier et F. Henri (dir.), *La technologie de l'éducation : recherches, pratiques et perspectives* (p. 47-59). Paris, France : PUF.
- Allen, M. (2012). *Leaving ADDIE for SAM: An agile model for developing the best learning experiences*. Alexandria, VA : American Society for Training and Development.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S., Louchart, S., . . . et De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391-411. doi:10.1111/bjet.12113
- Baron, G. L. (2011). Learning design. *Recherche et formation* (68), 109-120. doi:10.4000/rechercheformation.1565
- Basque, J. (2017). TED6312 – [Ingénierie pédagogique et technologies éducatives \[PDF\]](#). Repéré à

<https://ted6313v2.telug.ca/telugDownload.php?file=2014/04/19 TED6313 Texte Intro I P.pdf>

- Berry, V. (2011). Jouer pour apprendre: est-ce bien sérieux? Réflexions théoriques sur les relations entre jeu (vidéo) et apprentissage. *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 37(2). doi:10.21432/T2959X
- Chachkine, E. (2011). *Quels scénarios pédagogiques pour un dispositif d'apprentissage à distance socioconstructiviste et de conception énonciativiste en FLE?* (Thèse de doctorat, Université de Provence-Aix-Marseille I). Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00604871/>
- Charlier, B., Deschryver, N. et Peraya, D. (2006). Apprendre en présence et à distance. *Distances et savoirs*, 4(4), 469-496. Repéré à <http://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2006-4-page-469.htm>
- Clark, D. (1995, juillet). History of the ADDIE Model [HTML] (dernière mise à jour le 5 septembre 2015). Repéré à http://www.nwlink.com/~donclark/history_isd/addie.html
- Couture, M. et Fournier, R. P. (1997). *La recherche en sciences et en génie: guide pratique et méthodologique*. Laval, Québec : Presses Université Laval.
- Crête, J. (2009). L'éthique en recherche sociale. Dans Gauthier, B. (dir.), *Recherche sociale : De la problématique à la collecte des données* (p. 285-307). Québec , QC: Presses de l'Université du Québec.
- Demaizière, F. et Narcy-Combes, J.-P. (2007). Du positionnement épistémologique aux données de terrain. *Les cahiers de l'Acedle*, 4, 1-20. Repéré à <http://acedle.org/numero-4-2007/>
- Deschamps, P. (2015). *Conception d'un dispositif d'apprentissage en ligne, selon le modèle ADDIE, portant sur la compétence en asepsie du programme collégial Techniques de denturologie* (Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke). Repéré à <http://www.cdc.qc.ca/universite/sherbrooke/033128-deschamps-conception-dispositif-en-ligne-addie-asepsie-tech-denturologie-essai-usherbrooke-2015.pdf>
- Djaouti, D. (2011). *Serious Game Design: considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire* (Thèse de doctorat, Université Toulouse III-Paul Sabatier). Repéré à <http://thesesups.ups-tlse.fr/1458/>
- Djaouti, D. (2016). Serious Games pour l'éducation: utiliser, créer, faire créer?. *Tréma*, (44), 51-64. doi:10.4000/trema.3386
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P. et Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games. Dans Ma, Oikonomou et Jain (dir.), *Serious games and edutainment applications* (1^{ère} édition, p. 25-43). Londres, Royaume Uni : Springer-Verlag London. doi:10.1007/978-1-4471-2161-9_3

- Erickson, A. J. (2018). *Agile development in instructional design: A case study at BYU Independent Study* (Thèse de doctorat, Brigham Young University). Repéré à <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/6780/>
- Harvey, S. et Loisel, J. (2009). Proposition d'un modèle de recherche développement. *Recherches qualitatives*, 28(2), 95-117. Repéré à [http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero28\(2\)/harvey\(28\)2.pdf](http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero28(2)/harvey(28)2.pdf)
- Lepage, M., Sauvé, L., Plante, P. et Renaud, L. (2015). Analyse de besoins sur l'utilisation des outils Web 2.0:  l ments essentiels pour la communication dans les équipes de recherche universitaire. *Nouveaux c hiers de la recherche en éducation*, 18(1), 87-113. doi:10.7202/1033731ar
- Lortet, A. (2017). *Simfoad* [Jeu en ligne]. Repéré à <http://simfoad.galexie.com>
- Mace, G. et Pétry, F. (2017). *Guide d'élaboration d'un projet de recherche en sciences sociales* (3  édition). Laval, QC : Presses de l'Université Laval.
- Marfisi-Schottman, I., George, S. et Tarpin-Bernard, F. (2010, octobre). Tools and methods for efficiently designing serious games. Dans *Proceedings of the 4th European Conference on Games Based Learning ECGBL* (p. 226-234). Academic Publishing International Ltd.
- Marfisi-Schottman, I. et Piau-Toffolon, C. (2015, juin). Extraire et réutiliser des patrons de conception à partir de Learning Games existants. Dans *Atelier méthodologies de conception collaboratives des EIAH de la Conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01383188/>
- Marne, B. (2014). *Modèles et outils pour la conception de jeux sérieux: une approche meta-design* (Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI). Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01134701/>
- Martin, L. (2017). Entraves à l'attitude ludique avec un jeu sérieux intégré dans une formation managériale: un exercice plus qu'un jeu?. *Sciences du jeu*, (7). doi:10.4000/sdj.796
- Michael, D. et Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Boston, MA: Thomson Course Technology PTR.
- Michel, H. et Mc Namara, P. (2014). Serious Games: Faites vos jeux!. *Systèmes d'information & management*, 19(3), 3-8. doi:10.3917/sim.143.0003
- Mony, C. (1992). *Un modèle d'intégration des fonctions conception-fabrication dans l'ingénierie de produit: définition d'un système mécanique en base de données objet* (Thèse de doctorat,  cole centrale de Paris de Châtenay-Malabry).
- Moreno-Ger, P., Burgos, D., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J. L. et Fernández-Manj n, B. (2008). Educational game design for online education. *Computers in Human Behavior*, 24, 2530-2540. doi:10.1016/j.chb.2008.03.012

- Paquette, G. (2002). *L'Ingénierie pédagogique : pour construire l'apprentissage en réseau*. Québec, QC : Presses de l'Université du Québec.
- Paquette, G. (2003). L'ingénierie cognitive des systèmes de téléapprentissage. *Pédagogies. net: l'essor des communautés virtuelles d'apprentissage*. Québec, QC : Presses de l'Université du Québec. Repéré à http://edu6014.telug.ca/telugDownload.php?file=2014/07/EDU6014_ingenierie_cognitive.pdf
- Peraya, D. et Jaccaz, B. (2004, octobre). Analyser, soutenir, et piloter l'innovation: un modèle «ASPI». Dans *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et de l'Industrie* (p. 283-289). Compiègne, France: Université de Technologie de Compiègne. Repéré à <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000705/document>
- Peraya, D. et Poellhuber, B. (2016). L'apprentissage médiatisé des dispositifs de type podcast aux dispositifs de type MOOC: du micro au macro au méso. *International Journal of technologies in Higher Education*, 13(2-3), 6-16. Repéré à <https://www.erudit.org/en/journals/ritpu/2016-v13-n2-3-ritpu02997/1039241ar.pdf>
- Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to life: Instructional design at its best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3), 227-241. Repéré à <https://www.learntechlib.org/p/2074/>
- Rodet, J. (s. d.). Ingénierie pédagogique. Repéré à <http://jacques.rodet.free.fr/xip.htm>
- Saint-Pierre, R. (2006). *La conception de jeux vidéo éducatifs: une méthodologie de recherche/création* (Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal). Repéré à <http://www.archipel.uqam.ca/5786>
- Schwaber, K. et Sutherland, J. (2017, novembre). *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Repéré à <https://www.scrumguides.org/download.html>
- Sutter Widmer, D. (2010). *Se plonger dans un jeu pour mieux apprendre? Théorie, conception et expérimentation autour des jeux vidéo pédagogiques* (Thèse de doctorat, Université de Genève). Repéré à <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:5285>
- Taillandier, F. et Adam, C. (2018). Games Ready to Use: A Serious Game for Teaching Natural Risk Management. *Simulation & Gaming*, 49(4), 441-470. doi:10.1177/1046878118770217
- Tchounikine, P. (2002). Quelques éléments sur la conception et l'ingénierie des EIAH. Dans *Actes des 2ème assises nationales du GdR I3-Groupe de Recherche Information Interaction Intelligence, décembre 2002*. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00190110>
- Tchounikine, P. (2009). *Précis de recherche en ingénierie des EIAH*. Laboratoire d'informatique de Grenoble. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00413694/>

- Thompson, D., Baranowski, T., Buday, R., Baranowski, J., Thompson, V., Jago, R. et Griffith, M. J. (2010). Serious video games for health: how behavioral science guided the design of a game on diabetes and obesity. *Simulation & gaming*, 41(4). doi:10.1177/1046878108328087
- Trestini, M. (2016). *Théorie des systèmes complexes appliquée à la modélisation d'environnements numériques d'apprentissage de nouvelle génération* (Thèse de doctorat, Université de Strasbourg). Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01432687/>
- Vargas, C. (1995). *Modélisation du processus de conception en ingénierie des systèmes mécaniques: mise en oeuvre basée sur la propagation de contraintes: application à la conception d'une culasse automobile* (Thèse de doctorat, École normale supérieure de Cachan).
- Vermeulen, M., Guigon, G., Mandran, N. et Labat, J. M. (2017, juin). L'enseignant au cœur de la conception de learning games: le modèle DISC. Dans *Actes de la 8ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, 2017*. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01514111/>
- VersionOne Inc. (2018) *12th Annual State of Agile Report*. Repéré à <http://www.versionone.com>
- Vickoff, J.-P. (2016). *Agile Scrum et au-delà - Pilotage des Projets*. Bookelis.
- Weisser, M. (2010). Dispositif didactique? Dispositif pédagogique? Situations d'apprentissage!. *Questions Vives. Recherches en éducation*, 4(13), 291-303. Repéré à <https://questionsvives.revues.org/271>

Auteur

Alain Lortet a le grade de maître ès arts en didactique des langues et effectue un doctorat en éducation à l'UQAM. Ses travaux associent informatique et apprentissage des langues, notamment à travers les jeux sérieux. Ses intérêts de recherche portent principalement sur le vocabulaire. lortet.alain@courrier.uqam.ca



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial CC-BY-NC 4.0 International license.