

CONTRIBUTION DE LA DIDACTIQUE A LA CONCEPTION D'UN JEU SERIEUX EN GENIE MECANIQUE

Fabienne Viallet*, Christine Amans-Passaga**, Olivier Baptista***

* Université de Toulouse
DiDiST CREFI-T, Didactique des Disciplines et Techniques
Bâtiment 3R1, B2
118, Route de Narbonne
31 077 Toulouse Cédex 14
fabienne.viallet@iut-tlse3.fr

** Université Toulouse,
DiDiST CREFI-T,
Bâtiment 3R1, B2,
118, Route de Narbonne,
31 077 Toulouse Cédex 14
et
Centre Universitaire JF Champollion,
Département STAPS Rodez,
Avenue de l'Europe,
12 000 Rodez
christine.amans-passaga@univ-jfc.fr

*** Centre Universitaire JF Champollion,
Avenue de l'Europe
12 000 Rodez
olivier.baptista@univ-jfc.fr

Mots-clés : jeux sérieux, génie mécanique, didactique

Résumé. L'article présente un programme de recherche nommé *Mecagenius*, porté par une équipe pluridisciplinaire, dont l'ambition réside dans la conception d'un outil innovant de type jeu sérieux (*serious game*), destiné à la formation initiale et continue en génie mécanique. Une des originalités de ce programme consiste à faire se coordonner différentes compétences, en impliquant des enseignants-chercheurs en génie mécanique, en didactique et des spécialistes informatiques de l'industrie du logiciel. L'équipe est actuellement dans la phase de conception du jeu. La contribution présentée ici tente d'explicitier ce que la didactique prend en charge aux différentes étapes de ce programme pluri disciplinaire. Après avoir exposé le cadrage théorique, nous présentons la méthodologie construite ad-hoc pour conduire ce projet, que nous illustrons par la présentation des premières étapes.

1. Introduction

Depuis leur naissance dans les années 80, les jeux vidéo connaissent un succès fulgurant¹ qui a conduit au développement d'une industrie spécialisée prospère. Pourtant, dans la sphère sociale, leur acceptation ne va pas toujours de soi : ces jeux étant destinés essentiellement aux jeunes gens, certains les soupçonnent d'être dangereux, susceptibles de déclencher des maladies mentales, de rendre violent ou dépendant (cf. Tremel & Fortin, 2009). En réaction à ces

inquiétudes, l'industrie du jeu vidéo propose depuis quelques années de nouveaux jeux en marge de la sphère marchande, ayant des visées éducatives ou formatrices, qualifiés de « sérieux » ou de « serious game ». Leur légitimation passe par l'idée que la pratique du jeu vidéo met en œuvre un certain nombre de compétences cognitives (pour s'approprier le jeu, apprendre les règles, comprendre les subtilités, etc.) sur lesquelles on peut s'appuyer pour transmettre des savoirs et des compétences qualifiées de « sérieuses ». L'attrait du jeu fournissant de nouveaux motifs d'agir au joueur - apprenant.

En 2008, Julian Alvarez et Laurent Michaud, dans un document de synthèse sur les jeux sérieux nommé « Serious games, Advergaming, edugaming, training... » proposent une définition du jeu sérieux : « la vocation d'un serious game est d'inviter l'utilisateur à interagir avec une application informatique dont l'objectif est de combiner des aspects d'enseignement, d'apprentissage, d'entraînement, de communication ou d'information, avec des ressorts ludiques et/ou des technologies issus du jeu vidéo. Une telle association a pour but de donner à un contenu utilitaire (serious), une approche vidéo-ludique (game). Elle s'opère par la mise en relation d'un scénario utilitaire avec un scénario ludique. »

Les jeux sérieux étant destinés à l'enseignement et l'apprentissage de savoirs, ils constituent un domaine potentiel d'étude pour la didactique. En effet, l'approche didactique se spécifie par son intérêt pour les savoirs en jeu au sein des systèmes qu'elle étudie dans une optique compréhensive, descriptive et parfois de transformation. Elle vise à produire des connaissances sur les processus d'enseignement apprentissage, dans ce qu'ils ont de spécifique au savoir enseigné et s'autorise également parfois à proposer aux enseignants des outils d'aide à la rénovation de leurs pratiques. Les questions que posent alors ces jeux concernent le statut qu'ils occupent dans les processus d'enseignement - apprentissage : est-ce un nouvel artefact ? Quels sont les savoirs inscrits au cœur de ces jeux ? Comment l'engagement cognitif des joueurs relativement aux savoirs en jeu (Engle & Conant, 2002) peut-il être envisagé d'un point de vue didactique ? Quelle exploitation l'enseignant peut-il faire des jeux sérieux ?

Dans cette contribution, nous ne prétendons pas répondre à toutes ces questions nouvelles mais rendre compte d'un programme de recherche concernant la construction d'un jeu sérieux dédié à l'enseignement apprentissage du génie mécanique, nommé Mecagenius, dans lequel nos laboratoires sont impliqués. Le projet de recherche, qui supporte son élaboration est pluri disciplinaire : il comprend des enseignants, des chercheurs et des industriels spécialisés en génie mécanique, informatique, jeux vidéo, infographie et didactique. Quelle est la place des didacticiens dans un tel projet ? Comment pouvons-nous envisager la construction d'un jeu sérieux d'un point de vue didactique ? Telles sont les questions que nous abordons dans cet article et qui nous permettent de débiter notre réflexion sur le statut des jeux sérieux dans les processus d'enseignement apprentissage.

2. Les spécifications du projet

Ce qui caractérise un jeu sérieux et le distingue du jeu vidéo, c'est la présence d'un second scénario, que l'on peut qualifier d'utilitaire ou de pédagogique, qui ne doit pas être posé en parallèle de celui du jeu, mais doit être mis en cohérence afin de faire converger les objectifs respectifs des deux scénarii. L'enjeu est de construire un jeu sérieux à la fois cohérent et pertinent du point de vue de l'intérêt qu'il suscite chez le joueur et du point de vue des apprentissages qu'il est susceptible d'occasionner.

Par exemple, Muratet et al. (2009) ont construit, à partir d'un jeu vidéo existant (Kernel Panic et son moteur Spring), un jeu sérieux nommé Prog&Play, dédié à l'apprentissage de la programmation informatique. Kernel Panic est un jeu de stratégie temps réel qui place le joueur dans un univers informatique où plusieurs factions (les "systèmes", les "hackers" et les "réseaux") mènent une guerre sans merci sur un champ de bataille matérialisé par une matrice. Sur cette base, les auteurs du jeu sérieux ont conçu un scénario ludique dans lequel les étudiants doivent atteindre

des objectifs de guerre pour progresser dans l'intrigue, comme par exemple déplacer une ou plusieurs factions à un endroit stratégique de la matrice. Pour atteindre ces objectifs, les étudiants sont alors invités à emprunter le scénario pédagogique, c'est-à-dire à programmer, à l'aide d'un langage de programmation classique, les entités virtuelles de Kernel Panic qui modélisent les factions. La réalisation de ces programmes correspond aux compétences informatiques attendues par le jeu sérieux et permet aux joueurs d'améliorer leurs performances en leur permettant d'automatiser un certain nombre d'actions pendant les parties de jeu. Ainsi, les scénarii ludiques et pédagogiques étant convergents, Prog&Play est un jeu sérieux à la fois cohérent du point de vue du jeu et pertinent du point de vue de l'apprentissage de la programmation.

Ainsi pour construire un jeu sérieux qui fasse converger les 2 scénarii, les concepteurs de jeux vidéo destinés à l'enseignement doivent donc être mis en relation avec les personnes exerçant dans le domaine pédagogique visé. De fait, la spécificité du programme de recherche dans lequel nous sommes engagés est de mobiliser différents corps de métiers issus de plusieurs disciplines. Chacun apporte une contribution spécifique à la construction du jeu : les mécaniciens sont porteurs des connaissances disciplinaires, les informaticiens, les spécialistes des jeux vidéo et les graphistes s'occupent du développement du produit alors que les didacticiens interviennent au niveau des processus d'enseignement apprentissage. Plus précisément, de prime abord, ce qui est attendu des didacticiens de la part des partenaires concerne :

- L'aide à l'identification des savoirs à enseigner que le jeu sérieux pourrait prendre à sa charge,
- L'assistance à la conception du jeu en participant à la transposition des savoirs sous forme de scénarii,
- L'analyse de la « rencontre » entre le jeu et les utilisateurs, apprenants comme enseignants.

3. La méthodologie

3.1 Ingénierie didactique

La réalisation de ces différentes actions doit être encadrée par une méthodologie. La première que nous avons envisagée est celle de l'ingénierie didactique de Cobb et al. (1998). Cette méthodologie qui vise à l'expérimentation de nouvelles formes d'apprentissages à travers la mise en œuvre de moyens spécifiques, nous a semblé bien adaptée à notre projet. Dans cette approche, le chercheur tente de valider une théorie « humble » concernant les processus d'apprentissage et envisage d'effectuer une série d'expérimentation pour la tester. Pour chaque itération, le principe consiste à construire, en collaboration avec les protagonistes, une ingénierie didactique, à la mettre en œuvre au cours d'une ou plusieurs expérimentations en procédant à de multiples observations puis à analyser les résultats afin de proposer une éventuelle nouvelle ingénierie didactique destinée à tester de nouvelles hypothèses concernant la théorie à valider. Chaque itération permet de faire varier différents paramètres supportés par la théorie. L'objectif n'est pas de construire une ingénierie didactique idéale mais bien de valider un ensemble d'hypothèses issues d'une théorie concernant l'apprentissage.

Cette approche s'applique très bien à notre projet de recherche. Il s'agit de développer différentes versions du Mecagenius associées à autant d'ingénierie didactique, pour valider la théorie d'apprentissage sous jacente aux jeux sérieux, à savoir qu'ils sont un facteur favorisant l'apprentissage, du génie mécanique en l'occurrence. Par exemple, la première itération teste sur un ensemble d'enseignants volontaires une première version du jeu, composée de plusieurs « mini jeux » extrêmement simples construits autour d'un moteur de jeu classique (non vidéo).

Cette approche méthodologique est centrée sur les questions d'apprentissage et destinée à la validation d'une théorie sur l'apprentissage. Or dans notre cas, l'objectif du projet Mecagenius est de construire un produit à partir de l'analyse des besoins en termes d'enseignement apprentissage afin de pouvoir envisager sa diffusion ultérieure dans différentes institutions. S'en suit l'appel à une deuxième théorie méthodologique, la démarche de recherche de type technologique.

3.2 La démarche technologique

Dans l'Encyclopédia Universalis, Guillerme (1973) considérait la technologie comme « l'usage rationnel des techniques dans le cadre de la conception, la mise en œuvre et la réalisation d'un projet d'intervention sur le réel » destiné à transformer celui-ci « en respectant sa complexité » (Rabardel, 1995). « La technologie serait ainsi appréhendée comme une science humaine de l'intelligence mise en jeu dans la conception, la mise au point et l'évaluation de créations d'artéfacts cognitifs ou matériels. Laquelle s'autorise des méthodologies scientifiques adaptées aux conditions locales et aux finalités techniques du projet » (Bouthier, 2008).

Ainsi, la phase initiale d'une recherche de type technologique commence par une analyse approfondie du système d'inscription. Elle comporte une phase exploratoire pour consulter les productions théoriques et pour analyser les théories et pratiques en usage porteuses de connaissances scientifiques, professionnelles, et même familiales s'il y a lieu. Il s'agit également à ce stade d'anticiper sur les mises en œuvre à venir en termes de conditions et de moyens à prendre en compte concernant le contexte d'inscription de l'outil dont la création est envisagée. Il s'agit enfin d'anticiper la faisabilité et la viabilité du projet.

La deuxième grande phase correspond à la construction de l'outil cognitif ou matériel et à son injection dans le système : « sachant que dans un projet d'amélioration d'un système technique, on ne change pas tout, seuls quelques points cruciaux sont transformés et sont l'objet d'une vigilance spéciale ». Cette étape, que l'on peut comparer à l'expérimentation scientifique, ne remplit pas les mêmes fonctions. Il ne s'agit pas là de tester des hypothèses pour valider une théorie ou la faire progresser mais de vérifier l'opérationnalité du projet, de mesurer la pertinence de l'outil. « Le principal critère de rigueur de cette phase c'est l'efficacité de la mise en œuvre, c'est-à-dire à la fois l'efficacité des contenus, des procédures, et des dispositifs dans l'action de transformation engagée, et l'économie de l'ensemble, c'est-à-dire le rapport efficacité/coût de l'intervention au regard des ressources humaines et matérielles ».(Mouchet et al., 2010).

« La troisième et dernière grande phase concerne l'évaluation du projet dans ce qu'il a permis d'optimiser le système et concerne également ses possibilités de diffusion. Il ne s'agit donc pas d'une administration classique de la preuve, mais d'une validation écologique locale, puis d'une validation externe dans la communauté intéressée. Pour ce type de recherche technologique portant sur un essai technique "la fonction première de la conception, de l'essai, et de l'évaluation est d'ouvrir des possibles et non de critiquer l'existant ou même de comprendre tous les processus en jeu" (Martinand, 1987).

3.3 Une méthodologie sur mesure

La démarche technologique visant à concevoir, mettre au point et évaluer des artéfacts cognitifs ou matériels et d'accompagner leur introduction dans une situation naturelle sans réduction de la complexité, elle est bien adaptée à la construction de Mecagenius. Cependant, ce type de recherches s'initient à partir de problématiques de terrain et émanent de questions de professionnels. Or ce n'est pas tout à fait le cas pour Mecagenius puisque le projet ne provient pas au départ d'une demande d'enseignants en difficulté dans leur pratique ou d'apprenants qui butent sur des problèmes d'apprentissage dans cette discipline, mais d'une commande institutionnelle (le ministère de l'industrie) ayant pour objectif de développer un jeu sérieux qui pourrait prendre place au sein d'enseignements existants en proposant une pédagogie innovante.

La démarche technologique s'autorisant cependant des adaptations techniques comme la création d'outils d'analyse, des aménagements au niveau du recueil et du traitement des données, nous proposons de mettre en place une méthodologie hybride associant cette démarche à l'ingénierie didactique de Cobb. Ainsi il sera possible de pouvoir déterminer les besoins des enseignants de génie-mécanique au fur et à mesure des itérations, de tester (au sens de Cobb et al., 2003)

l'efficacité de l'enseignement apprentissage du génie mécanique au travers d'un jeu sérieux et de construire un artefact qui pourra être diffusé auprès des enseignants de génie mécanique.

Notre méthodologie propose ainsi un agencement d'étapes complétant les spécifications des itérations proposées par Cobb. Elle introduit une étape préalable à la première itération, qui consiste en l'analyse approfondie du système technique que l'on se propose d'optimiser, système qui livre au chercheur ses préoccupations et lui permet ainsi d'ancrer sa théorie initiale.

La seconde étape propose une revue de questions inventoriant différentes sphères de connaissances successibles d'étayer le travail, support de la construction de l'artefact à mettre à l'épreuve. Elle correspond à la nécessaire étape préalable d'élaboration de la première itération.

L'étape de construction de l'outil, destinée à améliorer le fonctionnement du système technique, est réalisée au travers des différentes itérations. À chaque itération, une version de l'outil est construite en fonction des paramètres que l'on souhaite tester et une ingénierie didactique lui est associée. S'en suit sa mise en œuvre effective, avec les ajustements nécessaires par rapport au modèle conçu². La phase ultime d'évaluation de l'outil au regard des effets en termes d'optimisation du système technique est conduite pour chaque itération.

La dernière étape se déroule à la fin du projet et donc des itérations : il s'agit de diffuser l'outil à l'endroit de la communauté potentielle d'utilisateurs.

4. Illustration de la contribution des didacticiens au début du programme

Dans le cadre de notre projet, il s'agit donc dans un premier temps de conduire l'étape préalable pour spécifier le système technique. Nous explorons deux dimensions : celle des enseignants et celle des compétences à enseigner en génie mécanique. Ainsi pour déterminer les éventuels besoins émanant des professionnels de l'enseignement du génie mécanique, nous avons mis en place une enquête initiale, basée sur des entretiens individuels d'enseignants de génie mécanique issus de différentes formations (secondaire, supérieur, technologique, etc...). Il s'agit d'identifier les savoirs qu'ils déclarent enseigner et les difficultés qu'ils rencontrent dans leurs pratiques pédagogiques, afin de détecter à quels obstacles d'enseignement apprentissage ils sont confrontés. Nous les interrogeons également sur leurs pré conceptions concernant l'usage des jeux sérieux dans leur enseignement. Ces entretiens nous permettent de dresser un panorama de l'enseignement du génie mécanique et d'envisager la place éventuelle de Mecagenius dans différents contextes de formation.

En parallèle à ces entretiens, toujours dans le cadre de l'étape préalable, nous procédons à une recherche des différents savoirs et compétences visés par l'apprentissage du génie mécanique, en analysant les curricula et référentiels existants, tant dans la formation initiale que dans la formation continue en génie mécanique en France. L'idée est de construire un référentiel des compétences qui pourraient être mises en œuvre dans Mecagenius afin de permettre en amont, aux informaticiens de prendre connaissance des contenus d'enseignement à mettre en œuvre dans le jeu et en aval, aux enseignants futurs utilisateurs potentiels de Mecagenius, de repérer les compétences que Mecagenius permet de développer.

L'objectif de la première itération est de construire des mini-jeux qui pourront être intégrés ultérieurement dans le scénario ludique du jeu et de les tester auprès d'enseignants volontaires. Pour la construction des mini-jeux, deux approches sont menées en parallèle : la première consiste à faire développer par des informaticiens, en collaboration avec les enseignants-chercheurs du projet, des mini-jeux correspondants à des compétences identifiées dans l'étape préalable ; la seconde consiste à demander à des enseignants volontaires d'imaginer un mini-jeu qui pourrait leur être utile dans leur enseignement et à faire construire ce jeu aux informaticiens. Cette première itération permet aux informaticiens de s'approprier des compétences en génie-mécanique et aux enseignants associés d'envisager une première transformation de leur pratique en utilisant le

jeu comme support. Le travail du didacticien est alors double : (i) veiller à ce que cette transposition didactique plutôt inédite, conserve a priori une certaine cohérence entre les différents savoirs en jeu et (ii) observer comment un enseignant sélectionne et transforme des savoirs à enseigner en jeu.

A l'issue de la construction de ces mini-jeux, une expérimentation sera proposée aux enseignants avec lesquels nous avons collaborés. Il conviendra alors d'observer les apprenants en situation d'utilisation du jeu afin de repérer le fonctionnement cognitif du joueur et la réception des différents mini-jeux. Ces observations seront exploitées en didactique pour repérer les démarches cognitives mises en œuvre par les joueurs ainsi que les problèmes et obstacles qu'ils rencontrent quand ils utilisent le jeu sérieux. Lors de cette première évaluation de Mecagenius, il s'agira également d'évaluer les apprentissages effectués et la pertinence des mini-jeux proposés au regard des enjeux de formation.

Cette première expérimentation nous permettra ainsi d'identifier comment le jeu est à même de s'intégrer dans un enseignement classique de génie mécanique, l'efficacité de sa mise en œuvre, la portée de ce nouveau moyen d'enseignement et sa réception par les apprenants. Elle permettra également de construire nos indicateurs pour les prochaines itérations.

Les itérations suivantes permettront de tester ces mini-jeux auprès d'enseignants n'ayant pas collaborés au processus de construction, puis, lorsque les informaticiens auront élaboré un jeu complet, de tester différents moteurs de jeu : jeu de rôle, jeu de plateau, En parallèle de nouveaux mini-jeux seront construits mettant en œuvre de nouvelles compétences. Nos expérimentations se dérouleront également dans différents contextes (scolaires, universitaires), avec des enseignants volontaires : il importe en effet que ce jeu sérieux soit proposé aux acteurs enseignants afin qu'ils évaluent les apports de l'outil en matière d'enseignement et qu'ils indiquent au chercheur les améliorations potentielles.

5. Conclusion

Pour la didactique, qui s'intéresse aux processus d'enseignement apprentissage, les jeux sérieux constituent un nouveau domaine d'étude et de questionnements. À cet effet, une méthodologie sur mesure, inspirée de l'ingénierie didactique de Cobb et de la démarche technologique a été mise en place : elle permet, en collaboration avec les mécaniciens et les informaticiens, la construction itérative de l'outil sur lequel nous réalisons une série d'évaluations destinées à mesurer la pertinence du jeu, son potentiel en terme d'apprentissage et son intégration au sein d'une séance d'enseignement. Les besoins a priori des enseignants, ce qu'ils feront du jeu (en termes d'outil didactique), ce qu'en feront les apprenants (dans la construction de leurs apprentissages) constituent l'objet de notre travail de didacticien. Ainsi, notre contribution, en mettant le savoir au centre du jeu, permet d'attester de l'importance de la réflexion didactique dès lors qu'il est question de repenser la technologie de l'enseignement. Parallèlement, ce projet est l'occasion de mettre en perspective certains éléments théoriques de la didactique comme la transposition didactique qui est réinterrogée sous un angle inédit, celui du jeu vidéo, ou comme la dévolution qui est considérée comme implicite. Enfin, la poursuite de ces travaux de recherche devrait nous conduire à mieux comprendre ce nouvel artefact d'enseignement.

Notre engagement en tant que didacticiens dans ce projet pluridisciplinaire pourrait servir à montrer s'il en était besoin, les capacités de discussion de la didactique avec d'autres sciences, l'apport spécifique de la didactique à la réflexion sur les activités d'enseignement apprentissage.

6. Références et bibliographie

Alvarez, J., Michaud, L. (2008). Serious Games : Advergaming, edugaming, training and more. *Idate*. Consulté le 18/2/2010, from http://ja.games.free.fr/ludoscience/PDF/EtudeIDATE08_VF.pdf.

- Bouthier, D. (2008). Technologie des APSA : évolution des recherches et de leur place dans le cursus STAPS. *eJRIEPS*, 15, 44-59.
- Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A., Lehrer, R., Schaube, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Engle, R.A. & Conant, F.R. (2002). Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners' classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399-483.
- Guillerme, J. (1973). Technologie. *Encyclopaedia Universalis*, 15.
- Martinand, J.L. (1987). Pratiques de référence, transposition didactique et savoirs professionnels. *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 1-2, 23-30.
- Mouchet, A., Amans-Passaga, C., Gréhaigne, J.F. (2010). Chapitre 9 : L'approche technologique. In M. Musard, M. Loquet & G. Carlier.(Ed), *Sciences de l'intervention en EPS et en sport, Résultats de recherche et fondements théoriques* (pp. 171-191). Paris : Revue EPS.
- Muratet, M., Viallet, F., Torguet, P., Jessel, J.P. (2009, 23 Juin). Une ingénierie pour jeux sérieux. In George S. & Sanchez, E. (Ed), *EIAH 09 - Jeux Sérieux : conception et usage*. (pp. 53-63). Consulté le 30 Août 2010, from <http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/geomatique/telechargement/actesEIAH2009>
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies*. Paris : Armand Colin.
- Tremel, L. & Fortin, T. (2009). *Mythologie des jeux vidéo*. Paris : Le Cavalier Bleu.

¹ cf. http://www.afjv.com/press0407/040702_jeux_video_etude.htm#2, consulté le 24/08/2010

² Compatible avec le caractère interventionniste de la théorie de Cobb et al.