



HAL
open science

Les "serious games" : des leviers en faveur du knowledge management

Caroline Bayart, Sandra Bertezene, David Vallat

► To cite this version:

Caroline Bayart, Sandra Bertezene, David Vallat. Les "serious games" : des leviers en faveur du knowledge management. [Rapport de recherche] Lyon1. 2013. hal-00846779

HAL Id: hal-00846779

<https://hal.science/hal-00846779v1>

Submitted on 20 Jul 2013

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.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Caroline BAYART – Université LYON 1, Laboratoire SAF

Sandra BERTEZENE – Université LYON 1, Laboratoire SAF

David VALLAT – Université LYON 1, laboratoire Triangle

Introduction

Le knowledge worker (travailleur du savoir), dont l'activité principale est de réfléchir (Davenport, 2005), est un acteur clé de l'économie de la connaissance (Drucker, 1959 ; Foray, 2009), elle-même au cœur de la croissance économique (Arrow, 1962 ; Romer, 1994). Ce phénomène est désormais d'autant plus vrai que nous assistons à l'essor des licences Creative Commons (qui permettent de garantir simultanément la protection des droits d'auteur et la libre circulation du contenu de l'œuvre ; Lessig, 2004) ou encore à celui des cours ouverts en ligne et massifs (massive open online courses, MOOC – Friedman, 2013). La connaissance alimente l'innovation et la productivité du travail (Powell, Snellman, 2004 ; OCDE, 2012a, 2012b), d'où l'intérêt pour les entreprises et les organisations d'investir massivement dans la connaissance (OCDE, 1996, 1999, 2000 ; Wilson, Briscoe, 2004).

La connaissance et son corolaire l'éducation sont des piliers de la compétitivité dans le cadre d'une concurrence internationale (World Economic Forum, 2012). Le rôle de l'éducation et en particulier de l'Université consiste à aider les étudiants dans cet apprentissage de manière à ce qu'ils deviennent des knowledge workers. Comment l'Université peut-elle contribuer à former des knowledge workers ? Quelles méthodes d'enseignement mobiliser pour atteindre cet objectif ? Pour donner des pistes de réponses à ces questions, nous avons choisi d'évaluer la nature des impacts d'un serious game sur l'acquisition de connaissances des étudiants. Si les serious games ont retenu une attention particulière dans de précédentes recherches, essentiellement qualitatives (Malone, 1981 ; Eber, 2003), ces travaux ne permettent pas d'identifier et de comprendre les mécanismes par lesquels ils influencent le processus d'acquisition des connaissances (Egenfeldt-Nielsen, 2007 ; Wilson *et al.*, 2009). Ce papier présente donc un propos d'étape avant de tester ces différentes techniques auprès de publics professionnels.

Pour réaliser notre démonstration, nous analysons dans un premier temps les travaux de Nonaka (1994) en matière de knowledge management pour comprendre la mise en pratique des savoirs grâce à l'utilisation de serious games. Cette approche semble particulièrement pertinente dans le contexte étudié car le management de la connaissance est une ressource

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

pour l'entreprise, mais également pour le salarié ou le futur salarié puisqu'il constitue un moyen de garantir son employabilité et son pouvoir de négociation dans l'entreprise (Pesqueux, 2010). Nous explicitons ensuite la méthodologie de recherche sur le terrain, en l'occurrence une enquête composée de 2 vagues de questionnaires administrés à près de 200 étudiants, avant et après leur participation à un serious game lié à la gestion de projet. La seconde partie présente et analyse nos principaux résultats : la démonstration du progrès des connaissances académiques d'une part, et les facteurs d'acquisition de connaissances identifiés d'autre part.

1. CADRAGE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE : DEVELOPPER LA CONNAISSANCE GRACE AUX JEUX

Cette première partie a pour objectif d'expliquer la place des serious games dans le knowledge management d'une part, mais également d'expliquer le jeu utilisé et les questionnaires administrés afin de connaître le rôle du serious game dans l'acquisition des savoirs des futurs knowledge workers d'autre part.

1.1. Les serious games au service du knowledge management

Le management de la connaissance (Nonaka, 1991) consiste à faire émerger, circuler, capter de la connaissance afin de favoriser l'innovation, la créativité et d'améliorer les performances et la compétitivité de l'organisation (Tisseyre, 1999). D'ailleurs, selon Nonaka (1994) : « Any organization that deals with a changing environment ought not only to process information efficiently, but also create information and knowledge ». L'un des enjeux majeurs du knowledge management est la transformation des savoirs tacites (tacit knowledge : usages, pratiques, que la personne n'a pas forcément conscience de posséder) en savoirs explicites (explicit knowledge : savoirs formalisés et transmissibles). Ce modèle simplifié prend toute sa dimension en tenant compte, non seulement de la transmission des différentes formes de savoirs mais également du mécanisme de conversion croisée entre ces savoirs tacites et explicites.

Dans cet objectif, Nonaka (1994) a mis au point le modèle SECI (*socialization, externalization, combination, internalization*) qui contient 4 processus. Le premier, *socialization*, indique un partage informel d'expériences (relation maître-apprenti, discussions informelles, échanges de *best practices*, etc.). La construction d'un savoir explicite à partir d'un savoir explicite est nommé *combination* (au sens de combiner des savoirs explicites pour en produire de nouveaux). La transformation d'un savoir tacite en savoir explicite (*externalization*) passe par un travail de formalisation de savoirs tacites par exemple par le biais de la modélisation, de la systématisation (démarche qualité par exemple). Enfin, transformer un savoir explicite en savoir tacite revient à un travail d'appropriation (*internalization*) proche de l'apprentissage par la pratique (*learning by doing*). Comprendre ces différentes dynamiques de constitution de savoirs dans l'entreprise permet de préparer les

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

étudiants, c'est-à-dire les futurs knowledge workers, aux enjeux du knowledge management, voire de faire d'eux-mêmes les managers de leurs propres savoirs afin de développer leur capacité à agir ou encore leurs libertés positives (Sen, 1999). Les technologies de l'information et de la communication rendent possible un nouveau rapport au savoir où la question fondamentale n'est plus celle de l'acquisition du savoir mais de son utilisation (Serres, 2012 ; Oblinger, 2006). Les entreprises attendent en effet désormais des knowledge workers qu'ils contribuent à développer une organisation agile (Sarrazin et Sikes, 2013 ; Schwaber et Beedle, 2001) qui évolue dans un monde incertain, complexe, ambigu et volatil (un monde VUCA pour *volatility, uncertainty, complexity and ambiguity* – Johansen, 2007).

Identifier, hiérarchiser, contextualiser, connecter et décloisonner les savoirs représentent des compétences de premier plan pour les futurs knowledge workers (Siemens, 2005, 2006 ; Levy, 2010). Ils peuvent ainsi trouver de l'intelligibilité à la complexité (Morin, 2005) du monde.

Les jeux permettent de simuler des situations complexes. Ainsi, différentes forces militaires pratiquent des jeux de guerre depuis le XIXe siècle. Ces pratiques initiées par l'armée prussienne (*Kriegspiel*) ont été largement développées notamment par l'armée américaine (*war games*) à partir du second conflit mondial (Perla, 2011). Ces jeux visant, d'une part à s'entraîner à la prise de décision dans des situations complexes et, d'autre part à évaluer l'impact des décisions prises en vue de définir une stratégie, ont été progressivement appliqués au monde des affaires (Gilad, 2009).

Le jeu est au fondement de l'apprentissage (le mot latin *ludus* – qui permet de former en français l'adjectif ludique – désigne tout à la fois le jeu et le lieu de formation, l'école), ce qui le rend consubstantiel à notre culture (Huizinga, 1938). Nous n'envisageons pas ici une approche ontologique du jeu (Caillois, 1958 ; Suits, 1978 ; Duflo, 1997 ; Sutton-Smith, 2001) mais constatons simplement qu'ils sont utilisés depuis longtemps en pédagogie auprès de jeunes enfants (Piaget, 1945 ; Gruson et al., 2012) et qu'ils sont également largement utilisés à l'Université (Sabin, 2007 ; Young *et alii*, 2012). L'utilisation de jeux dans une perspective éducative a été formalisée dès 1970 sous l'appellation *serious games* dont la définition donnée par Abdt (1970) reste d'actualité : « *Reduced to its formal essence, a game is an activity among two or more independent decision-makers seeking to achieve their objectives in some limiting context. A more conventional definition would say that a game is a context with rules among adversaries trying to win objectives. We are concerned with serious games in the sense that these games have an explicit and carefully thought-out educational purpose and are not intended to be played primarily for amusement* ». L'expression *serious games* recouvre un spectre très vaste (Alvarez, Rampnoux, 2007) allant des *advergames* (jeux utilisés pour faire de la publicité) aux *newsgames* (jeux à vocation informative) en passant par l'*edutainment* (jeux ludo-éducatifs). Le *serious game* est un système dynamique et complexe, composé d'objets et d'actions de jeu qui évoluent au cours de la partie en fonction des règles et des actions des joueurs (Thomas et al., 2011). Il existe deux formes de jeux (Sanchez et al, 2011). Soit l'étudiant joue et accède à des connaissances sans aucun rapport avec les règles du jeu, et il peut éventuellement être récompensé pour avoir acquis ces connaissances. Soit les connaissances à acquérir sont l'objet même du jeu (simulation, jeux de rôle ou jeux vidéo avec scénarisation, système de récompense pour le joueur qui atteint les objectifs). Les *serious games* permettent donc un apprentissage contextualisé (Shaffer et al., 2005), ce qui favorise l'autonomie et donc la prise d'initiatives et de décisions complexes et critiques,

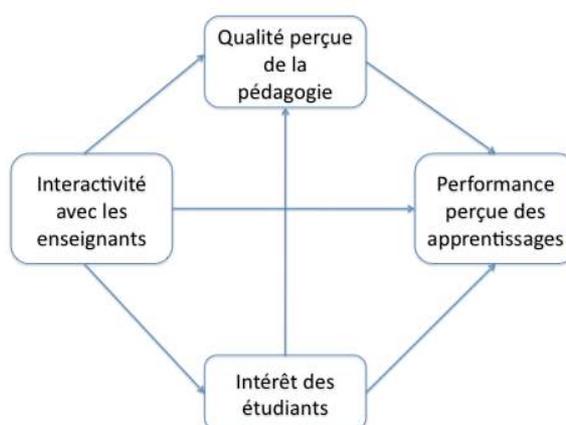
LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

particulièrement dans le cadre de jeux numériques (Dickey, 2005), mais également de toutes formes de jeux.

A partir des éléments fournis par la littérature analysée, nous proposons un modèle qui vise à approfondir l'étude du lien entre l'interactivité rendue possible par l'utilisation de serious games et la performance perçue de l'apprentissage des étudiants. Nous cherchons à montrer que ce lien n'est pas direct et que des variables (telles que l'attrait de la pédagogie et le niveau d'intérêt suscité chez les étudiants) interagissent. Le modèle est schématisé grâce à la figure suivante.

Figure n°1

Le modèle de recherche testé



A partir de ce modèle, nous sommes partis de l'hypothèse centrale suivante : Les serious games (au sens de Abt) sont des leviers efficaces pour transformer un savoir explicite en savoir tacite (learning by doing), ce qui revient à un travail d'appropriation (*internalization*) proche de l'apprentissage par la pratique (Nonaka, 1994). A partir de ce postulat nous avons décliné différentes sous-hypothèses :

H1 : L'interactivité avec l'enseignant proposée lors des serious games augmente l'attrait de la pédagogie par les jeux.

H2 : L'interactivité avec l'enseignant proposée lors des serious games augmente l'intérêt des étudiants pour la matière enseignée.

H3 : L'interactivité avec l'enseignant proposée lors des serious games impacte positivement la performance perçue de l'apprentissage.

H4 : l'intérêt des étudiants pendant le jeu impacte positivement la performance perçue de l'apprentissage.

H5 : L'intérêt des étudiants pendant le serious game augmente la qualité perçue de la pédagogie.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

H6 : La qualité perçue de la pédagogie impacte positivement la performance perçue de l'apprentissage.

Le point suivant explicite la méthodologie de travail mobilisée pour étudier la progression des connaissances des étudiants en vue de leur cheminement vers le profil de knowledge worker grâce à un processus d'*internalization* par le jeu.

1.2. Méthodologie de recueil et d'analyse des données

Ce point permet d'explicitier le contenu et l'objectif du serious games utilisé et notre choix méthodologique (en l'occurrence un questionnaire en ligne administré à 200 étudiants du département Techniques de commercialisation de l'IUT Lyon 1 (Université LYON 1), ainsi que l'opérationnalité des variables et le profil des répondants.

1.2.1. Une enquête policière pour connaître la gestion de projet

Notre serious game n'est pas d'un jeu libre et exploratoire, il s'agit d'un jeu de rôle réglé et finalisé (Caillois, 1958) proposé à des étudiants en deuxième année de diplôme universitaire de technologie « techniques de commercialisation ». « Les enquêtes impossibles » ont été choisies par l'enseignant chargé du module pour son aspect ludique d'une part et pour sa capacité à favoriser l'apprentissage des concepts de gestion de projet d'autre part. Cette expérience de jeu est ainsi censée favoriser la progression des connaissances des 196 étudiants répartis en 24 équipes composées de 8 ou 9 personnes. Chaque équipe est une agence de détectives privés et chaque agence doit résoudre une énigme relative à une des deux enquêtes proposées. La première enquête se situe dans la France des années soixante. Un accident de chasse a eu lieu dans une forêt de la Nièvre. Mais est-ce réellement un accident de chasse ? N'est-ce pas plutôt un meurtre ? Qui est l'assassin et quel est son mobile ? La seconde enquête se déroule dans l'Angleterre d'aujourd'hui. Une jeune fille a disparu et il faut découvrir ce qui lui est arrivé : fugue, enlèvement, accident, meurtre ?

Chaque enquête dure deux jours. Chaque groupe d'étudiants réalise un bilan de l'enquête à l'issue de chaque demi-journée auprès de ses directeurs d'agence (un binôme d'enseignants animateurs du jeu). A l'issue de cette présentation et en fonction de leur cheminement, les groupes demandent et reçoivent une série d'indices. Même si tous les groupes n'obtiennent pas les mêmes indices au même moment, au final ils les collectent tous de manière identique. Chaque restitution est également l'occasion pour les enseignants de réaliser une intervention pédagogique d'une vingtaine de minutes sur les thèmes suivants : traiter une multitude d'informations dans un délai très court ; piloter un projet et s'organiser de manière efficace ; réorienter ou abandonner un projet en fonction des évolutions de l'environnement.

La solution de l'énigme est donnée simultanément à tous les groupes d'étudiants à la fin de la deuxième journée de jeu. Trouver la solution n'est pas l'objectif principal, la méthode de travail et les outils mobilisés pour trouver la solution sont en revanche évalués à partir de critères préalablement définis : piste principale, pistes secondaires, hiérarchisation des pistes, indices supplémentaires demandés, proposition de deux hypothèses de solutions à l'énigme. Pour chacun de ces critères, les étudiants fournissent un travail écrit, rendu à chaque binôme d'enseignants lors des différentes restitutions orales.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

1.2.2. Un questionnaire en ligne pour limiter la non-re ponse

Les étudiants sont de plus en plus sollicités dans la sphère universitaire (rapports, exposés, examens, projets, etc.). Il est difficile de les interroger en dehors des plages dédiées à l'enseignement au sujet de matières académiques. Adeptes de nouvelles technologies, ils se connectent de nombreuses fois par jour à internet ou à leurs réseaux sociaux.

Les enquêtes web permettent de toucher rapidement les étudiants, elles sont peu coûteuses et peu chronophages pour l'administrateur car les réponses sont saisies directement par les répondants. La diffusion de l'enquête, la collecte des données et le traitement de l'information sont rapides et faciles. Ce media autorise également une grande interactivité et des contrôles automatiques garantissent la validité des réponses tout au long de la saisie. On s'assure aussi que les répondants ont bien rempli la totalité du questionnaire lorsque certaines réponses sont obligatoires. Enfin, le caractère peu intrusif et non contraignant du web en termes de disponibilité temporelle permet de toucher davantage d'étudiants. Ces derniers sont en effet libres de répondre à l'enquête depuis le lieu et à l'heure qui leur conviennent. La technique utilisée permet aux étudiants de remplir le questionnaire par partie, les données recueillies étant stockées dans une base et rappelables ultérieurement à l'aide d'un identifiant et d'un mot de passe.

Lors du jeu proposé aux étudiants en décembre 2012, une enquête en ligne a été diffusée sur la plateforme numérique de l'université (SPIRAL). Cet outil, qui permet notamment de gérer des questionnaires, est couramment utilisé par les étudiants. Ces derniers accèdent au questionnaire grâce à leurs identifiant et mot de passe. L'accès est donc sécurisé et les étudiants ne peuvent répondre qu'une seule fois à chaque questionnaire. Par ailleurs, il est possible de suivre le taux de participation à l'enquête et de relancer directement les étudiants.

1.2.3. L'administration des questionnaires en deux étapes

Les étudiants ont suivi un cours de gestion de projet à l'automne et sont censés appliquer ces concepts dans leurs différents projets tuteurés (montage d'un projet humanitaire, d'une manifestation culturelle ou sportive, etc.). C'est pourquoi nous avons souhaité évaluer leurs connaissances dans ce domaine avant leur participation au jeu. Afin de ne pas complexifier la tâche des répondants, ce questionnaire étant rempli en dehors des heures d'enseignement, nous avons proposé 27 questions à choix unique de type vrai / faux. Les étudiants ont été sollicités quelques jours avant le début du jeu et une relance a été faite la veille, afin de maximiser le nombre de réponses, le questionnaire n'ayant pas un caractère obligatoire. Au final, 131 étudiants sur 196 ont répondu, soit un taux de réponse total encourageant de 66,8%. Mais seuls 114 questionnaires complets ont pu être exploités, soit un taux de réponse final de 58,2%.

Après le jeu, les étudiants ont de nouveau été sollicités afin de répondre à une deuxième enquête composée de deux volets : une série de 27 questions identiques à celles de la première enquête, afin d'évaluer la progression des connaissances des étudiants en gestion de projet, et une série de 21 questions destinées à mieux comprendre la perception du jeu par les étudiants et la façon dont cet outil pédagogique pouvait influencer sur leurs apprentissages. Quelques questions générales permettaient également d'identifier le sexe et la série de baccalauréat des étudiants, ainsi que leur niveau de familiarité avec les jeux. Ici encore, deux relances ont été

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

réalisées à quelques jours d'intervalle afin de maximiser le taux de réponse, le questionnaire n'étant pas obligatoire comme précédemment. Au final, le taux de réponse est inférieur à celui de la première vague. Seuls 99 étudiants ont tenté de répondre à l'enquête, soit un taux de réponse total de 50,5%. Avec 14 réponses partielles, le taux de réponse exploitable est de 42,9%. Le choix a été de ne pas proposer uniquement le deuxième questionnaire aux étudiants ayant répondu au premier, puisque des questions additionnelles sur la perception du jeu et son impact sur l'apprentissage étaient posées. Toutefois, nous constatons que plus de $\frac{3}{4}$ des répondants au deuxième questionnaire (76,2%) avaient également répondu à la première enquête.

Ces taux de réponses sont relativement élevés, pour des enquêtes auto administrées sur internet mais auraient peut-être pu s'avérer plus élevés, ces enquêtes s'adressant à des étudiants connus. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces résultats :

- le caractère non contraint du questionnaire explique que seuls les étudiants sensibles au thème de l'étude ont fait les efforts nécessaires pour répondre au questionnaire ;
- la période d'enquête était peu favorable puisque les étudiants venaient de terminer leurs examens de fin de semestre et s'apprêtaient à prendre des congés de Noël ;
- étant donné la longueur du questionnaire et son caractère auto administré, certains n'ont pas voulu répondre entièrement à l'enquête. Les questions demandaient en effet un effort intellectuel important et la répétition des questions entre les deux phases a peut-être découragé certains étudiants.

1.2.4. L'opérationnalité des variables

L'interaction avec l'enseignant et l'intérêt des étudiants pendant le jeu sont considérées comme des variables formatives et sont mesurées selon les échelles de mesure proposées par Paswan and Young (2002).

Q1 : L'enseignant encourage les étudiants à exprimer leur opinion.

Q2 : L'enseignant est réceptif aux idées nouvelles et autres points de vue.

Q3 : Les étudiants ont l'opportunité de poser des questions.

Q4 : L'enseignant stimule la discussion de groupe.

Q1 : Vous étiez intéressé par l'apprentissage des règles du jeu.

Q2 : Vous étiez intéressé par l'apprentissage des concepts de la gestion de projet.

Q3 : Vous étiez généralement attentif pendant le jeu.

Q4 : Vous pensez que le jeu vous a stimulé intellectuellement.

Q5 : Vous êtes devenu plus compétent dans le domaine étudié (la gestion de projet).

La qualité perçue de la pédagogie et la performance perçue de l'apprentissage sont des variables formatives, mesurées à l'aide d'indicateurs proposés par Young et al. (2003). Globalement, ce jeu pédagogique s'est avéré :

Q1 : inefficace / efficace

Q2 : inutile / utile

Q3 : insatisfaisant / satisfaisant

Q4 : mauvais / bon

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Q1 : J'ai acquis des connaissances en gestion de projet (connaissance = concepts).

Q2 : J'ai développé des compétences en gestion de projet (compétence = applications pratiques).

Q3 : Je comprends mieux la gestion de projet.

Q4 : Je suis capable d'appliquer les concepts de gestion de projet.

Q5 : Je désire apprendre davantage sur la gestion de projet.

Chaque question est notée sur une échelle de Likert en 7 points allant de 1 (pas du tout d'accord) à 7 (tout à fait d'accord). L'analyse d'équations structurelles sera utilisée pour évaluer ce modèle, puisqu'il s'agit de tester des modèles de causalité complexes comportant plusieurs variables latentes. Nous utilisons la méthode PLS, basée sur l'analyse des variances, qui permet de modéliser les données à l'aide d'une série de régressions multiples (qui traduisent l'existence et la force des relations entre les variables). Ce choix se justifie par le caractère exploratoire de notre recherche, la taille réduite de l'échantillon et le fait que notre modèle soit partiel (Tennenhaus, 1998). En effet, il ne concerne qu'une partie d'un modèle plus global, dans lequel d'autres variables explicatives peuvent être considérées. Selon Chin (1998), une règle empirique impose d'avoir un nombre d'observations supérieur à dix fois le nombre de relations structurelles et dix fois le nombre d'indicateurs de la variable formative la plus complexe, ce qui est le cas dans cette étude (86 répondants, 7 relations structurelles et 5 indicateurs maximum pour les variables formatives).

1.2.5. Les répondants : des étudiants sérieux

Les femmes semblent un peu plus présentes dans l'échantillon (77 % vs 67 % au total) mais la différence observée n'est pas significative (p-value = 14,2% ; annexe 1). De même, la série de baccalauréat n'est pas une variable discriminante permettant de qualifier le profil des répondants, puisqu'il n'existe pas de différence entre la distribution des étudiants par série de baccalauréat réalisée sur l'ensemble de la promotion et celle réalisée sur les répondants aux deux enquêtes (p-value = 10,8% ; annexe 2). Enfin, il existe un lien faiblement significatif entre le type de mention obtenue au baccalauréat et la participation aux deux enquêtes (p-value = 6,7% ; annexe 3). Plus spécifiquement, les étudiants ayant obtenu une mention au baccalauréat sont sur représentés parmi ceux qui ont répondu aux deux enquêtes (p-value = 0,6% ; annexe 4). A ce stade, il est difficile de dresser un profil des répondants. Cette difficulté est accrue par la taille limitée de l'échantillon.

Nous cherchons ensuite à évaluer le niveau académique des répondants. Concernant la note de gestion de projet, aucune différence n'est constatée entre la moyenne obtenue par l'ensemble des étudiants et celle obtenue par les étudiants ayant répondu aux deux enquêtes (12,12 vs. 12,93, p-value = 38,7% ; annexe 5). En revanche, la moyenne du troisième semestre des répondants aux deux enquêtes est significativement supérieure à la moyenne du troisième semestre de l'ensemble des étudiants (12,74 vs. 12,33, p-value = 0,23% ; annexe 6). Il est donc probable que les étudiants ayant une bonne moyenne au troisième semestre soient plus enthousiastes à l'idée de participer à une enquête par questionnaires liée aux connaissances acquises au cours du semestre.

2. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS DE RECHERCHE

L'enquête par questionnaires nous fournit deux types de résultats intéressants. D'une part, nous constatons un réel progrès des connaissances alors que les étudiants n'ont pas toujours le sentiment d'acquérir de compétences. D'autre part, nous observons que l'interactivité et le plaisir provoqués par le jeu pourraient être à l'origine des progrès académiques constatés. Ces deux résultats sont détaillés dans les paragraphes qui suivent, de même que les apports de la recherche.

2.1. Le progrès des connaissances tacites : un pas vers l'*internalization*

Nous allons à présent essayer de comprendre l'impact du jeu sur l'apprentissage des étudiants. Pour cela, nous comparons les notes obtenues au test par les répondants, avant et après le jeu de manière à obtenir une vision objective de la progression de l'apprentissage. Les résultats montrent d'abord que le niveau académique des étudiants en gestion de projet est très satisfaisant (entre 19 et 20 bonnes réponses sur 27 questions). Ensuite, nous observons que les connaissances des étudiants ont progressé pendant le déroulement du jeu. En effet, sur l'échantillon d'étudiants qui ont participé aux deux enquêtes, nous constatons que la moyenne de l'évaluation a augmenté de manière statistiquement significative (20,64 vs. 19,91, p-value = 1% pour le test unilatéral à droite ; annexe 7). Ce résultat rejoint les conclusions des expériences rapportées par la littérature. Différentes études ont en effet montré que les jeux permettent de faire progresser les connaissances (Shaffer et al., 2005 ; Dickey, 2005, Simon, 2005), mais également les connaissances procédurales, c'est-à-dire les compétences que l'étudiant peut difficilement décrire de manière pertinente mais qu'il maîtrise sans pour autant faire appel à une réflexion scientifique (Sanchez, 2011).

Cependant, en segmentant l'échantillon des répondants en deux groupes, selon leur moyenne générale au troisième semestre, il est possible de nuancer ces résultats. Les connaissances en gestion de projet des étudiants dont la moyenne académique est plus faible (moyenne au troisième semestre inférieure à 12,33, la moyenne de l'ensemble des étudiants) n'ont a priori pas progressé durant le jeu puisque leur note est passée de 20,6 à 20,2 en moyenne (différence non significative). En revanche, on remarque une progression chez les étudiants dont la moyenne académique est plus élevée (supérieure à 12,33). Chez ces derniers, la note moyenne au test est passée de 19,56 à 20,84 (p-value = 0,04% ; annexe 8). Il semblerait donc que le jeu profite surtout aux « bons » étudiants.

Les notes montrent clairement la progression des connaissances. Les étudiants ont le sentiment d'avoir été stimulés intellectuellement pendant le jeu et la quasi majorité d'entre eux reconnaît avoir été très attentive pendant son déroulement. Pourtant, ils sont peu nombreux à penser que le jeu a apporté plus de connaissances et de compétences (36%). Ces résultats sont confirmés par l'analyse des bénéfices perçus du jeu : un tiers des étudiants a le sentiment de mieux comprendre la gestion de projet et souhaite en apprendre davantage sur ce thème, mais seulement 19% pensent avoir acquis des compétences et moins de 17% pensent avoir acquis des connaissances dans cette matière à la fin du jeu. Ce paradoxe peut s'expliquer par trois phénomènes (Bierly, 2000) : les enseignants n'ont pas suffisamment

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

expliqué préalablement aux étudiants l'objectif qu'ils devaient atteindre grâce au jeu et du coup, il ne peut pas être correctement évalué par les étudiants ; les enseignants ont également opéré un transfert de connaissances trop faible durant le jeu, d'où le sentiment d'avoir peu appris ; et enfin la capacité d'organisation limitée des étudiants et leur manque de méthode réduisent le sentiment de progrès. L'écart entre la progression objective et la progression ressentie des étudiants pourrait être réduit en agissant sur différents paramètres du jeu tels que la meilleure intégration entre les composantes pédagogiques et ludiques (Malone, 1981 ; Malone et Lepper, 1987 ; Habgood et al., 2005 ; Egenfeldt-Nielsen, 2006), l'amélioration des séquences de jeu et notamment celle du débriefing à l'issue de chaque demi-journée. En effet, durant certaines séquences, l'étudiant joue avec des thèmes qui ne font pas partie des apprentissages visés, dans d'autres, le jeu ne lui permet pas d'acquérir complètement les apprentissages, ou encore il ne joue pas vraiment lorsqu'il est en phase d'apprentissage. Dans ces différents cas de figure, l'apprentissage manque d'efficacité et il en est de même s'agissant de la phase de débriefing. Fanning et Gaba (2007) ont en effet montré le rôle majeur de cette ultime étape dans l'efficacité des serious games car elle permet de passer d'une connaissance applicable à un contexte de jeu, à une connaissance applicable à différents contextes. Le debriefing est donc un outil majeur du processus d'*externalization* de Nonaka (1994) qui permet de transformer des savoirs tacites en savoirs explicites.

2.2. Interactivité et plaisir : deux facteurs d'acquisition de connaissances

Dans l'enquête après le jeu, nous avons cherché à connaître la façon dont les étudiants avaient perçu le jeu. Nous avons posé 21 questions réparties en 5 thèmes. Chaque question est notée sur une échelle de Likert en 5 points allant de 1 (tout à fait d'accord) à 5 (pas du tout d'accord). Ces items proviennent d'échelles testées et validées dans des travaux de psychologie cognitive.

Parmi ces questions, certaines avaient pour objectif de mesurer l'interaction perçue entre étudiants d'une part, et entre étudiants et enseignants d'autre part. Nous voulions obtenir des informations à ce sujet car nous savons que les jeux s'avèrent positifs dans le rapport à l'autre (Simon, 2005). Cette interactivité (entre étudiants et avec les enseignants) favorise la mise en place d'une pédagogie dite « active » qui permet à l'étudiant de devenir acteur de son apprentissage en participant à la création des connaissances (Blasco-Arcas et al, 2013). Il a été démontré que les étudiants apprenaient mieux lorsqu'ils participaient activement au processus d'apprentissage que lorsqu'ils assistaient passivement à un cours (Prince, 2004). L'apprentissage collaboratif se développe lorsque les étudiants travaillent ensemble, en petit groupe, pour atteindre un objectif commun comme nous avons essayé de le faire avec notre jeu. Le savoir et l'expérience sont partagés et les étudiants développent une interdépendance positive qui favorise l'esprit critique et les encourage à participer, expliquer et justifier leur point de vue. Ceci permet d'approfondir les connaissances sur un thème donné et de faire des associations avec les précédents savoirs acquis en cours. Les conséquences en sont un engagement plus fort, une interactivité appréciée et un véritable plaisir à jouer. L'engagement des individus dans une formation est une variable à multiples facettes qui souffre d'un manque de conceptualisation dans la littérature. Certains auteurs identifient des composantes comportementales, émotionnelles et cognitives dans l'engagement (Fredricks et al., 2004).

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Mais dans tous les cas, l'engagement est en partie déterminé par les relations que l'individu entretient avec son environnement. Ainsi, le changement généré par les méthodes de pédagogie active modifient les perceptions des étudiants et impacte leur niveau d'engagement. Lorsqu'ils s'engagent dans un processus cognitif approprié, les étudiants sont davantage impliqués dans les matières étudiées. L'engagement constitue ainsi une variable explicative importante de l'acquisition de compétences (Ahlfeldt et al., 2005 ; Furlong et Christenson, 2008). Cette situation augmente la probabilité que l'ensemble du groupe apprenne la gestion de projet et diminue la probabilité que seul un petit groupe comprenne le sujet (Soller, 2001).

Par ailleurs, l'interactivité a été perçue par environ $\frac{3}{4}$ des répondants. Notre modèle explique plus de 29% de l'intérêt des étudiants pour le jeu et c'est précisément l'interactivité avec l'enseignant qui explique ce résultat (la variable « difficultés perçues » est non significative dans ce cas, cf. annexe n°14). L'interactivité joue également un rôle important dans la qualité et la performance perçues de l'apprentissage. En effet, le modèle explique 51,2% de la qualité perçue de la pédagogie et dans ce cadre, l'intérêt des étudiants a le plus fort impact, suivi de l'interactivité avec l'enseignant (cf. annexe n°15). Le modèle explique également 65% de la performance perçue de l'apprentissage et trois variables y contribuent de manière significative : l'intérêt des étudiants et la qualité perçue de la pédagogie, suivis encore une fois de l'interactivité avec l'enseignant. Ces influences sont toutes significatives (cf. annexe n°16).

Un autre point important mérite d'être souligné : les étudiants ont pris du plaisir à jouer. Ils sont 91% à avoir trouvé le jeu divertissant et la majorité d'entre eux l'a estimé satisfaisant (69% des répondants). Un jeu ludo-éducatif provoque du plaisir chez les joueurs (Shaftel *et al.*, 2005) car il offre la possibilité d'interagir avec d'autres pour collaborer, de se sentir impliqué, mais également de se confronter à différents défis tout en ayant le sentiment de contrôler la situation (Sanchez et al., 2011). C'est d'ailleurs en partie grâce à ces vertus que les jeux sont pertinents pour lutter contre l'échec et les pathologies scolaires (Wilson *et al.*, 2006). Dans notre cas, le plaisir à jouer a stimulé la motivation des étudiants qui agit comme levier sur l'acquisition des connaissances.

2.3. Les apports de la recherche : fiabilité et validité des variables

La méthodologie habituellement utilisée pour tester le modèle contient trois étapes : s'assurer que les liens supposés entre les variables existent, tester la validité du modèle de mesure, puis le modèle structurel, afin de vérifier les hypothèses formulées. La significativité des coefficients sera évaluée suite à un bootstrap, méthode consistant à répliquer l'estimation du modèle sur un grand nombre d'échantillons constitués aléatoirement à partir des données collectées (ici, 250 échantillons de 86 individus). Le tableau suivant résume les caractéristiques essentielles des variables du modèle.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Tableau n°1

Les caractéristiques essentielles du modèle

	MOYENNE	ECART-TYPE	CORRÉLATIONS			
			Interactivité avec les enseignants	Intérêt des étudiants	Qualité perçue de la pédagogie	Performance de l'apprentissage
Interactivité avec les enseignants	2,09	0,755	1			
Intérêt des étudiants	2,49	0,977	0,371	1		
Qualité perçue de la pédagogie	2,35	0,954	0,419	0,664	1	
Performance de l'apprentissage	3,15	0,845	0,286	0,549	0,53	1

Les corrélations entre les variables latentes de notre modèle supposées liées entre elles existent et sont significatives.

Dans le cas de variables formatives, il n'est pas judicieux de tester la cohérence interne des échelles de mesure à l'aide du calcul du coefficient Alpha de Cronbach, puisque les indicateurs ne sont pas supposés covarier (Nunnally et Bernstein, 1994). Nous nous sommes assurés en amont de la bonne représentation des construits étudiés, qui ont tous été testés dans de précédents travaux. Il faut toutefois analyser la matrice des cross-loadings, qui correspond aux résultats d'une analyse en composantes principales exploratoire, afin de vérifier que les poids factoriels les plus importants de chaque indicateur sont bien reliés à la variable latente correspondante. Ce qui est globalement le cas dans notre étude (sauf pour les variables ECH2, ATT4 et INTER3, mais les écarts ne sont pas très importants) comme le montre le tableau suivant.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Tableau n°2

Liens entre poids factoriels les plus importants et variables latentes correspondantes

	Interactivité avec les enseignants	Attrait de la pédagogie	Intérêt des étudiants	Performance de l'apprentissage
ECH1	0,537	0,264	0,245	0,172
ECH2	0,112	0,127	0,006	0,013
ECH3	0,673	0,317	0,275	0,266
ECH4	0,755	0,302	0,343	0,313
ATT1	0,363	0,963	0,662	0,735
ATT2	0,398	0,808	0,605	0,545
ATT3	0,173	0,333	0,293	0,191
ATT4	0,15	0,186	0,216	0,05
INTER1	0,119	0,336	0,341	0,151
INTER2	0,236	0,382	0,529	0,39
INTER3	0,312	0,175	0,284	0,107
INTER4	0,237	0,439	0,529	0,322
INTER5	0,452	0,668	0,975	0,759
PERF1	0,285	0,655	0,647	0,851
PERF2	0,346	0,534	0,68	0,82
PERF3	0,415	0,604	0,592	0,83
PERF4	0,26	0,666	0,642	0,847
PERF5	0,3	0,382	0,456	0,585

On s'assure également que les indicateurs contribuent significativement au construit formatif. Pour cela nous observons le ratio critique, qui correspond à la valeur du t-test et qui doit être supérieur à deux pour être statistiquement significatif.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Tableau n°3
Ratios critiques

Variable latente	Variables manifestes	Poids externe (Bootstrap)	Ecart-type	Ratio critique (CR)
Interactivité avec les enseignants	ECH1	0,479	0,226	2,38
	ECH2	0,079	0,247	0,452
	ECH3	0,606	0,142	4,756
	ECH4	0,692	0,162	4,669
Attrait de la pédagogie	ATT1	0,946	0,03	32,287
	ATT2	0,791	0,081	9,963
	ATT3	0,322	0,13	2,562
	ATT4	0,171	0,187	0,998
Intérêt des étudiants	INTER1	0,294	0,147	2,317
	INTER2	0,509	0,12	4,404
	INTER3	0,247	0,155	1,834
	INTER4	0,499	0,137	3,863
	INTER5	0,956	0,031	31,61
Performance de l'apprentissage	PERF1	0,838	0,061	13,871
	PERF2	0,808	0,064	12,777
	PERF3	0,804	0,059	14,004
	PERF4	0,832	0,068	12,459
	PERF5	0,572	0,088	6,62

Après la procédure bootstrap, nous constatons que trois indicateurs ont des contributions non significatives par rapport à leur variable latente. Il s'agit des indicateurs nommés ci-dessus (ECH2, ATT4 et INTER3). Nous pouvons formuler quelques hypothèses pour expliquer cette situation. Les intitulés traduits à partir d'échelles validées dans la littérature anglo-saxonne ne sont peut-être pas toujours très pertinents (ATT4 : « Globalement, ce jeu pédagogique s'est avéré ... Bon / Mauvais »). Par ailleurs, ces items n'ont probablement pas été bien interprétés par les étudiants dans le cadre du jeu proposé (ECH2 : « L'enseignant est réceptif aux idées nouvelles et autres points de vue »).

La méthode PLS donne comme indicateur d'ajustement du modèle le Goodness of Fit (GoF). Plus ce dernier est proche de 1, plus le modèle est confirmé par les données. Par ailleurs, il faut s'assurer que les valeurs avant et après bootstrap ne sont pas trop différentes, afin de conclure à une stabilité du modèle.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Tableau n°4

GoF

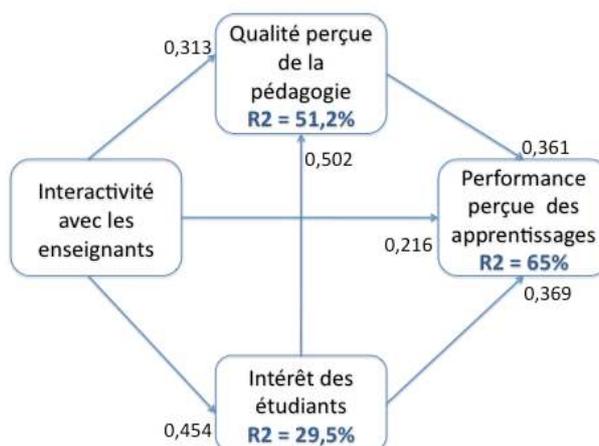
	GoF	GoF (Bootstrap)	Ecart-type	Ratio critique (CR)
Absolu	0,432	0,445	0,032	13,674
Relatif	0,782	0,751	0,049	16,073
Modèle externe	0,869	0,855	0,041	21,164
Modèle interne	0,9	0,878	0,032	28,356

Le GoF est de 0,432, très proche de son estimation bootstrap. Le GoF relatif et ceux basés sur les modèles internes et externes sont très élevés et auraient tendance à traduire une bonne qualité d’ajustement du modèle aux données.

Une fois le modèle de mesure étudié, le modèle structurel doit être analysé, afin de pouvoir valider les hypothèses de l’étude. Cette validation dépend de l’importance et de la significativité des relations structurelles obtenues. Les coefficients de détermination (R2) rendent compte de la variance expliquée des variables latentes. Ils traduisent donc le caractère prédictif du modèle. Les valeurs des coefficients structurels correspondent aux différentes influences des variables exogènes sur la variable endogène. Ici encore, pour que ces influences soient significatives, elles doivent être supérieures à deux et c’est bien ce que nous montrent les résultats (cf. annexes 14, 15 et 16) que nous schématisons grâce à la figure qui suit :

Figure n°2

Les résultats de la recherche



Ce modèle nécessite plusieurs remarques. Au-delà de la progression des connaissances, il existe un lien entre l’interactivité proposée par le jeu et la performance perçue de l’apprentissage, mais cette relation n’est pas très forte. La qualité de la pédagogie et l’intérêt des étudiants envers le jeu contribuent également à expliquer cette performance perçue. Les

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

relations sont complexes et d'autres variables pourraient contribuer à expliquer la qualité perçue de l'apprentissage des étudiants comme le plaisir de jouer.

Conclusion

Les étudiants que nous formons sont de futurs knowledge workers et nous avons posé comme hypothèse centrale que les serious games sont des leviers efficaces pour transformer un savoir explicite en savoir tacite (learning by doing), ce qui revient à un travail d'appropriation (*internalization*) proche de l'apprentissage par la pratique (Nonaka, 1994). A partir de ce postulat nous avons décliné 6 sous-hypothèses testées à partir de deux enquêtes par questionnaires administrées à 196 étudiants, avant et après la réalisation d'un serious game. Le modèle posé dans ce cadre étudie le lien entre l'interactivité rendue possible par l'utilisation de serious games et la performance perçue de l'apprentissage des étudiants. Les résultats montrent en effet la progression des étudiants en matière de gestion de projet. L'interactivité entre étudiants et entre étudiants et enseignants semble avoir contribué à ce progrès, de même que le plaisir pris par les étudiants à jouer. Il existe un lien entre l'interactivité et la performance perçue de l'apprentissage, mais cette relation n'est pas très forte. La qualité de la pédagogie et l'intérêt des étudiants envers le jeu contribuent également à expliquer cette performance perçue. Les relations sont complexes et d'autres variables pourraient expliquer la qualité perçue de l'apprentissage comme le plaisir de jouer que les étudiants ont largement évoqué.

Ces résultats sont intéressants mais présentent néanmoins différentes limites. Les questionnaires (Wacheux, 1996 ; Thiétart et al., 1999) sont un mode de collecte efficace : les coûts de production et d'administration sont peu élevés et le temps de réalisation est assez court. L'analyse de questionnaires offre également la possibilité de standardiser et comparer les données. Néanmoins, les questionnaires ont des limites. Les données recueillies restent sommaires et il peut exister des écarts entre les données déclaratives et les mesures comportementales. Par ailleurs, le caractère auto administré de l'enquête ne permet pas d'optimiser le taux de réponses et complique la généralisation des données à l'ensemble de la population par inférence statistique. Enfin, il est impossible de pallier une insuffisance des données collectées ou une erreur de la mesure. A ces limites traditionnelles, viennent s'ajouter celles particulières aux questionnaires en ligne. Bien que les étudiants soient très souvent connectés, la consultation des sites web se fait surtout par le biais de tablettes et de smartphones, outils peu adaptés pour répondre à une enquête. Certains dysfonctionnements techniques peuvent également causer des erreurs dans la collecte des données par Internet telles que l'indisponibilité du serveur, des temps de chargement longs qui génère des abandons, etc. Il reste difficile de contrôler « celui » qui se cache réellement derrière l'ordinateur, ce qui n'est pas sans conséquence sur la pertinence des données recueillies. Il existe également une durée limite du questionnaire à ne pas dépasser pour éviter les abandons. Le temps nécessaire pour télécharger les pages web et répondre aux questions a en effet un coût pour le répondant (temps passé devant l'écran, compréhension des questions, etc.). Enfin, pour les utilisateurs la confidentialité des données reste problématique.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Si l'utilisation du web dans les enquêtes auprès d'étudiants semble intéressante, ce nouveau mode d'enquête présente quelques limites méthodologiques qu'il faut prendre en compte. Nous constatons également que seulement un tiers des étudiants ont répondu aux deux enquêtes et les étudiants académiquement solides sont sur représentés dans l'échantillon. Il serait donc intéressant de rendre obligatoire l'enquête, afin d'augmenter la significativité et la représentativité des résultats. Un échantillon plus conséquent permettrait notamment de prendre en compte des facteurs interpersonnels afin de voir s'ils modèrent la direction et la force des relations présentes dans notre modèle. En outre, les conditions de réalisation de l'enquête ne nous permettent pas d'évaluer l'efficacité du jeu par rapport à un autre type d'enseignement. Il serait nécessaire de comparer les évaluations des étudiants ayant suivi le jeu avec celles d'un groupe témoin, qui aurait reçu un enseignement traditionnel sur les mêmes thématiques. Enfin, il serait intéressant de vérifier si l'effet des jeux sérieux sur l'apprentissage des étudiants diminue lorsque cette méthode se généralise à d'autres enseignements. De même, nous pourrions extrapoler ces résultats à d'autres contextes (formation professionnelle, qualifiantes, etc.) et d'autres méthodes (e-learning) afin de vérifier l'impact de la pédagogie active sur les apprentissages.

Annexe 1 - Le sexe des répondants :

Effectif 1 : 132

Taille d'échantillon 1 : 196

Effectif 2 : 49

Taille d'échantillon 2 : 64

Différence supposée (D) : 0

Variance : $p_1q_1/n_1+p_2q_2/n_2$

Niveau de signification (%) : 5

Test z pour deux proportions / Test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des proportions :] -0,215 ; 0,031

[Différence -0,092

z (Valeur observée) -1,471

z (Valeur critique) 1,960

p-value (bilatérale) 0,141

alpha 0,05

Interprétation du test :

H0 : La différence entre les proportions est égale à 0.

Ha : La différence entre les proportions est différente de 0.

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0. Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 14,13%.

Annexe 2 - La série de bac des répondants :

Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes (Khi²) :

Khi² (Valeur observée) 4,453

Khi² (Valeur critique) 5,991

DDL 2

p-value 0,108

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0. Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 10,79%.

Annexe 3 – Le type de mention au bac des répondants

Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes (Khi²) :

Khi² (Valeur observée) 5,414

Khi² (Valeur critique) 5,991

DDL 2

p-value 0,067

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est de 6,67%.

Annexe 4 – Avoir une mention au bac

Effectif 1 : 148

Taille d'échantillon 1 : 196

Effectif 2 : 57

Taille d'échantillon 2 : 64

Différence supposée (D) : 0

Variance : $p_1q_1/n_1+p_2q_2/n_2$

Niveau de signification (%) : 5

Test z pour deux proportions / Test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des proportions :

] -0,233 ; -0,038 [

Différence -0,136

z (Valeur observée) -2,729

z (Valeur critique) 1,960

p-value (bilatérale) 0,006

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,63%.

Annexe 5 – La note de Gestion de projet

Statistiques descriptives :

Variable manquantes	Observations		Obs. avec données manquantes		Obs. sans données	
	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type		
Total Nico	196	0	196	0,000	16,050	11,916 1,931
Comparaison	64	0	64	8,990	15,490	12,122 1,546

Test z pour deux échantillons indépendants / Test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :

] -0,671 ; 0,260 [

Différence -0,206

z (Valeur observée) -0,866

|z| (Valeur critique) 1,960

p-value (bilatérale) 0,387

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est de 38,66%.

Annexe 6 – La moyenne du troisième semestre

Test z pour deux échantillons indépendants / Test unilatéral à gauche :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :

] -Inf ; -0,168 [

Différence -0,402

z (Valeur observée) -2,832

z (Valeur critique) -1,645

p-value (unilatérale) 0,002

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,23%.

Annexe 7 – Evaluation

Test z pour un échantillon / Test unilatéral à droite :

Intervalle de confiance à 95% autour de la moyenne :

] 0,216; +Inf [

Différence 0,734

z (Valeur observée) 2,330

z (Valeur critique) 1,645

p-value (unilatérale) 0,010

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,99%.

Annexe 8 – Evaluation selon les segments

Test t pour deux échantillons appariés / Test unilatéral à gauche :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :

] -Inf ; -0,661 [

Différence -1,250

t (Valeur observée) -3,568

t (Valeur critique) -1,681

DDL 43

p-value (unilatérale) 0,000

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,04%.

Annexe 9 – Notes de S3 filles vs. garçons

Test t pour deux échantillons indépendants / Test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :

] 0,035; 1,157 [

Différence 0,596

t (Valeur observée) 2,122

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

|t| (Valeur critique) 1,999

DDL 62

p-value (bilatérale) 0,038

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 3,78%.

Annexe 10 – Notes de jeu des filles

Variable manquantes	Observations		Obs. avec données manquantes		Obs. sans données	Ecart-type
	Minimum	Maximum	Minimum	Moyenne		
Note avant	49	0	49	12,000 24,000	19,878	2,705
Note après	49	0	49	13,000 25,000	20,857	2,566

Test t pour deux échantillons appariés / Test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :

] -1,675 ; -0,285 [

Différence -0,980

t (Valeur observée) -2,834

|t| (Valeur critique) 2,011

DDL 48

p-value (bilatérale) 0,007

alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,67%.

Annexe 11 – Notes de jeu des garçons

Variable manquantes	Observations		Obs. avec données manquantes		Obs. sans données	Ecart-type
	Minimum	Maximum	Minimum	Moyenne		
Note avant	15	0	15	14,000 24,000	20,000	2,268
Note après	15	0	15	16,000 23,000	19,933	2,492

Test t pour deux échantillons appariés / Test bilatéral :

Intervalle de confiance à 95% autour de la différence des moyennes :

] -1,464 ; 1,597 [

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Différence 0,067
t (Valeur observée) 0,093
|t| (Valeur critique) 2,145
DDL 14
p-value (bilatérale) 0,927
alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est de 92,69%.

Annexe 12 – Usage des jeux vidéo

Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes (Khi^2) :

Khi^2 (Valeur observée) 21,651
 Khi^2 (Valeur critique) 7,815
DDL 3
p-value < 0,0001
alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,01%.

Annexe 13 – Usage des jeux de plateaux

Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes (Khi^2) :

Khi^2 (Valeur observée) 1,844
 Khi^2 (Valeur critique) 7,815
DDL 3
p-value 0,605
alpha 0,05

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est de 60,55%.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Annexe 14 – Modèle structurel : intérêt des étudiants

Intérêt des étudiants	R ²	R ² (Bootstrap)	Ratio critique (CR)
	0,223	0,295	2,956

Coefficients structurels	Valeur	Valeur(Bootstrap)	Ratio critique (CR)
Interactivité avec les enseignants	0,428	0,454	5,413
Difficultés perçues	-0,163	-0,155	-0,898

Annexe 15 – Modèle structurel : qualité perçue de la pédagogie

Qualité perçue de la pédagogie	R ²	R ² (Bootstrap)	Ratio critique (CR)
	0,479	0,512	6,38

Coefficients structurels	Valeur	Valeur(Bootstrap)	Ratio critique (CR)
Interactivité avec les enseignants	0,294	0,313	6,817
Intérêt des étudiants	0,507	0,502	10,852

Annexe 16 – Modèle structurel : performance perçue de l'apprentissage

Performance de l'apprentissage	R ²	R ² (Bootstrap)	Ratio critique (CR)
	0,631	0,66	10,749

Coefficients structurels	Valeur	Valeur(Bootstrap)	Ratio critique (CR)
Interactivité avec les enseignants	0,199	0,216	6,757
Intérêt des étudiants	0,373	0,369	13,272
Qualité perçue de la pédagogie	0,364	0,361	14,498

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

BIBLIOGRAPHIE

Abt, C. (1970), *Serious Games*. New York: The Viking Press.

Ahlfeldt S., Mehta S., and Timothy Sellnow T., (2005), « Measurement and analysis of student engagement in university classes where varying levels of PBL methods of instruction are in use », *Higher Education Research & Development*, Vol.24, n°1, February, p. 5-20.

Alvarez J. and Rampnoux O. (2007), « Serious Game: Just a question of posture? », *Proceedings of Artificial & Ambient Intelligence, AISB'07*, Newcastle, April 2007, UK, pp 420- 423.

Arrow K. (1962), « The Economic Implications of Learning by Doing », *Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 3.

Bierly P.E., Kessler E.H., Christensen E.W., (2000) "Organizational learning, knowledge and wisdom", *Journal of Organizational Change Management*, Vol.13 Iss: 6, p.595-618.

Blasco-Arcas, L. , Buil, I. , Hernández-Ortega, B. et Sesé, F.J. (2013), “Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance”, *Computers and Education*, vol.62 (March), p.102-110

Caillois R. (1958), *Les jeux et les hommes*, Paris, Gallimard.

Chin W.W. (1998), « The partial least squares approach to structural equation modeling », in Marcoulides G.A. (Ed.), *Modern methods for business research*, Mahwah N.J. Lawrence Erlbaum Associates, p. 295-336.

Davenport T.H. (2005), *Thinking for a Living: How to Get Better Performance and Results from Knowledge Workers*, Harvard Business Press Books, 240p.

Dickey M. (2005), « Engaging by design : How engagement strategies in popular computer and vidéo game can inform instructional design », *Educational Technology Research and Development*, 53(2), p.67-83.

Drucker P. (1959), *Landmarks of Tomorrow*, New York: Harper & Brothers.

Duflo C. (1997), *Jouer et philosopher*, Paris: PUF 1997.

Eber N. (2003), « Jeux pédagogiques - Vers un nouvel enseignement de la science économique », *Revue d'économie politique*, n°4, Vol. 113, 126p., p.485-521.

Egenfeldt-Nielsen S. (2006), « Overview of research on the educational use of video game », *Digital kompetanse*, Vol.1, n°3, p. 184–213.

Egenfeldt-Nielsen S. (2007), *Educational potential of computer games*, New York, Continuum.

Fanning, R., Gaba, D. (2007), « The Role of Debriefing in Simulation-Based Learning », *Simul Healthcare*, Vol. 2, n°1, p.1-11.

Foray D. (2009), *L'économie de la connaissance*, Paris : La Découverte.

Fredericks J.A., Blumenfeld P. C., Paris A. H. (2004), « School engagement: Potential of the concept, state of the evidence », *Review of Educational Research*, n°74, p.59-109.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

- Friedman T. (2013), « The Professors' Big Stage », *New York Times*, <http://ick.li/TqicgQ>, consulté le 25/05/2013.
- Furlong M., Christenson S., (2008), « Engaging Students at School and with Learning : a Relevant Construct for all Students », *Psychology in the Schools*, Vol. 45, n°5, 2008
- Gilad B. (2009), *Business War Games*, Career Press: Franklin Lakes.
- Gruson B., Forest D., Loquet M., (2012), *Jeux de savoir*, Presses universitaires de Rennes.
- Habgood M. P. J., Ainsworth, S. E., Benford, S. (2005), « Endogenous Fantasy and Learning in Digital Game », *Simulation and Gaming*, 36(4), p. 483-498.
- Huizinga J. (1988), *Homo Ludens*, Paris : Gallimard
- Johansen B. (2007), *Get There Early: Sensing the Future to Compete in the Present*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Lessig L. (2004), *Free Culture*, New York : The Penguin Press.
- Levy, F. (2010), "How Technology Changes Demands for Human Skills", *OECD Education Working Papers*, No. 45, OECD Publishing.
- Malone T. W. (1981), « Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction », *Cognitive Science*, 5(4), p. 333-369.
- Malone T. W. (1981), « Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction », *Cognitive Science*, 5(4), p.333-369.
- Malone T.W., Lepper, M.R. (1987), *Making learning fun: a taxonomy of intrinsic motivations for learning*, RE Snow & MJ Farr (Editions) Aptitude, Learning, and Instruction, III: Cognitive and Affective Process Analysis, Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p 223-253.
- Nonaka I. (1994), « A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation », *Organization Science*, Vol. 5, No. 1. (Feb., 1994), pp. 14-37.
- Nonaka, Ikujiro (1991), « The Knowledge-Creating Company », *Harvard Business Review* 69 (6 Nov-Dec): 96–104.
- Nunnally J.C., Bernstein I.H. (1994), *Psychometric theory*, 3rd edition. New York, McGraw-Hill.
- Oblinger, D., & Oblinger, J. (Eds.). (2006), « Is it age or IT: First steps toward understanding the net génération », in *Educating the Net Generation Retrieved* September 1, 2006, from <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/pub7101b.pdf> , consulté le 25/05/2013.
- OCDE (1996), *L'économie fondée sur le savoir*, Paris, OCDE.
- OCDE. (1999), *L'Economie fondée sur le savoir : des faits et des chiffres*, Paris, OCDE.
- OCDE (2000), *Société du savoir et gestion des connaissances*, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264281042-fr
- OCDE (2012a), *Connected Minds: Technology and Today's Learners*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

OCDE (2012b), *Etudes économiques de l'OCDE* 2012/8 (n° 8).

Paswan K.A, Young J.A. (2002), Student evaluation of instructor: a nomological investigation using structural equation modeling, *J Mark Educ* ; 24(3), p. 193–202.

Perla P. (2011). *The Art Of Wargaming: A Guide For Professionals And Hobbyists*, John Curry.

Pesqueux, Y. 2(010), « Du knowledge management à la société de la connaissance », HAL : hal-00509676, version 1.

Piaget J. (1945), *La formation du symbole chez l'enfant. Imitation, jeu et rêves*, Neuchâtel, Delachaux& Niestlé.

Powell W.W., Snellman K. (2004), « The Knowledge Economy », *Annual Review of Sociology*, Vol. 30: 199-220.

Prince M. (2004), « Does Active Learning Work? A Review of the Research », *Journal of Engineering Education*, n°93, p.223–231.

Romer Paul M. (1994), « The Origins of Endogenous Growth », *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1. (Winter, 1994), pp. 3-22.

Sabin P. (2007), *Lost Battles: Reconstructing the Great Clashes of the Ancient World*, Hambledon Continuum.

Sanchez E. (2011), Usage d'un jeu sérieux dans l'enseignement secondaire : modélisation comportementale et épistémique de l'apprenant, *Revue d'intelligence artificielle*, 25(2), p.203-222.

Sanchez E., Ney M., Labat J.M. (2011), « Jeux sérieux et pédagogie universitaire : de la conception à l'évaluation des apprentissages », *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 8(1-2), p. 48-57.

Sarrazin H., Sikes J. (2013), « Competing in a digital world: Four lessons from the software industry », *McKinsey & Cie*, http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/competing_in_a_digital_world_four_lessons_from_the_software_industry, consulté le 25/05/2013.

Schwaber K., Beedle M., (2001), *Agile Software Development With Scrum*, Mckinsey, Prentice Hall, October 21.

Sen A. (1999), *L'économie est une sciences morale*, Paris : La Découverte.

Serres M. (2012), *Petite Poucette*, Paris : Éditions Le Pommier.

Shaffer D.W., Squire K.R, Halverson R., Gee J.P. (2005), « Video games and the future of learning », *Phi Delta Kappan*, 87(2), p.104-111.

Shaftel J., Pass L., Schnabel S. (2005), « Math games for adolescents », *Teaching Exceptional Children*, 37(3), p.25-30.

Siemens G. (2005), *Connectivism, A Learning Theory for the Digital Age*, http://www.ingedewaard.net/papers/connectivism/2005_siemens_ALearningTheoryForTheDigitalAge.pdf, consulté le 25/05/2013.

LES SERIOUS GAMES : DES LEVIERS EN FAVEUR DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Siemens G. (2006), *Knowing knowledge*,

http://www.elearnspace.org/KnowingKnowledge_LowRes.pdf, consulté le 25/05/2013.

Siemens G., Tittenberger P. (2009), *Handbook of Emerging Technologies for Learning*, March, 2009, <http://techcommittee.wikis.msad52.org/file/view/HETL.pdf>, consulté le 25/05/2013.

Simon L. (2005), « Du gamesman aux gamers : le jeu comme dynamique émergente des organisations contemporaines? » *Gestion*, n°4, Vol. 30, p.34-42.

Soller A.L. (2001), « Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System », *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12(1), p.40-62.

Suits B. (2005), *The Grasshopper: Games, Life and Utopia*, Broadview Press.

Sutton-Smith B. (2001), *The Ambiguity of Play*, Harvard University Press.

Tennenhaus M. (1998), *La régression PLS, théorie et pratique*, Paris Technip.

Thiétart R.A. (ouvrage collectif sous la direction de.) (1999), *Méthodes de recherche en management*, Dunod, 535 p., p. 226-238.

Thomas P., Yessad A., Labat J.M. (2011), « Petri nets and ontology: Tools for the learning player assessment in serious games », *ICAL*, juillet, Athens, GA.

Tisseyre R-C. (1999), *Knowledge management, théorie et pratique de la gestion des connaissances*, René-Charles Tisseyre, Hermès.

Wacheux F. (1996), *Méthodes qualitatives et recherche en gestion*, Economica, 290 p., p. 201-209.

Wilson A.J., Dehaene S., Pinel P., Revkin S.K., Cohen L., Cohen D. (2006), « Principles underlying the design of “The Number Race”, an adaptive computer game for remediation of dyscalculia », *Behavioral and Brain Functions*, 2(19).

Wilson K.A., Bedwell W.L., Lazzara E.H., Salas E., Burke C.S., Estock J. L., Conkey C. (2009), « Relationships between game attributes and Learning outcomes, Review and research », *Simulation & Gaming*, 40(2), p.217-266.

Wilson R.A., Briscoe G. (2004), « The impact of human capital on economic growth: a review » in Descy, P.; Tessaring, M. (eds), *Impact of education and training*. Third report on vocational training research in Europe: background report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004.

World Economic Forum (2012), *Global Competitiveness Report*, Geneva.

Young et alii, (2012), « Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education », *Review of Educational Research* March 2012, Vol. 82, No. 1, pp. 61–89

Young M.R, Klemz B.R, Murphy J.W. (2003), Enhancing learning outcomes: the effects of instructional technology, learning styles, instructional methods, and student behavior, *J Mark Educ*, 25(2), p.130–42.