

Reference : Erhel, S. & Jamet, E. (2012). Comprendre les effets des Serious Game Éducatifs sur l'apprentissage et la motivation. In G. Dang Nguyen & P. Créach (Eds.) Le numérique en société, L'Harmattan. (p241-256)

Chapitre 11

Comprendre les effets des Serious Game Éducatif sur l'apprentissage et la motivation

Séverine Erhel & Eric Jamet - CRPCC

Résumé :

Le Serious Game Éducatif est un support d'apprentissage ludique permettant de placer les apprenants dans une activité compétitive afin qu'ils acquièrent de nouvelles connaissances. L'utilisation de ce media pour supporter des apprentissages n'est pas sans soulever de nombreuses interrogations dans la littérature. Si le caractère divertissant et motivant de ce média est très largement reconnu, son efficacité pédagogique reste encore très contestée. Actuellement, une grande partie des études menées sur ce media tente de comparer ses bénéfices à ceux de médias plus conventionnels. Malheureusement, ces études restent très contestables du point de vue méthodologique. Une autre piste pour mieux comprendre les bénéfices des SGE est de proposer des études où l'on va faire varier un ou plusieurs facteurs. L'intérêt de cette démarche est permettre de dégager des principes pour la conception de jeux éducatifs. Cependant, il est nécessaire de conduire des plus études à ce sujet pour pouvoir réellement comprendre les bénéfices de ce media en termes d'apprentissage et de motivation.

Mots clefs : Serious Game Educatif, Apprentissage, Motivation, Ergonomie Cognitive

1. Introduction

Ces dernières années, le jeu sérieux ou Serious Game est devenu un média de référence utilisé dans des domaines très variés tels que l'éducation, la communication, le marketing ou encore la prévention. Pour Alvarez et Djaouti (2008), le Serious Game est une « *application informatique, dont l'intention*

initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo ». Pour ces auteurs, le Serious Game est généralement utilisé pour transmettre des messages, dispenser un entraînement ou encore permettre l'échange de biens. Dans la littérature, plusieurs approches ont été adoptées pour établir une classification des Serious Game, par exemple la taxonomie de Alvarez et Djaouti (2008). Directement inspirée des travaux de Sawyer et Smith (2008), cette taxonomie se base sur trois critères pour distinguer les différentes formes de Serious Game : 1) leurs fonctions utilitaires (par exemple diffuser un message, dispenser un entraînement, permettre l'échange de biens), 2) la présence d'objectifs explicites ou encore 3) leur domaine d'application (santé, entreprise, communication, défense). En fonction de son niveau d'adéquation à ces trois critères, un Serious Game peut être qualifié notamment d'*Edugame* (jeu Ludo-éducatifs), d'*Advergame* (jeu publicitaire) ou encore de *Datagame* (jeu favorisant l'échange de données). L'approche utilisée pour réaliser cette taxonomie permet de mieux comprendre la notion de Serious Game. Parallèlement, elle offre une idée plus précise de ses multiples domaines d'application. Néanmoins, comme le reconnaissent les auteurs, elle ne permet pas d'offrir une distinction très claire entre un Serious Game et un jeu de divertissement.

Comme nous venons de le constater, la définition du Serious Game fait encore l'objet de nombreux débats dans la littérature. Pourtant, une de ses composantes, nommée Serious Game Educatif, semble soumise à moins de controverses. Le Serious Game Educatif (SGE) est une activité compétitive visant à réaliser des buts pédagogiques en vue de susciter l'acquisition de connaissance. Clark et Mayer (2008) distinguent deux types de SGE : les jeux dédiés à l'apprentissage ou au développement de compétences cognitives et les simulations permettant la mise en œuvre d'entraînements à partir d'un environnement virtuel. Pour Prensky (2001), l'une des caractéristiques majeures de ce media est de conserver aussi bien une dimension éducative qu'une dimension ludique. Pour conserver sa dimension ludique, un SGE doit être perçu par l'apprenant comme un environnement offrant (1) un ensemble de règles et de contraintes, (2) un ensemble de réponses dynamiques relatives à leur actions, (3) des challenges appropriés permettant à l'apprenant de ressentir une sentiment d'auto-efficacité, (4) des évolutions graduelles reflétant le résultats des actions passées de l'apprenant (Mayer & Johnson, 2010).

2. Mécanismes cognitifs et motivationnels dans les environnements multimédia pédagogiques

Apprendre à partir de documents multimédia, qu'ils soient ludiques ou non, est une activité extrêmement complexe qui implique des traitements cognitifs très variés. De nombreux travaux scientifiques ont pu montrer que les

apprenants sont fréquemment en situation de difficulté face à ce type d'environnement. Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études ont démontré qu'il était possible de limiter ces difficultés en améliorant la qualité de conception de ces environnements (voir Jamet 2008 pour une synthèse en français).

Ces études ont permis d'enrichir des modèles de la compréhension des documents multimédia comme celui de Mayer (2005) ou encore celui de Moreno et Mayer (2007). Bien que ces modèles reposent majoritairement sur des études menées avec des environnements d'apprentissage non ludiques, ils peuvent s'avérer intéressants pour rendre compte des traitements cognitifs intervenant dans les SGE.

2.1. Qu'est ce qu'apprendre dans les environnements multimédia pédagogiques ?

De nombreux auteurs se sont intéressés aux traitements cognitifs intervenant dans les documents multimédia non ludiques. En comparant une série de formats de présentation des informations, ces auteurs sont parvenus à mettre évidence plusieurs principes pour la conception de documents pédagogiques tels que le rôle positif des illustrations au cours de l'apprentissage des textes explicatifs (principe multimédia, *e.g.* Fletcher & Tobias, 2005), les avantages liés à l'intégration physique du texte et de l'illustration (principe d'intégration, *e.g.* Erhel & Jamet, 2006, in press ; Ginns, 2006 ; Jamet & Erhel, 2006), les effets négatifs de la duplication des informations sous plusieurs formats (principe de redondance, *e.g.* Jamet & Le Bohec, 2007 ; Yeung, 1999), ou encore les bénéfices des indices de guidage attentionnel pour cibler les éléments textuels ou oraux pertinents (principe de guidage, *e.g.* Jamet, Gavota & Quaireau, 2008 ; Mautone & Mayer, 2001)

L'analyse de la littérature sur les SGE montre que certains de ces principes ont été testés avec les SGE comme l'effet positif des feedbacks sur la progression dans le processus d'apprentissage (principe de feedback, *e.g.* Leutner, 1993 ; Mayer & Johnson, 2010) , le rôle bénéfique de la présence d'un agent pédagogique (principe de personnalisation *e.g.* Moreno & Mayer, 2000, 2004) ou encore les avantages liés à l'explicitation de ses propres réponses à un questionnaire d'apprentissage (principe d'auto-explication *e.g.* Johnson & Mayer, 2010). Comme dans les environnements multimédia non ludiques, l'efficacité de ces principes est démontrée dans le cas des SGE ce qui suggère l'intervention de mécanismes cognitifs similaires au cours de l'apprentissage. Dans cette perspective, il paraît justifié de s'appuyer sur les modèles du traitement cognitif des documents multimédia pour tenter de comprendre l'apprentissage sous les SGE.

Actuellement, l'un des modèles les plus cités dans la littérature est la théorie cognitive de l'apprentissage de Mayer (2005). D'après Mayer (2005), la

présentation d'un document illustré conduirait à l'intervention d'une série de traitements cognitifs se répartissant sur deux canaux : un canal auditif voué au traitement des informations verbales et un canal visuel/imagé destiné au traitement des informations imagées. A l'issue de ces traitements, un processus d'intégration conduirait à l'élaboration de liens référentiels entre les représentations verbales et visuelles afin d'aboutir à la formation d'une représentation mentale intégrée. Pour étendre ces travaux aux environnements multimodaux interactifs tels que ceux comportant de la réalité virtuelle, des agents conversationnels ou encore les SGE, Moreno et Mayer (2007) proposent la *Cognitive Affective Theory of Learning with Media* (CATLM). Pour ces auteurs, l'apprentissage sous un environnement multimodal interactif n'implique pas seulement la série de traitements cognitifs décrits au sein de la théorie cognitive de l'apprentissage de Mayer (2005). En effet, ces auteurs estiment que l'élaboration de liens référentiels, intervenant au cours du processus d'intégration, pourrait être facilitée par l'intervention des connaissances préalables de l'apprenant mais également par les feedbacks ou les méthodes d'apprentissages intégrés dans les environnements multimodaux interactifs. Ces caractéristiques propres aux environnements multimodaux interactifs les amènent alors à considérer l'influence de la métacognition, de la motivation et des affects au cours de l'apprentissage.

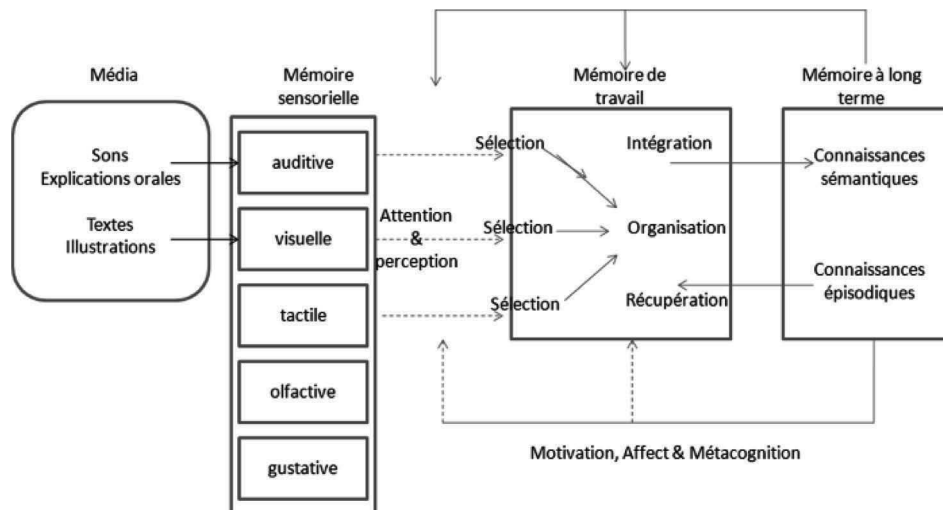


Figure 1 : Modèle de la Cognitive Affective Theory of Learning with Media (CATLM) de Moreno et Mayer (2007) traduit par Jamet (2008)

En se basant sur le CATLM, Moreno et Mayer (2007) tentent d'expliquer la relation entre la demande en ressources cognitives d'un environnement multimodal interactif et ses bénéfices en termes d'apprentissage. D'après ces auteurs, un apprentissage sous un environnement multimodal interactif se traduit par l'intervention de trois processus : processus incidents (*extraneous processing*), processus centraux pour l'apprentissage (*essential processing*) et processus de génération (*generative processing*). Les processus incidents désignent les traitements cognitifs intervenant sur des éléments de l'environnement qui ne sont pas essentiels à l'apprentissage (*i.e.* format de présentation des informations). Les processus centraux correspondent aux traitements cognitifs qui sont nécessaires pour se représenter mentalement les informations essentielles d'un document. Enfin, les processus de génération renvoient aux traitements cognitifs visant à donner du sens aux informations essentielles en les organisant dans une structure cohérente et en intégrant cette structure avec les connaissances préalables.

Ces trois différents processus déterminent le montant total de ressources nécessaires au traitement cognitif d'un environnement multimodal interactif dédié à l'apprentissage. Si ce montant excède les capacités cognitives des apprenants alors l'apprentissage sera de mauvaise qualité. Pour éviter l'intervention de ce phénomène qu'ils nomment la surcharge cognitive, Moreno et Mayer (2007) proposent plusieurs principes permettant de réduire les processus incidents. Ces principes, spécifiques aux environnements

multimodaux interactifs, permettraient d'arriver à un apprentissage de bonne qualité en libérant plus de ressources cognitives pour les deux autres processus.

Le modèle du CATLM présente deux atouts primordiaux pour comprendre les mécanismes cognitifs intervenant lors de l'apprentissage sous un SGE. Son premier atout est de considérer l'influence de la métacognition au cours de l'apprentissage. Ce facteur pourrait avoir un rôle majeur dans les traitements cognitifs opérés lors des apprentissages sous un SGE. En effet, il est possible que certaines activités métacognitives conduites dans les SGE comme celles de planification (voir Jamet 2008 pour une synthèse en français) conduisent à des traitements moins profonds que ceux observés au cours d'un apprentissage avec un environnement non ludique. En d'autres termes, les apprenants soumis à une situation d'apprentissage ludique pourraient privilégier des stratégies de jeu aux dépens de celles nécessaires à l'acquisition des informations. Le second atout du modèle CATLM est de prendre en compte l'impact de l'investissement motivationnel au cours de l'apprentissage. En effet, Moreno et Mayer (2007) jugent que l'utilisation de ce media peut amener les apprenants à s'engager des processus cognitifs plus complexes grâce à son caractère divertissant et motivant.

2.2. Engagement et persévérance dans les environnements multimédia pédagogiques

Les travaux de Moreno et Mayer (2007) laissent bien apparaître la nécessité de prendre en compte les aspects motivationnels pour mieux comprendre les bénéfices des environnements multimodaux interactifs. Dans le cadre des études sur les SGE, cela s'avère particulièrement essentiel puisque l'accroissement de l'investissement motivationnel est généralement présenté comme l'un des avantages majeurs de ce media.

Pour Moos et Marroquin (2010), la motivation correspond à l'ensemble des processus physiologiques impliqués dans la direction, la vigueur et la persistance d'un comportement. Pour ces auteurs, cette définition très large permet d'englober l'ensemble des théories de la motivation issues des différentes traditions intellectuelles. Ces théories peuvent aussi bien inclure un focus sur les croyances, les valeurs ou encore les buts des individus (Eccles & Wigfield, 2002). Dans la littérature, les bénéfices des SGE en termes de motivation sont généralement étudiés à l'aide des théories se focalisant sur la motivation intrinsèque. Les premiers travaux dans ce domaine ont été proposés par Malone et Lepper (1987). En s'inscrivant dans une approche ergonomique, ils proposent un ensemble de recommandations susceptibles de favoriser l'investissement motivationnel des apprenants dans les jeux éducatifs. Cependant, pour Astleitner et Wiesner (2004), les travaux de Malone et Lepper (1987) ne permettent pas de comprendre comment un SGE peut favoriser l'engagement des apprenants dans une tâche d'apprentissage. Pour tenter de

mieux comprendre l'impact des SGE dans le déclenchement de l'investissement motivationnel, de nombreux chercheurs privilégient l'une des théories de la motivation intrinsèque : la théorie du *Flow* (Hays, 2005; Lieberman, 2006). Pour Csikszentmihalyi (1988), le *Flow* correspond à une expérience subjective immédiate qui intervient quand l'individu s'engage dans une activité. Cet engagement, qui correspond à une manifestation de la motivation intrinsèque (Eccles & Wigfield, 2002), résulte d'une relation symbiotique entre les challenges et les compétences requises pour atteindre ces challenges (Shernoff, Csikszentmihalyi, Schneider, & Shernoff, 2003). Si cette relation se trouve déséquilibrée, apathie (challenges faibles / compétences fortes), anxiété (challenges forts / compétences faibles) ou relaxation (challenges faibles / compétences fortes) peuvent être expérimentées par l'utilisateur. En revanche, si une relation est équilibrée, elle permettra à l'apprenant de ressentir simultanément de la concentration, de l'intérêt et l'amusement ce qui le mènera à l'état de *flow*, c'est à dire à l'engagement dans la tâche. La théorie du *Flow* n'a pas été spécifiquement élaborée pour rendre compte de l'engagement des apprenants lors de l'apprentissage sous un SEG. Pourtant, de nombreux auteurs comme Lieberman (2006), Fu, Su et Yu (2009), Annetta, Minogue, Holmes et Cheng (2009) ou encore Liu, Cheng et Huang (2011) jugent cette théorie pertinente pour rendre compte des mécanismes motivationnels intervenant au cours d'un apprentissage avec ce media. Pour ces auteurs, ces environnements faciliteraient la concentration, de l'intérêt et l'amusement en offrant des challenges qui s'adaptent au niveau de compétences des apprenants.

La théorie du *Flow* semble pertinente pour rendre compte des mécanismes motivationnels intervenant au cours d'un apprentissage sous un SGE. Néanmoins, il paraît difficile de se limiter à cette seule approche pour rendre de la complexité de la motivation. Certains auteurs comme Keller (1983, 2008) propose une approche pluridimensionnelle de la motivation à travers le modèle ARCS. Ce modèle identifie quatre composantes de la motivation sur lesquelles il est possible d'intervenir au cours de l'apprentissage : (1) l'attention (*Attention*) pouvant être modulée par des stratégies visant à susciter et maintenir l'intérêt et la curiosité (2) la pertinence (*Relevance*) pouvant être améliorée par des stratégies permettant de lier les besoins, les intérêts et les motivations de l'apprenant (3) la confiance (*Confidence*) pouvant être suscitée par des stratégies aidant les apprenants à développer des attentes positives en vue d'atteindre un niveau de réussite (4) la satisfaction (*Satisfaction*) pouvant intervenir en présence de stratégies fournissant des renforcements intrinsèques ou extrinsèques correspondant aux efforts fournis. L'approche de Keller (1983, 2008) a été utilisée récemment dans plusieurs études évaluant les effets des SGE sur la motivation (Fu, et al., 2009; Huang, 2011; Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010). Si cette approche se distingue de celle la théorie du *Flow* en permettant d'entrevoir la motivation comme résultant de plusieurs composantes, il est néanmoins regrettable que ce modèle repose sur des construits de la motivation

qui ne se retrouvent pas dans les travaux classiques sur la motivation (Eccles & Wigfield, 2002; Murphy & Alexander, 2000).

Une autre approche intéressante pour mieux comprendre la motivation et ses enjeux lors de l'apprentissage sous un SGE est probablement celle proposée par Moos et Maroquin (2010). Pour ces auteurs, il est nécessaire de prendre en compte plusieurs construits de la motivation en vue de mieux comprendre les mécanismes complexes intervenant au cours de l'apprentissage. Dans cette perspective, ils réalisent une synthèse sur la littérature qui regroupe principalement des études basées des documents multimédia, hypermédia ou encore des hypertextes. Cette revue leur permet de dégager quatre classes de construits de la motivation : les buts, la motivation intrinsèque-extrinsèque, l'intérêt et pour finir, l'auto-efficacité. Si ces conclusions se basent principalement sur des travaux appartenant au domaine de l'apprentissage de documents multimédia, il est fort probable que ces mêmes construits soient pertinents lorsqu'il s'agit d'évaluer les processus motivationnels dans un SGE.

3. Les effets des SEG sur l'apprentissage et la motivation

Pour Moreno-Ger, Burgos, Martinez Ortiz Sierra, Fernandez-Manjon (2008), l'utilisation des SGE représente un enjeu majeur pour l'apprentissage à distance. Ce point de vue est également partagé par Moreno et Mayer (2007) qui jugent que l'utilisation de ce media peut amener les apprenants à s'engager des processus cognitifs plus complexes grâce à son caractère divertissant et motivant. Pour Rieber (2005), Prensky (2001) ou encore Moreno et Mayer (2007), le SGE présente toutes les caractéristiques requises pour devenir un support efficace pour l'apprentissage.

3.1. Les bénéfices des SGE comparés aux médias conventionnels

Ces dernières années, plusieurs travaux ont été conduits en vue de mieux comprendre les bénéfices des SGE comparés à des média plus conventionnels (Hays, 2005; Kebritchi, et al., 2010; Lieberman, 2006; Randel, Morris, Wetzel, & Whitehill, 1992; Tobias & Fletcher, 2007). Globalement, ils permettent de se rendre compte que les apports des SGE en matière d'apprentissage restent encore très discutables. Néanmoins, la grande majorité d'entre eux reconnaissent à ce média un réel intérêt en termes de motivation et d'engagement.

Pour Hays (2005), il n'existe pas de preuve permettant d'affirmer que le jeu est la méthode d'apprentissage à privilégier dans toutes les situations. Ce constat se retrouve dans plusieurs revues de la littérature consacrées aux jeux éducatifs et aux simulations interactives comme celle proposée par Randel, Morris, Wetzel, & Whitehill (1992). En recensant 68 études comparant les SGE aux documents conventionnels, ces auteurs remarquent que seules 22 études concluent à un

bénéfice des jeux / simulations sur les performances en matière d'apprentissage. En dépit de ces conclusions mitigées, Randel, Morris, Wetzel, Whitehill (1992) observent un réel intérêt des jeux éducatifs / simulations en termes de motivation. En effet, ils observent un intérêt supérieur pour ces media comparés aux cours traditionnels dans 12 des 14 études répertoriées dans leur revue de littérature. Quelques années plus tard, Hays (2005) parvient à des conclusions similaires dans une nouvelle revue de la littérature. En analysant 48 études évaluant les bénéfices des jeux éducatifs et des simulations, cet auteur remarque que ces media ne favorisent pas systématiquement le transfert de connaissances comparés à des cours ou des supports conventionnels. En revanche, Hays (2005) remarque que les SGE peuvent avoir un effet bénéfique sur la motivation et l'intérêt au cours de l'apprentissage. Conformément aux travaux précédents, une nouvelle analyse de Kebritchi, Hirumi et Bai (2010) montre que les bénéfices des SGE en matière d'apprentissage sont mitigés. A travers une analyse de 16 études mesurant l'efficacité pédagogique des jeux éducatifs et des simulations, ils remarquent que seules 9 études permettent de conclure à une amélioration de la qualité des apprentissages comparée à des cours conventionnels. Contrairement aux travaux précédents, cette revue montre également un faible bénéfice des SGE en matière de motivation. En effet, seules 4 études sur 16 concluent que ce média représente un gain en termes d'investissement motivationnel. Les conclusions formulées au sein de ces premières revues de la littérature incitent à être très réservées à l'égard de l'utilisation du SGE comme support d'apprentissage. Néanmoins, d'autres revues comme celle de Vogel et al. (2006) aboutissent à des conclusions nettement plus prometteuses. Au cours d'une méta-analyse regroupant 32 études, ces auteurs observent que les jeux éducatifs et les simulations interactives ont un effet positif sur la qualité des apprentissages comparés à des enseignements plus conventionnels. Ils remarquent également que l'attitude des apprenants est plus positive à l'égard des méthodes d'apprentissages basées sur les jeux éducatifs / simulations que sur les méthodes d'apprentissage plus conventionnelles. En revanche, les auteurs se veulent prudents en soulignant que ces bénéfices peuvent être modérés par les caractéristiques des individus ou la situation d'apprentissage.

Les conclusions formulées au sein de ces différentes revues sont renforcées par quelques études récentes s'intéressant aux bénéfices des SGE. Parmi ces études, il est possible de remarquer celle de Coller et Scott (2009) où des apprenants ont été soumis à deux versions d'un document portant sur le fonctionnement de systèmes mécaniques : un jeu vidéo éducatif ou un cours traditionnel. Les résultats obtenus suggèrent que les jeux vidéo éducatifs permettent d'obtenir des performances significativement plus élevées que les cours traditionnels aux exercices de transfert de concept.

Des résultats similaires ont été obtenus par Kebritchi, Hirumi et Bai (2010). Afin d'étudier les bénéfices des SGE comparés à des cours

traditionnels, ces auteurs réalisent une étude longitudinale sur un jeu éducatif permettant l'apprentissage de notions de mathématique. A l'issue de cette étude, les auteurs constatent que les apprenants soumis à la condition « jeu éducatif » améliorent significativement leurs compétences en mathématiques comparées à ceux de la condition « cours traditionnels ». En outre, les apprenants de la condition « jeu éducatif » témoignent d'un investissement motivationnel significativement plus important comparé à celui observé dans la condition « cours traditionnels ». Liu et *al.* (2011) aboutissent également à des conclusions similaires. Au cours d'une étude portant sur le fonctionnement d'un trafic ferroviaire, ils proposent à des apprenants des tâches de résolution de problème présentées selon deux conditions : une simulation ou un cours traditionnel. Les résultats démontrent que les apprenants soumis à une simulation expérimentent plus volontiers une expérience de *flow* ce qui les amène à s'engager dans des stratégies plus pertinentes pour résoudre les problèmes. A première vue, il serait tentant d'affirmer que les jeux éducatifs et les simulations interactives ont un effet positif sur l'apprentissage et la motivation. Néanmoins, quelques études viennent contredire ces propos comme celle d'Annetta, Minogue, Holmes et Cheng (2009). En effet, ces auteurs démontrent que l'apprentissage d'un contenu sur la génétique à l'aide d'un SGE améliore significativement le niveau d'engagement des apprenants dans la tâche comparé à un cours présentiel. Cependant, ces bénéfices ne se répercutent pas sur la qualité des apprentissages. Ces mêmes résultats s'observent également à travers d'autres études comme celle Gredler (2003) ou Papastergiou (2009).

Dans l'état actuel de la littérature, il est prématuré de conclure à un effet positif des jeux éducatifs et des simulations sur l'apprentissage et la motivation. En effet, les résultats observés au sein des études comparant des SGE à des médias conventionnels sont encore très contradictoires. Pour expliquer ces contradictions, certains auteurs avancent l'idée que plusieurs facteurs peuvent moduler les effets des SGE comme les caractéristiques des individus (Vogel, et al., 2006), la situation d'apprentissage (Ke, 2009; Vogel, et al., 2006), ou encore les thématiques abordées au cours de l'apprentissage (Hays, 2005; Ke, 2009; Ke & Grabowsky, 2007; Randel, et al., 1992). Pour Clark (2001), Hays (2005) ou Mayer et Johnson (2010), les contradictions observées reposent principalement sur les méthodologies utilisées dans les études utilisant la comparaison de média. En effet, il est difficile de s'assurer que les résultats observés en comparant des SGE à d'autres supports de cours plus conventionnels (*e.g.* cours présentiel avec un professeur ou cours en version papier) résultent uniquement de la manipulation du média.

Quoiqu'il en soit, les études s'attachant à comparer les SGE à des médias conventionnels ne permettent pas de comprendre les facteurs réellement à l'origine des bénéfices des SGE. Pour résoudre ce problème, il semble nécessaire de travailler plus spécifiquement sur les facteurs expliquant les bénéfices réels des SGE.

3.2. Une piste de réflexion : comment concevoir des SGE pour améliorer l'apprentissage et la motivation ?

Depuis quelques années, les études menées sur les SGE s'attachent à comprendre des facteurs susceptibles d'expliquer les performances observées chez les apprenants. Notamment, Rieber, Tzeng et Tribble (2004) démontrent que la présence d'explications multimédia entre les phases d'un jeu permet d'améliorer les performances des apprenants en termes d'apprentissage. D'autres auteurs comme Lazonder, Hagemans et De Jong (2010) montrent que la mise à disposition d'informations sur le domaine abordé avant et pendant la simulation favorise un traitement plus pertinent du contenu pédagogique. Toujours au sein des SEG, Belanich, Sibley et Orvis (2004) ont montré que l'utilisation de questions pertinentes par rapport aux objectifs d'apprentissage améliorerait la qualité des acquisitions. Au sein de la littérature sur les SEG, certains facteurs ont fait l'objet d'une attention particulière de la part des chercheurs. Notamment, quelques travaux ont été initiés autour des effets de la personnalisation dans les SEG comme ceux de Moreno et Mayer (2000) puis Moreno & Mayer (2004). En substance, ces derniers démontrent que l'utilisation d'un style conversationnel peut améliorer la rétention et le transfert de connaissances. Les effets de la personnalisation dans les SEG ont également été étudiés à travers l'usage d'agents pédagogiques virtuels. Par exemple, Moreno, Mayer, Spires et Lester (2001) observent que l'ajout d'un agent pédagogique dans un jeu portant sur la botanique améliore significativement les performances des apprenants en matière de transfert de connaissances. Plusieurs études ont également été consacrées aux effets de la *self explanation* dans les SEG c'est à dire, aux effets de l'explicitation de ses réponses. Pour mieux comprendre les bénéfices de ce facteur, Mayer et Moreno (2005) manipulent la présence de consigne d'explicitation des réponses dans un SEG consacré à la botanique. Ces derniers observent que les individus apprennent mieux les informations dans un SEG lorsqu'ils sont incités à expliquer leurs réponses. Des résultats similaires ont été obtenus avec un jeu éducatif sur les circuits électriques dans une étude de Johnson et Mayer (2010). Enfin, il existe plusieurs études consacrées aux effets bénéfiques de la présence de feedback lors de l'apprentissage sous un SEG. La présence de feedback est un des facteurs les plus manipulés dans les études consacrées aux SEG. Parmi ces études, l'une des plus connues est celle de Leutner (1993) qui démontre que la présence des feedback dans un SEG consacré aux principes écologiques améliore la qualité des apprentissages. D'autres études, menées dans le cadre des SGE, montrent que tous les feedbacks ne produisent pas les mêmes bénéfices. Ainsi, une étude de Moreno (2004) portant sur le SGE « *Design a plant* » montre que l'utilisation de feedbacks explicatifs améliore les performances des sujets en matière de transfert de connaissances comparé à celles de feedbacks correctifs. En utilisant le même SGE, Moreno et Mayer

(2005) démontrent que le fait de privilégier des feedbacks explicatifs à des feedbacks correctifs permet d'obtenir des scores plus élevés en matière de transfert, moins de réponses incorrectes et moins d'idées fausses au cours de la résolution de problème. Des bénéfices similaires s'observent également dans une étude de Mayer et Johnson (2010). Après avoir soumis les apprenants à un SGE basé sur la résolution de problèmes avec des circuits électriques, ces auteurs observent qu'une version incorporant des feedbacks explicatifs conduit à de meilleures performances en matière de transfert et à une efficacité plus importante qu'une version comportant des feedback correctifs.

Comme évoqué précédemment, les derniers travaux menés sur les SGE tentent de fournir des données plus précises sur les facteurs expliquant ses effets positifs sur l'apprentissage et la motivation. Grâce à ces travaux, il est possible de dériver des principes pour améliorer l'efficacité pédagogique des SGE. Néanmoins, il convient de reconnaître que ces travaux n'en sont qu'à leurs prémices. En effet, il semble nécessaire de mener de nouvelles études pour posséder une parfaite connaissance des effets des SGE sur l'apprentissage et la motivation.

4. Conclusion

Ces deux dernières décennies, un grand nombre d'études ont été consacrées à l'évaluation des bénéfices des SGE comparé à des médias plus conventionnels. En dépit de conclusions mitigées sur les bénéfices de ce media en termes d'apprentissage, ces recherches montrent un réel intérêt de ce dernier en termes de motivation. Malheureusement, ces études s'accompagnent souvent de nombreux problèmes méthodologiques qui ne permettent pas de comprendre les facteurs à l'origine des bénéfices des SGE.

Pour éviter ces écueils, d'autres chercheurs s'emploient à travailler plus spécifiquement sur les facteurs susceptibles d'expliquer l'efficacité pédagogique des SGE. Si cette nouvelle approche permet de proposer des études plus axées sur l'explication des bénéfices des SGE, les manipulations expérimentales opérées restent encore très inspirées des principes de conception des environnements multimédia non ludiques. Pourtant, les SGE possèdent des caractéristiques très spécifiques que l'on ne retrouve pas dans ces environnements classiques comme le caractère implicite du but d'apprentissage, l'immersion ou encore la présence d'un *Gameplay*. Pour mieux comprendre les bénéfices du jeu éducatif, il paraît indispensable de se baser sur des domaines théoriques plus variés.

Au delà de cette nouvelle orientation théorique, il semble également indispensable de mener des études sur les SGE les plus récents. Au cours de ces dix dernières années, ces jeux ont considérablement évolué sur le plan technique en devenant plus esthétiques, plus maniables, plus immersifs ou encore, plus interactifs. Dans cette perspective, il peut être intéressant de

rechercher parmi ces facteurs d'amélioration ceux qui sont susceptibles de jouer un rôle dans la qualité des apprentissages et la motivation observées avec ce media.

BIBLIOGRAPHIE

- Alvarez, J., & Djaouti, D. (2008). Une taxonomie des Serious Games dédiés au secteur de la santé. *SEE, revue REE, 11*, 91-102.
- Annetta, L. A., Minogue, J., Holmes, S. Y., & Cheng, M. T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers & Education, 53*(1), 74-85.
- Astleitner, H., & Wiesner, C. (2004). An integrated model of multimedia learning and motivation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 13*, 3-21.
- Belanich, J., Sibley, D., & Orvis, K. L. (2004). *Instructional characteristics and motivational features of a PC-based game* Alexandria, VA.: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Clark, R. E. (2001). *Learning from media*. Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Clark, R. E., & Mayer, R. E. (2008). *E-learning and the science of instruction* (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Coller, B. D., & Scott, M. J. (2009). Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering. *Computers & Education, 53*, 900-912.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). The flow experience and its significance for human psychology. In M. Csikszentmihalyi & I. S. Csikszentmihalyi (Eds.), *Optimal Experience: Psychological Studies of Flow in Consciousness* (pp. 15-35). Cambridge, MA: Cambridge Univ. Press.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology, 53*, 109-132.
- Erhel, S., & Jamet, E. (2006). Using pop-up windows to improve multimedia learning. *Journal of Computer Assisted Learning, 22*, pp.137-147.
- Erhel, S., & Jamet, E. (in press). How can positive effects of pop-up windows on Multimedia Learning be explained ? . *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*.
- Fletcher, C. R., & Tobias, S. (2005). The multimedia principle. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 117-134). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fu, F. L., Su, R. C., & Yu, S. C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education, 52*, 101-112.

- Ginns, P. (2006). Integrating information : A meta-analysis of the spatial contiguity and temporal contiguity effects. *Learning and Instruction, 16*, 511-525.
- Gredler, M. E. (2003). Games and simulations and their relationships to learning. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hays, R. T. (2005). *The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion*. Orlando, FL: Naval Air Warfare Center Training Systems Division.
- Huang, W. H. (2011). Evaluating learners' motivational and cognitive processing in an online game-based learning environment. *Computers in Human Behavior, 27*(2), 694-704.
- Jamet, E. (2008). *La compréhension des documents multimédia : de la cognition à la conception*. Marseille: Solal.
- Jamet, E., & Erhel, S. (2006). Les effets de l'intégration spatiale des fenêtres ponctuelles sur la compréhension de documents pédagogiques illustrés. *Psychologie Française, 51*, 73-86.
- Jamet, E., Gavota, M., & Quaireau, C. (2008). Attention guiding in multimedia learning. *Learning and Instruction, 18*(12), 135-145.
- Jamet, E., & Le Bohec, O. (2007). The effect of redundant text on multimedia instruction. *Contemporary Educational Psychology, 32*(4), 588-598.
- Johnson, C. I., & Mayer, R. E. (2010). Applying the self-explanation principle to multimedia learning in a computer-based game-like environment. *Computers in Human Behavior, 26*, 1246-1252.
- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer game as learning tools. In R. E. Ferdig (Ed.), *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* (Vol. 4, pp. 1-32). New York: IGI global.
- Ke, F., & Grabowsky, B. (2007). Game playing for maths learning: Cooperative or not? *British Journal of Educational Technology, 38*(2), 249-259.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). Th effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education, 55*, 427-443.
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Hilldale, NJ: Erlbaum.
- Keller, J. M. (2008). An Integrative Theory of Motivation, Volition, and Performance. *Technology, Instruction, Cognition, and Learning, 6*, 79-104.
- Lazonder, A. W., Hagemans, M. G., & De Jong, T. (2010). Offering and discovering domain information in simulation-based inquiry learning. *Learning and Instruction, 20*, 511-520.

- Leutner, D. (1993). Guided discovery learning with computer-based simulation games: effects of adaptive and non-adaptive instructional support. *Learning and Instruction, 3*, 113-132.
- Lieberman, D. A. (2006). What can we learn from playing interactive games? . In P. Vorderer & J. Bryant (Eds.), *Playing video games: Motives, responses, and consequences* Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Liu, C. C., Cheng, Y. B., & Huang, C. H. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education, 57*, 1907-1918.
- Malone, T. W., & Lepper, M. R. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations of learning. In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Ability, learning, and instruction: Vol. 3. Cognitive and affective process analyses*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mautone, P., & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 93*, 377-389.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31-48). New York : NJ: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Johnson, C. I. (2010). Adding instructional features that promote learning in a game-like environment. *Journal of Educational Computing Research, 42*(3), 241-265.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2005). Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game. *Journal of Educational Psychology, 97*(1), 117-128.
- Moos, D. C., & Marroquin, E. (2010). Multimedia, hypermedia, and hypertext: Motivation considered and reconsidered. *Computers in Human Behavior, 26*(3), 265-276.
- Moreno, R. (2004). Decreasing Cognitive Load for Novice Students: Effects of Explanatory versus Corrective Feedback in Discovery-Based Multimedia. *Instructional Science, 32*(1), 99-113.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000). Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia messages. *Journal of Educational Psychology, 97*, 724-733.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2004). Personalized messages that promote science learning in virtual environments. *Journal of Educational Psychology, 96*, 165-173.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2005). Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game. *Journal of Educational Psychology, 97*, 117-128.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review, 19*, 309-326.
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H., & Lester, J. (2001). The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply

- when they interact with animated pedagogical agents? *Cognition and Instruction*, 19, 177-213.
- Moreno-Ger, P., Burgos, D., Martinez-Ortiz, I., Sierra, J. L., & Fernandez-Manjon, B. (2008). Educational Game Design For Online Education. *Computers In Human Behavior*, 24, 2530-2054.
- Murphy, P. K., & Alexander, P. A. (2000). A motivated exploration of of motivation terminology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 3-53.
- Papastergiou, M. (2009). Exploring the potential of computer and video games for health and physical education: A literature review. *Computers & Education*, 53, 603–622.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw Hill.
- Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzel, C. D., & Whitehill, B. V. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. *Simulation and Gaming*, 23, 261-276.
- Rieber, L., Tzeng, S. C., & Tribble, K. (2004). Discovery learning, representation and explanation within a computer-based simulation: finding the right mix. *Learning and Instruction*, 14, 307-323.
- Rieber, L. P. (2005). Multimedia learning in games, simulations, and microworlds. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 549-568). New York: Cambridge University Press.
- Sawyer, B., & Smith, P. (2008). *Serious Game Taxonomy*. Paper presented at the Serious Game Summit 2008, Game Developer Conference.
- Shernoff, D. J., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B., & Shernoff, E. S. (2003). Student engagement in high school classrooms from the perspective of flow theory. *School Psychology Quarterly*, 18(2), 158-176.
- Tobias, S., & Fletcher, J. D. (2007). What research has to say about designing computer games for learning. *Educational Technology*, 47(5), 20-29.
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer Gaming and Interactive Simulations for Learning: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243.
- Yeung, A. S. (1999). Cognitive Load and learner expertise: Split-attention and redundancy effects in reading comprehension tasks with vocabulary definitions. *The Journal of Experimental Education*, 67, 197-217.