

Jeu vidéo, plaisir et pédagogie

Retour d'expérience sur la conception d'un jeu vidéo pédagogique et observation de son utilisation expérimentale en classe.

Sylvie Gastineau¹, Richard Le Fur¹, Cyrille Baudouin¹,

Morgan Veyret¹, Yann Cogan¹, Gaële Misiak¹, Pierre Chevaillier²

1 : Entreprise [JiVé Création](#), R&D interne.

2 : Laboratoire des sciences et techniques de l'information, de la communication et de la connaissance ([Lab-STICC](#)), axe [IHSEV](#) - CNRS : UMR3192 - Université européenne de Bretagne.

Abstract :

L'ennui et le manque de motivation des élèves dans le milieu scolaire incitent de plus en plus les acteurs de l'éducation à revoir leur copie. Ils sont amenés à repenser la pédagogie, les ressources et les outils utilisés par l'école pour contrer un décrochage perçu par l'institution scolaire comme de plus en plus présent.

L'un des moteurs incontournable de la motivation est la notion de plaisir, notion que l'on retrouve indéniablement dans le jeu en général et le jeu vidéo en particulier.

Cet article s'intéresse au jeu vidéo pédagogique dans le cadre de l'apprentissage des mathématiques. Plus précisément, nous nous intéressons à la façon dont un tel jeu doit selon nous être conçu afin de soutenir la motivation des élèves, notamment via le plaisir de jeu, tout en conservant une efficacité maximale du point de vue de la pédagogie et de l'apprentissage.

A partir du résultat d'expérimentations réalisées en classe à l'aide d'un prototype de jeu pédagogique, nous présentons tout d'abord une approche théorique du lien entre le jeu et l'apprentissage ainsi que le cheminement permettant de faire ce lien. En nous basant sur cette approche théorique, nous présentons ensuite notre approche de la conception d'un jeu vidéo pédagogique intégrant les notions de plaisir et d'apprentissage. Nous proposons un ensemble de questions auxquelles il nous semble essentiel de répondre lors de la conception d'un jeu pouvant être qualifié de pédagogique. Nous apportons des réponses à ces questions dans le cadre de la conception du jeu pédagogique « Les Gardiens de l'Oubli » destiné à l'apprentissage des mathématiques au collège.

Nous présentons enfin les méthodes et leviers nous permettant à partir de ces réponses d'aboutir à la réalisation d'un jeu vidéo pédagogiques répondant à des exigences ludiques fortes tout en permettant un apprentissage efficace et adapté aux joueurs.

Le jeu vidéo apparaît comme un instrument éducatif à étudier attentivement. La pertinence ou non de son utilisation en contexte scolaire doit dépasser les intentions et les discours, pour offrir à la recherche des opportunités d'expérimenter, d'observer, de conceptualiser dans le champ des sciences de l'éducation, avec des jeux conçus autour des théories des sciences cognitives.

Introduction

Le décalage entre un enseignement classique et les pratiques des jeunes générations, l'ennui et le manque de motivation grandissant chez les élèves, incitent un nombre croissant d'acteurs de l'éducation, pédagogues et responsables politiques, à repenser l'école : ses pédagogies, ses ressources et ses outils.

Dans un système scolaire en recherche d'adéquation avec son temps, le jeu vidéo, indéniable objet de plaisir et de loisir chez les adolescents, mériterait une méthodologie d'observation afin d'offrir aux enseignants un outil pour un enseignement renouvelé, plus plaisant et attractif.

Cet article présente une étude réalisée dans le cadre de la conception d'un jeu vidéo pédagogique (*serious game*), «Les Gardiens de l'Oubli». Ce dispositif met en œuvre les technologies et les ressorts du plaisir du jeu vidéo dans le but de faire acquérir des connaissances et des compétences scolaires en mathématiques.

Nous rejoignons Julian Alvarez et Olivier Rampnoux sur leur définition du *serious game* : un logiciel qui combine une intention sérieuse [...] avec des ressorts ludiques. Rendre attrayante la dimension sérieuse par une forme, une interaction, des règles et des objectifs [Alvarez et al. 2010].

Dans cet article, nous ne nous intéressons qu'au *serious game* dédié à l'apprentissage, et plus particulièrement au jeu dédié à la formation initiale. Nous parlerons alors de jeu vidéo pédagogique.

Le noyau de base de notre jeu vidéo pédagogique «Les gardiens de l'oubli» consiste en des activités mathématiques formatives partant de mises en situations concrètes qui permettent un passage accompagné vers l'abstraction.

Afin de répondre aux réalités du terrain, nous avons choisi de mettre en place une action de recherche tout au long de la conception et du développement du jeu. Le développement de plusieurs prototypes spécifiques a permis d'expérimenter en situation (en classe, et pendant des événements de présentation).

Nous présentons ici partiellement les résultats d'observation de la première expérimentation, qui a eu lieu en juin 2011. Nous nous focalisons pour cet article sur les retours et les indicateurs qui sont liés à la motivation et au plaisir.

Nous relevons ainsi les variables et indicateurs qui nous permettent de poser des hypothèses et de rechercher des références théoriques. Ces recherches donnent au concepteur du jeu (*game designer*) et au pédagogue des éléments concrets pour concevoir et améliorer le jeu pédagogique.

1. Études préliminaires et expérimentations en situation

1.1 Le prototype de recherche : « l'escalier dans la tour »

Le premier prototype de recherche, réalisé pour les expérimentations de juin 2011, comprenait trois activités mathématiques mises en scène en une histoire simple, au sein desquelles des apprentis charpentiers sollicitent l'élève pour trouver les mesures qui leur échappent dans leurs travaux :

- installation d'un escalier (théorème de Pythagore)
- fixation d'étagères sous l'escalier (théorème de la droite des milieux)
- installation d'un fond à l'étagère (soustraction des aires de deux triangles).

Le joueur contrôle un avatar non personnalisé, avec lequel il explore le décor (vue à la troisième personne) et engage la conversation avec les personnages (non-joueurs) du jeu.

Énoncés, explications et évaluations sont intégrés dans les dialogues. Le joueur entre des valeurs numériques au clavier lorsque cela est nécessaire.

Des "aides" sont proposées au joueur via d'un outil virtuel : la « Tablette des Apprentis» (cf. figure 2).

Elle permet de :

- «capturer» le sous-ensemble du monde pertinent pour étudier et résoudre le problème,
- visualiser en 3D les données mathématiques de chaque activité,
- afficher des parchemins décrivant les théorèmes,
- utiliser une calculatrice.



Figure 1 : le joueur et le sage

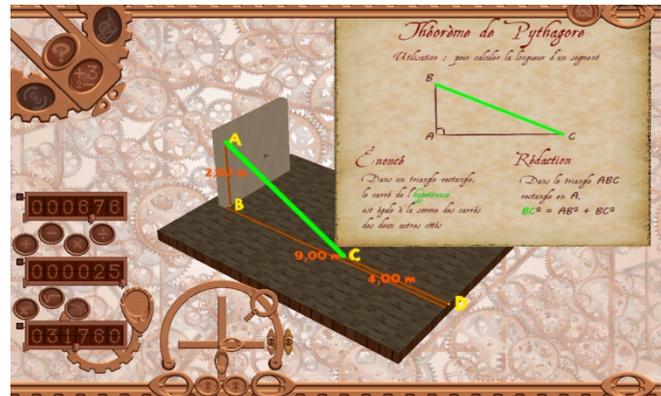


Figure 2 : la Tablette des Apprentis

1.2. Expérimentations en classe de quatrième

Le déroulement des expérimentations

Elles ont été menées dans deux collèges du Finistère en juin 2011, sur des séances de deux heures. Une première dans un collège urbain, avec une classe entière et un TBI, une seconde dans un collège en zone rurale en salle multimédia avec deux élèves par postes.

Ces expérimentations ont été filmées. Les résultats sont issus des observations conduites pendant les séances et du visionnage des vidéos.

Méthodologie de recherche

Privilégiant une approche qualitative, nous avons multiplié les outils d'enquêtes afin de constituer un corpus de données empiriques statistiques, d'opinions, et d'observations en situation d'expérimentation. Via un questionnaire écrit en ligne, à la fin des deux premières séances, nous avons recueilli des données statistiques sur les équipements, les connexions et les pratiques de jeux, mais également, au moyen de questions ouvertes, des évaluations sur le jeu et les représentations des mathématiques.

Une semaine après la première séance, quatre entretiens individuels ont été réalisés avec des élèves choisis par l'enseignant sur des critères de niveau et de genre. L'objectif était de les écouter parler librement de leurs expériences d'apprentissage, de leur perception par rapport aux mathématiques, à leurs compétences, de recueillir leurs paroles d'élèves sur l'utilisation du jeu vidéo comme outil d'apprentissage dans la classe et sur les devoirs à la maison.

En s'appuyant sur les travaux de R. Viau [Viau 2009], nous avons recherché et analysé les indicateurs motivationnels. Nous avons ensuite visionné la vidéo de la séance en classe pour repérer des éléments comportementaux (déplacement, attitude, concentration, interaction avec les pairs) de chacun des élèves interviewés de façon individuelle.

Bilan des enquêtes, des entretiens et des vidéos

Synthèse des remarques des élèves sur le jeu

L'ensemble des élèves a apprécié le fait de jouer au jeu vidéo dans un cours de mathématiques, il n'y a pas eu de résistance mais beaucoup d'enthousiasme. Cela s'explique certainement par la popularité du support. Les élèves étaient tous équipés en consoles de jeux, ordinateurs et connexion internet à la maison. Le phénomène

de « nouveauté » par rapport à l'enseignement traditionnel, a également été un facteur positif.

Les évaluations sur la conception du jeu sont dans l'ensemble plutôt positives : les élèves ont surtout aimé les décors et les personnages qui selon eux étaient plutôt réalistes, dans leur apparences et leurs attitudes. Les critiques se sont surtout portées sur les points suivants.

1. Les déplacements du personnage au clavier : trop brusques, les joueurs auraient préféré la souris.
2. La tablette des apprentis : utilisation pas assez intuitive (beaucoup de touches au clavier).
3. Le rythme de jeu : trop de texte à lire, pas assez d'action.
4. La calculatrice : pas utilisable.
5. La musique : jugée ennuyeuse et répétitive. Plusieurs élèves ont coupé le son ou écouté leur propre musique.

Remarques des enseignants

Nous avons choisi de retenir, dans les entretiens avec les enseignants, deux types d'indicateurs sur leurs représentations et perceptions lors du déroulement des expérimentations :

- Indicateurs pédagogiques et didactiques : sur leur rôle en tant que pédagogue et sur la discipline qu'ils enseignent ;
- Indicateurs sur les perceptions de la motivation des élèves.

A partir de ces éléments, nous avons retenu deux hypothèses principales :

Hypothèses 1 - L'utilisation du jeu vidéo pour l'apprentissage, un levier pour la motivation des élèves et des enseignants

L'efficacité du jeu sur la motivation est plutôt positive, les interactions entre pairs et l'attitude active et participante des élèves ont donné, pour une première expérimentation, des résultats encourageants au moins en terme d'acceptabilité. Mais nous n'avons pas eu le temps d'évaluer les apprentissages des élèves.

Les enseignants, ont été déstabilisés au départ par ce changement de relations avec les élèves. Ils ont soulevé les problèmes techniques, de gestion de la discipline et des effectifs dans la classe. Une enseignante de français a participé activement et s'est prise « au jeu ». A la fin du cours, elle nous a proposé de participer au développement d'un jeu en français. L'utilisation du jeu vidéo, dans une séance bien préparée, peut libérer le professeur pour qu'il puisse se consacrer entièrement à l'enseignement et aux difficultés individuelles de ses élèves, dans une démarche de pédagogie différenciée pour étayer leurs apprentissages.

Hypothèse 2 - La stabilité des pratiques pédagogiques et des méthodes d'évaluation, les représentations, et l'ingénierie pédagogique semblent les principaux freins à l'utilisation du jeu vidéo en classe

Un des enseignants nous a dit que l'évocation même du jeu auprès de certains de ses collègues était impossible à envisager : « *Je peux pas en parler autour de moi. Mes collègues n'ont pas vraiment compris ce qu'on faisait, mais ils savent bien que j'aime ce genre de truc. Chez les profs de maths, y'a les complètement réfractaires, y'a vraiment un clivage entre les utilisateurs des TICE et les non-utilisateurs. Ce n'est pas une question d'âge, je connais des jeunes profs qui veulent pas.* ». Et même si des sites institutionnels ou personnels sur internet se multiplient, l'absence d'une communauté de pratiques « de proximité » semble être un frein à l'utilisation du jeu vidéo.

La préparation des scénarios pédagogiques et la définition d'objectifs didactiques claires sont indispensables à une utilisation pertinente et efficace des technologies numériques ce qui implique que les enseignants soient eux-mêmes formés à l'ingénierie pédagogique. Les modes d'évaluation sont également à réinterroger : les notes sont encore trop présentes dans un modèle qui s'appuie sur la sanction.

2. Jeu, jeu vidéo et apprentissage : approche théorique

2.1 Théories du « jeu » et « jeu vidéo » : un rapprochement complexe

Pour Caillois, écrivain et sociologue, le jeu est « *une occupation isolée du reste de l'existence, et accomplie en général dans des limites précises de temps et de lieu* » [Caillois 1958]. Trois aspects de ses recherches, ont retenu notre attention concernant le jeu vidéo : ce sont les notions de travestissement, de vertige et de la capacité des jeux à développer des aptitudes. L'avatar permet de répondre au goût du travestissement et la jouabilité du jeu vidéo donne « le vertige » dans le sens où leur intensité provoque parfois un trouble léger, et nécessite « un exercice de volonté contre la peur » or les jeunes adolescents sont friands de sensations fortes. Un autre aspect très intéressant est le fait que certains jeux vidéo permettent à l'enfant de développer des aptitudes particulières comme des réflexes : « *L'enfant acquiert grâce au jeu une capacité plus étendue de surmonter les obstacles ou de faire face aux difficultés. [...] D'une façon générale, le jeu apparaît comme éducation, sans fin déterminée d'avance, du corps, du caractère ou de l'intelligence. De ce point de vue, plus le jeu est éloigné de la réalité, et plus sa valeur éducative est grande. Car il n'apprend pas des recettes : il développe des aptitudes* ».

2.2 Plaisir et apprentissage : du désir à la motivation

Éveiller le désir d'apprendre

Le jeu vidéo peut-il être un outil qui éveille le désir, puis donne les moyens d'expérimenter sur des connaissances théoriques pour amener l'enfant vers le "plaisir d'apprendre" ? Rousseau, dans *l'Emile* [Rousseau 1762], déclare ainsi : « *On se fait une grande affaire de chercher les meilleures méthodes d'apprendre [...] Un moyen plus sûr que tout cela, et celui qu'on oublie toujours, est le désir d'apprendre.* »

Donner à l'élève les ressources pour y parvenir

Faut-il dans ce cas attendre que le désir d'apprendre naisse seul, où bien doit-on contribuer à son émergence ? En parlant du rôle de l'éducateur par rapport à l'émergence chez l'enfant du désir d'apprendre, Rousseau affirme : « *C'est à vous de le mettre à sa portée, de faire naître adroitement ce désir.* »

Ainsi qu'un environnement culturel et social fécond

Mais ce désir n'est pas de l'ordre de l'immédiateté naturelle mais plutôt de l'ordre de la culture. C'est dans le contexte socio-culturel de l'enfant que s'ancre et naît ce désir d'apprendre. C'est ce que des recherches menées dans le domaine de la sociologie de l'éducation ont clairement montré [Bourdieu et Passeron, 1970]. Une condition primordiale de l'apprentissage tient dans son processus de socialisation et dans les interactions de l'enfant avec ses pairs : « *[...] transmission d'information des sujets les plus rapides aux sujets qui, s'ils étaient isolés, apprendraient lentement* » [Reuchlin 1977].

Mettre à sa disposition des connaissances et des méthodes pour construire son propre savoir

Après avoir éveillé le désir d'apprendre en proposant un espace culturel riche, pour que l'enfant mette son désir en action, il faut qu'il vive par l'expérience, qu'il s'ouvre à l'altérité du monde. Mais il faut tout de suite faire remarquer que ce sur quoi Rousseau insiste le plus c'est la qualité de ces expériences, leurs aptitudes à développer, à former l'esprit du sujet : « *Il ne s'agit point de lui enseigner les sciences, mais de lui donner du goût pour les aimer et des méthodes pour les apprendre [...] Il s'agit moins de lui apprendre une vérité que de lui montrer comment il faut s'y prendre pour découvrir toujours la vérité.* » L'éducation doit amener l'enfant à se libérer et à penser par lui-même. Toutefois on ne peut pas appuyer l'éducation sur la seule expérimentation empirique, il faut lui donner des connaissances sur lesquelles construire son savoir : « *L'observation scientifique est toujours une observation polémique; elle confirme ou infirme une thèse antérieure, un schéma préalable, un plan d'observation: elle montre en démontrant; elle hiérarchise les apparences; elle reconstruit le réel après avoir reconstruit ses schémas [...]* » [Bachelard 1984].

Pour améliorer la motivation

Un indicateur observable du plaisir en apprentissage se trouve dans la motivation : « *condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire* » [Viau 2004]. Et Sauvé nous dit que le jeu favorise

l'apprentissage grâce à l'engagement personnel et aux émotions qu'il induit : « *la motivation crée « des conditions favorables à l'apprentissage en ayant un impact positif sur les apprentissages cognitif, affectif et psychomoteur (...), le jeu motive l'apprenant, structure et consolide les connaissances, favorise la résolution de problèmes et influence le changement des comportements et des attitudes des jeunes* » [Sauvé et al. 2007].

Dans son dernier ouvrage, Viau, qui a consacré ses recherches à la motivation en contexte scolaire, commence par : « *ils (les enseignants) sont plutôt confrontés à un nombre croissant d'élèves qui sont peu motivés à accomplir les activités pédagogiques qui leur sont proposées* », et précise ensuite que si il reste des élèves motivés, les phénomènes de démotivation prennent des proportions inquiétantes. Selon lui, pour motiver, il faut mettre l'accent sur des activités dans lesquelles les élèves sont les principaux acteurs, tenir compte de leurs intérêts, être les plus authentiques possibles par rapport à leurs projets. D'après cet auteur, il s'agit de :

- proposer aux élèves de relever des défis et des énigmes à résoudre, et, leur donner la possibilité de faire des choix. Ces activités sont souvent présentes dans le jeu vidéo,
- développer les modes d'évaluation, notamment l'évaluation formative, dont nous avons parlé brièvement. L'évaluation classique est importante mais il faut qu'elle soit centrée sur le processus d'apprentissage plus que sur le résultat final (notes, examens, passage en classe supérieure),
- instaurer un climat qui favorise la collaboration et une ambiance sereine entre pairs, mais également entre le professeur et ses élèves
- donner le droit à l'erreur : le fait pour un élève de considérer ses erreurs comme pénalisantes l'empêche d'explorer et de tenter, il ne prend pas de risque ; les erreurs font partie du processus d'apprentissage,

Si certaines conditions doivent être réunies pour favoriser la motivation en classe, d'autres théories sont intéressantes pour éclairer notre question sur la motivation des élèves avec le jeu vidéo. Nous en retiendrons quelques-unes examinées ci-dessous.

Le «flow» (flux)

Nombre de parents ont vécu ces moments durant lesquels leur enfant « scotché » devant son jeu vidéo, semble ne plus être là, ne répond plus à leurs appels, où pire encore semble totalement, physiquement, hypnotisé par l'écran. En fait ils vivent une expérience de « *flow* » [Csikszentmihalyi 1990]. C'est en 2005, que Csikszentmihalyi a mené un programme de recherche sur le flux, expérience optimale des individus fortement engagés dans une activité pour elle-même. Le flux ne peut exister que dans un équilibre entre les exigences de la tâche à réaliser et les capacités de l'individu, entre excitation maximale et contrôle. C'est pourquoi dans la conception des jeux vidéo il faut proposer des activités suffisamment difficiles pour présenter un défi excitant mais réalisable pour ne pas décourager le joueur. Cette théorie est au centre des préoccupations des concepteurs de jeux vidéo pour capter l'attention des joueurs et les inciter à rester dans le jeu. Cependant, dans un cadre d'apprentissage, il faut rester mesuré sur cette théorie du flux qui n'est peut-être pas aussi évidente que dans un contexte de divertissement.

Le sentiment d'efficacité personnelle

Selon [Bandura 2007], pour maintenir la motivation de l'élève, il faut combiner des objectifs à long terme, pour donner une orientation à son projet, et des sous-objectifs réguliers et accessibles aux capacités de l'élève pour l'aider à maintenir ses efforts et construire progressivement ses apprentissages : « *Ces objectifs à court terme fournissent des récompenses immédiates, guident l'élève pour qu'il puisse mener à bien les activités en cours et augmentent son sentiment d'efficacité personnelle en lui indiquant ses progrès.* » Bandura privilégie l'interaction, et pense qu'il vaut mieux éviter de présenter les tâches à réaliser sous forme de tests de contrôle qui créent un contexte de compétition et de mise en concurrence interpersonnelles au risque de stigmatiser encore davantage des élèves en difficulté ou en rupture scolaire: « *Il s'agit d'amener les apprenants à se focaliser sur les progrès accomplis et sur la façon d'accroître leur maîtrise plutôt que sur l'évaluation de leur rang par rapport aux autres.* » [Lecomte 2005].

L'engagement

Le niveau de participation est une des manifestations de l'engagement : dans les devoirs, les comportements, l'enthousiasme, l'intérêt, l'auto-satisfaction, la curiosité et le désir d'en savoir plus, les élèves répondent positivement aux attentes de l'école. Selon R.-V. Joule, ces derniers s'ils sont amenés à s'engager librement dans leur démarche d'apprentissage ont des résultats particulièrement significatifs. Dans les années quarante, de nombreux travaux scientifiques ont été consacrés à la notion d'*engagement* et montre « *que l'on peut influencer autrui pour le meilleur ou pour le pire en recourant à des techniques de soumission librement consentie* » [Joule et al. 2002].

Au-delà de l'approche psychologique de la motivation

Elle est bien utile, la motivation, pour justifier les échecs ou les réussites. Nous avons examiné quelques-uns de ces concepts dans une approche psychologique, mais ils ne suffisent pas à expliquer ce phénomène prévalant en sciences de l'éducation. La motivation n'est pas toujours seule à l'origine de nos performances. Nous apprenons beaucoup via nos expériences sans qu'il y ait pour autant de motivation extrinsèque ou intrinsèque. Et inversement une forte motivation, même intrinsèque, ne suffit pas forcément à atteindre le succès dans nos apprentissages. De plus cela est très subjectif, et l'on peut se montrer motivé sans en avoir l'air. *A contrario*, certains élèves peuvent donner l'impression de l'être alors qu'ils s'ennuient profondément ou qu'ils simulent l'intérêt pour répondre à nos attentes et avoir la paix, surtout les jeunes adolescents. Les pédagogues doivent tenir compte des processus motivationnels, mais surtout comme indicateurs des changements et enjeux sociaux à l'oeuvre : « *ce changement de cadre de référence semble permettre d'envisager d'autres perspectives pour la lutte contre la désaffection des jeunes pour l'école* » [Clerc 2005], mieux comprendre la désaffection des jeunes pour la culture scolaire, leurs résistances aux savoirs que les adultes leur proposent. Cette rupture entre dynamique sociale et situations scolaires accentue les conflits inter-générationnels et l'incompréhension entre les enseignants et leurs élèves. Il faut également tenir compte des représentations que se construisent les jeunes du système scolaire et de sa culture - normes, buts, comportements attendus -, qui de plus évolue tout au long de la scolarité de l'enfant.

2.3. La recherche anglo-saxonne sur l'apprentissage avec les jeux vidéo

De nombreuses recherches sont menées aux Etats-Unis, berceau des *serious games*. Depuis [Papert 1981], et jusqu'à plus récemment [Devlin 2011], on trouve des dizaines d'articles, livres et thèses de chercheurs qui se sont penchés sur les potentiels éducatifs de l'informatique et des jeux vidéo, en premier lieu dans la perspective de proposer aux systèmes éducatifs de nouveaux outils plus proches de l'environnement numérique et des centres d'intérêt des jeunes générations d'une part et pour favoriser la motivation et l'adhésion aux contenus scolaires d'autre part. Certains ont orienté leurs travaux sur leurs qualités intrinsèques et leur environnement immersif [Shaffer 2006], d'autres dans le champ didactique comme Devlin pour les mathématiques ou dans un objectif pédagogique comme Salen [Salen 2008].

Dans l'ouvrage : « *What Video Games Have to Teach us about Learning and Literacy* » [Gee 2007], la théorie de l'auteur est que la conception des jeux vidéo doit s'appuyer sur les connaissances académiques des domaines de la psychologie cognitive et de la didactique afin d'offrir des scénarios pédagogiques efficaces. Son premier postulat est que les formateurs, enseignants, concepteurs de ressources pédagogiques doivent avoir une approche professionnelle et scientifique de l'enseignement. Son second postulat est que les jeunes générations, en interaction avec les jeux vidéo ou dans n'importe quelle activité culturelle en dehors de l'école, apprennent. L'apprentissage n'est pas réservé aux seuls établissements scolaires. Avec des jeux éducatifs de qualité on peut augmenter et renforcer le plaisir dans l'apprentissage dans et hors l'école. Il défend l'idée de l'utilisation de toutes formes de jeux électroniques en étant attentif à ne pas assimiler les cultures des jeunes pour servir uniquement à nos propres objectifs. Nous devons les considérer comme des partenaires actifs dans la conception de jeux pour l'apprentissage. Ce sont les interactions avec le contexte social et culturel du jeu qui comptent et non pas le jeu lui-même.

Un instrument idéal pour l'apprentissage de la pensée mathématique

Un autre ouvrage a retenu notre attention puisqu'il a été rédigé par un mathématicien, enseignant-chercheur à l'université de Stanford, « *Mathematics Education for a New Era. Video games as a Medium for Learning* » [Devlin 2011] dans lequel son auteur affirme que le jeu vidéo est un instrument idéal pour apprendre les

mathématiques, bien plus efficace que des pédagogies transmissives traditionnelles. En tant que support dynamique, les jeux vidéo sont bien plus adaptés aux élèves du collège que les supports traditionnels, comme le manuel scolaire. Voici une liste non exhaustive des qualités du jeu vidéo pour l'éducation selon Devlin :

- mettre en situations virtuelles des expériences de la vie réelle,
- favoriser le processus essai/erreur,
- proposer plusieurs approches d'un problème,
- Mettre en œuvre une évaluation moins subjective, moins stigmatisante et plus ludique,
- donner la possibilité (aux élèves ? aux enseignants ?) d'explorer de nouvelles méthodes et de découvrir celle qui convient le mieux, en respectant le rythme de chacun,
- permettre à la tâche entreprise d'être réalisable, et constituer un défi atteignable pour maintenir la motivation.

Enfin, il précise que les jeux vidéo ne sont pas appelés à remplacer l'enseignant. Ils complètent les ressources existantes comme le livre.

Les expérimentations, les recherches et les théories, que nous avons très rapidement présentées permettent de penser qu'au coeur du loisir numérique des nouvelles générations, une piste émerge pour l'éducation : le jeu vidéo, qui autorise une richesse de création qui reste à révéler. Pour l'instant les expériences menées avec les jeux vidéo demeurent liés à des pédagogues d'exception, des contextes ou des moyens particuliers. Peut-on alors généraliser, massifier, de tels enseignements où le plaisir demeure le principal moteur, du début à la fin de chaque séquence pédagogique ?

3. Conception et mise en oeuvre d'un jeu vidéo pédagogique

3.1 Concilier effort et plaisir pour un apprentissage efficace

L'effort dans l'enseignement peut être suscité par la volonté, la contrainte, la peur de l'échec ou de la sanction, l'ambition et la compétition. Ces ressorts de motivation donnent parfois des résultats, mais leurs inconvénients patents (stress, fort taux d'échec et de rejet, blocages) nuisent à l'épanouissement de la personne, et à l'acquisition de compétences non académiques.

Ils sont de moins en moins efficaces du fait de l'évolution des populations d'élèves baignés dans la société du loisir numérique, moins adaptés aux fonctionnements d'une école de la contrainte. L'effort sans plaisir y provoque le décrochage.

L'effort d'apprentissage peut être provoqué par plaisir de la découverte, de la coopération, de la compréhension, de la réalisation d'objectifs... Plaisirs du cadre d'enseignement et de ce qui y est associé.

L'entretien de l'effort sur une durée moyenne à longue doit être nourri par un attrait et un intérêt réel. Il s'agit alors d'encourager un rapport favorable avec le contenu sérieux grâce au game design : la conception intelligente et sensible d'une expérience de jeu.

Les logiciels ludo-éducatifs désignent généralement des outils pédagogiques, sur lesquels on dépose un vernis ludique, plus ou moins épais. Le danger est alors d'obtenir un «brocoli enrobé de chocolat» [Habgood, 2007]. L'utilisateur considérera rapidement ce vernis comme insuffisant ou inutile et dans le pire des cas se sentira trompé.

Si la part de jeu est suffisante, l'objet pédagogique, réellement ludique, mériterait son appellation de serious game tel que défini en introduction.

L'écueil à éviter porte alors sur la pertinence du jeu, le côté ludique pouvant se révéler perturbant ou polluant dans l'acte d'apprentissage. Il est primordial que dans ce vrai jeu le contenu ludique soit cohérent et équilibré avec le contenu pédagogique.

3.2 Concevoir un enseignement sans rompre la chaîne du plaisir motivant en adaptant la forme au contenu et au public

Nous proposons de développer l'expérience de jeu à partir des objets pédagogiques. Pour ce faire, il nous semble nécessaire de répondre aux trois groupes de questions suivants :

1. Qu'est-ce que je souhaite transmettre et faire expérimenter ?

2. A qui je m'adresse ? Qui est ce public, quelles sont ses sensibilités ?
3. Quelles sont sa réalité et ses aspirations ? Comment mon public définit-il son environnement, et comment s'y définit-il lui-même ?

Ces trois points respectés, le jeu peut atténuer la pression induite par le cadre scolaire, en exploitant la nature de l'enfant comme une énergie pour progresser, tout en gardant un lien légitime avec le contenu. Dans le jeu, l'enfant a le droit au plaisir et se l'autorise. Cela permet de « *déformaliser l'apprentissage scolaire* » [Brougère 2007] : des éléments informels permettent de relancer l'intérêt et la motivation des élèves dans un cadre formel.

Premier point, ce que l'on souhaite faire vivre au joueur :

Qu'est-ce que je souhaite transmettre et faire expérimenter ? Quelles notions, quelles intelligences ?

Nous préférons ne pas considérer le savoir à transmettre comme un capital de connaissances, qui serait transféré ou copié directement d'esprit à esprit, en faisant abstraction de la communication nécessaire. L'objectif est de créer des situations d'apprentissage qui mènent à développer l'expérience d'un individu unique. Au-delà des connaissances, il s'agit aussi de savoir-faire, de valeurs, de repères culturels ou même de comportements et d'expériences émotionnelles.

Le programme officiel de la discipline est donc développé et augmenté de façon détaillée par le pédagogue, et son contenu organisé en séquences pédagogiques avec une granularité adaptée.

Sont également visés l'accès progressif à la pensée mathématique, et la reconnaissance de leur utilité. La mise en contexte concret des activités révèle leur légitimité au quotidien, en ajoutant des repères intuitifs qui soutiennent la compréhension avant le passage à l'abstraction. Ils permettent l'activation d'intelligences croisées (spatiale, dynamique, analytique, etc.) pour une assimilation plurielle et plurisensorielle. Grâce à l'immersion multimédia, il est possible de proposer des contenus adaptés aux divers styles d'apprentissage : auditifs, visuels et kinesthésique.

Il s'agit aussi de nourrir les qualités-leviers favorables à l'apprentissage, qui dépassent l'équation "travail = souffrance" en servant un effort d'assimilation volontaire, efficace et durable : curiosité, plaisir d'exécution de ses facultés, respect, entraide, persévérance... Des attitudes à récompenser dans le jeu.

Répétition, progression pas à pas et dynamiques essai-erreurs sont encouragées : par le jeu, la déclinaison des situations formatives en entraînements simples apporte des variations dont les nouveautés délassent. Elles optimisent l'exhaustivité de l'intelligence, renforcent l'assimilation par pluralité des expériences, et préviennent d'éventuels découragements.

Des études montrent que l'émotion favorise la mémorisation [Talarico et al. 2009]. Des rapports affectifs entre personnes ou personnages pourraient nourrir l'attrait, l'investissement et la persévérance. Nous visons à susciter de telles émotions, ainsi que par les outils, les situations et les notions.

Les jeunes joueurs intègrent dans le jeu vidéo, espace de découverte par essence, un mode de pensée et de fonctionnement qui favorise la tentative et les erreurs sans crainte de l'échec. Source de défi dans le domaine sportif, [Astolfi 1997], elle devient dans le domaine scolaire une source d'angoisse.

Il nous semble alors nécessaire de rendre à l'erreur son potentiel formatif en lui retirant son effet stigmatisant. Dans le jeu, bien que toute action ait une conséquence observable, l'erreur ne déclenche pas de sanction.

Nous usons de tout cela afin de susciter l'immersion et l'intérêt du joueur-élève. Pour en obtenir positivement explorations, répétitions, expérimentations. Ainsi, le voir évoluer, intégrer des connaissances, développer ses facultés et son usage des outils cognitifs, pour enfin arriver à la capacité d'abstraction, et à la pensée mathématique.

Deuxième point, le public :

À qui je m'adresse ? Quel est ce public, quelles sont ses sensibilités ?

Le rôle de l'enseignant ne doit pas être considéré uniquement sous l'angle de la transmission d'un savoir « universel et incontestable », mais plutôt par l'accompagnement, la transmission dans le respect des profils cognitifs des individus.

L'expérience propre de chaque individu constitue son intelligence singulière, celle-là même avec laquelle il appréhende et comprend l'environnement ou la discipline, il faut en tenir compte pour lui offrir les situations d'apprentissages qui lui correspondent spécifiquement, en optimisant tout ce qui permet l'assimilation : la compréhension de l'erreur, l'intérêt, l'attrait, le goût de l'effort...

Dans le jeu peut être mis en place une pédagogie différenciée, en permettant à chaque élève d'accéder aux contenus dont il a besoin, avec le bon guidage pédagogique et la forme appropriée : *“Il s'agit de placer très souvent les élèves dans des situations-problèmes, assez mobilisatrices pour qu'ils relèvent le défi et assez complexes pour qu'ils ne puissent se limiter au simple réinvestissement de ce qu'ils savent déjà. [...] Cela exige une organisation du temps et des activités très proches des méthodes actives et des démarches de projet, un renoncement à proposer toujours "plus du même" aux plus lents, une rupture avec l'idée que la différenciation est soit une micro-orientation optimale, soit une remédiation dans l'après-coup.”* [Perrenoud 2010].

Notre jeu pédagogique est destiné à des élèves de 4ème de collège, habitués aux ressources multimédias interactives : images, vidéos, son et sensibles aux styles et à l'esthétique. Ils sont capables de coordonner plusieurs actions à la fois, mais semblent, pour certains, ressentir plus de difficultés avec des activités plus introspectives telles que la lecture longue, quelle que soit le support ou son objet. Nous avons par exemple constaté empiriquement dans nos premières versions que présenter un texte de plus de quelques lignes à l'écran au cours du jeu posait déjà problème. Certains élèves présentant des troubles d'apprentissage (dyslexie) nous ont explicitement signalé qu'ils avaient du mal à lire et à comprendre les portions de textes les plus longs. Par ailleurs de nombreux élèves ont eu comme premier réflexe de « passer » rapidement le texte pour atteindre directement une phase d'action.

Avec une moyenne d'âge entre 12 et 14 ans, ces jeunes, dans un processus de changement dû à l'adolescence, sont en quête d'autonomie, pour certains en crise normative, d'individuation « douloureuse » pour d'autres, [1962], ou simplement de changements physiques, émotionnelles, relationnelles et au niveau de la pensée : *« Ce point de vue permet de caractériser l'adolescence par l'élaboration d'une nouvelle forme de pensée, la pensée opératoire formelle. Il s'agit, en résumé, d'une pensée abstraite, hypothético-déductive, combinatoire et propositionnelle, capable d'accéder au monde des possibles et de subordonner le réel à ce monde, de maîtriser la double réversibilité et de procéder par la dissociation de facteurs susceptibles de prendre part dans un phénomène bien précis. »* [Taborda-Simões, 2005].

Cette recherche d'identité, d'autonomie, requiert des activités où l'expérience et l'action prédominent, où les opportunités d'interactions avec ses pairs sont recherchées. Or, dans l'organisation scolaire au collège, les programmes, la massification de l'éducation, les effectifs sont autant de freins à des activités de découverte, d'expérimentation, de créativité et de coopération.

Troisième point, les réalités propres à ce public :

Comment mon public définit-il son environnement et lui-même ? Quelles sont ses aspirations ?

Les contraintes du système éducatif évoquées ci-dessus ne permettent pas à l'enseignant de proposer des activités qui concilient effort, plaisir et apprentissage. S'il est nécessaire de faire des efforts, la douleur, elle, n'est pas souhaitable si on veut favoriser l'adhésion des jeunes. La logique progrès = travail = souffrance, qui semble trop souvent prédominantes dans les pratiques pédagogiques de notre culture, devrait, pour mieux correspondre aux aspirations des élèves devenir : progrès = expérience = plaisir.

D'après les entretiens auprès des publics test, les élèves attendraient de ce jeu une expérience plaisante d'accroissement des performances mathématiques. Les expérimentations ont clairement montré une amélioration de la perception de la discipline « mathématique » et de leur propre compétence dans cette matière. Certains d'entre eux étaient même enthousiastes à l'idée « d'apprendre en jouant ».

De plus, nous supposons qu'à travers des enjeux de séduction, de popularité, de performance, mais aussi de violence, de modes, de richesse, etc., l'enfant cherche à consolider, dans son environnement, une identité avantageuse et cohérente.

Par exemple, comme il fut révélé lors de nos expérimentations au collège, nous avons tenu compte des possibilités d'affirmation de genre pouvant être revendiquées par filles et garçons, sans forcer la différenciation ni la stigmatisation.

3.3 Conception du jeu pédagogique : méthodes et leviers

Comment mettre en place une structure de production de contenu qui combine objectifs pédagogiques, création ludique, et réalisation technique ?

L'objectif est d'obtenir le meilleur rapport entre qualité ludique et efficacité pédagogique du contenu développé.

Le module pédagogique de base : l'activité

Le pédagogue rédige un scénario de base. Il utilise sa connaissance des élèves et des erreurs typiques pour prévoir une trame menant à la résolution et les embranchements nécessaires aux éventuelles remédiations (pédagogie individualisée).

La trame ludique est alors rigoureusement tissée dessus, via un contexte concret, en cohésion avec l'expérience d'ensemble.

Pour rentabiliser toute action de jeu en termes de progression, la mise en forme ludique oriente l'attention du joueur en soutenant la pédagogie. Les ressources du multimédia permettant par exemple l'affichage d'indications mathématiques en fonction des besoins. Inversement, l'application rythmée et limpide de la pédagogie en fait une composante du plaisir de jeu à part entière.

Respecter les programmes officiels, et proposer une évaluation formative

Le découpage du programme officiel a été organisé sous une forme lisible par l'homme et exploitable par un logiciel. Pour plus de précision et de souplesse dans la définition des activités et des évaluations, nous déclinons chaque capacité en compétences, tout en respectant le cadre de référence de l'éducation nationale (cf. figure 3).

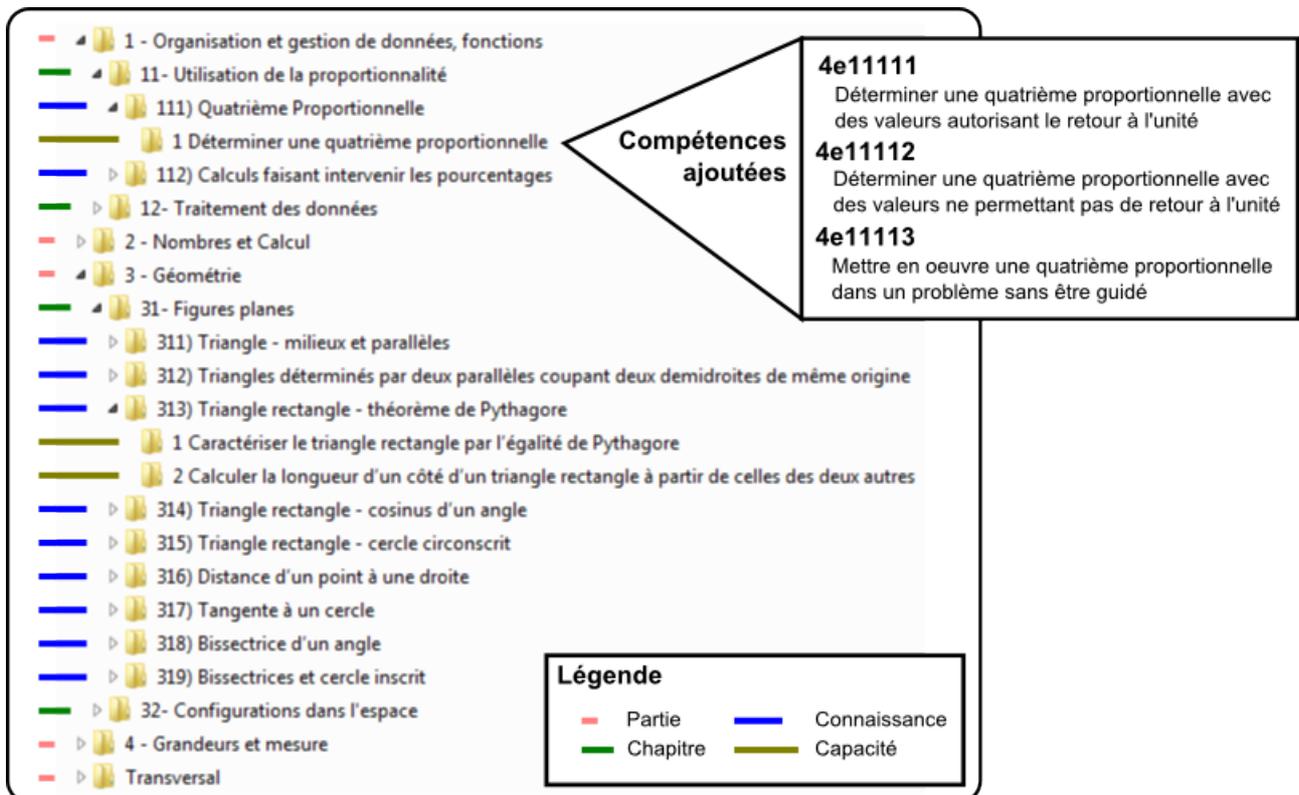


Figure 3 : découpage du programme scolaire officiel en compétences

Des compétences transversales à l'année étudiée s'y ajoutent, telles les capacités de calcul mental ou la lecture-compréhension d'énoncés. La figure suivante présente une partie de ce découpage.

Chaque élève dispose d'un profil de compétence basé sur ce découpage du programme, qui associe deux valeurs à chaque compétence :

1. un taux d'acquisition, qui représente la compétence et la performance de l'élève
2. un taux de confiance, qui traduit la pertinence de l'évaluation par le système. Par exemple un QCM avec peu de réponses possibles donnera une confiance assez faible, puisqu'il est possible de trouver la bonne réponse par hasard.

Une activité pédagogique est associée à plusieurs compétences, qui peuvent être soit des prérequis soit des compétences évaluées. L'élève est évalué en permanence durant le déroulement de l'activité : chacun de ses choix et chacune de ses réponses peut entraîner la modification de son profil de compétence (cf. figure 4).

Ce profil devra être accessible en temps réel dans le jeu par l'élève, et hors du jeu pour le professeur et les parents (site web). L'organisation hiérarchique des objectifs pédagogiques permet une analyse multi-échelle du niveau et de la progression de l'élève. Chaque compétence concourant à définir un taux d'acquisition de la capacité correspondante, qui elle-même participe au taux d'acquisition de la connaissance, et ainsi de suite pour les chapitres, les parties, et la classe.



Figure 4 : profil de compétence d'un élève en cours de partie

Le système considère aussi des indicateurs statistiques (capacité à l'abstraction, attitudes en jeu...) issus des traces d'utilisation de l'élève, certaines de ses actions étant «qualifiées». Telle la persévérance, calculée à partir des nombres de tentatives, échecs et succès, et le comportement de «zapping» sur le nombre d'activités débutées mais non terminées (blocages ou abandons).

L'élève peut également recevoir un retour pédagogique ou ludique direct dans le jeu : les seuils de compétences et les indicateurs statistiques sont pris en compte pour adapter au mieux l'expérience de jeu aux performances et besoins du joueur. Ils permettent d'une part d'adapter la pédagogie - déblocage d'aides adaptées, feedback sur ses performances, remédiations particulières – et d'autre part de modifier le scénario ludique (déclenchement d'évènements).

Nécessité d'un scénario global

Toutes fluides et efficaces que soient les activités, les élèves les plus hermétiques resteraient réticents à s'y impliquer si elles sont de nature exclusivement mathématique, dans la finalité comme dans la forme. Il s'agit d'offrir quelque chose qu'ils recherchent réellement, en se référant aux aspirations évoquées précédemment.

Une expérience d'aventure vient parmi les premières priorités les plus fortement demandées. En reliant les activités pédagogiques par un scénario global, elles deviennent un moyen direct d'accéder aux objectifs ludiques de quête.

Les intérêts de l'Aventure

On peut s'interroger sur la valeur qualitative de l'aventure vis-à-vis de la pédagogie. N'y a-t-il pas là un fort risque de perte en termes d'efficacité pédagogique ?

L'aventure distrait, elle permet de s'évader de la réalité et d'échapper à l'ennui. Elle permet l'exploration et l'émerveillement : fasciner, charmer les sens, surprendre par les décors, les créatures, les ambiances. Un plaisir naturel situé entre curiosité et capacité d'appréciation.

L'accès à de nouvelles zones et de nouveaux contenus se faisant par des activités, le désir d'exploration devient moteur pour l'effort d'apprentissage. La localisation des activités pédagogiques permet de plus le référencement géographique par les utilisateurs ayant un profil cognitif visuel ou kinesthésique.

Toutes les activités pédagogiques sont tissées au sein d'un scénario global riche, grâce à des protagonistes attachants, à des événements stimulant la curiosité pour la suite, et une émotion qui sache toucher l'élève joueur. Ses efforts prennent sens et ont des conséquences dans le jeu. La motivation s'en trouve renforcée.

Enfin, le rythme de jeu doit, malgré un public très hétérogène, entretenir l'attention et l'intérêt de chacun.

Considérer les différents profils de joueurs

Les jeunes ayant des aspirations variées, nous proposons la catégorisation suivante afin d'offrir à différents profils de joueurs des éléments ludiques pertinents.

Type de joueur	Traits	Désir	Offre
Studieux	pragmatique	pédagogie optimisée	accès direct à l'intégralité du contenu pédagogique exercices d'évaluation profil élève en ligne mis à jour en temps réel impression du matériel pédagogique débloqué
Occasionnel	peu disponible peu investi ennui facile	fluctuant	activités accessibles rapidement jouables ponctuellement parties de 5 à 20 minutes
Explorateur	curieux	émerveillement	zones diversifiées à atteindre, créatures originales apparition progressive de fonctionnalités à tester contenu enrichi au fil de la progression
Enquêteur	investigateur	intrigues et secrets à découvrir	scénario de fond riche accès non linéaire aux indices et événements
En quête de puissance	se mesure à la valeur de l'adversaire	épreuves à surmonter	dynamique "porte-monstre-trésor" créatures à affronter antagonistes à vaincre
Rôle et influence	attaché à son image	statut social valorisant	personnalisation interactions sociales, choix et conséquences grades de reconnaissance à atteindre jeux en groupes
Avide	collectionneur	possessions virtuelles	collections à personnaliser (vêtements, de mobilier, médaillons de compétences) et commercer
Social	entraide ou rivalité	camarades de jeu réels	coopération, tutorat et émulation défis, compétition mini-jeux

Tableau 1 : profils de joueurs et leviers de motivations du jeu

Importance du multijoueur

Le multijoueur renforce l'intérêt social. L'expérience partagée se cristallise dans la réalité, nourrit les liens entre joueurs et renforce leurs repères au sein du groupe. Il suffit de voir l'engouement des jeunes pour les réseaux sociaux ou les messageries instantanées pour voir l'importance qu'ils y accordent.

Il faut être vigilant sur les dérives comportementales et notamment violentes parfois observées sur le net et amplifiées par l'anonymat et les influences à l'intérieur du groupe. C'est pourquoi, l'expérience multijoueur doit être orientée afin de servir des enjeux pédagogiques d'émulation, d'entraide, et une dynamique positive de tutorats croisés dans laquelle étudier, c'est cool.

Pertinence du format Jeu de rôle

Nous tirons parti du jeu de rôle pour sa dynamique intrinsèque. Dans la tradition du jeu vidéo, le jeu de rôle permet d'investir un personnage dans un univers défini dont les enjeux mènent le joueur à faire évoluer son avatar en surmontant des obstacles, afin d'acquérir une expérience sous forme numéraire grâce à laquelle il peut acheter des compétences virtuelles ouvrant de nouvelles possibilités de jeu.

Dans notre projet, l'objectif du joueur-élève n'est plus d'améliorer les compétences de son personnage, mais les siennes propres.

Selon des schémas de boucles récursives, on y accomplit des quêtes qui sont des activités contextualisées, opposant éventuellement des ennemis, et dans lesquelles on aborde par l'expérience des notions mathématiques. Les récompenses prennent la forme de validation de compétences mathématiques réelles, de déblocage de nouvelles séquences d'activités, de progression du scénario ou de nouvelles zones à explorer. Elles pourraient être de nouveaux pouvoirs, c'est à dire de nouveaux outils de jeu, comme la Tablette des Apprentis.

Nous concevons une expérience d'aventure spécifique qui devient une voie royale de valorisation du joueur-élève, de ses capacités, et de son rapport à la discipline enseignée.

Il est possible de faire profiter les élèves de conditions motivantes et instructives, non pas seulement hors du temps de classe comme c'est souvent le cas, ni en marge du processus d'enseignement. La progression a toujours fait partie intégrante du plaisir de jeu : difficulté croissante, développement des capacités de jeu et de réponse, relever des défis plus grands, et dépasser encore et encore de nouveaux obstacles. Il faut simplement clairement présenter aux élèves l'intention didactique de l'utilisation du jeu afin : « *que quelque chose de positif soit transféré vers les élèves : des connaissances, le plus souvent de la motivation ou au moins une représentation améliorée des mathématiques* » [Brousseau 2002].

Conclusion

À ce jour, trop peu d'expérimentations en France concernent l'impact éducatif des jeux vidéo. Celle que nous avons présentée a soulevé beaucoup de questions sur les enjeux et les défis de l'éducation à l'ère numérique.

Autant que d'autres médias, nous pensons que l'association du jeu vidéo à des méthodes pédagogiques éprouvées peut donner aux enseignants un outil supplémentaire efficace, pour la mise en œuvre d'une pédagogie renouvelée et plus engageante pour les élèves. Au delà de l'aspect motivationnel, le jeu vidéo pédagogique met l'apprenant en action, en lui donnant des objectifs pédagogiques explicites. Il est alors en position pro-active pour s'investir pleinement dans son apprentissage.

Nous avons mis en œuvre ce principe lors de la réalisation du jeu vidéo « Les Gardiens de l'Oubli » et avons proposé une méthode de conception qui lie étroitement ludique et pédagogique. Ce rapprochement, construit autour de la notion de plaisir dans l'apprentissage, est permis par l'adaptation des techniques narratives et du gameplay.

Le jeu vidéo apparaît comme un instrument éducatif à étudier attentivement. La pertinence ou non de son utilisation en contexte scolaire doit dépasser les intentions et les discours, pour offrir à la recherche des opportunités d'expérimenter, d'observer, de conceptualiser dans le champ des sciences de l'éducation, avec des jeux conçus autour des théories des sciences cognitives.

Les nouvelles théories liant jeux vidéo et apprentissage sont essentiellement développées dans les pays anglo-saxons. Elles peuvent être jugées pragmatiques et utilitaristes pour former les jeunes aux enjeux d'une économie globalisée. Mais si elles se vérifient, elles annoncent des bouleversements sociaux et cognitifs considérables, amorcés depuis quelques années déjà.

Alors que l'école elle-même ne considère le divertissement que s'il favorise le désir et le plaisir dans son objectif premier d'apprentissage, l'objectif d'un jeu vidéo éducatif se révèle être l'utilisation des ressorts motivationnels du jeu pour atteindre un objectif d'apprentissage. La question devient alors : doit-on accepter que les élèves puissent apprendre en s'amusant ? Que l'apprentissage ne soit pas synonyme, pour les jeunes, de contrainte et d'obligation ?

Bibliographie

- [Alvarez et al. 2010] Alvarez J., Djaouti D., 2010, *Introduction au serious game*, éditions Questions théoriques.
- [Astolfi 1997] Jean-Pierre Astolfi. L'erreur, un outil pour enseigner. Paris, ESF, 1997.
- [Bachelard 1984] : Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*; Paris: Presses Universitaires de France, 1984.
- [Bandura 2007] Bandura, A.,(trad. Lecomte J), (2007), *Auto-efficacité : Le sentiment d'efficacité personnelle* [« Self-efficacy »], Paris, De Boeck, 1re éd. 2003).
- [Bourdieu et al. 1970] : Bourdieu, P. et Passeron J.C., La reproduction : éléments d'une théorie du système d'enseignement. Les Éditions de Minuit, coll. « Le sens commun », 1970.
- [Brousseau 2002] Brousseau. G. (2002). *Les doubles jeux de l'enseignement des mathématiques*. Revue du Centre de Recherches en Education, Université de Saint Etienne Didactique des mathématiques.
- [Caillois 1967] Caillois R. (1967), *Les jeux et les Hommes*. Paris, Gallimard. 1Ère édition 1958.
- [Clerc 2005] Clerc, F. *L'illusion de la motivation*. Revue les Cahiers pédagogiques N° 429-430. Janvier/février 2005.
- [Csíkszentmihályi 1990] Csíkszentmihályi, M., (1990), *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, New York, Harper and Row
- [Delvin 2011] Devlin, Keith (2011). *Mathematics Education for a New Era, Video games as a Medium for Learning*. AK Peters Ltd, Natick, Massachusetts.
- [Taborda-Simões, 2005] Taborda-Simões M. (2005) *L'adolescence : une transition, une crise ou un changement ?* Bulletin de psychologie, 2005/5 Numéro 479.
- [Gee 2007] Gee, J.-P. (2007). *What Video Games Have to Teach us about Learning and Literacy*. New-York, Palgrave Macmillan.
- [Habgood 2007] MP Jacob Habgood, (2007), *The effective integration of digital games and learning content*, Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy, July 2007
- [Joule et al. 2002] Joule R.-V. & Beauvois J.-L. (2002). *Petit traité de manipulation à l'usage des honnêtes gens*. Grenoble, PUG.
- [Lecomte 2009] Cité par J. Lecomte, 2009, *Traité de psychologie de la motivation*, Dunod, Paris.
- [Lecomte 2005] A. Bandura cité par Lecomte J. *Trois clés*. Revue des cahiers pédagogiques, janvier-février 2005
- [Papert 1981] Papert S (1981), *Jaillissement de l'esprit, ordinateur et apprentissage*, Paris, Flammarion.
- [Perrenoud 2010] PERRENOUD Ph. (2010), *la pédagogie différenciée : des intentions à l'action*, Paris, ESF, 5ème édition.
- [Reuchlin 1977] : Reuchlin, M., *Psychologie*, Paris: Presses Universitaires de France, 1977.
- [Rousseau 1762] : Rousseau, J.-J., *Emile ou de l'éducation*, Paris: Garnier, 1951 (1ère édition, 1762).
- [Salen 2008] Salen K. (2008) *The Ecology of Games, Connecting Youth, Games, and Learning*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- [Sauvé et al. 2007] Sauvé Louise, Renaud Lise & Gauvin Mathieu (2007). « Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage ». *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 33, n° 1, p. 89–107.
- [Shaffer 2006] Shaffer, D.-W. (2006). *How Computer Games Help Children Learn*. New-York, Palgrave Macmillan.
- [Talarico et al. 2009] JM Talarico, D Berntsen, Positive emotions enhance recall of peripheral details- Cognition and Emotion, 2009 - Taylor & Francis
- [Viau 2004] Viau, R. (2004), *La motivation : condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire*, 3ème congrès des chercheurs en éducation, Bruxelles, mars 2004.
- [Viau 2009] Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles : Editions De Boeck.