Monde virtuel et créativité pédagogique pour la construction de compétences en gestion de projet

Martine GADILLE[1], Valérie CARAGUEL[2], Pierre-Yves PEREZ[3]

Résumé :

Cet article discute les apports d'une innovation pédagogique à l'université, utilisant la technologie des mondes virtuels, pour la construction de compétences de créativité, collaboration et réflexivité en gestion de projet. Cette innovation pédagogique s'appuie sur un enseignement mettant en scène les avatars des étudiants et artefacts 3D dans un environnement virtuel pour une activité de conception et d'organisation collective de projet. Ces apports sont analysés à partir d'une conception énactive de la compétence que nous inscrivons dans deux courants théoriques complémentaires. Le premier est celui de la créativité comme un phénomène affectivo-cognitif engageant le corps dans la relation sociale, impliquant un étayage créatif pour son apprentissage. Le deuxième est celui de l'apprentissage situé appliqué aux interactions sociales médiatisées par la relation avatariale dans des mondes virtuels éducatifs, qui simulent des environnements physiques. Nous utilisons une méthode abductive avec collecte de données diverses : vidéos des étudiants et de l'enseignant en situation dans le monde virtuel, échanges de messagerie, entretiens d'explicitation avec l'enseignant. Nos résultats montrent que la technologie des mondes virtuels combinée à un étayage créatif, sans autre simulation, peut participer à la construction d'un agir compétent, réflexif, collaboratif et créatif en gestion de projet. C'est donc l'articulation entre étayage créatif de l'enseignant et scénario d'apprentissage situé mobilisant les corps via les avatars qui permettrait l'engagement de toute la personne dans une construction énactive de la compétence, difficile à mettre en œuvre dans l'espace physique à l'université.

Mots clefs : étayage créatif, relation avatariale, mondes virtuels, gestion de projet, apprentissage situé, compétences énactées

[1] Chargée de recherche au CNRS, économie et gestion, Aix-Marseille Université, Laboratoire d'Économie et de Sociologie du Travail (LEST), UMR 7317, martine.gadille@univ-amu.fr
[2] Chercheuse-associée, sciences de gestion, Aix-Marseille Université, Laboratoire d'Économie et de Sociologie du Travail (LEST), UMR 7317, valerie.caraguel@univ-amu.fr
[3] Consultant-formateur en ingénierie sociale et pédagogique, fogas@free.fr, fondateur de la Start-Up Immersive-Colab.

Virtual worlds and Pedagogical Creativity to renew Project Management Competencies

Summary:

This article argues on the contributions of a project management pedagogy, based on virtual world technology for the construction of creativity, collaboration and reflexivity competencies in project management. This educational innovation is based on teaching with an immersive environment featuring avatars and 3D artifacts for collective design and organization for project management. The implementation of this pedagogical innovation in the higher education is analyzed from an enactive conception of competency building anchored within two complementary theoretical approaches. In the first one, creativity is seen as an affectivo-cognitive phenomenon involving the body in the social relation and creative scaffolding to learn it. In the second, the situated learning perspective is applied to social interactions through avatarial relationship in educational virtual worlds simulating physical environments. We use an abductive method where collected data are various: videos of the students and the teacher in situation in the virtual world, exchanges of messaging and elucidation interviews with the teacher. Our results show that the technology of virtual world without other simulation, combined with a creative scaffolding is fully relevant to build reflective, collaborative and creative competencies in project management. It is thus the articulation between a creative scaffolding from the teacher and a situated learning mobilizing the bodies via the avatars that would allow the commitment of the whole person in an enactive building of the competence, difficult to implement in the physical space at the university.

Key words: creative scaffolding, avatarial relationship, virtual worlds, project management, situated learning, enacted skills

Introduction

Depuis vingt ans, un intérêt croissant a été exprimé par les praticiens et académiques pour développer la formation en gestion de projet au-delà d'un public restreint d'ingénieurs (Dietrich, 1999 ; Wearne, 2008). En même temps, l'analyse comparée des échecs de projets suggère un développement différent des façons d'enseigner, rendant possible l'engagement dans des modules où les étudiants vont résoudre des problèmes de façon proactive et penser de façon critique (Ojiako *et al.*, 2011). Cette intention de formation est de surcroît associée à des attentes socio-professionnelles sur des compétences en gestion du changement (Autissier, Vandangeon-Derumez, 2007 ; Lehman, 2010) impliquant que les responsables projets, aux différents niveaux hiérarchiques, deviennent des praticiens réflexifs et créatifs (Hodgson, 2002; Dvir *et al.*, 2006; Kolltveit *et al.*, 2007; Ojiako *et al.*, 2011). Dans l'approche énactive de la compétence, la finalité d'une formation est de développer « un agir compétent incorporé » situant et situé dans le processus de réalisation d'une activité, et non d'apprendre des savoirs avant de pouvoir les appliquer dans les situations réelles (Masciotra, 2017). L'accent est mis sur l'expérience active de l'apprenant. L'agir réel étant celui qui se déroule dans l'espace et dans le temps, ici et maintenant, le défi pour une compétence incorporée est alors de surmonter la dichotomie entre le réalisme et le maintien d'une simplicité suffisante d'une activité à réaliser, pour rendre le cours praticable (Collingbourne et Seah, 2015). Face à ce défi, l'objectif de cet article est d'étudier les apports d'une innovation pédagogique à l'université, utilisant la technologie *OpenSimulator*[4] simulant un monde virtuel 3D avec présence d'avatars pour la construction de compétences de créativité, de collaboration et de réflexivité en gestion de projet. Dans un monde virtuel 3D, via leur avatar, les utilisateurs peuvent établir des stratégies et poursuivre une grande diversité d'activités sociales (Morgado *et al.*, 2010) dont celle de collaborer en utilisant, partageant et créant des objets 3D persistants et modifiables. Les apports de cette pédagogie en gestion de projet, fondée sur la technologie des mondes virtuels, pour des compétences de créativité, de collaboration et de réflexivité, sont analysés à partir d'une conception énactive de la compétence, que nous inscrivons dans deux courants théoriques complémentaires. Le premier est celui de la créativité comme un phénomène affectivo-cognitif engageant le corps dans la relation sociale, impliquant un étayage créatif pour son apprentissage. Le deuxième est celui de l'apprentissage situé appliqué aux interactions sociales dans les mondes virtuels éducatifs, débouchant sur la notion de relation avatariale.

Après avoir précisé notre cadre théorique, nous détaillons la méthodologie déployée pour l'observation d'une formation en gestion de projet en première année de master. Nous mettons enfin en évidence des premiers résultats et discutons leur portée du point de vue de la place du corps virtuel et de l'étayage créatif dans la construction d'un agir compétent collaboratif, créatif et réflexif pour et par la gestion de projet.

[4] *OpenSimulator* est un projet *Open Source* qui vise le développement d'une plateforme logicielle fonctionnelle sur laquelle les utilisateurs peuvent créer, modeler, agencer, texturer, mobiliser et rendre réactifs des composants de mondes virtuels, dont leurs avatars.

1. Cadre théorique

1.1. Conceptions de la compétence et enjeu de construction de compétences en gestion de projet

Dans l'approche de la compétence en termes de ressources (Richard, 1990), celle-ci est « indissociable de l'activité par laquelle elle se manifeste » (Le Boterf, 1994, p. 57), activité dans laquelle la personne combine des ressources incorporées (connaissances,…) et des réseaux de ressources de son environnement (réseaux professionnels, données,...) (Le Boterf, 1999), constituant ainsi une « disposition à agir » (Le Boterf, 2002). De façon critique, si l'approche énactive de la compétence admet que celle-ci est située, elle postule aussi que la compétence est, au même titre que l'émotion, incorporée, et prend place et sens dans les activités quotidiennes ; c'est alors la personne entière, avec l'ensemble de son corps, qui apprend (Masciotra, 2017)[5]. Pour cet auteur, qui se réfère aux travaux de Varela *et al*. (1993), agir avec compétence repose sur quatre dimensions, assimilées à un art : se disposer activement, se situer, se positionner et (se) réaliser. Ici, la situation n'est pas quelque chose que l'on peut traiter comme si elle était extérieure à soi. Elle est le fruit d'un processus impliquant toute la personne avec son corps et ses émotions, couplant le situant (je me situe) et le situé (je suis situé), dans l'agir.

Cette conception de la compétence en termes d'agir situant et situé peut s'appliquer autant dans le domaine de l'éducation relativement aux compétences visées que dans le monde des organisations relativement aux compétences attendues. Elle s'oppose à une conception d'un savoir agir principalement fondé sur la mobilisation des savoirs stockés en mémoire autorisant une démarche de listage des compétences en situation, comme cela a été le cas depuis le début des années 80 dans bon nombre d'organisations, tandis que d'autres développaient des démarches moins formalistes et plus ancrées dans l'articulation entre changement organisationnel et compétence incorporée (Gadille, 1992). Ces transformations sont lues comme une instrumentation gestionnaire de la « compétence » pour surmonter les rigidités de l'organisation taylorienne, et donner plus d'autonomie aux individus et à leurs collectifs (Dietrich, 1999) ; ce qui nous amène à comprendre l'origine des attentes en termes de compétences en management de projet. Pour cet auteur, le groupe devenant son propre régulateur, la logique de projet incarne une des caractéristiques de cette culture organisationnelle où le chef de projet doit développer une compétence de traduction[6] pour obtenir la coopération sur la base de visions du travail et de rationalités différentes. En cohérence avec ces observations, une littérature abondante a renouvelé, en sciences de gestion, les théories et les méthodes en gestion de projet (Garel, 2003). La compétence de planification n'apparaît plus comme centrale. La dynamique repose davantage sur des itérations dans le déroulement du projet (Midler, 2005) qui entraînent de nombreux ajustements, pour

[5] Cette théorisation récente de la compétence fait écho à une définition plus ancienne (Tardiff, 2006), mais elle intègre néanmoins plus le corps : « savoir-agir complexe reposant sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situation » (*op. cit.*, p. 22).

[6] L'auteur reprend ici le terme de Callon et Latour (1991).

une conduite de projet plus agile, en lien avec les évolutions dans la demande des clients. Il en est de même pour les managers de première ligne qui ont dorénavant à jouer un rôle « d'impulseurs créatifs » pour le changement, auprès de leur équipe et en relation avec leur hiérarchie qu'ils ont à convaincre. Tous s'investissent eux-mêmes dans l'innovation sans être pour autant formés à la gestion de projet (Autissier et Vandangeon-Derumez, 2007).

Ainsi, de nouvelles compétences transversales sont attendues, pour les futurs managers en général et pour les chefs de projet en particulier. Karakas *et al*. (2015) vont insister sur l'importance d'un enseignement du management basé sur le développement de la réflexivité, la créativité et la collaboration, intégrant la capacité à communiquer. Par réflexivité, est entendue la capacité de l'individu à réfléchir pendant l'action (Schön, 1993), ou en dehors, mais en se référant à celle-ci pour lui donner du sens et comprendre son propre rôle au travail, en invoquant et combinant des pensées et des actions précédentes (Pastré, 2001 ; Mollo et Nascimento, 2013). La créativité - qui conforterait la relation entre *leadership* et management - est associée à la recherche d'idées ou de solutions nouvelles et utiles. Elle est corrélative de la curiosité, ainsi que du désir d'expérimenter des idées non conventionnelles (Sternberg, 2003). La collaboration renvoie à un groupe de personnes travaillant ensemble sur des tâches communes pour comprendre ou trouver des solutions (Palocsay *et al*., 2004) ; c'est un processus d'apprentissage social partagé.

En écho à ces recherches, le *Project Management Institute*, dans son *PMBOK® guide*, recommande des techniques de créativité de groupe telles que le *brainstorming*, le *mindmapping* ou encore le diagramme d'affinité. L'OPIIEC[7] précise, pour une part de ses métiers, entre autres compétences transversales attendues pour un chef de projet : *leadership* et esprit d'entreprise, adaptabilité et flexibilité, créativité et sens de l'innovation, sens relationnel ou encore travail et animation d'équipe. Pour l'IPMA (*International Project Management Association*), *leadership* et créativité sont attendus pour un chef de projet. Citons encore le rapport 2016/2018 de l'EDIAS[8], qui mentionne lui aussi la créativité pour un chef de projet collaboratif R&D.

Si la créativité est en première ligne parmi les compétences transversales attendues, celle-ci n'est pas indépendante de l'autonomie. En effet, ce serait en recherchant une autonomie à partir des compétences acquises dans les enseignements disciplinaires que l'éducation ou la formation peuvent le mieux favoriser les capacités créatives (Comeau, 1995). Malgré ces tendances, dans le contexte universitaire européen, les recherches montrent un enseignement en gestion de projet à l'université qui reste majoritairement traditionnel (Steven et Nijhuis, 2017). Ainsi, l'intention pédagogique de développer des compétences créatives aux côtés de compétences réflexives et collaboratives en

[7] http://referentiels-metiers.opiiec.fr/fiche-metier/39-chef-de-projet

[8] https://www.edias.fr/wp-content/uploads/2018/04/R%C3%A9f%C3%A9rentiel-comp%C3%A9tences-Chef-de-projet-collaboratif-EDIAS-2018.pdf

utilisant des nouvelles technologies de l'information et la communication (TIC) en gestion de projet, a tout son sens.

1.2. L'innovation et la créativité pédagogique pour former un agir compétent

L'usage de TIC à des fins d'apprentissage « professionnalisant » peut déboucher sur des innovations en formation ou en éducation (de Ketele, 2010 ; Walder, 2016) si ces technologies s'envisagent comme une vraie rupture dans les normes d'enseignement et les savoirs, relativement aux pratiques antérieures (Karsenti et Grégoire, 2015). En conséquence, l'innovation pédagogique peut être étudiée sur la base de nouvelles stratégies, méthodes et pratiques pédagogiques des acteurs (Coulibaly et Hermann, 2015). Ceci implique une créativité pédagogique qui préside à l'appropriation de technologies à des fins éducatives, mais aussi à partir des propriétés de la technologie, mobilisantes et mobilisables pour un apprentissage situé.

En cohérence, l'innovation pédagogique nous intéresse si elle est potentiellement porteuse de moyens d'éducation critique et émancipateurs pour l'apprenant, ici pour le développement de compétences en gestion de projet, relativement à des approches standards labellisées par des organismes privés internationaux. Nous rejoignons ainsi le point de vue d'auteurs argumentant en faveur d'une éducation critique en sciences de gestion (Huault et Perret, 2011) en pleine cohérence avec notre approche et celle soutenant la techno-pédagogie étudiée, fondée sur une pédagogie sociale pour l'apprentissage (Freire, 1987 ; Santos et Paula, 2014). Néanmoins, l'enjeu de formation en faveur d'un agir compétent ne se résume pas à l'inculcation d'une vision critique du management, il questionne la créativité pédagogique de l'enseignant pour un agir compétent incorporé et situé dans des activités authentiques, relativement à celles du monde du travail.

Pour Giglio (2016), la créativité peut être considérée comme le développement de l'imaginaire, une compétence à développer, ou encore une capacité transversale qu'il nomme alors « pensée créatrice ». Il revient donc à l'enseignant ou au formateur de créer des conditions favorables à l'imagination comme « activité consciente et structurée qui interagit avec les modes de pensée rationnels sans s'y confondre » (Clerc-Georgy, 2016, p. 89). Le rôle de l'enseignant amené à développer des innovations pédagogiques devient alors celui de « diffuser et encourager de nouvelles pratiques qui intègrent la créativité comme objet d'apprentissage ou comme capacité transversale » (Capron Puozzo, 2016, p.11). Il importe donc pour l'enseignant de développer lui-même des compétences pour encourager des pratiques de développement de l'imaginaire pour accroître la construction sociale de la créativité des étudiants. Or, dans la formation en gestion de projet traditionnelle, l'organisation du projet, la structuration des activités et la planification semblent laisser peu de place à la créativité ; cela d'autant plus lorsque les étudiants sont amenés à travailler sur un projet pour lequel ils n'ont pas d'expérience et donc de capacité à s'autonomiser dans leurs projections.

La créativité n'est d'ailleurs pas un processus solitaire, qu'il s'agisse de celle de l'enseignant ou des étudiants. Elle est interdépendante de la collaboration, de la communication, de la stratégie d'apprentissage ou encore de la démarche réflexive ; tout ceci dépend néanmoins des situations d'apprentissage (Rey, 1996). Pour passer de l'individuel au collectif, il est ainsi nécessaire de convoquer la créativité de chacun et de favoriser l'utilisation d'un ensemble d'éléments disparates pour composer un tout (Eisner, 2002). C'est ce que Giglio (2016) appelle la collaboration créative :

> « un processus d'individus (ou d'élèves dans une classe) qui partagent un même effort et une compréhension commune de ce qu'ils produisent en gérant leurs idées de manière fluide et flexible et dans le but d'élaborer un objet créatif dans un champ spécifique disciplinaire ou interdisciplinaire » (Giglio, 2016, p. 137).

Ceci exige une série de moments pour se répartir les tâches, pour se focaliser sur le travail (individuel ou de groupe), pour gérer les idées, pour rendre tangible l'objet créé et pour achever la production. L'auteur qualifie l'ensemble des gestes de l'enseignant pour soutenir une collaboration créative des élèves d'« étayage créatif » : l'enseignant oriente l'attention des élèves vers la tâche créative, annonce le temps qu'il reste, observe la collaboration, encourage le consensus créatif, conforte les élèves dans le sens attendu de leur travail, apporte certaines connaissances nécessaires au moment propice. Ce concept est dans la lignée des travaux de Wood *et al*. (1976) qui décrivent l'étayage comme un organisateur central de l'agir enseignant, dans une co-activité enseignant-élève dont le but est la disparition de l'enseignant lorsque l'élève prend de l'autonomie dans ses démarches.

À travers de tels gestes, les élèves peuvent construire des compétences créatives et passer d'une posture d'élève récepteur et consommateur à une posture d'élève producteur et concepteur. L'enseignant, quant à lui, prend le rôle de facilitateur d'apprentissages créatifs, mais surtout, de constructeur de ces formes d'étayage créatif à visée de professionnalisation de l'étudiant.

Les productions créatives – qu'elles proviennent de l'enseignant dans son dispositif d'apprentissage et son scénario pédagogique ou des étudiants – s'appuient, d'une part, sur des connaissances et références partagées, et d'autre part, comme nous l'explique Aden (2016, p. 110) « sur des mécanismes cognitifs permettant d'inhiber les relations intériorisées pour pouvoir en imaginer de nouvelles ». L'auteur précise que des études effectuées sur des sujets atteints de pathologie mentale (Viscontas et Miller, 2013) et sur des sujets sains socialement reconnus créateurs (Csikszentmihalyi, 1996 à 2006) ont permis de mettre en évidence le mécanisme de « désinhibition cognitive » qui consiste à masquer les informations sensorielles, émotionnelles et intellectuelles qui semblent superflues ou non pertinentes pour les objectifs fixés. Il fait appel à des filtres cognitifs que les sujets mettent en place. Ces études ont montré que moins les filtres étaient activés, plus les résultats produis étaient hors norme.

De même, la « flexibilité attentionnelle » - qui permet à un sujet de passer d'un type de perception à l'autre en fonction de l'information la plus pertinente à mener la tâche (Silvia *et al*,., 2009) – a été identifiée à la fois comme complémentaire et intrinsèquement liée à la désinhibition cognitive (Aden,

2016). Dans l'enseignement, c'est à travers des exercices empruntés aux activités théâtrales que les réalisations créatives se sont révélées les plus spontanées, car c'est par le corps que se produirait l'engagement émotionnel dans l'action, permettant aux personnes d'être affectées par ce qu'elles vivent (Diprose, 2002 ; Vignon et Jaotombo, 2018). En conséquence, dans un espace d'apprentissage universitaire très contraint physiquement du fait de ses salles de classe traditionnelles, l'utilisation des mondes virtuels sous forme d'environnement virtuel 3D avec avatars et artefacts, sans autre simulation, peut représenter un intérêt pour faire apprendre ces compétences selon une approche énactive. L'usage d'avatars comme outil de médiation dans la communication (Mennecke *et al*., 2011) pourrait réhabiliter le corps dans les apprentissages à l'instar du théâtre favorisant le processus créatif par l'expression corporelle dont il est consubstantiel.

1.3. Les mondes virtuels et la relation avatariale pour une créativité située

C'est dans ce contexte d'exploration de nouvelles technologies pour l'éducation et la formation que des environnements d'apprentissage virtuels 3D ont été conçus. Dans leur état de l'art, Reisoğlu *et al.* (2017) classent les études surtout empiriques sur les mondes virtuels (165 études) en fonction des objectifs présidant à leur conception. Ils relèvent que ces études se concentrent principalement sur quatre catégories de mondes virtuels :

- le support d'apprentissage de nouvelles connaissances et compétences pour les étudiants (24,55%)
- la simulation d'activités qui ne peuvent exister dans la vraie vie en raison de dangers ou de coûts importants (19,76%)
- l'interaction sociale pour communiquer et interagir avec des personnes vivant dans des régions ou des lieux géographiques différents (13,17%)
- les jeux pour apprendre en s'amusant (12%) (*op. cit.*, p. 85).

Ces études convergent pour argumenter que l'interaction, la continuité dans les échanges et le sens de la réalité favorisent en premier lieu des émotions positives (présence, satisfaction, plaisir) ainsi qu'un engagement, une motivation et des compétences de communication. En fait, dans les mondes virtuels, avec ou sans simulation d'activité, l'avatar porterait le projet de re-matérialisation ; il est à la fois porteur et inséré dans le mécanisme d'empathie et de distanciation soutenant l'apprentissage situé. C'est tout l'enjeu du rôle de l'avatarisation dans le processus d'apprentissage, ou même dans la collaboration, car, pour reprendre Pereny (2013, p. 42) : « l'avatar offre au sujet lui-même le spectacle d'un autre soi-même animé par ses propres actions ». Il permet de produire par une réflexivité proactive de la personne ; « un théâtre d'opérations » dans un monde où elle est à la fois « acteur » et « spectateur ». Cette vision est en cohérence avec celle de Sofia (2016) pour qui le monde du théâtre représente une importante occasion de reconnaître le caractère décisif de la dimension corporelle dans le processus créatif. La créativité résulterait de la coopération complexe entre corps et environnement qui s'accorderaient et inter-agiraient de façon synergique. Cependant, ce type d'approche peut avoir

tendance à étudier l'environnement comme un phénomène "extérieur" à l'activité cognitive alors qu'un autre courant suggère une approche de l'environnement comme "extériorité" à celle-ci, ce qui induit toujours la prise en considération d'un rapport spécifique et multi-varié de l'individu à cet environnement. Cela est le cas de l'approche socio-constructiviste en éducation appliquée aux mondes virtuels (Dede *et al*., 2017) qui distingue principalement trois types d'immersions dans les mondes virtuels : une immersion actionnelle, une immersion sociale et une immersion de récit. L'induction d'une immersion puissante pour l'apprentissage dépend du *design* qui mobilise des dimensions actionnelles, sociales et symboliques / narratives (Dede, 2009). L'immersion actionnelle permet au participant d'une expérience via son avatar d'initier des actions ayant des conséquences nouvelles et intrigantes. L'immersion symbolique / narrative déclenche des associations sémantiques via le contenu d'une expérience. L'immersion est sociale lorsqu'elle permet des interactions sociales riches entre les participants d'un monde virtuel, développant ainsi le sentiment de faire partie intégrante de celui-ci. L'immersion psychologique est obtenue par la combinaison de ces différentes dimensions dans le *design*.

Précisons que cette approche théorique est développée à partir de mondes virtuels incorporant une simulation de la transformation dans le temps et l'espace d'un écosystème pollué pour l'apprentissage de l'enquête scientifique. Elle est en cohérence avec la théorisation de la relation avatariale. Elle met en effet en avant l'importance d'un deuxième corps investi par le sujet et fait également écho au courant de la créativité située dans lequel « le cerveau exprime sa fonctionnalité seulement et uniquement en ce qu'il est lié à un corps situé dans un monde physique donné, peuplé d'individus » (Gallese, 2014, p.51).

En même temps, pour que la personne ait un sentiment profond de présence dans le monde virtuel, il importe que l'interface devienne transparente et les commandes mises en œuvre par l'utilisateur fluides (Farley, 2016). Cette proposition est liée au fait que, dans l'activité humaine, les mécanismes moteurs ne se limitent pas aux aires motrices du cerveau ; tout le système moteur est englobé, dont les mécanismes proprioceptifs (Gallagher, 2005). Ainsi, sans cette fluidité, la connexion entre habiletés cognitives et motricité peut rester lacunaire et nuire à l'immersion caractérisée par la perception d'une interaction avec l'environnement virtuel plus qu'avec le milieu physique (Guadagno *et al*., 2007).

La technologie des mondes virtuels par la simple manipulation d'objets 3D et les interactions sociales via les avatars (sans autre simulation) peut donc représenter une opportunité pour concilier l'exigence d'authenticité avec celle de simplicité du contexte d'apprentissage en gestion de projet, de par la nature incorporée et située de la construction de compétences qu'elle est en mesure de soutenir (Ketelhut *et al*., 2011). Enfin, dans cette littérature, l'apprentissage de la compétence de collaboration est mise en avant au sein d'un environnement virtuel, soit sans simulation (Sousa de Ajauro, 2009), soit sans simulation mais avec narration collaborative (Dalton et Devitt, 2016) ou encore avec

simulation (Policard, 2014). Cependant, peu d'auteurs se sont centrés sur l'usage d'environnements virtuels orientés explicitement sur la créativité dans l'apprentissage (Ferguson, 2011).

Notre proposition principale est ici que le recours à la technologie des mondes virtuels permet, même sans simulation d'activité, de bénéficier, par la relation avatariale et l'étayage créatif de l'enseignant, d'une ergonomie cognitive qui répond aux enjeux de formation pour un agir compétent, créatif, collaboratif et réflexif en gestion de projet. Cette démonstration permettrait de compléter l'approche énactive de la compétence où l'agir réel - qui est celui qui se déroule dans l'espace et dans le temps, ici et maintenant – adviendrait non seulement à partir du corps physique mais aussi à partir d'un corps virtuel (relation avatariale) en interaction avec lui-même, les autres et des artefacts 3D.

En synthèse de ce cadre théorique, on peut considérer dans le domaine de la pédagogie en gestion de projet que l'importance des aspects créatifs dans le travail de l'enseignant réside dans le fait qu'il est réactif, flexible et improvisateur, à l'aise avec l'ambiguïté, et qu'il pense métaphoriquement et juxtapose, de manière nouvelle et intéressante, des idées apparemment incongrues (Abramo et Reynolds, 2015).

De même, un étudiant serait créatif s'il parvient à combiner le développement de son imaginaire avec l'activité de rationalisation collective des propositions issues d'un étayage créatif, ce qui conduit les étudiants hors du standard habituel obtenu en gestion de projet, tout en répondant à l'objectif initial.

Partant d'une conception socio-constructiviste de l'apprentissage intégrée à une approche socio-matérialiste où la technologie est un actant, notre objectif est de saisir la façon dont se construisent des compétences de créativité, de réflexivité et de collaboration à partir :

- de l'étayage créatif développé et mis en œuvre par l'enseignant, dont le *design* d'artefacts particuliers pour former à la gestion de projet (ici carte conceptuelle 3D interactive, tableau virtuel interactif, dispositif 3D de rationalisation de la gestion de projet inspiré du Gantt)
- des propriétés du corps avatarial dans un environnement virtuel multi-utilisateurs qui, combinées au *design* d'artefacts dans le cadre d'un scénario, permettrait une immersion psychologique, sociale, symbolique, sensorielle en faveur de la formation d'un agir en gestion de projet, compétent incorporé et situé.

2. Méthodologie

Le dispositif pédagogique mobilisé et étudié ici conjugue une simulation d'un monde virtuel avec un environnement 3D (*design* de bâtiments, jardins, salles de réunion et objets 3D) dans lequel les étudiants et le professeur se déplacent, communiquent et interagissent librement via leurs avatars qu'ils ont habillés à leur convenance. Mis à part cette simulation informatique d'environnement 3D et avatars (plateforme), il n'y a pas de simulation pédagogique d'activité et de comportement d'agents virtuels, comme cela peut être le cas dans d'autres mondes virtuels. Les protocoles d'usages de ce

monde virtuel sont inspirés de l'Éducation Populaire[9] et ses artefacts (*mindmap*, tableau virtuel,...) développés pour faciliter les activités de création, de coordination et de planification entre les utilisateurs. Des étudiants qui souhaitent ne rien faire, plaisanter en dehors du sujet sur lequel ils travaillent ou discuter d'autre chose pourraient très bien le faire, si ce n'est qu'ils sont soumis au contrôle social de leur groupe engagé dans la conception et la planification d'un projet ancré dans la réalité, où l'enseignant se fait l'écho de l'équipe pédagogique commanditaire des projets.

Dans cette recherche, nous choisissons d'adopter comme démarche scientifique l'abduction au sens de David (1999) et Pierce (2002), démarche particulièrement appropriée à l'analyse d'un travail enseignant (Nunez Moscoso, 2013).

La collecte des données - dans le cadre de la mise en œuvre d'un scénario - et l'analyse de ces données prennent appui sur un argumentaire développé pour l'évaluation de l'enseignement pour la créativité. Dans ce courant qui cherche à comprendre comment peuvent être soutenues la pensée créatrice et l'action des étudiants, il importe de développer des méthodes plus sensibles et plus dynamiques pour apprécier l'enseignement de la créativité et, en particulier, évaluer simultanément la confluence des facteurs liés à l'enseignant, à l'étudiant et à l'environnement sur l'amélioration de la créativité dans un domaine spécifique (Beghetto, 2015 ; Tanggaard et Beghetto, 2015). Nous appliquons cette orientation méthodologique également à l'enseignement de la collaboration et de la réflexivité. Pour conduire cette évaluation, nous explicitons d'abord le scénario mis en œuvre, ensuite l'étayage créatif et les éléments de situations d'apprentissages observés (dimensions principales de codage des données) et enfin la nature des données collectées.

2.1. Description du scénario mis en œuvre et observé

Les étudiants de première année de Master en Contrôle Audit Comptabilité, en formation continue, alternent entre des cours à l'université et des séances de Travaux Dirigés (TD) dans l'espace immersif, avec leurs avatars et celui de l'enseignant qui les accompagne. Pour les années universitaires observées, 2013-2014 et 2014-2015, quatre groupes ont été constitués avec 7 à 8 personnes.

Une salle virtuelle de travail leur a été affectée avec les outils suivants :

- tableaux à multi affichage
- tableau interactif pour écrits collaboratifs posé sur une table rectangulaire, autour de laquelle les étudiants peuvent s'asseoir
- carte~~s~~ heuristique~~s~~ 3D enchâssées, de 10 mètres d'envergure, que les étudiants peuvent remplir en étant debout et à distance de plusieurs mètres

[9] Dans la conception de l'éducation populaire, fondée sur la pensée de Freire comme dimension pédagogique du Mouvement Populaire, le processus de production du savoir est fondamentalement plus important que son produit (Santos et Paula, 2014).

- outils d'animation et de création d'objets graphiques en 3D représentant et articulant des composants systémiques d'un projet sur une flèche du temps (Gantt).

Les étudiants en groupes devaient utiliser ces artefacts pour créer des contenus et planifier un projet issu d'un problème réel, avec des clients réels (les responsables pédagogiques à l'université), sur une thématique donnée découpée en sous-thématiques, précisées ci-dessous. Réunis par équipes, ils se sont vus confier des projets interdépendants où les uns peuvent avoir besoin des informations ou des analyses des autres et réciproquement. Cette complémentarité est traitée de façon émergente, en situation, par l'enseignant qui ne donne pas initialement la prescription d'aller à la rencontre des autres groupes mais fait émerger le sentiment de pertinence de cette action lorsqu'il ne naît pas tout seul, à partir de son accompagnement.

Chaque étudiant travaille depuis son domicile, il se connecte au monde virtuel à l'aide de son ordinateur et son micro-casque pour communiquer avec ses camarades sur des supports d'écriture partagée où les contributeurs sont identifiés. Dans ces mêmes salles (virtuelles) aménagées pour chacun des groupes, ils co-construisent des schémas Gantt, en en manipulant les concepts matérialisés sous formes d'objets 3D.

Les salles et les installations sur lesquelles ils travaillent restent à leur disposition, entre deux TD, afin qu'ils puissent finaliser leur travail. De même, les objets restent en place, même quand les étudiants ne sont plus connectés, ce qui leur permet de les faire évoluer de façon synchrone ou asynchrone (notion de persistance).

En équipe et de façon collaborative, ils ont à :

1. poser les idées de façon interactive sur un tableau interactif permettant la co-écriture à distance
2. écrire et organiser collectivement leurs suggestions sur le modèle dédié de carte heuristique mis à leur disposition sur la plateforme
3. transformer ces idées en objets conceptuels du projet (tâches, ressources, contraintes, contexte, fonction, etc…) en les positionnant, les uns par rapport aux autres en fonction du moment de leur intervention (le long de l'axe), de leur importance (choix de la couleur ou de l'opacité), de leur priorité (position sur un chemin critique), du phasage (Gantt, formalisation, gestion et suivi). Ils ont également à inscrire des objets complémentaires, symbolisant des moments de régulation pour identifier et caractériser les incidents
4. mettre en place un management participatif, conduire des réunions et en utiliser les outils
5. faire vivre le projet : incrémentation du Gantt, enrichissement de la « formprojet » (avec des items sous forme d'objets 3D interactifs pour symboliser les actions de communication, *reporting*, optimisation, régulation dans la formalisation du projet)

6. en fin de projet, argumenter individuellement et en groupe de la forme du projet, en insistant sur la dimension systémique et sur la durée.

Ils ont été accompagnés et au final évalués sur :

- l'identification de la problématique / projet : mécanique systémique et éléments constitutifs,
- la capacité à repenser le projet en fonction des remarques ou incidents survenus,
- la gestion du projet, la traçabilité sur l'avancement,
- la gestion des incidents,
- la construction des propositions de solutions et leur communication,
- la dynamique de collaboration sur toutes les étapes de cet exercice.

2.2. Étayage créatif et éléments de situations d'apprentissage observés

Accompagnant le scénario pédagogique, l'étayage créatif qui fait l'objet d'observations se caractérise par :

- un environnement numérique 3D persistant, en ligne et multi-utilisateurs, dédié à l'apprentissage en gestion de projet, et composé de salles à l'architecture particulière
- des artefacts 3D et interactifs implantés dans le monde virtuel utilisés via les avatars des étudiants et communiquant entre eux
- des éléments discursifs de l'enseignant utilisés pour accompagner l'activité des élèves et enfin leur réflexivité (en particulier en fin de projet).

L'entreprise qui développe et promeut la technologie qui a fait l'objet de l'innovation pédagogique que nous présentons la désigne sous le terme de Dynamique AVatariale en Environnement Immersif (DAVEI). Cette technologie et la plateforme ont été mises gracieusement à disposition de l'université.

Dans ces salles virtuelles, les étudiants travaillent ensemble à distance avec internet, par le biais de personnages virtuels (avatars) qu'ils meuvent (souris-clavier) et dont ils peuvent orienter la vue (fonction zoom) indépendamment de l'avatar, et à travers lesquels ils parlent à l'aide de micro-casques branchés sur leur ordinateur. Cet environnement virtuel accessible à distance permet de nouvelles possibilités de communication et d'interaction, relâchant les contraintes physiques des classes telles que définies à l'université. L'accès à la plateforme aux heures de fermeture de l'établissement, avec ou sans l'enseignant, permet également un travail de groupe qui relâche les contraintes de déplacement physique, et donc de temps, pour les membres d'un groupe. Dans le monde virtuel, les communications peuvent être écrites ou orales, privées ou publiques. Par exemple, au cours d'un TD, l'étudiant peut s'adresser en *a parte* au professeur et réciproquement. Une partie de l'étayage créatif n'est pas écrite, c'est le langage et, au-delà, l'attitude dont fait preuve l'enseignant dans l'accompagnement des étudiants en situation d'apprentissage et le retour d'expérience qui complètent les consignes écrites. Ces éléments de langage et attitude seront saisis par deux méthodes : observation de séquences d'enseignement lors de la mise en œuvre du scénario, et entretien d'explicitation

(Vermersch, 1996). La technique de l'entretien d'explicitation est une aide pour savoir comment la personne s'y prend pour effectuer une action précise. Cette technique suscite, par des questions sur la réalisation de tâches particulières et situées, une immersion par la narration et une prise de conscience associée. Cette technique permet de surmonter, passer du faire au dire, alors qu'il ne va pas de soi de mettre en mots ses actes tout en faisant émerger la partie inconsciente de toute action dans laquelle sont ancrés les savoirs pratiques. L'analyse de ces entretiens vise alors à comprendre la relation entre son activité d'étayage créatif et son imaginaire dans lequel est ancrée sa créativité pédagogique.

Il importe également d'étudier les éléments facilitants ou bloquants, liés à l'interface homme-machine, déterminant la fluidité des échanges dans le monde virtuel sur des plages de travail collaboratif synchrone et asynchrone à distance. L'environnement virtuel permet en effet, via la persistance des artefacts et de traces d'activité laissées par les étudiants, de sortir de l'unité de lieu et de temps de la classe.

Enfin, nous nous intéressons à l'interaction entre avatars et entre avatars et artefacts, à partir de l'analyse de séquences de situation d'apprentissage, pour comprendre comment les étudiants apprennent et développent une collaboration, une créativité et une réflexivité dans les groupes projet et entre ces groupes.

2.3. Nature des données collectées

Deux entretiens d'explicitation, selon Vermersch (1996), ont été réalisés auprès de l'enseignant initiateur et usager de l'environnement virtuel. Les autres données qualitatives et quantitatives ont été collectées sur ces promotions de Master1 en Contrôle Audit Comptabilité. Elles sont composées :

- de captures vidéos (dont *chats*) et son, dont certaines par les chercheurs, dans le monde virtuel où les étudiants sont en situation de travail collaboratif selon les diverses séquences du scénario ; ces captures rendent compte des créations et productions des étudiants et de leur usage des artefacts (tableau virtuel interactif, carte heuristique 3D, Gantt 3D et de ses ressources/contraintes/régulations sous formes d'objets symboliques codifiés)
- des prises de notes lors de la participation en ligne à des séances d'usages, par les étudiants, de l'environnement virtuel
- de vidéos sur leurs retours d'expérience suscités par l'enseignant au sein du module
- des données collectées par l'enseignant en ligne sur la gestion et la manipulation de l'interface homme-machine par les étudiants.

La collecte de ces données avait pour but de comprendre comment ce dispositif a suscité la collaboration, la créativité et la réflexivité dans le processus d'apprentissage de la gestion de projet. Les quatre groupes projets observés avaient une sous-thématique à partir d'une thématique générale qui suggérait une coopération entre groupes, et qui était celle de la réorganisation de la formation en master pour son perfectionnement. Ces sous-thématiques ont porté sur :

- un projet d'amélioration de la communication vis à vis des étudiants entrants et des recruteurs des étudiants sortants
- un projet de capitalisation sur les savoirs et savoir-faire
- un projet sur l'individualisation et la personnalisation des enseignements et accompagnements (prise en compte des attentes spécifiques, du handicap, de l'éloignement ….)
- un projet d'amélioration de la qualité (contenu, forme, temporalités des enseignements).

3. Résultats

Les résultats sont présentés en quatre temps : l'appropriation par les étudiants de l'interface homme-machine et les temporalités d'usage (1), les apports typiques de l'étayage créatif et de la relation avatariale pour la collaboration (2), ces mêmes apports pour la créativité individuelle et collective au sein des groupes (point de vue de l'enseignant et des étudiants, et productions originales codifiées) (3), et enfin pour la réflexivité au sein des groupes et entre les groupes (4).

3.1. Appropriation de l'interface homme-machine et temporalités d'usage

Le protocole d'accès est conventionnel : il correspond comme pour la plupart des utilitaires informatiques au téléchargement et à l'installation (automatique) d'un logiciel d'émulation puis à une inscription sur un site (nom + prénom + mail + mot de passe et confirmation). Néanmoins, il apparaît comme compliqué pour des personnes qui ne sont pas habituées à s'inscrire sur des sites. Au-delà de ces aspects, le suivi des incidents dont rend compte le tableau 1 ci-après, montre que, sur 21 étudiants de la promotion 2014-2015, 12 ont accédé à la plateforme immersive sans difficulté, 2 ont rencontré des problèmes immédiatement résolus en autonomie, 1 n'a pas réussi à le résoudre car ne possédant pas d'ordinateur, il a dû aller dans un cybercafé, 3 ont eu des problèmes de microphone (soit parce qu'ils n'en n'avaient pas, soit parce qu'ils n'ont pas réussi à le faire fonctionner) ce qui n'a été résolu qu'à la séance suivante, 2 autres ont eu des problèmes de son qui ont dû être résolus en les guidant via le chat écrit avant le début de la première séance. Enfin, une étudiante avait une dispense médicale après avoir ressenti des vertiges (observation faite sur des simulateurs, notamment militaires, dès les années 50 et qualifiée de '*simulation sickness'* par Bioca (1993) cité par Mennecke *et al* (2011)). Elle a néanmoins participé aux cours avec enthousiasme en se connectant, sans utiliser son avatar. Il est à noter que, sur les 9 situations problématiques, 5 ont été solutionnées techniquement et tous les étudiants ont pu participer au TD (à l'écrit exclusivement) quand ils n'avaient pas le son.

Tableau n°1. Nombre d'incidents de connexion et d'accès à la plateforme 2014-2015

Nombre d'incidents	
Accès	**Total**
ok	12

ok problème résolu	2
problème médical	1
problème micro	3
problème ordi	1
problème son	2
Total général	21

Un événement imprévu sur l'année 2013-2014 permet de penser qu'il y a aussi effectivement eu une appropriation collective de la plateforme (le tableau de suivi n'était alors pas mis en place). Un jour, la salle de cours prévue était occupée par un autre enseignant, il n'y avait pas d'autres salles disponibles. Les étudiants ont proposé spontanément de se retrouver avec leur enseignant sur la plateforme immersive pour un cours en classe virtuelle, à la surprise de l'enseignant, ce qui fut fait.

À la question demandant si les étudiants ont apprécié de pouvoir rester chez eux, l'enseignant est clairement affirmatif pour la première année d'expérimentation (2013-2014) car « *les étudiants sont relativement loin, plutôt que venir à l'université se rencontrer, c'est facilitant pour le travail en groupe*». Par contre, pour la deuxième année, 2014-2015, dans la mesure où il y avait un cours dans une autre matière dans l'après-midi, il devait quand même faire l'aller-retour, le seul avantage, d'après une étudiante, était « de ne pas se lever trop tôt pour affronter les transports en heure de pointe ».

Ces résultats suggèrent cependant qu'une présence de l'animateur à l'accueil et à l'accompagnement à la prise en main de l'accès à la plateforme est indispensable. C'est un temps à prévoir et à planifier dans ce type de TD, ce qui exige une compétence de l'enseignant spécifique dans la prise en main et l'accompagnement à distance des novices. Ces incidents diminuent fortement lors des prises en main suivantes, au vu du tableau de suivi sur chaque TD, mais il faut prévoir une assistance en ligne afin de préserver l'accès pour tous, ce qui demande une disponibilité de l'enseignant et une organisation collective en dehors des heures de TD. L'enseignant a constaté que cet accompagnement est aussi important pour des étudiants qui lui ont déclaré être rompus aux jeux vidéo multi-joueurs en ligne en environnement 3D. Une explication possible à ce constat est que la mise en œuvre du scénario pédagogique viendrait en fait perturber des routines d'usage dans ces environnements de jeux.

3.2. Collaboration

Les apports que nous souhaitons relever ici sont de trois types : apprentissage intragroupe pour l'organisation des idées (a), apprentissage intragroupe pour l'organisation du travail (b), apprentissage intergroupe de la complémentarité pour un projet complexe (c).

(a) Du point de vue de l'organisation collective des idées, l'enseignant témoigne sa surprise quant à la pugnacité des différents groupes :

« *ça a été un vrai chantier pour eux, comment ils s'y prennent, ils ont aussi collaboré sur l'aspect production, il y avait une dépendance de chaque groupe sur la production des autres groupes, »*

L'observation de vidéo dans le monde immersif (*in world)* de l'usage de la carte heuristique ainsi que le verbatim de l'enseignant montre, dans les groupes, un réel engagement dans l'abstraction et l'organisation collective des idées sur la carte heuristique :

« ce que l'on mesure c'est le niveau d'enchâssement, ils ont mis une idée sur une branche et ont mis une sous-carte heuristique et encore une en troisième niveau, avec des codes couleurs qu'ils ont décidés ensemble pour l'ergonomie. »

Les témoignages rendent compte d'une présence importante sur la plateforme dans le travail collaboratif, et d'un début d'intériorisation de schèmes par la pratique en matière de *brainstorming* débouchant sur une co-écriture :

« On a beaucoup fait par 'chat', pour exprimer toutes nos idées, le thème sur la communication, on a essayé au tout départ sur le tableau vert de mettre toutes nos idées, puis on les a mis sur la carte heuristique, on avait mis l'idée de l'annuaire des anciens étudiants pour faire un réseau avec les nouveaux étudiants, les aider, leur donner leur expérience, l'analyse systémique devait se faire au début, là tous les autres objets sont vraiment au début, à la phase de définition ».

De même, la lecture du tableau collaboratif lui-même montre non seulement comment s'enchaînent et se combinent les idées de différentes personnes, mais aussi comment elles sont accueillies par les autres auteurs : « *oui très bonne idée,…* », « *oui pas mal, surtout que …* ».

Cette façon de co-construire les idées par une multi modalité que permet la technologie témoigne, à notre sens, d'une flexibilité attentionnelle, c'est-à-dire d'une capacité de passer d'un type de perception à l'autre en fonction de l'information la plus pertinente pour mener la tâche.

(b) La combinaison entre l'étayage créatif et la technologie permet également de remédier à la tendance à une division du travail, dès le début du projet, une routine estimée peu créative d'un point de vue collectif. En effet, l'enseignant, sous sa forme avatariale, peut se déplacer physiquement dans l'environnement 3D et visiter les groupes en train de travailler. Il peut écouter les dialogues, lire les productions écrites sur le tableau (mentionnant les auteurs avec des couleurs), ou voir les étudiants répartis dans l'espace en train d'écrire sur la carte conceptuelle à différents endroits de celle-ci. Il peut poser des questions, être proche socialement, sans toutefois imposer son corps physique incarnant une forme d'autorité et de jugement :

« En regardant les avatars, leur posture, je voyais sur quel type d'outil ils étaient, un jour je vois 4 personnes sur la carte heuristique et 4 personnes sur le Gantt, je leur dis: 'je comprends pas ce que vous faites', car l'idée c'était de travailler ensemble sur la carte

heuristique et ensuite de reporter sur le Gantt, et le leader m'a dit :' j'ai réparti les forces, pour ne pas que l'on perde du temps', simplement dans les consignes, je voulais qu'ils organisent les idées sur la carte heuristique ensemble avant de travailler sur le Gantt, ça faisait partie des apprentissages, j'ai recentré ».

Les contributions de chacun ne semblaient pas toujours réparties de façon équitable dans les groupes, comme cela est souvent le cas en enseignement classique en groupe projet. Cependant, ce faible engagement est vite visible avec la persistance des productions intermédiaires dans le monde virtuel, ce qui, entre autre, favorise un dialogue avec les personnes concernées sur leur participation.

«ça se voyait sur les écrits des supports collaboratifs, je le voyais au niveau des connexions, de l'avatar, il ne s'exprimait pas, était inactif ».

(c) Sur la collaboration intergroupe, l'observation vidéo et l'entretien montrent que l'attitude de l'enseignant est de laisser émerger le besoin de consulter les autres groupes pour obtenir des informations pour avancer sur leur propre projet. Si certains groupes projets se mettent à coopérer spontanément, l'enseignant observe les autres en particulier, via les écrits dans la carte heuristique, sans intervenir, étant attentif aux questions émergentes susceptibles d'être traitées dans ces autres groupes :

« *par exemple dans le groupe qualité, ils écrivent un truc, je me dis ça c'est un problème de communication, je les laisse mariner, et je leur demande plus tard quel groupe travaille la dessus ?* »

Sur ce point, le verbatim de l'enseignant et les observations de vidéo mettent en évidence des avatars des étudiants qui se déplacent d'une salle de TD à l'autre. L'enseignant demande à ces avatars ce qu'ils font. Deux types de réponses sont alors émises : une à laquelle il s'attendait et une autre plus surprenante. Dans le premier type de réponses, certains étudiants allaient échanger avec un autre groupe dont ils dépendaient du point de vue des propositions et mises en œuvre. Par exemple, le groupe travaillant sur la qualité de la formation intéressait le groupe travaillant sur la communication pour cette formation de master CAC. La réponse surprenante était, selon les mots des étudiants, qu'ils allaient espionner les autres groupes pour savoir comment les autres s'organisaient, travaillaient. Pour l'enseignant,

« ce n'était pas vraiment concerté dans leur fonctionnement, lorsqu'ils avaient des difficultés dans un groupe, il y en avait parfois un qui s'échappait, soit il le disait au groupe d'accueil, soit il se cachait un peu et écoutait ce que les autres faisaient. Ce qui m'a un peu surpris, c'est qu'ils avaient du mal à s'organiser pour organiser leurs idées, et la solution qu'ils ont trouvée, c'est d'aller voir ce que faisaient les autres groupes, y compris à leur insu ».

Ce témoignage suggère que la présence dans le monde virtuel par la relation avatariale est avérée et porte une dimension d'engagement et de vécu émotionnel liés au jeu : « *ils disaient qu'ils allaient espionner sur un ton amusé* ». Ce constat va dans le sens d'une désinhibition cognitive qui leur

permettrait de saisir l'opportunité de la relation avatariale pour mettre en œuvre une flexibilité attentionnelle, qui serait par ailleurs malvenue en présentiel. Ce constat de désinhibition cognitive peut être renforcé par l'analyse de verbatim de *chats* non privés, où, par exemple, une étudiante (avatar femme) dit de but en blanc à un étudiant (avatar homme) qu'elle l'aime, ce à quoi succèdent des exclamations et de l'amusement. Il n'est pas évident que cette parole ait pu être aussi directe dans l'espace physique d'une salle de TD, entre personnes adultes en formation.

3.3. Créativité

L'accompagnement par l'enseignant sous forme d'avatar a permis de surmonter des routines qui, tendanciellement, bloquent la créativité collective, comme le fait de laisser une personne écrire pour le compte des autres et faire la synthèse en direct :

> *« Au niveau du transfert sur la carte heuristique, je m'assurais que plusieurs personnes écrivaient, je leur disais vous pouvez écrire aussi, …là où ils ont été contributifs, c'est sur le fond, dans les différents groupes, plusieurs personnes contribuaient à l'écriture des idées ».*

À la question demandant à l'enseignant s'il était satisfait des productions délivrées par les étudiants dans les différents groupes, celui-ci répond par l'affirmative. Les éléments constitutifs des productions créatives sont synthétisés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau n° 2. Contenus originaux et contributions originales à la méthode par groupes

Thème de travail du groupe	**Contenu créatif produit groupe**	**Méthode créative produit groupe**
Capitalisation Valorisation de la formation du master CAC	Aide à l'emploi : *lobbying* / parrainage avec corps professionnels Développement de cours en ligne et de moyens informatiques adaptes Adaptation des matières aux besoins des étudiants	Ont redessiné les tâches hors chemin critique du Gantt
Personnalisation de la formation dans le master CAC	Trouver des solutions de rattrapage / contraintes de travail/ pers handicapées… Cours de mises à niveau en début d'année Prise en compte de la pluralité des profils	Carte heuristique : dédier un item aux idées volées aux autres groupes Utilisation de codes couleurs pour les phases du projet sur la carte heuristique Ont utilisé l'espace commentaire du *pad*

Communication dans et pour le master CAC	Créer une base de données contact et de réseaux sociaux Organiser une journée bilan / portes ouvertes Communiquer sur la formation et ses événements auprès de partenaires	
Qualité et amélioration du master CAC	Faire un recueil des alternances passées Faire une journée d'intégration et y inviter d'anciens étudiants Organiser des rencontres avec les entreprises Rendez-vous personnalisés pour parler des projets des étudiants	

Cette créativité a également porté sur la re-conception d'artefacts, de type objets conceptuels.

> *« Un des éléments qui m'a étonné, dans le Gantt, j'ai proposé des objets conceptuels déjà fabriqués pour illustrer des tâches, des éléments de contexte,…, et ils ont carrément créé de nouveaux objets dans un groupe ! ».*

La thématique des projets portant sur l'amélioration de la formation que suivaient les étudiants (en cohérence avec un apprentissage situé), les propositions que ces derniers ont fait émerger ont été transmises par l'enseignant à l'administration de l'Université. Cependant cette communication est restée sans suite :

> *« J'ai trouvé très intéressants les projets délivrés à la fin, j'en ai touché un mot à la responsable de formation continue, sur le fond il y a des suggestions, et une volonté de participer à l'amélioration de cette formation, très intéressante, il y avait des choses très riches comme la valorisation du réseau des anciens en appui de type tutorat aux novices, ça aurait pu être un vrai outil de réflexion dans le cadre de l'amélioration de ce master CAC ».*

L'apprentissage situé qui a débouché sur ces propositions a été séquencé par l'usage de différents outils dans un ordre logique différents entre les deux années observées. En 2013-2014, les étudiants devaient d'abord utiliser le tableau de co-écriture, puis la carte heuristique et enfin la réalisation d'un Gantt symbolisé par des objets 3D disposés autour de la flèche du temps. Sur l'année suivante, les deux premières tâches ont été inversées.

Les observations des vidéos montrent que l'ordre dans lequel ces tâches avec leur outil sont présentées est un ordre structurant sur la construction de la compétence de collaboration dans la génération et la rationalisation des idées. Lorsque, dans une première tâche en gestion de projet, c'est l'usage du

tableau interactif qui est prescrit, puis, dans une deuxième tâche, c'est l'usage de la carte conceptuelle, les résultats de la collaboration ne sont pas les mêmes que lorsque ces deux tâches sont inversées dans le temps. Sur l'année 2013-2014, l'usage du tableau collaboratif, que tout le monde dans le groupe regarde, permet une génération d'idées distribuées et en même temps une structuration collective du débat sur ces idées proposées par écrit ou oral, puis écrites. Ce premier niveau de convergence du débat conduit ensuite à la conception d'une arborescence de la carte conceptuelle 3D - opération qui est apparue plutôt fluide à l'enseignant. Par contre, lorsqu'il a inversé ces tâches, avec un travail de génération d'idées sur la carte conceptuelle et ensuite de structuration et hiérarchisation des idées sur le tableau collaboratif, l'enseignant a été surpris du désordre et de la difficulté rencontrée par les groupes, dans cette tâche.

En fait, lorsque la première tâche est d'utiliser la carte conceptuelle, les étudiants sont d'emblée distribués voire éparpillés physiquement dans l'espace et peuvent s'isoler sur un objet conceptuel (les différents cubes et parties de l'arborescence avec lesquelles ils structurent leurs propos individuellement ou collectivement). Ce qui est perçu comme un inconvénient par l'enseignant est en réalité un effet performatif de l'outil qu'il a mis en place dans l'activité imaginative des étudiants. Ceci explique que certains s'isolent dans leur coin pour remplir des *items* de façon structurée, ils sont immergés dans une tâche individuelle et oublient de se raccorder au travail collaboratif et itératif de partage et échange d'idées. La structuration et hiérarchisation collective des idées dans le tableau interactif est alors moins rapide, puisque certains étudiants arrivent avec leurs propres propositions déjà structurées, tandis que d'autres ont déjà négocié, souvent en binôme, par ailleurs. La créativité individuelle, dans ce type d'étayage et de technologie, serait plus soutenue lorsque la carte heuristique vient en support de la tâche de génération d'idées. Cependant, pour qu'elle se transforme en créativité collective du point de vue de la structuration et hiérarchisation des idées, via l'artefact du tableau collaboratif, un temps plus important de négociation et écriture collective serait nécessaire.

3.4. Réflexivité

La forme avatariale de l'enseignant dans un environnement virtuel 3D représente également de nouveaux moyens pour accroître la réflexivité de l'étudiant et son autonomie. Lorsque l'enseignant observe de près la dynamique de groupe sans la perturber par la présence de son vrai corps, il peut demander en *a parte* (donc sans lui faire perdre la face), à un étudiant qui semble en difficulté pour se faire entendre ou prendre des responsabilités, *« quelle place il occupe dans l'équipe ?* » ou « *comment arrive-t-il à trouver sa place ?»* ou enfin « *pourquoi ses collèges ont-ils fait comme ça ?»*.

> *« Par rapport à l'évaluation en classe, dans le monde, j'ai la possibilité de leur parler en a parte, je me mets en message personnel avec lui, il répond sans gêne, j'ai l'impression que j'ai moins le statut d'un prof dans le monde que dans la classe réelle ».*

Un deuxième niveau de réflexivité et d'autonomie en même temps est celui qui consiste à exploiter dans cette formation à la gestion de projet, une expérience qu'ils ont ensemble mais qu'ils ne vivent pas de la même façon - celle d'être étudiant dans ce master à l'université - puisque le projet porte sur la réorganisation de ce master, donc de leur propre formation.

Ainsi, les moments de réflexivité installés par l'enseignant, en temps 6, correspondent à l'ouverture d'un espace de dialogue multimodal permettant à la fois l'expression par *chat* privé d'un vécu individuel dans un collectif, et, en mode oral, un enchaînement des prises de parole en relation avec le vécu exprimé par les autres. Si cette prise de parole à l'oral est un exercice collaboratif du point de vue de l'écoute et du partage du ressenti, ce moment d'auto-évaluation est aussi un moment créatif où la désinhibition cognitive renforce la capacité à donner du sens collectivement et individuellement (aussi via le *chat* privé) à l'expérience vécue. Notons que les objets de la collaboration ou sur lesquels portent la créativité dans les moments de réflexivité déclenchés par l'enseignant ne sont pas les mêmes que dans un moment de génération d'idées pour le projet ou dans un moment de planification du projet.

En conséquence, à partir de cette réalisation de scénario, nous observons que la collaboration, la créativité et la réflexivité sont des activités qui peuvent être suscitées dans des temporalités différentes mais aussi qui se recouvrent en partie.

4. Discussion

Selon notre proposition initiale, le recours à la technologie des mondes virtuels permettrait de bénéficier, par la relation avatariale et l'étayage créatif de l'enseignant, d'une ergonomie cognitive qui réponde aux enjeux de formation pour un agir compétent en gestion de projet, agir qui serait créatif, collaboratif et réflexif.

Les résultats des observations sont riches d'enseignement sur les trois types d'agir compétents et plus globalement pour une approche énactive de la compétence en éducation (Masciotra, 2017) via les mondes virtuels.

D'abord, pour la construction de la compétence créative, les observations montrent que la relation avatariale dans un monde virtuel avec artefacts, tout en étant proche du présentiel physique des séances en classe, s'en distingue du point de vue des possibilités de flexibilité attentionnelle et de désinhibition cognitive associées (Aden, 2016 ; Sylvia *et al.*, 2008). Les personnes qui ne sont pas en confiance n'expriment pas leurs idées facilement, ce qui nuit à la créativité collective. Dans notre observation, la combinaison entre le fait d'être représenté à distance avec un avatar et l'usage d'artefacts soutenant la créativité encourage une prise de parole plus distribuée et une génération d'idées plus fournie, en première phase, dans le travail du groupe projet. La phase de sélection d'idées est elle-même influencée positivement par la présence avatariale et les artefacts virtuels. Cette relation semble permettre des émotions, une présence favorisant un échange communicationnel plus aisé et une créativité et une improvisation collective de bon niveau, à faible coût. En nous référant aux quatre

dimensions de l'agir compétent (Masciotra, 2017) nous pouvons affirmer que les étudiants, y compris les plus mal à l'aise en groupe, se sont disposés activement pour la génération d'idées, se sont situés sur la carte heuristique, se sont positionnés vis-à-vis des autres et réalisés dans le travail de groupe.

Pour la construction de la compétence collaborative en gestion de projet, nos résultats montrent en premier lieu que la possibilité de plage de travail collaboratif synchrone, autour d'artefacts 3D, est en soi originale et non comparable aux outils classiques utilisés dans cette discipline. Elle permet un travail immersif impliquant les corps via des avatars tout en étant à distance. La plage horaire est en même temps plus importante à distance que celle offerte seulement en présentiel physique à l'université. Cette technologie des mondes virtuels, étayée de façon créative par l'enseignant, permet d'énacter à distance une compétence de collaboration créative (Giglio, 2016) dans un espace virtuel d'apprentissage. Il est à noter que le geste de l'enseignant est à la fois langagier (oral, *chat*) et corporel via le déplacement du corps avatarial de l'enseignant auprès de l'étudiant en difficulté ; ce qui ne peut pas être le cas dans l'apprentissage sur des plateformes 2D, ou pour une grande partie des *serious vidéo games*.

Enfin, du point de vue de la construction de la compétence réflexive, l'usage par les avatars d'outils d'aide à la conception et à la gestion de projet vient renforcer les occasions de réflexivité des étudiants au sein de leur groupe, mais aussi à partir de nouvelles occasions d'échanges entre les groupes dans l'espace immersif. Ceci constitue une nouvelle opportunité de compétences énactées en gestion de projet complexes dont les conditions sont difficiles à reproduire en milieu universitaire, compte tenu du fait qu'il n'y a pas d'unité de lieu et de temps pour les étudiants en dehors des cours traditionnels. Dans la mesure où cette compétence est énactée, elle représente un potentiel transférable dans le monde professionnel comme alternative à des projets dits agiles, où les rôles, les événements et les artefacts sont immuables (Scrum) puisqu'ici le projet devient un système couplé à d'autres systèmes dont des éléments qui peuvent modifier la donne doivent être pris en compte chemin faisant. Enfin, les artefacts font sens dans la mesure où l'étayage créatif s'accompagne d'une bienveillance de l'enseignant lui permettant d'intervenir dans le cours de la tâche en connaissance de cause, à partir des traces que laisse l'activité et des échanges oraux observés et qui ne s'interrompent pas lorsque son avatar s'approche du groupe. L'éthique bienveillante et son cadre bientraitant sont alors un moyen d'atteindre une amélioration sensible du confort d'apprentissage des élèves (Habib et Bidal, 2017 ; Bidal-Loton, 2019). Cette réflexivité est également mise en œuvre au moment de la restitution finale où les étudiants présentent leur travail, ce qui caractérise une évaluation formative. C'est la façon dont ils se sont disposés activement, situés, insérés et positionnés, ce qu'ils ont réalisé, mais aussi la façon dont ils se manifestent dans le travail du groupe qui est évaluée.

D'un point de vue présentiel, l'avatar porte une charge émotionnelle, comme en témoigne les extraits de *chats* et les commentaires entendus, en situation, dans les vidéos. Cependant, si cette charge est positive tout en étant associée au ludique, pour de très rares personnes, lors de la première connexion

et prise en main, elle dégage une gêne peut-être négative justement en relation avec le ludique fondé sur le corps avatarial (un cas rencontré sur deux promotions : « *on est pas là pour jouer !* »).
Pour la plupart des étudiants, à partir de la présence corporelle de la personne dans l'espace immersif via cette relation avatariale, l'accès aux situations rompt avec le format page qui reste le standard d'internet dans la formation à distance. En accord avec la théorie de l'apprentissage situé (Ketelhut *et al.,* 2011) la relation avatariale, dans l'espace immersif, permet d'instancier un objet-lieu où joue la proxémie entre son corps avatarial et d'autres objets ou avatars, ce qui favorise, avec un accompagnement approprié, une créativité plus horizontale dans le groupe. Néanmoins, les personnes ne sont pas sur le même plan d'égalité par rapport à cette technologie, du point de vue de leurs équipements, de la maîtrise de ces équipements et de l'habileté vis-à-vis de l'interface homme-machine. En principe, des postures de convivialité, d'accueil et d'entraides sont de mises, ce qui relève également de la compétence de l'enseignant de veiller à cela.

Conclusion

Si, aujourd'hui, nous interrogeons la relation avatariale comme support d'apprentissage de compétences de créativité, de collaboration et de réflexivité dans le cadre de formation en gestion de projet, nous nous intéressons également à la cohérence pédagogique des contraintes d'apprentissage et des formes d'étayage de cet apprentissage induites par l'activité de l'enseignant et son imaginaire. Du point de vue de l'enseignant amenant l'innovation pédagogique, si cette technologie a récupéré les codes et les instruments du jeu en ligne et en a gardé l'esprit et la fluidité, elle constitue une rupture culturelle et socio-technique pour chacun. Par exemple, elle invite, comme d'autres techniques d'incitation à la créativité, à aller au-delà du format « page » et propose d'associer aux contenus, des lieux et des objets 3D. Ainsi, la technologie utilisée remet en question davantage que l'interface, l'approche pédagogique et didactique ; d'où l'importance d'un étayage créatif approprié. L'objectif de cet article était d'étudier les apports d'une innovation pédagogique à l'université, utilisant la technologie des mondes virtuels, pour la conception et la planification de projet, sans autre simulation d'activité, dans le but de construire des compétences de créativité, de collaboration et de réflexivité en gestion de projet. Pour répondre à cet objectif, comme nous l'annoncions, nous avons mobilisé une conception énactive de la compétence, que nous inscrivons dans deux courants théoriques complémentaires. Le premier est celui de la créativité comme un phénomène affectivo-cognitif engageant le corps dans la relation sociale, impliquant un étayage créatif pour son apprentissage. Le deuxième est celui de l'apprentissage situé appliqué aux interactions sociales dans les mondes virtuels éducatifs, débouchant sur la notion de relation avatariale.

Nos résultats suggèrent que la technologie des mondes virtuels, par la relation avatariale et un étayage créatif approprié, sans autre simulation, représente une alternative pour l'apprentissage de compétences de créativité, de collaboration et de réflexivité pour des étudiants en master. Si cette

technologie étayée apparaît ludique, c'est parce qu'elle impose le corps (par celui de l'avatar) et induit des émotions suscitées par le mécanisme d'auto-empathie relativement à ce corps situant la collaboration (l'espace est l'objet partagé) dans une même unité de temps et de lieu. C'est dans ce sens qu'accompagnée par l'étayage créatif de l'enseignant, elle représente, via sa multimodalité (*chat*, voix, corps avatarial) et ses artefacts (tableau interactif, carte heuristique interactive, objets conceptuels), un intérêt dans la construction des compétences de créativité, réflexivité et collaboration sur des temporalités courtes, pour des étudiants peu aptes à s'intégrer dans un collectif, ou à l'inverse, pour favoriser l'écoute d'étudiants avides de *leadership* ; cela eu égard à une théorie de la créativité fondée sur l'apprentissage situé.

D'un point de vue théorique, nous rejoignons les travaux émergeant qui montrent la perfomativité de la relation au corps avatarial qui, étayée de façon pertinente, permet une construction énactive de la compétence (Masciotra, 2017) alors que celle-ci est surtout attendue en présentiel vu l'importance accordée au corps et à la personne entière. D'un point de vue méthodologique, il serait intéressant de poursuivre cette expérimentation avec un suivi longitudinal du vécu des étudiants, pour mieux appréhender les apprentissages situés aux niveaux individuels, en relation avec les actants et les collaborateurs. D'un point de vue théorique, nous avons contribué à poser les bases pour la construction d'une analyse de l'agentivité dans l'apprentissage situé, permise par la relation avatariale dans un espace immersif offrant des outils en ergonomie cognitive favorables à la créativité, la collaboration et la réflexivité. Ces jalons restent à affiner notamment du point de vue des mécanismes de la créativité collective à partir de l'apprentissage situé avec une collecte de données plus intensive.

La technologie étudiée est aujourd'hui de plus en plus utilisée. Son application dans le cadre d'un projet dans le second degré permet à une *start up* de bénéficier depuis septembre 2019 de la labellisation Incubateur Académique, octroyée par la direction du numérique pour l'éducation (DNE). Par ailleurs, dans le cadre de la formation pour les personnes peu ou pas qualifiées et éloignées de l'emploi, la plateforme utilisée ici sans autres simulations bénéficie également du statut de Grande École du Numérique (GEN). Ces deux labels, décernés pour trois ans, nous permettent d'envisager d'élargir nos études sur l'usage de cette technologie et son impact sur l'apprentissage et le développement de compétences pour un public plus massif.

Références

Autissier D., Vandangeon-Derumez I. (2007), Les managers de première ligne et le changement. *Revue française de gestion*, (5), p. 115-130.

Abramo J. M., Reynolds A. (2015), "Pedagogical Creativity" as a Framework for Music Teacher Education, *Journal of Music Teacher Education*, 25(1), p.37-51.

Aden J. (2016), Créer, innover par le théâtre : pour une pédagogie énactive des langues, In I.Capron Puozzo, Dir., *La créativité en éducation et en formation*, p.107-118, Ed. deBoeck Supérieur.

Beghetto R. A. (2017), Creativity in teaching, In J. C. Kaufman, J. Baer, V. P. Glăveanu (Eds.). *Cambridge Handbook of Creativity Across Different Domains*. New York: Cambridge University Press.

Beghetto R. A. (2015), Creative Openings in The Social Interactions of Teaching, *Creativity: Theories-Research-Applications*, 3, p. 261-273.

Bidal-Loton M.-P. (2019), Disposition humaine bienveillante et dispositif bientraitant : une expérimentation de pédagogie innovante pour élèves « DYS », in Cappellini M, Olympio N., *Apprentissage et Education. Conditions, contextes et innovations pour la réussite scolaire, universitaire et professionnelle*. Presses Universitaires de Provence, sous presse.

Biocca, F. (1993). Will simulation sickness slow down the diffusion of virtual environment technology? Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1(3), 334–343.

Callon M. et Latour B. (1990), La science telle qu'elle se fait, La Découverte, Paris.

Capron Puozzo I. (2016), Du concept de créativité à une pédagogie de la créativité : un défi pour le XXIème siècle in I. Capron Puozzo, Dir., *La créativité en éducation et en formation*, p.13-32, Ed. deBoeck Supérieur.

Clerc-Georgy A. (2016), L'imagination dans le développement de la créativité et de l'apprentissage, In I. Capron Puozzo , Dir., *La créativité en éducation et en formation*, p.79-92, Ed. deBoeck Supérieur.

Csíkszentmihályi M. (1996), *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*, New York: Harper Perennial, traduit par C-C Farny, *La créativité. Psychologie de la découverte et de l'invention,* Paris 2006 : Robert Laffont.

Collingbourne L., Seah W. K. (2015), Teaching project management using a real-world group project, In 2015 *IEEE Frontiers in Education Conference* (FIE), p. 1-8.

Comeau G. (1995), La créativité en éducation: importance de la compétence disciplinaire. *McGill Journal of Education/Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 30(003).

Coulibaly B., Hermann H. (2015), L'appropriation d'une innovation par ses usagers : autour du futur *Learning centre* de l'Université de Haute Alsace, *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 31-2 | 2015, mis en ligne le 01 juillet 2015, consulté le 10 mars 2019 sur : http://journals.openedition.org.lama.univ-amu.fr/ripes/961

Dalton, G., Devitt, A. (2016), Action research Irish in a 3D world: Engaging primary school children. *Language Learning & Technology*, 20(1), 21-33.

David A. (1999), Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion, *Actes de la VIIIe Conférence de l'Association internationale de management stratégique* (AIMS 1999, Chatenay-Malabry).

Dede C. (2009), Immersive interfaces for engagement and learning, *Science*, 323, p.66–69.

Dede C., Grotzer T. A., Kamarainen A., Metcalf S. J. (2017), Virtual reality as an immersive medium for authentic simulations, In *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education*, Springer, Singapore, p.133-156.

De Ketele J.-M. (2010), La pédagogie universitaire : un courant en plein développement, *Revue française de pédagogie*, 172, p. 5-13.

Dietrich, A. (1999), La dynamique des compétences, point aveugle des techniques managériales. *Formation emploi*, 67(1), p. 9-23.

Diprose R. (2002), *Corporeal Generosity: On Giving With Nietzsche, Merleau-Ponty and Levinas*, New York, NY: Suny Press.

Dvir D., Sadeh A., Malach-Pines A. (2006), Projects and project managers: the relationship between project manager's personality, project, project types, and project success, *Project Management Journal*, 37 (5), p. 36–48.

Eisner E.W. (2002), *The arts and the creation of mind.* New Heaven, CT: Yale University.

Farley H. S. (2016), The reality of authentic learning in virtual worlds, *In Learning in virtual worlds: Research and applications*, Press Editor: S. Gregory, M. Lee, B. Dalgarno, B. Tynan, Athabasca University, p. 129-149.

Ferguson R. (2011), Meaningful learning and creativity in virtual worlds, *Thinking skills and creativity*, 6(3), p.169-178.

Freire, P. (1987), Pedagogia do Oprimido. *17e ed, Rio de Janero, Paz e Terra*, consulté sur http://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/paulofreire/paulo_freire_pedagogia_do_oprimido.pdf

Gadille, M. (1992), L'apprentissage par l'entreprise de la gestion prévisionnelle de l'emploi, *Travail et Emploi*, 51, p. 70-83.

Gallagher S. (2005), Dynamic models of body schematic processes, In H. De Preester and V. Knockaert (eds). *Body Image and Body Schema Amsterdam*: John Benjamins Publishers. p. 233-250.

Gallese V. (2014), Bodily selves in relation: embodied simulation as second-person perspective on intersubjectivity, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *369*(1644), 20130177.

Garel G., (2003), *Le management de projet*, Paris, La Découverte, coll. « Repères »

Giglio M. (2016), Étayages créatifs. Gestes des enseignants pour soutenir une collaboration créative entre élèves, In I. Capron Puozzo, Dir., *La créativité en éducation et en formation*, p.133-152, Ed. deBoeck Supérieur.

González-Marcos A., Olarte-Valentín R., Sainz-García E., Múgica-Vidal R., Castejón-Limas M. (2017), A virtual learning environment to support project management teaching, In *International Joint Conference SOCO'17-CISIS'17-ICEUTE'17* León, Spain, September 6–8, 2017, Proceeding (p. 751-759). Springer, Cham.

Guadagno R. E., Blascovich J., Bailenson J. N., McCall C. (2007), Virtual humans and persuasion: The effects of agency and behavioral realism, *Media Psychology* (10) 1, p. 1-22.

Habib M. et Bidal M.-P. (2017), Un dispositif expérimental pour les élèves souffrant de troubles 'dys' complexes. *Le Magazine de l'Education*, 2. 11.

Hodgson D. (2002), Disciplining the professional: the case of project management, *Journal of Management Studies*, 36 (6), p. 803-821.

Huault I., Perret V. (2011), L'enseignement critique du management comme espace d'émancipation: une réflexion autour de la pensée de Jacques Rancière. *M@n@gement*, 14(5), p. 282-309.

Karakas F., Manisaligil A., Sarigollu E. (2015), Management learning at the speed of life: Designing reflective, creative, and collaborative spaces for millennials, *The International Journal of Management Education*, 13(3), p. 237-248.

Karsenti K., Grégoire P. (2015), Professionnalisation et développement professionnel des enseignants dans un contexte d'intégration des TICE : le cas du Québec, *Distances et médiations des savoirs, 11*, consulté sur https://dms.revues.org/1140

Ketelhut D., Dede C., Clarke J., Nelson B., Bowman C. (2011), Studying situated learning in a multi-user virtual environment, In E. Baker, J. Dickieson, W. Wulfeck & H. O'Neil (Eds.), *Assessment of problem solving using simulations*. Routledge, p.47-68.

Kolltveit B., Karlsen J., Gronhaug K., (2007). Perspectives on project management. *International Journal of Project Management*. 25 (1), p.3–9.

Latour B. (2001), *L'espoir de Pandore : pour une version réaliste de l'activité scientifique*, La Découverte, traduit de l'anglais par D. Gilles, Paris.

Lehman V. (2010), Connecting changes to projects using a historical perspective: Towards some new canvases for researchers, *International Journal of Project Management* 28, p. 328–338.

Masciotra D. (2017), La compétence : entre le savoir agir et l'agir réel. Perspective de l'énaction, Éthique publique [En ligne], 19(1).

Mennecke, B. E., Triplett, J. L., Hassall, L. M., Conde, Z. J., Heer, R. (2011), An examination of a theory of embodied social presence in virtual worlds. *Decision Sciences*, 42(2), 413-450.

Messager Rota V. (2009), *Gestion de projet–vers les méthodes agiles*, Eyrolles, France.

Midler C. (2005), Du développement de management de projet au management multi projets: contingence et apprentissage des savoirs managériaux, *73ème Congrès de l'ACFAS*, Université du Québec.

Mollo, V. et Nascimento, A. (2013), Pratiques réflexives et développement des individus, des collectifs et des organisations. *In* : P. Falzon (Eds). *Ergonomie Constructive.* PUF : Paris, 2013.

Morgado L., Varajão J., Coelho D., Rodrigues C., Sancín C., Castello V. (2010),The attributes and advantages of virtual worlds for real world training, *The journal of virtual world*, p.15-35.

Navarre C. (2005), Prolégomènes à une théorie contingente de la gestion de projet, *Colloque 423, 73e congrès de l'ACFAS,* Université du Québec à Chicoutimi.

Nunez Moscoso J. (2013), Et si l'on osait une épistémologie de la découverte ? La démarche abductive au service de l'analyse du travail enseignant, *Penser l'éducation*, Laboratoire CIVIIC, 2013, p.57-80.

Ojiako U. (2005), *Project failures: a comparative study of information and communication technologies (ICT) and construction projects,* Doctoral thesis, Northumbria University.

Ojiako U., Ashleigh M., Chipulu M., Maguire S. (2011), Learning and teaching challenges in project management, *International Journal of Project Management*, 29(3), p. 268-278.

Pastré P. (2001), Les compétences professionnelles et leur développement, *La revue de la CFDT*, n°39, mars 2001, 3-10.

Palocsay S. W., White M. M., Zimmerman D. K. (2004), Interdisciplinary collaborative learning: using decision analysts to enhance undergraduate International management education, *Journal of Management Education*, 28(2), p. 250-259.

Pereny E. (2013), *Images interactives et jeu vidéo: De l'interface iconique à l'avatar numérique*, Collection Lecture>play, (Eds) Questions théoriques, 287 p.

Peirce C. S. (2002), *Pragmatisme et pragmaticisme*, Paris, France : Éditions du Cerf.

Policard F. (2014), Apprendre ensemble à travailler ensemble : l'interprofessionnalité en formation par la simulation au service du développement des compétences collaboratives. *Recherche en soins infirmiers*, 2(117), p. 33-49.

Reisoğlü I., Topu F. B.,Yilmaz R. M., Karakus T., Götkas Y. (2017), 3D virtual learning environments in education: a meta-review, *Asia Pacific Educ. Rev*., 18(1), p. 81-100.

Rey B. (1996), *Les compétences transversales en question*, Paris : ESF.

Santos K., de Paula E.M.A.T. (2014), A teoria de Paulo Freire como fundamento da Pedagogia Social. *Interfaces Científicas: Educação*, Aracaju, v. 3, n.1, Out., p. 33-44

Schön D. (1993), *Le praticien réflexif. A la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*, Montréal, Éditions Logiques.

Silvia P.J., Nusbaum E.C., Berg C., Martin C., O'Connor A. (2009), Openness to Experience, Plasticity and Creativity: Exploring Lower-Order, High-Order, and Interactive Effects, *Journal of Research in Personality*, 43(6), p. 1087-1990.

Sofia G. (2016), *Embodied creativity*. Formation de l'acteur et neurosciences de la créativité, In I.Capron Puozzo, Dir., *La créativité en éducation et en formation*, p.107-118, Ed. deBoeck Supérieur.

Sousa de Ajauro, L. (2009), Pratique collaborative dans un environnement immersif : la modélisation 3D avec Second Life, *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, 6 (2-3), 80–87.

Sternberg R. J. (2003), WICS: a model of leadership in organizations. *Academy of Management Learning & Education*, 2(4), p. 386-401.

Nijhuis S. A., (2017), Exploring Project Management Education, *European Journal of Social Sciences Education and Research January*, 4(1), p. 44-61.

Tanggaard L., Beghetto R. A. (2015), Ideational pathways: Toward a new approach for studying the life of ideas, *Creativity. Theories–Research-Applications*, 2(2), p. 129-144.

Tardif, J, (2006), *L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement*. Montréal, Chenelière Éducation.

Vermersch P. (1996), *L'entretien d'explicitation*, Esf.

Vignon C., Jaotombo, F. (2018), Faire du yoga loin du réverbère. Formation au management et éthique incarnée, *@ GRH*, (1), p. 47-77.

Viscontas I.V., Miller B.L. (2013), Art and Demencia: How degeneration of Brain Regions Can Lead to New Creative Impulses, in O.Vartanian, A.S. Bristol & J.C. Kaufman (Eds), 2013, *Neurosciences of Creativity*, p. 115-132, New York: MIT Press.

Walder A. M. (2016), Les innovations technologiques sont-elles à l'origine des nouveaux rythmes et temporalités de l'université contemporaine ?, *Distances et médiations des savoirs*, 16 | 2016, mis en ligne le 15 décembre 2016, consulté le 10 mars 2019 sur : http://journals.openedition.org.lama.univ-amu.fr/dms/1605

Wearne S. (2008), Stakeholders in excellence in teaching and learning of project management. *International Journal of Project Management* 26 (3), p.326–328.

Wood D., Bruner J.S., Ross G. (1976), The Role of tutoring in problem-solving, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), p. 89-100.