



HAL
open science

A propos de la création d'un Escape Game à partir d'une coquille de jeu sérieux numérique accessible

Mathieu Muratet, Arneton Mélissa, Anne Vanbrugghe, Véronique Geffroy,
Marie-Hélène Ferrand, Thomas Planques

► To cite this version:

Mathieu Muratet, Arneton Mélissa, Anne Vanbrugghe, Véronique Geffroy, Marie-Hélène Ferrand, et al.. A propos de la création d'un Escape Game à partir d'une coquille de jeu sérieux numérique accessible. 6ème Colloque International Game Evolution CIGE 2022, May 2022, en ligne, France. hal-03674026

HAL Id: hal-03674026

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03674026>

Submitted on 20 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



6^{ème} Colloque International *Game Evolution*

A propos de la création d'un Escape Game à partir d'une coquille de jeu sérieux numérique accessible

MURATET Mathieu^{1,2}, ARNETON Mélissa^{1,3}, VANBRUGGHE Anne^{1,4}, GEFFROY Véronique^{1,3}, FERRAND Marie-Hélène¹, PLANQUES Thomas⁵

¹ INSHEA, Université Paris Lumières, France

² Sorbonne Université, CNRS, LIP6, France

³ Grhapes, ⁴ SFL, ⁵ Ikigai

mathieu.muratet@lip6.fr, melissa.arneton@inshea.fr, anne.vanbrugghe@inshea.fr,
veronique.geffroy@inshea.fr, marie-helene.ferrand@inshea.fr, thomas.planques@gmail.com

Résumé :

Cet article propose de décrypter la transposition d'un *escape game* dans le cadre d'une démarche de recherche-action-formation. *E-LearningScape Access* est un jeu sérieux d'évasion (*escape game*) hybride destiné aux apprenants en formation initiale ou continue dans le champ du handicap et de l'inclusion sociale et scolaire. Il vise à améliorer la prise en compte, par des professionnels, de besoins particuliers en lien avec des situations de handicap. Se basant sur une coquille préexistante relative à la pédagogie universitaire, un processus de modifications des contenus au thème de la prise en compte des besoins particuliers a eu lieu. Après avoir exposé les différentes phases du processus et les écueils rencontrés, les résultats qualitatifs des premières expérimentations sont évoqués. Les aspects informatiques et pédagogiques qui se sont posés sont explorés, dans une perspective de généralisation des apports, en termes d'apprentissages, d'un jeu sérieux mêlant virtuel et réel.

Mots-clefs :

Adaptation ; E-LearningScape Access ; Formation d'adultes ; Handicap ; Inclusion ; Jeu d'évasion ; Serious Game

1 INTRODUCTION

L'adaptation d'un monde globalisé à la diversité des besoins humains suppose la prise en compte des différences, quelles qu'en soient la nature. Les discours internationaux émanant de l'ONU et l'UNESCO (avec la convention internationale des droits des personnes handicapées), de l'Union Européenne ou d'organisations nationales promeuvent une perspective inclusive, concernant le handicap et les besoins individuels, dans tous les espaces. Ce « vivre ensemble » ne conduit pas à la négation des spécificités. Ainsi, dans le champ du handicap, l'ambition d'une société inclusive suppose des parcours différenciés, des démarches et des outils adaptés aux besoins des personnes en situation de handicap (e.g. Starcic & Bagon, 2014).

L'écosystème étudié dans cet article est une ressource pédagogique à destination d'apprenants en formation initiale ou continue dans le champ du handicap et de l'inclusion sociale et scolaire. A travers la présentation de cet écosystème, nous poursuivons un double objectif : (1) étudier comment modifier un jeu sérieux d'évasion existant afin de l'adapter à des besoins de formation et d'en améliorer l'accessibilité et (2) tirer de l'observation des pratiques de jeu collaboratif des connaissances d'ordre pédagogique, technique et/ou méthodologique.

Après un bref panorama des solutions numériques de formation par le jeu dans le champ du handicap, nous exposons notre dispositif de recherche-action-formation, conçu à partir d'un jeu sérieux d'évasion (*serious escape game*) intitulé *E-LearningScape Access*. L'étude critique des différentes phases de conception et des premières expérimentations qualitatives conduit à interroger l'apport de la dimension *escape* à un jeu sérieux multi-joueurs visant l'amélioration des pratiques professionnelles de différenciation. Après une exploration des aspects informatiques et pédagogiques du projet, nous envisageons son potentiel de généralisation. La conclusion ouvre une discussion sur la conception de ressources ludiques en mêlant virtuel et réel dans le cadre d'un apprentissage centré sur la diversité des fonctionnements humains.

2 LE JEU SERIEUX D'EVASION, UN ESPACE INCLUSIF FORMATEUR

Le jeu sérieux est « un jeu dont l'objectif premier est autre que du pur divertissement » (Michael et Chen, 2005). En formation, la situation d'enseignement-apprentissage sur un sujet comme le handicap ou la dépendance constitue bien une finalité sérieuse (e.g. Charmillot et Gobron, 2017 ; Wang, DeMaria, Goldberg & Katz, 2016).

2.1 POSITIONNEMENT DU PROJET PAR RAPPORT A D'AUTRES JEUX SERIEUX

Les jeux dédiés aux personnes en situation de handicap développés ces dernières années sont essentiellement liés à la rééducation (Argyropoulos, Paveli & Nikolarazi, 2019 ; Rodriguez, 2020) y compris dans le cadre de collaborations avec des entreprises (Genious Healthcare ou

StreetLab, par exemple). Ces propositions mobilisent des dispositifs électroniques (eyetracker¹, environnement virtuel de simulation...) pour faciliter des apprentissages fins et répétitifs, voire comportementaux, dans un environnement ludique. La démarche mobilisée dans le jeu sérieux d'évasion qui nous intéresse se veut plus globale, l'articulation enseignement-apprentissage-jeu y est conçue comme un ensemble où l'enseignant-formateur mobilise la dimension ludique en tant que modalité de réflexion et d'acquisition de connaissances en recourant à la mécanique du jeu pour en didactiser le contenu. Le joueur en tant que sujet humain seul ou en groupe y est actif et élabore de nouvelles connaissances grâce à l'artefact numérique (Sanchez, Ney & Labat, 2011).

Les jeux formant des accompagnants relevant du domaine de l'éducation ou de l'accompagnement social sont rares. Or l'évolution de la définition du handicap vers une conception plus ouverte, bio-psycho-sociale, interroge la société dans tous les domaines y compris le numérique, elle invite notamment à repenser l'accessibilité et les pratiques inclusives (Lespinet-Najib, Pinède, Belio, Demontoux & Liquète, 2015).

Certes, quelques jeux comme *SecretCam*² ou *Vis ma vue*³ permettent à un joueur de résoudre les problèmes rencontrés par une personne en situation donnée de handicap. Ces jeux amènent à se construire des représentations qui peuvent paraître tronquées puisqu'elles réfèrent à une seule expérience. En effet, certains travaux pointent la difficulté à analyser les possibilités, ressources et freins des personnes à besoins particuliers, non seulement à partir de nomenclatures pré-établies mais aussi en fonction de leurs ressources singulières (Lussier-Desrochers et al, 2016). Si une simulation en contexte réel court le risque de figer certaines représentations, le recours à un environnement ludique décentré, tel qu'un jeu d'évasion, peut constituer une alternative pédagogique favorisant la mobilisation des apprenants (Lépinard, 2020).

2.2 UN JEU SERIEUX D'EVASION MULTI-JOUEURS HYBRIDE AU SERVICE DE LA DIVERSITE

Le jeu que nous étudions dans cette contribution (*E-LearningScape Access* - voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) relève de la catégorie des jeux sérieux d'évasion qui consistent à proposer à un groupe de joueurs un ensemble d'énigmes non linéaires structurées autour d'un scénario fédérateur, la collaboration entre les joueurs y est alors centrale. En l'occurrence, la dimension sérieuse s'incarne dans le fil rouge traversant l'ensemble des énigmes : sensibiliser

¹ *Eyetracker* : Technique d'étude du regard ou du comportement oculaire

² <https://www.seriousgamesecretcam.fr/handicap.php>

³ <https://www.reseau-canope.fr/vis-ma-vue/>

les joueurs à l'amélioration de leurs pratiques de différenciation pour une meilleure prise en compte des besoins particuliers liés à un handicap.



Figure 1 : Capture d'image du jeu E-LearningScape Access

*E-LearningScape Access*⁴ est un *mod* (une transformation) du jeu *open source E-LearningScape*⁵. Il en reprend les modalités, à savoir un jeu 3D en vue subjective incluant une dimension hybride. Une partie des indices sont en effet disponibles dans l'environnement virtuel tandis que d'autres sont proposés au format papier-crayon. Le jeu peut être joué par groupe de deux à cinq joueurs réunis autour d'un ordinateur (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La construction des situations de jeu encourage collaborations et interactions entre les joueurs. Ils évoluent dans l'univers virtuel, où ils découvrent des indices leur donnant accès à divers contenus numériques et physiques. Ils résolvent alors des énigmes en lien avec le handicap, dans et hors du jeu vidéo. Ces deux facettes s'alimentent tout au long de la partie.

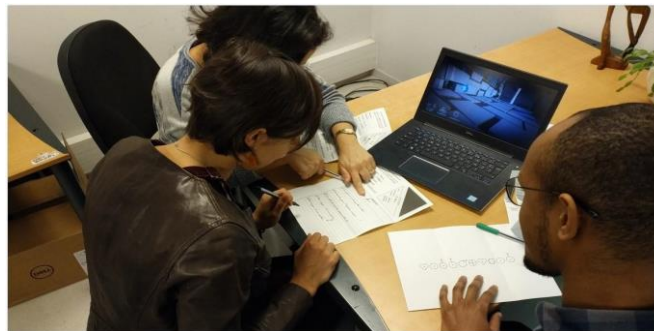


Figure 2 : Exemple de collaboration entre participants dans le jeu E-LearningScape Access

Notre adaptation du jeu propose une modalité d'interaction hybride, mêlant contenus physiques et virtuels, assez inédite (Fotaris & Mastoras, 2019). Généralement, un jeu d'évasion se réalise

⁴ <https://www.inshea.fr/fr/content/serious-games-de-lorna>

⁵ <https://github.com/Mocahteam/E-LearningScape>, développé avec Unity 3D par Sorbonne Université et Ikigai (<https://ikigai.games/>) à partir de l'escape game LearningScape (<https://sapiens-uspc.com/ressources/learningscape/>) conçu par Sapiens-USPC et le CRI diffusé sous licence CC-BY-NC-SA.

dans un espace réel en classe ou sur un campus (e.g. Borrego, Fernandez, Blanez & Robles, 2017).

Rendre compréhensibles les notions d'inclusion, d'accessibilité et de besoins particuliers pour les travailler ensuite au cours de la formation, nécessite une réflexion didactique. Proposer un tel jeu sérieux en formation de type universitaire vise à modifier les représentations du handicap chez les joueurs. La scénarisation d'*E-LearningScape Access* sous la forme d'une aventure en équipe peut alors être une ressource pour les étudiants que nous recevons, les amenant à construire ces notions de manière active. Par ses actions dans le jeu, chacun apprend et conceptualise en contexte (Pastré, Mayen & Vergnaud, 2006). La motivation, élément important des situations d'enseignement-apprentissage, est soutenue par la dimension conative vidéo ludique : l'apprenant se mobilise et peut restructurer ses réseaux conceptuels (Csikszentmihalyi, 1991).

Assortir l'activité de jeu d'une réflexion méta-cognitive en clôture (débriefing) contribue à faire prendre conscience aux joueurs de ce qu'ils ont fait et appris et à changer leurs représentations voire leurs pratiques (Braad, Degens & IJsselsteijn, 2019). Si de nombreux jeux comme *SecretCam* et *Vis ma vue* invitent les joueurs, après les séquences de jeu proprement dite, à évoquer leurs stratégies de jeu en confrontant des représentations suggérées par l'artefact numérique, le pouvoir d'apprendre dans l'interaction y est limité, la réflexion sur l'activité est dissociée du temps de jeu. Proposer un jeu multi-joueurs nécessitant de partager le même artefact numérique dans un même espace-temps contribue à confronter les points de vue des participants durant la séquence de jeu (Vari, 2018) et peut être repris lors du débriefing.

Enfin, le jeu sérieux pouvant être joué par des publics habitués de l'univers du jeu vidéo comme de publics néophytes, le jeu original *E-LearningScape* a fait l'objet d'une réflexion au niveau de l'univers visuel, pour le rendre attractif pour ces publics variés aux goûts et habitudes différents. L'univers visuel conçu est en décalage avec la réalité et s'inscrit avec une direction artistique « *low poly* »⁶ fortement présente dans la production industrielle de jeux indépendants. Ce choix artistique permet d'exploiter pleinement la promesse de la fiction et les codes auxquels sont habitués les publics pratiquant le jeu. Pour les publics non pratiquants, l'orientation artistique *low poly* en intégrant des éléments du familier et des teintes douces, contribue à leur présenter un univers accueillant et rassurant.

La diversité concerne aussi la possibilité du jeu de fonctionner sur des machines variées, en particulier dans un contexte où les structures d'enseignement ne sont pas toutes dotées de

⁶ *Low poly* : Objet 3D ayant un nombre relativement faible de polygones.

matériel informatique de pointe adapté au jeu vidéo. Ainsi la qualité de rendu visuel du jeu peut être configurée pour lui permettre de fonctionner autant à son plein potentiel sur des machines puissantes, que dans une version moins esthétique mais fonctionnelle sur des machines plus modestes.

2.3 SYNOPSIS DU JEU *E-LEARNINGSCAPE ACCESS*

Les transformations apportées au jeu original plongent les joueurs dans le rêve de l'avatar d'une jeune professionnelle à la veille de son premier jour au contact de personnes à besoins particuliers dans un cadre scolaire ordinaire. Les joueurs travaillant en équipe jouent le rôle de marchands de sable⁷ et doivent aider Camille à répondre à ses interrogations avant son réveil : Comment rendre les contenus d'enseignement accessibles à des personnes présentant une déficience ou une dyslexie ? Quelles ressources ou représentations inconscientes entravent les comportements professionnels ?... Au fil du jeu, les joueurs sont amenés à collecter des indices et à identifier des mots-clés relatifs à l'éducation inclusive. Ce faisant, les notions sont introduites et une expérience collaborative en lien avec le handicap est proposée.

Le jeu est composé de quinze énigmes réparties dans quatre salles virtuelles. Les énigmes de la version *Access*, présentée dans cet article, couvrent quatre thèmes : l'accessibilité, l'identification des besoins, l'adaptation des pratiques et la notion de personne ressource. Une énigme propose par exemple aux joueurs d'identifier parmi diverses situations pédagogiques celles qui favorisent l'inclusion, une autre sonde les représentations du handicap, une autre encore fait appel à une transcription en braille. Des indices sous formes de clés, de parchemins ou de fragments de rêves sont disponibles dans les différentes salles du jeu. Les fragments de rêves, matérialisés dans le monde virtuel par des diamants en lévitation, constituent des objets de jeu particuliers donnant accès à du matériel dans le monde réel (dans la version *Access*, des documents imprimés sont proposés). Lorsqu'un joueur clique sur un fragment de rêve, il est informé qu'il est autorisé à récupérer un matériel donné.

Enfin, un débriefing suit directement la phase de jeu. Il prend la forme d'un focus-group où les animateurs de séance questionnent les ressentis et stratégies individuelles ou collectives des participants face aux différentes énigmes. Cet espace partagé entre tous les joueurs leur permet aussi de conscientiser leur rapport au travail collaboratif. Un diaporama étaye les réflexions des joueurs sur l'architecture des énigmes ou sur les liens entre une mécanique d'énigme et son

⁷ Le marchand de sable peut certes être vu comme une figure accompagnant l'endormissement mais il renvoie également dans le jeu initial de Sorbonne Université à la fonction de consolidation des apprentissages durant le sommeil.

contenu. Il s'agit d'un temps métacognitif mettant en relation les différents apprentissages proposés dans les énigmes du jeu et dans les activités proposées.

3 DEVELOPPER UN JEU SERIEUX D'EVASION DANS UNE DEMARCHE DE RECHERCHE-ACTION

Comme nous l'avons indiqué en introduction, à travers *E-LearningScape Access*, nous poursuivons un double objectif : (1) étudier comment modifier un jeu sérieux d'évasion existant afin de l'adapter à des besoins de formation et d'en améliorer l'accessibilité et (2) tirer de l'observation des pratiques de jeu collaboratif des connaissances d'ordre pédagogique, technique et/ou méthodologique.

3.1 UNE PROBLEMATIQUE CENTREE SUR LE CARACTERE GENERATIF ET INCLUSIF D'E-LEARNINGSCAPE ACCESS

Dans cet article nous nous concentrons sur la réingénierie des énigmes qui nous a permis de créer la version *Access* d'*E-LearningScape*, nous soulignons toutefois que nous avons aussi travaillé l'accessibilité du jeu (Muratet & Garbarini, 2020) et notamment les différentes dimensions de l'adaptation (adapté, adaptable, adaptatif) (Sehaba, 2014) afin de le rendre plus inclusif.

La propension d'une situation d'apprentissage ou de jeu à accueillir une diversité de modes opératoires, de sensibilités ou de centres d'intérêt dépend en partie de sa capacité générative, de sa plasticité. Si nous avons pu nous approprier et transformer le jeu *E-LearningScape*, c'est qu'il offre quantité de modulations pédagogiques ou ludiques. À la fois contenant, en tant que structure comportant des règles et des contraintes, et flexible en tant que parcours ouvert à des variations, le jeu devient par nature espace de construction collectif et inclusif. Néanmoins, la transformation d'une ressource fût-elle ouverte se heurte parfois aux limites du périmètre initial défini par son concepteur.

3.2 UNE METHODOLOGIE POUR ETUDIER L'ACTION DE CONCEPTION DANS SA COMPLEXITE

Si *E-LearningScape Access* part d'un projet de formation, une démarche de recherche-action inspirée des travaux initiés par Kurt Lewin s'est imposée naturellement à nous, en tant qu'enseignants-chercheurs et formateurs dans un établissement dédié à l'enseignement et à la recherche sur l'éducation inclusive. Nos choix épistémologiques s'inscrivent dans une perspective à dominante socio-constructiviste qui fonde l'acquisition de savoirs professionnels ou scientifiques dans l'action collaborative distanciée. La recherche-action est une manière de construire la connaissance en considérant les changements induits dans la construction du phénomène étudié, dans les solutions et les ressources créés par les acteurs mais aussi les

transformations occasionnées chez eux. Dans cette perspective, le processus de création du jeu lui-même peut alors être considéré comme un objet scientifique (Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015).

Nous utilisons comme corpus pour retracer les différentes phases du processus les documents de conception, les échanges de mails, les observations faites lors des réunions du groupe de travail⁸ d'*E-LearningScape Access*, de même que les traces d'activités produites et les expérimentations réalisées. Ces données sont mobilisées dans une démarche compréhensive et inductive (Savoie-Sajc, 2019). L'analyse de la conception informatique (Lallemand & Grosnier, 2018) ainsi que des descripteurs de l'action didactique conjointe (Chevallard, 1991) et des éléments de la didactique professionnelle (Pastré, Mayen & Vergnaud, 2006) permettent de rendre compte des processus à l'œuvre tant du point de vue des acteurs que des processus mis en place pour mener à bien la transposition de cette ressource pédagogique par les membres du groupe de travail.

Ce groupe s'est réuni, dès 2018, environ toutes les quatre semaines en début de projet puis au rythme d'une fois tous les deux mois au minimum (la section 4 détaille le contenu de ces réunions de conception et de mise en œuvre). Le jeu a été testé auprès de 28 équipes soit 70 participants adultes (certains pouvant avoir eux-mêmes des besoins particuliers) issus de trois formations différentes centrées sur des concepts relatifs à l'école et à la société inclusives. Il s'agit, pour l'une, d'un master de conseillers en accessibilité ouvert à des étudiants de formation initiale en sciences humaines et sociales et des professionnels de terrain en reprise d'études. Les deux autres formations dans lesquelles la preuve de concept a été menée sont des actions de formation continue.

L'encadrement de ces expérimentations comprenait un maître du jeu, un assistant technique et des observateurs qui portaient leur attention sur les échanges lors des séquences de jeu et sur les sollicitations ou retours des joueurs auprès des animateurs. À l'issue des expérimentations, le groupe de travail se réunissait pour s'interroger sur l'efficacité du dispositif, sur les choix faits et les améliorations possibles.

4 PROCESSUS DE MODIFICATION DU JEU ORIGINAL

L'enjeu lors de la transformation du jeu *E-LearningScape* en une version *Access* consistait à conserver les mécaniques de jeu initiales tout en changeant les contenus. Cet objectif a soulevé plusieurs questions quant au choix des contenus du nouveau jeu, à la façon de les mettre en

⁸ Il réunit un enseignant-chercheur en informatique, six enseignants avec un intérêt pour les TIC (pédagogues, didacticiens ou chercheurs en éducation) et ponctuellement des stagiaires en accessibilité informatique ou des collègues intéressés par les TIC.

adéquation avec les mécaniques existantes et à l'accompagnement dans l'acquisition des connaissances, pendant et après le jeu, mais aussi quant à l'animation du retour d'expérience. Le processus de transformation du jeu s'est déroulé sur cinq phases pouvant être itératives (Lallemand & Grosnier, 2018) : la planification, l'exploration, l'idéation, la génération et l'évaluation.

4.1 PHASE DE PLANIFICATION

Le projet de transformation du jeu sérieux initial a eu lieu dans un établissement de l'enseignement supérieur qui mène des actions de formation de durée variable et rassemble une grande diversité de publics autour des questions d'inclusion sociale et scolaire.

Une séance de présentation du jeu original (*E-LearningScape*) a d'abord été proposée à l'ensemble des enseignants de l'établissement. Une dizaine d'entre eux ont participé à la session de jeu. La séance a été organisée comme une séance de jeu classique, à savoir, une heure de jeu suivi d'un temps d'échange pour discuter des éventuelles transpositions pédagogiques possibles.

Outre l'enseignant-chercheur en informatique à l'initiative du projet, six participants se sont engagés dans le groupe de travail pour faire évoluer le jeu : deux formatrices spécialistes du champ de la surdité, une formatrice spécialiste des troubles moteurs, une enseignante de langue et deux enseignants-chercheurs en éducation dans le champ du trouble du spectre de l'autisme pour l'un et de la prise en compte de la diversité pour l'autre. L'ensemble des participants a entre 10 ans et 40 ans d'expérience dans le domaine de l'école inclusive. Chaque membre du groupe voyait dans cette modalité un possible outil innovant pour la formation et l'occasion d'explorer de nouvelles pistes pédagogiques.

À l'exception de l'enseignant-chercheur en informatique, spécialiste des *serious games*, les autres membres du groupe de travail n'avaient aucune expérience dans la conception et la réalisation de jeux sérieux. En revanche, ils apportaient leur expertise dans le champ du handicap. Aucune ressource de développement informatique, de *game design* ou artistique n'était allouée à ce projet.

4.2 PHASE D'EXPLORATION

La phase d'exploration avait comme objectif de répondre à la question de l'adaptation des contenus. Les séances de travail ont pris la forme de *focus group* où les utilisateurs-formateurs, ont exploré les thèmes à aborder pour un jeu d'accueil qui serait proposé en début de formation, en reprenant les principales caractéristiques d'une éducation inclusive telle qu'abordée dans les référentiels des formations du ministère français de l'Éducation nationale.

À l'issue de cette phase, quatre thèmes ont été retenus : répondre aux besoins pour adapter sa pratique, être personne ressource, analyser/identifier les besoins, et rendre accessible la pédagogie et les ressources. Ces quatre thèmes renvoient aux missions ou compétences professionnelles mobilisées par les apprenants tout au long de leur formation et de leur vie professionnelle.

Cette phase exploratoire a conduit à l'instauration d'un dialogue sur les contraintes techniques en termes de développement informatique et la possibilité d'intégrer de nouvelles fonctionnalités au synopsis initial. Des discussions ont permis de définir le périmètre des modifications : respect du format des données attendues (textuel ou numérique), nombre d'énigmes et d'indices limités dans l'espace virtuel, et prise en compte de la découverte non linéaire des indices.

4.3 PHASE D'IDEATION

Le défi de la phase d'idéation était de répondre à la question de l'adéquation des contenus visés avec les mécaniques de jeu existantes. Trois séances de travail de 2h30 sous la forme d'un *brainstorming* ont contribué à développer la créativité : chaque énigme a été décortiquée en termes de mécanique de jeu et d'indices virtuels, accessibles dans l'environnement, et physiques, contenus dans des enveloppes matérialisant les fragments de rêves. Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** détaille comment les mécaniques de quelques-unes des quinze énigmes disponibles dans le jeu ont été adaptées pour traiter les différents thèmes abordés dans la version *Access*. Par manque de place, nous n'en présentons que dix sur les quinze adaptées. En outre, il était primordial de s'assurer des prérequis, clés ou parchemins à collecter et mobiliser pour répondre à chaque énigme. Bien que cette contrainte soit une évidence, la multiplicité des énigmes, des indices et le nombre de salles ont généré une complexité importante. Pour aider le groupe de travail, un descriptif synthétique a été produit et enrichi lors des différentes séances. Il indique le détail des énigmes du jeu original et les transformations opérées.

Tableau 1 : Mécaniques de jeu et mobilisations pédagogiques dans la version Access de E-Learning Scape

	Mécanique de jeu	Intention pédagogique
1	Sélectionner trois boules numérotées parmi neuf, un texte	Enigme centrée sur l'attention portée à l'élève : trois actions sont fondamentales (proposer plusieurs modalités ; mettre l'apprenant en situation d'agir ; permettre aux apprenants de

	étant associé à chaque boule	discuter) et les six autres actions sont tantôt judicieuses tantôt déconseillées sans être prioritaires.
2	Identifier parmi un nuage de mots trois concepts à relier à l'aide d'une corde	Introduire la classification internationale du fonctionnement de 2001 (CIF) et présenter l'évolution des représentations sociales du handicap au cours de l'histoire. L'action de relier les trois concepts clés de la CIF (fonction, capacité et, participation) met l'accent sur l'importance des liens entre ces différents concepts.
3	Trouver des indices cachés nécessitant de se baisser	Accompagner des personnes en situation de handicap nécessite de la part du professionnel de savoir changer de posture pour adapter sa pratique. De même, le joueur doit changer de posture dans le jeu en se baissant pour avoir accès à des fragments de rêve cachés.
6	Utiliser des lunettes permettant de voir l'invisible	Aborder le thème du changement de regard s'agissant des personnes présentant un handicap invisible.
7	Combiner 3 fragments de rêve	Donner à manipuler un document thermogonflé ⁹ et introduire au braille.
9	Utiliser un miroir pour lire un texte inversé	Le mécanisme du reflet est exploité pour faire référence à la perception de soi par autrui et invite à se questionner sur la peur de la stigmatisation qu'un individu peut ressentir dans un groupe.
11	Combiner 3 fragments de rêve	Questionner la lisibilité de trois contenus en prenant en considération la police, la qualité d'une image et les contrastes des couleurs.

⁹ La technique du thermogonflage permet la mise en relief de graphiques, schémas, plans, dessins ; elle consiste à faire gonfler sous l'effet de la chaleur les zones d'une feuille de papier multicouche pour restituer les éléments de compréhension de façon palpable.

13	Combiner 2 fragments de rêve	Mettre en regard deux techniques de codage de l'information : l'alphabet braille et l'alphabet dactylogique.
14	Décoder des symboles visibles à la lumière noire	Exploiter la lampe comme métaphore permettant d'identifier les besoins d'une personne.
15	Effacer le contenu d'un tableau pour accéder aux informations cachées	Effacer les mots du tableau renvoyant aux barrières qui entravent l'accessibilité.

Dans la version initiale, la dernière salle contient quatre énigmes. Pour la version *Access*, le groupe a considéré cette salle comme une première étape de synthèse avant le débriefing qui suit le jeu. Onze énigmes sur quinze renvoient aux thèmes centraux : « Adapter sa pratique » (énigmes 1, 3, 5 et 9) ; « Personne ressource » (énigmes 5, 8, 9 et 11) ; « Prise en compte des besoins » (énigmes 2, 6 et 10) ; « Accessibilité » (énigmes 4, 6, 7 et 10). Les quatre énigmes de la dernière salle (énigmes 12, 13, 14 et 15) mettent en évidence ces grandes thématiques.

Certaines énigmes (7, 10, 11 et 13) étaient peu contraintes techniquement car reposant uniquement sur des contenus physiques extérieurs au jeu. Les membres du groupe de travail étaient donc libres de les imaginer. L'unique contrainte était d'associer au moins un contenu pour chaque enveloppe physique correspondante à chaque fragment de rêve présent dans le jeu. Les seules transformations à opérer dans le jeu numérique pour ces énigmes sont relatives à l'intitulé des questions et aux réponses attendues.

À titre d'exemple l'énigme 7 demande au joueur de combiner 3 fragments de rêves (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette énigme a été choisie pour sensibiliser les joueurs à l'accessibilité de documents imagés pour les personnes aveugles. Le matériel imaginé pour cette énigme (répartie dans les 3 enveloppes associées aux 3 fragments de rêves de cette énigme) est composé : d'un document thermogonflé (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) représentant un labyrinthe contenant des textes en braille ; d'une fiche de codage des 26 lettres de l'alphabet en braille ; et d'une note précisant comment représenter les majuscules en braille. Dans le jeu la formulation de la question associée à cette énigme a été formulée ainsi : « Elle est nécessaire pour sortir du labyrinthe de l'école inclusive ». Le mot clé « labyrinthe » a été volontairement ajouté à la formulation de l'énigme pour donner un indice

au joueur que le labyrinthe découvert dans le jeu est la clé permettant d’y répondre. En résolvant le labyrinthe et en décodant les lettres sur leur parcours, les joueurs doivent découvrir le mot « collaboration ». Cette énigme a plusieurs objectifs : (1) introduire le système d’écriture tactile qui est le braille ; (2) donner à voir et à manipuler un document thermogonflé comme moyen d’accessibiliser un document imagé ; et (3) revenir dans le débriefing sur l’importance de la collaboration pour mettre en synergie les différentes compétences professionnelles.

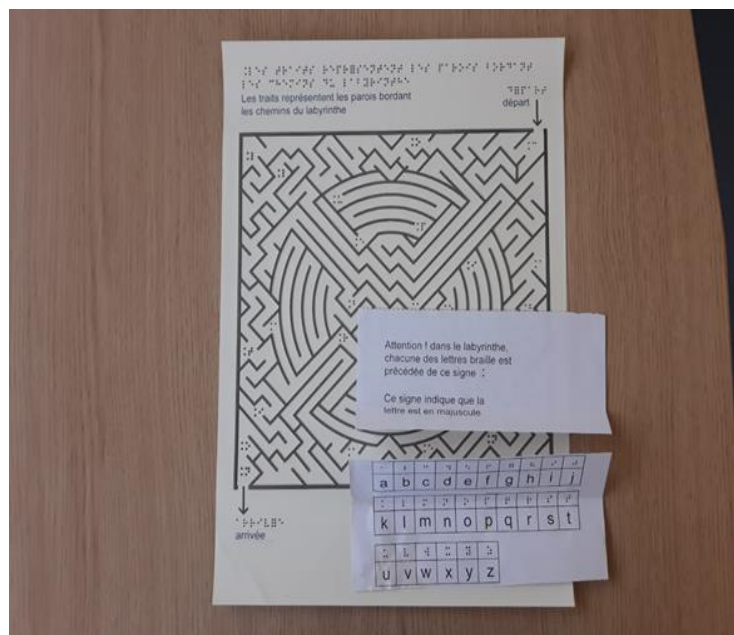


Figure 3 : Exemple de document thermogonflé - un labyrinthe

Outre les modifications précédemment évoquées (contenu des fragments de rêves, questions et réponses attendues), d’autres énigmes (1, 2, 3, 4 et 15) demandaient aux concepteurs de s’accorder sur les unités textuelles à intégrer dans le jeu. Par exemple, l’énigme 2 propose aux joueurs de repérer trois mots parmi un nuage de mots écrits sur un tableau et de les relier à l’aide d’une corde (mécanique imposée par le jeu, voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Le choix d’idéation s’est alors porté sur l’identification de trois concepts clés (Fonction, Capacité et Participation) de la classification internationale du fonctionnement (CIF) (Organisation mondiale de la santé, 2001) que les joueurs peuvent identifier après avoir recombinaé deux fragments de rêve (contenant chacun une partie d’un schéma décrivant les éléments clés de la CIF). L’objectif de cette énigme lors du débriefing est de revenir sur l’évolution des représentations sociales du handicap au cours de l’histoire en questionnant les autres mots mis sur le tableau (charité, limitation, handicap, idiot, ...). Ces distracteurs peuvent se retrouver dans d’anciens textes institutionnels du XXème siècle.

Les énigmes restantes (5, 6, 9, 12 et 14) étaient plus complexes à concevoir car leur modification imposait de mettre à jour des éléments graphiques en les adaptant à des contraintes techniques du jeu relatives à des mécaniques d'interactions spécifiques. La complexité n'était pas technique, elle nécessitait de penser les transpositions pédagogiques et l'accessibilité des contenus.

Par exemple, dans l'énigme 9, la version initiale du jeu proposait d'utiliser un miroir cylindrique pour lire la date de création d'une taxonomie permettant d'évaluer les apprentissages dans le reflet. Pour la version revisitée d'*E-LearningScape Access*, la mécanique du miroir a été utilisée comme métaphore d'une perception de soi fragmentée, brouillée. Les joueurs doivent lire dans le reflet le mot « stigmatisation », notion exploitée dans le débriefing afin de les amener à réfléchir en tant que professionnels sur les choix faits dans leurs pratiques et ne pas stigmatiser involontairement des personnes en situations de handicap. L'image du reflet renvoie aussi aux représentations que les autres ont des personnes à besoins particuliers, de celles qu'elles ont d'elles-mêmes et de celles qu'elles renvoient volontairement ou involontairement (Winance, 2020).

L'énigme 6 est, quant à elle, basée sur un jeu de filtres qui rendent visibles ou cachent certaines informations d'une image. Dans le jeu original, deux verres de lunettes sont dissimulés dans les salles : l'un avec un filtre rouge et l'autre avec un filtre jaune. Ces deux verres permettent de lire les mots « Contrat pédagogique » sur un document caché. Dans la version *Access*, la notion de verre et de lunettes est exploitée pour aborder le thème du changement de regard s'agissant des personnes présentant un handicap invisible dans une foule. Un premier verre révèle les atypicités de chaque individu de la foule (cane blanche, fauteuil roulant, grand âge, dyslexie, maladie de Crohn...). Tandis que le second verre cache les individus qui présentent une atypicité apparente (grand âge, cane blanche, fauteuil roulant...). Il revient alors aux joueurs de prendre conscience de l'effet des deux verres pour trouver la réponse : « handicap invisible ».

4.4 PHASE DE GENERATION

Dans le processus de conception d'un nouveau produit ou service, il s'agit généralement de la phase de conception du prototype, dans notre cas cela a consisté à paramétrer la version originale d'*E-LearningScape* pour y ajouter nos propres données. Il a également fallu produire les ressources graphiques en essayant de respecter des règles d'accessibilité universelle, puis les intégrer au moteur en suivant les différents modèles d'énigmes. Précisons ici que dans la mesure du possible, nous avons privilégié la recherche de solutions inclusives dès la phase d'idéation. Le travail a concerné principalement la génération des contenus virtuels et des ressources associées à chaque fragment de rêve. Les itérations entre phases de génération et

d'évaluation ont également permis d'améliorer ces ressources, notamment l'expérimentation de deux versions de labyrinthes thermogonflés.

La phase de génération concernait aussi le document dédié à l'animation. Le document synthétique textuel utilisé lors de la phase d'idéation était long et difficile à appréhender lors de l'animation des séances. La représentation de la disposition spatiale du jeu et de l'emplacement des différentes énigmes était difficile. Le premier document textuel a alors été modifié pour présenter une vue globale du jeu (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) au moyen de captures d'écran annotées.



Figure 4 : Exemple de visuels annotés du jeu précisant la structure des salles et l'emplacement d'indices

4.5 PHASE D'EVALUATION

La preuve de concept a été réalisée auprès des 28 équipes composées d'étudiants en formation initiale et continue. La plupart de nos hypothèses quant aux comportements de jeu se sont avérées pertinentes, ce qui va être détaillé ci-après. Notons tout d'abord qu'il n'y a pas eu d'abandon en cours de partie même si l'investissement des joueurs dans l'activité a varié. Signalons également que les aides humaines ont contribué à ce qu'il n'y ait pas de perdant même si le temps de jeu était limité.

Le sentiment d'avoir un temps limité pour sortir du rêve a créé de l'émulation mais aussi du lien entre les membres d'une équipe. L'expérimentation du jeu en petite équipe de deux à cinq joueurs a contribué à ce qu'ils prennent conscience de la diversité des manières de faire et d'appréhender le jeu et de sa maniabilité. La modalité collaborative du jeu et sa finalité qui consiste à s'évader a amené les joueurs à mobiliser des compétences utilisées dans le cadre professionnel. Certains qui pensaient, par anticipation, ne pas pouvoir répondre aux demandes des autres joueurs ont fait des propositions dès le début du jeu pour contribuer à la réussite de l'équipe. Par exemple, des joueurs posent des questions qui mettent la puce à l'oreille de leur équipe. À propos de l'énigme 10, un joueur dit « on devrait vérifier qu'une inférence est bien définie comme un processus de raisonnement » puis il va sur son smartphone pour le vérifier.

Il faut signaler que des *verbatim* entendus entre les joueurs comme « pour l'instant, on peut tout ramasser, on fera le tri après » concernent aussi bien des participants jouant à des jeux vidéo régulièrement que des néophytes ayant le sens de l'organisation. Les énigmes et la mécanique de jeu invitent les joueurs à être critiques et à prendre conscience de la dimension située des apprentissages (culturelle, historique ou sociale). Selon nos observations, à la fin du jeu, le handicap semble assimilé à une différence parmi d'autres. Elle est appréhendée par les joueurs en évoquant les différences de stratégies et de vécu entre eux. Les situations de jeu sont suffisamment ouvertes pour que chacun puisse expérimenter à sa manière comme l'indique les échanges durant la phase de mise en commun qui suit l'expérience de jeu.

Des effets inattendus sont ainsi mentionnés par quelques joueurs durant la phase de débriefing. Certains ont évoqué le fait que le jeu les a amenés à vivre des modalités de formation inhabituelles, et qu'ils pensaient transposables dans des actions de sensibilisation dans leur milieu professionnel. D'autres envisagent de nouvelles modalités d'action moins transmissives en tant que personne ressource sur les questions de handicap. La dimension active de l'apprentissage par des actions, la mise en mouvement semble donc contribuer à modifier les représentations des joueurs sur la diversité des situations de handicap et sur les réponses sociales que chacun peut construire.

5 APPORTS HEURISTIQUES D'UNE « COQUILLE DE JEU D'ÉVASION SÉRIEUX » MELANT VIRTUEL ET REEL

Le cœur du processus de transformation a eu lieu lors de la phase d'idéation. Contrairement à un processus de création de jeu sérieux classique où les idées guident le développement de mécaniques de jeu, le processus était ici inversé. Les mécaniques étant présentes dès le départ : il s'agissait alors de déterminer quel contenu aborder dans quelle énigme. Nous avons vu que certaines énigmes étaient très peu contraintes comme celles fonctionnant simplement sur des fragments de rêves dont le contenu pouvait très simplement être changé en modifiant le contenu des enveloppes associées à chaque fragment de rêves. En revanche les énigmes mobilisant la manipulation d'objets virtuels (comme le miroir, des lunettes ou un tableau effaçable) étaient plus complexes car il s'agissait d'exploiter leur mécanique pour qu'elle soit en cohérence avec le message à faire passer.

Le concept de rhétorique procédurale (Bogost, 2007), central dans la discipline du *game design*, invite à proposer des mécaniques de jeu permettant de manipuler le concept à transmettre, pour exploiter pleinement la spécificité interactive du média du jeu. Dans le cas de *E-LearningScape* et de ses *mods*, l'exploitation de mécaniques identiques pour transmettre des propos

pédagogiques sur des thèmes très différents pourrait sembler contradictoire à ce concept. Cependant, ce système d'énigmes pousse le joueur à acquérir des connaissances sur les concepts pédagogiques évoqués, puis à mobiliser celles-ci dans la résolution des épreuves, dans le cadre d'une certaine liberté d'action dans un système explicitement réglé par des actions possibles servant des objectifs : il peut ainsi sous cet angle sembler compatible avec le besoin central d'une mécanique de jeu servant directement la transmission du propos pédagogique.

Pour aider à la phase de génération plusieurs ressources et documentations du jeu existant ont dû être construites afin d'explicitier la position des différents indices et les énigmes à laquelle chaque indice était associé. Une des difficultés rencontrées par l'équipe projet était d'intégrer le non contrôle de l'ordre dans lesquels les joueurs allaient découvrir les indices. En effet, lors de la transformation des premières énigmes, l'équipe projet réfléchissait énigme par énigme et pour chacune d'elles déterminait ensuite les indices utiles permettant de la résoudre : à cette échelle chaque énigme était cohérente. Hors une fois toutes les énigmes déployées dans le jeu, cette cohérence atomique perdait en lisibilité et il était parfois difficile pour les joueurs de déterminer quel indice était associé à quelle énigme. Les énigmes ont donc été reprises pour ajouter des indices dans la formulation des questions ou dans les fragments de rêves (rappel d'un mot clé, cohérence visuelle...) permettant aux joueurs de comprendre les liens cachés entre elles.

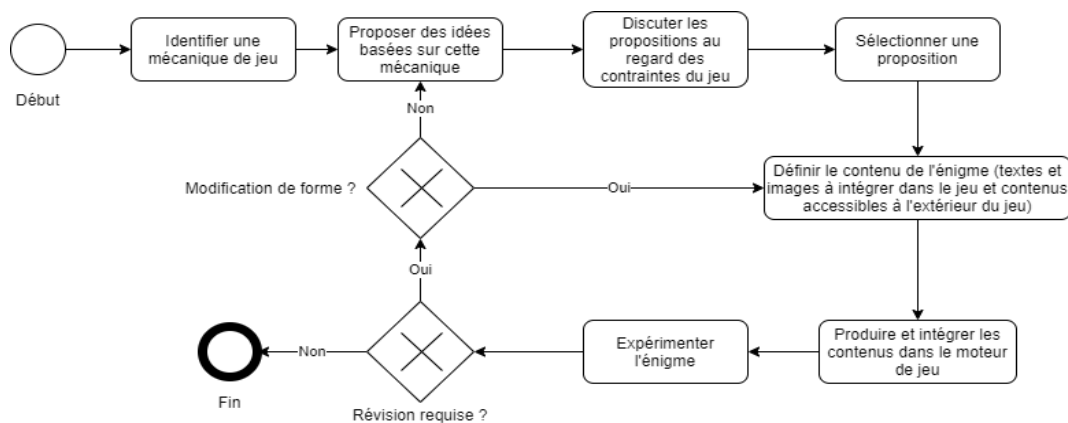


Figure 5 : Processus de conception et de transformation d'une énigme au format BPMN

Le processus de transformation des énigmes du jeu peut être modélisé sous la forme d'un processus itératif (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) consistant à identifier la mécanique de jeu sous-jacente à une énigme, proposer des idées en lien avec cette mécanique, discuter les différentes propositions et en sélectionner une, définir le contenu de l'énigme, puis intégrer ces données dans le moteur de jeu. L'expérimentation des énigmes peut ensuite donner lieu à des itérations soit dans une boucle courte si des ajustements portent sur la formulation

d'une question ou des indices, soit dans une boucle longue si l'énigme dans sa globalité est en cause. Dans notre cas, seule la boucle d'itération courte a été exploitée mais nous intégrons tout de même la boucle longue dans le processus car sa formalisation est importante dans le cas où la mécanique de jeu de manière technique ou ses retombées auprès des joueurs ne fonctionnerait pas.

Afin d'intégrer le contenu des énigmes dans le moteur de jeu et de permettre aux membres du groupe de travail de l'alimenter sans connaissances préalables en programmation, nous avons analysé la structure du jeu et les énigmes d'un point de vue fonctionnel. Pour chaque énigme les concepteurs doivent pouvoir modifier des informations comme l'intitulé de la question, le format de réponse (chiffres/lettres attendus), et le feedback à afficher. Ils doivent également spécifier la réponse attendue. Cette réponse peut être unique, combiner plusieurs éléments dont l'ordre n'importe pas ou exiger un choix exclusif, c'est-à-dire lié à une seule énigme. Enfin, les textes et images dépendant des énigmes doivent également être modifiables en fonction des changements d'intitulés.

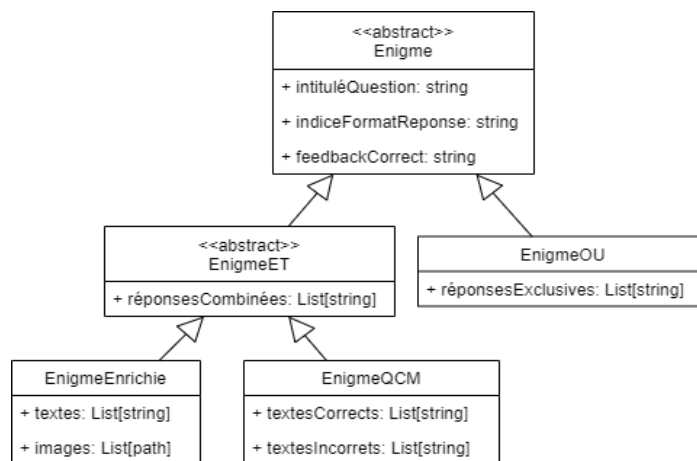


Figure 6 : Diagramme de classes modélisant les différentes formes d'énigmes

La base de données permettant de décrire les énigmes selon le diagramme de classes présenté en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** est instanciée sous la forme d'un fichier Json. Le processus de conception centrée utilisateur étant itératif, les trois modèles d'énigme (EnigmeEnrechie, EnigmeQCM et EnigmeOU) ont été dégagés au cours de la phase d'idéation évoquée précédemment. Chaque séance de conception étant séparée de plusieurs semaines, les énigmes travaillées lors d'une première séance pouvaient être instanciées selon les trois modèles, testées au sein du groupe et retravaillées à la séance suivante (voir boucle courte évoquée dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

6 CONCLUSION

Le travail collaboratif et pluridisciplinaire mené ici autour de la transformation d'un jeu d'évasion sérieux s'inscrit dans une démarche de recherche-action-formation dans laquelle nous avons décrit et analysé les processus en jeu. Notre contribution est double.

La première contribution est fonctionnelle, elle consiste à rendre compte et analyser les articulations entre jeu sérieux, jeu d'évasion, hybridation et handicap. À la fois virtuel et réel, *E-LearningScape Access* concourt au développement de nouveaux savoirs-faire métiers demandés aux professionnels de l'inclusion. Le formalisme proposé prend en compte l'intégration d'une dimension métacognitive avec la phase de débriefing, pour que les apprenants construisent les apprentissages théoriques et comportementaux sur un mode expérientiel.

La seconde contribution concerne l'artefact conçu comme une coquille de jeu d'évasion sérieux permettant de créer d'autres instances du jeu sur des thèmes variés. Nous avons, à cet égard, proposé un processus itératif de transformation des énigmes et une modélisation des énigmes structurant le jeu.

Un des prolongements possibles à ce travail serait d'investiguer l'importance du débriefing dans le processus d'apprentissage, en tant qu'il engage les participants dans une démarche métacognitive à partir des actions réalisées dans le jeu. Ce point est d'autant plus saillant que la coquille du jeu pourra être utilisée pour développer une version jouable en mode individuel.

Références

Article de revue

- Argyropoulos, V. Afrotidi, P. et Nikolarazi, M. (2019), « The role of DAISY Digital Talking Books in the Education of Individuals with Blindness: A Pilot Study », *Education and Information Technologies*, vol. 24, p. 693–709.
- Borrego, C., Fernandez, C., Blanes, I. et Robles, S. (2017), « Room Escape at Class: Escape Games Activities to Facilitate the Motivation and Learning in Computer Science », *Journal of Technology and Science Education*, vol. 7, n°2, p. 162-171.
- Charmillot, P. et Gobron, S. (2017), « Jouer pour mieux accompagner la mort de l'autre est-ce bien sérieux ? » *Revue internationale de soins palliatifs*, vol. 32, n°2, p. 37-44.
- Lépinard, P. (2020), « La décontextualisation par le jeu des situations d'apprentissage simulées comme stratégie pédagogique inclusive », *XXIXe Conférence Internationale de Management Stratégique*, Association Internationale de Management Stratégique, Juin 2020, En ligne, France.
- Lespinet-Najib, V., Pinède, N., Belio, C., Demontoux, F. et Liquete, V. (2015), « L'accessibilité Web, en 2013, en France : Enquête nationale sur les pratiques et les usages des professionnels du Web », *Terminal*, 116.

- Lussier-Desrochers, D., Normand, C. L., Fecteau, S., Roux, J., Godin-Tremblay, V., Dupont, M.-È., Caouette, M., Romero-Torres, A., Viau-Quesnel, C., Lachappelle, Y. et Pepin-Beauchesne, L. (2016), « Modélisation soutenant l'inclusion numérique des personnes présentant une DI ou un TSA », *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, vol. 27, p. 5–24.
- Muratet M. et Garbarini, D. (2020), « Accessibility and serious games: What about Entity- Component-System software architecture? », *In: Marfisi-Schottman, I., Bellotti, F., Hamon, L., Klemke, R. (eds) Games and Learning Alliance. GALA 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 12517. Springer, Cham.
- Pastré, P., Mayen, P. et Vergnaud, G. (2006), « La didactique professionnelle », *Revue Française de Pédagogie*, vol. 154, p. 145-198.
- Rodriguez, N. (2020), « Simulateur pour l'apprentissage de la conduite en fauteuil roulant électrique pour des enfants polyhandicapés », *Bulletin de la SIF*, 1024, n°15, p.83-96.
- Sanchez, E. et Monod-Ansaldi, R. (2015), « Recherche collaborative orientée par la conception », *Éducation et didactique*, vol. 9, n°2, p. 73-94.
- Sanchez, E., Ney, M. et Labat, J.-M. (2011), « Jeux sérieux et pédagogie universitaire : de la conception à l'évaluation des apprentissages », *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire*, vol. 8, n°1-2, p. 48-57.
- Savoie-Zajc, L. (2019), « Les pratiques des chercheurs liées au soutien de la rigueur dans leur recherche : une analyse d'articles de Recherches qualitatives parus entre 2010 et 2017 », *Recherches qualitatives*, vol. 38, n°1, p. 32–52.
- Starcic, A. I. et Bagon, S. (2014), « ICT-supported learning for inclusion of people with special needs: Review of seven educational technology journals - 1970–2011 », *British Journal of Educational Technology*, vol. 45, n°2, p. 202-230.
- Vari, J. (2018), « Jouer sérieusement pour se former à l'éthique : Débriefier ses émotions pour apprendre », *Spirale - Revue de recherches en éducation*, vol. 1, n°1, p. 69-81.
- Wang, R., DeMaria, S. Jr., Goldber, A. et Katz, D. (2016), « A Systematic Review of Serious Games in Training Health Care Professionals », *Simulation In Healthcare*, vol. 11, n°1, p. 41-51.
- Winance, M. (2020), « En deçà de l'hybridité prothétique : de l'intrusion à l'incorporation. Une analyse des modalités relationnelles entre les objets techniques et les personnes », *Carnets de la Consommation*.

Communication

- Braad, E., Degens, N. et Ijsselsteijn, W. (2019), « Meco: A Digital Card Game to Enhance Metacognitive Awareness », *Proceedings of the 13th European Conference on Game Based Learning (ECGBL 2019)*, October 3-4, Odense, Denmark, p. 92-100.
- Fotaris, P. et Mastoras, T. (2019), « Escape Rooms for Learning: A Systematic Review », *Proceedings of the 13th European Conference on Game Based Learning (ECGBL 2019)*, October 3-4, Odense, Denmark, p. 235-243.

Ouvrage

- Bogost, I. (2007), *Persuasive Games: the expressive Power of Videogames*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Chevallard, Y. (1991), *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*, La Pensée Sauvage.
- Csikszentmihalyi, M. (1991), *Flow: The Psychology of Optimal Experience?*, Harper Perennial.
- Lallemand, C. et Gronier, G. (2018), *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales*, Eyrolles.
- Michael, D., Chen, S (2005), *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*, Boston MA: Course Technology PTR, USA.
- Organisation mondiale de la santé. (2001), *CIF : Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé*, Organisation mondiale de la santé.
- Sehaba, K. (2014). *Adaptation dynamique des environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Habilitation à diriger des recherches en sciences, Université Lumière Lyon 2.