



HAL
open science

Introduction des nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation – Quelques modèles théoriques d'intégration et exemple d'une méthodologie de recherche dans le cadre du projet EVAGO

Valériane Loison, Fabrice Pirolli, Raphaëlle Cretin-Pirolli, Serena Lopez-Cazaux

► To cite this version:

Valériane Loison, Fabrice Pirolli, Raphaëlle Cretin-Pirolli, Serena Lopez-Cazaux. Introduction des nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation – Quelques modèles théoriques d'intégration et exemple d'une méthodologie de recherche dans le cadre du projet EVAGO. La numérisation des sociétés, Société Française des Sciences de l'Information et de la Communication, Jun 2023, Bordeaux, France. hal-04142052

HAL Id: hal-04142052

<https://hal.science/hal-04142052>

Submitted on 5 Dec 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Introduction des nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation – Quelques modèles théoriques d'intégration et exemple d'une méthodologie de recherche dans le cadre du projet EVAGO

Introduction of new virtual simulation environments in training - Some theoretical models of integration and example of a research methodology in the framework of the project EVAGO

Valériane Loison¹, doctorante en Sciences de l'Information et de la Communication, laboratoire CREN, Le Mans Université-IUT de Laval.

Fabrice Pirolli¹, Maître de conférences, HDR en Sciences de l'Information et de la Communication, laboratoire CREN, Le Mans Université-IUT de Laval.

Raphaëlle Créatin-Pirolli¹, Maître de conférences, en Sciences de l'Information et de la Communication, laboratoire CREN, Le Mans Université-IUT de Laval.

Serena Lopez², Professeur des Universités, Praticien hospitalier en Odontologie pédiatrique, laboratoire CREN, Nantes Université.

¹ { valeriane.loison.etu, fabrice.pirolli, raphaelle.pirolli }@univ-lemans.fr

² serena.lopez@univ-nantes.fr

Mots-clés : Simulation, Environnement virtuel, Formation, Méthodologie de recherche

Keywords : Simulation, Virtual environment, Training, Research methodology

Résumé : Depuis plusieurs années, de nouveaux environnements virtuels de simulation font leur apparition dans la formation de nombreux secteurs tels que l'industrie, l'artisanat ou la santé. Mais comment intégrer au mieux ces nouvelles technologies avec leurs propres spécificités dans le contexte d'enseignement-apprentissage ? Cette communication rappelle brièvement les modèles théoriques existants qui peuvent nous aider à répondre à ces questionnements, mais présente aussi la méthodologie proposée dans le cadre du projet ANR « Environnement Virtuel pour l'Apprentissage du Geste en Odontologie » (EVAGO) visant à étudier et développer un environnement virtuel de simulation dans la formation en Odontologie.

Abstract : For several years now, new virtual simulation environments have been appearing in training in many sectors such as industry, crafts or health. But how can we best integrate these new technologies with their own specificities into the teaching-learning context? This paper briefly recalls the existing theoretical models that can help us answer these questions, but also presents the methodology proposed in the framework of the ANR project "Environnement Virtuel pour l'Apprentissage du Geste en Odontologie" (EVAGO) aiming at studying and developing a virtual simulation environment in dentistry training.

Introduction des nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation – Quelques modèles d’intégration et exemple d’une méthodologie de recherche dans le cadre du projet EVAGO

V. Loison, F. Pirolli, R. Créatin-Pirolli, S. Lopez

1. Introduction

Industrie, artisanat, santé, de nombreux secteurs font appel à des savoir-faire spécifiques acquis lors d’une formation pratique (Arnoux-Nicolas, 2019). La simulation, notamment, est une des techniques pédagogiques favorisant l’apprentissage par l’expérimentation et l’entraînement. Elle peut se présenter sous différentes formes et se doter d’artefacts numériques. De nouveaux types de simulateurs voient le jour faisant appel à la réalité virtuelle et à la technologie haptique (Sfeir, 2018). Dotés de spécificités propres, ces environnements requestionnent les médiations entre l’humain et l’information. Mais comment intégrer au mieux ces nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation ? Quels seraient leurs apports aux dispositifs de formation du point de vue de la médiation des savoirs ? Quelles sont les limites de la technologie qui peuvent être prises en considération ? Quelles sont les transformations engendrées par leur introduction en contexte d’enseignement-apprentissage ?

Cette communication vise à partager la manière dont le programme de recherche nommé « Environnement Virtuel pour l’Apprentissage du Geste en Odontologie » (EVAGO), financé par l’Agence Nationale de la Recherche, aborde cette problématique et cherche à rendre visibles les processus qui participent à l’intégration et au développement de ce nouvel objet dans le contexte de formation en santé.

Tout d’abord, nous présenterons quelques modèles théoriques d’intégration d’un artefact numérique dans la pratique humaine et en contexte de formation. Nous questionnerons ensuite la place des nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation des chirurgiens-dentistes et enfin nous proposerons une présentation de la méthodologie de recherche mise en œuvre dans le cadre du projet EVAGO et ses premiers résultats.

2. Nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation

2.1 Quelques modèles d’intégration des artefacts numériques

La question de l’intégration de nouveaux objets médiateurs dans l’enseignement et l’apprentissage se renouvelle depuis l’essor des nouvelles technologies numériques.

De nombreuses études ont exposé différentes méthodologies pour étudier ces phénomènes et proposer des modèles théoriques pour le développement et l'introduction de ces artefacts dans les activités humaines.

Certains modèles¹ étudient l'introduction d'une nouvelle technologie par le comportement de ses utilisateurs. En 1989, Davis propose le modèle TAM pour « *Technology Acceptance Model* » avec pour objectif la prédiction de l'usage d'un objet numérique par un individu en fonction de l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue de l'utilisateur. À de nombreuses reprises, ce modèle a été enrichi avec de nouvelles variables (influence sociale notamment) comme le TAM 2 (Venkatesh & Davis, 2000) ou le UTAUT pour « *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* » (Venkatesh, Morris, Davis, 2003). Ces modèles sont eux-mêmes issus de théories comportementales telles que la théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975) ou la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991). Ces théories cherchent à expliquer la relation entre les attitudes et les comportements d'un individu afin de prédire ses intentions comportementales.

Plus récemment, Bobillier-Chaumon (2016) approfondit la notion d'acceptation d'une technologie avec trois axes principaux : l'acceptabilité sociale, l'acceptabilité pratique ou encore l'acceptation située, pour tenter de définir une véritable clinique de l'usage. L'acceptabilité est relative au « *degré d'intégration et d'appropriation d'un objet dans un contexte d'usage* » (Barcenilla, Bastien, 2009). C'est en 1994 que Nielsen définit l'acceptabilité d'une technologie comme une combinaison de l'acceptabilité sociale et pratique. L'acceptabilité pratique concerne notamment les qualités ergonomiques du dispositif technique. L'acceptabilité sociale est la « *prise en considération des perceptions des usagers à l'égard des technologies comme des facteurs d'acceptation potentiels de ces outils* » (Bobillier-Chaumon, 2016). L'acceptation située proposée par Bobillier-Chaumon (2016) concerne « *la mise à l'épreuve de la technologie dans son contexte d'usage qui permet d'évaluer concrètement ses apports et ses limites, et de définir ainsi son intérêt par rapport à l'activité et aux projets de l'individu* ». Ces trois axes se complètent et s'organisent de façon séquentielle : acceptabilité pratique, acceptabilité sociale, acceptation située. Des grilles de mesure existent pour quantifier l'acceptabilité d'une technologie comme le questionnaire USE (Usefulness, Satisfaction, Ease of use) reposant sur l'utilité perçue, l'utilisabilité perçue et la satisfaction de l'utilisateur (Lund, 2001).

D'autres modèles visent plus spécifiquement l'étude du phénomène d'intégration de la

¹ Une revue de la littérature sur l'acceptabilité de la réalité virtuelle (Sagnier, Loup-Escande, Valléry, 2019) présente les différents modèles issus du TAM.

technologie dans le contexte d'enseignement-apprentissage. Vekout (2013) décrit dans son article les principaux modèles d'intégration des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) comme TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redéfinition), PST (Pedagogical, Social and Technological affordance) ou encore le continuum d'approches. Ces modèles servent d'indicateurs à l'état d'avancement du processus d'intégration d'une nouvelle technologie dans un contexte d'enseignement-apprentissage. Essentiels pour suivre l'introduction des objets numériques dans les formations, ces modèles théoriques permettent d'avoir une vision globale sans proposer de variables d'études. Un modèle proposé par Caron et Heutte (2017) appelé « *acceptation instrumentale appliquée aux TICE* » ou « *TAM_INJ* » reprend la base des modèles d'études par le comportement de l'utilisateur adapté au contexte d'enseignement-apprentissage et propose une échelle de mesure. Cette dernière se compose des quatre dimensions : utilité, utilisabilité, influence sociale et conditions facilitatrices. La particularité du modèle TAM_INJ réside dans le découpage de la dimension « utilité » en « utilité propre » et « utilité projetée » car l'acceptabilité d'une technologie par les enseignants reposerait sur la dualité de la relation Enseignement/Apprentissage.

Ces différentes références permettent d'étudier à la fois le comportement des utilisateurs face à une nouvelle technologie, mais aussi d'observer le phénomène d'intégration de ces objets en contexte d'enseignement-apprentissage. Ces matériaux doivent être la base de la construction des études autour de l'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la communication en contexte d'enseignement-apprentissage. Dans quelles mesures ces modèles doivent-ils être adaptés ou enrichis pour l'intégration des nouveaux environnements virtuels de simulation dans notre contexte particulier ?

2.2 Simulation et nouveaux environnements virtuels dans la formation en Odontologie

La simulation est déjà largement intégrée dans de nombreuses filières. La formation médicale fait appel aux environnements de simulation notamment pour l'apprentissage du geste technique et le diagnostic. Dans notre contexte, la formation en Odontologie² utilise depuis de nombreuses années un objet en particulier qui est le simulateur conventionnel dit « fantôme ». Il permet aux futurs chirurgiens-dentistes, à l'aide d'un mannequin imitant la physiologie réelle d'une tête humaine et des outils de dentisterie, de s'entraîner aux gestes techniques de soins dentaires. Récemment, un nouveau type de simulation s'est développé dans le domaine (Joseph,

² Selon le Larousse, l'Odontologie concerne « l'étude des dents, de leurs maladies et du traitement de celles-ci ».

2017). Il s'agit de la simulation par la réalité virtuelle qui peut inclure une technologie haptique : celle-ci permet, par un retour de force sur la main des étudiants, de reproduire les sensations du praticien au cours d'un soin dentaire. La réalité virtuelle quant à elle vise à reproduire une situation réelle de façon fictive, grâce à un environnement artificiellement créé à l'aide de logiciels. Ces deux technologies permettent aux étudiants en Odontologie de s'entraîner à la pratique des gestes techniques sans risque d'erreur réelle et autant de fois que nécessaire.

L'étude de ces technologies dans leur contexte d'usage doit permettre de nourrir leur développement afin qu'elles répondent au mieux aux besoins des utilisateurs et à leur cadre d'utilisation. En effet, elles imposent des spécificités techniques et ergonomiques à prendre en compte pour leur intégration dans la formation. Elles proposent également de nouvelles formes d'interaction dans un contexte d'enseignement-apprentissage notamment entre la machine et l'étudiant, la machine et l'enseignant et entre l'étudiant et l'enseignant. Elles reposent donc la question de l'appropriation (Proulx, 2005) de ces objets par les utilisateurs et les variables à prendre en compte pour une intégration efficiente en contexte.

Dans la suite de notre communication, nous présenterons la méthodologie adoptée dans le cadre d'un projet de recherche EVAGO. Celui-ci vise à enrichir les fonctionnalités d'un simulateur existant par la capture et la prise en compte du geste des opérateurs. Il s'agit pour nous d'étudier les modalités d'intégration de ce nouveau type de simulateur disposant de la technologie haptique et de la réalité virtuelle dans la formation en Odontologie sous toutes les facettes qui la caractérise.

3. Méthodologie de recherche dans le cadre du projet EVAGO

3.1 Présentation du projet EVAGO

Les environnements virtuels de simulation font l'objet d'une médiation complexe. En effet, par la pluralité de technologies utilisées, ils regroupent un ensemble de médiations à la fois techniques, humaines et pédagogiques qui nécessitent une étude pluridisciplinaire. Le projet EVAGO, d'une durée de trois ans, est un programme de recherche porté par un consortium composé de quatre équipes de recherche et un partenaire industriel. Ce dernier commercialise un simulateur disposant de la technologie haptique et d'un environnement virtuel. Le simulateur doit permettre aux étudiants en Odontologie d'apprendre les gestes techniques de soins dentaires. L'objectif du programme de recherche est l'enrichissement fonctionnel du simulateur de réalité virtuelle mais aussi l'étude de son intégration au sein de la formation des futurs

chirurgiens-dentistes. Et ce, dans un cycle vertueux d'amélioration continue où le développement de la technologie doit bénéficier à son intégration dans la formation et qui à son tour, par analyse des usages, doit permettre d'adapter le développement du simulateur.

Le schéma ci-dessous présente le cycle de recherche et de développement du simulateur dans nos travaux.

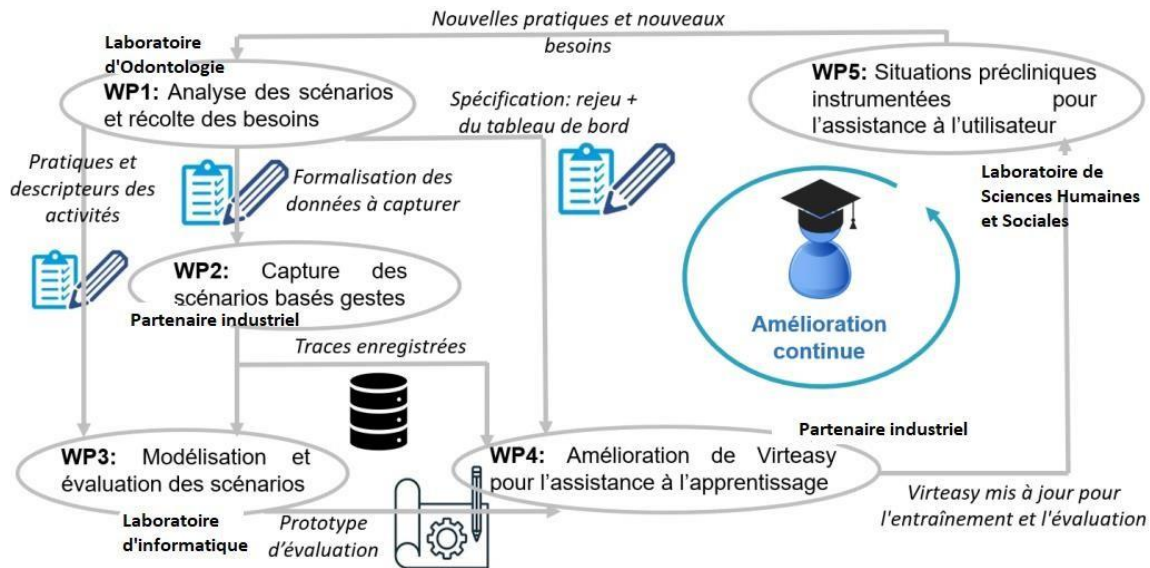


Figure 1 - Schéma du cycle de recherche et de développement du simulateur de réalité virtuelle dans le cadre du projet EVAGO.

Dans notre cas, la difficulté de l'étude réside dans la multiplicité des technologies en plus de leur caractère novateur sur un même dispositif. En effet, l'artefact numérique se compose de plusieurs instruments : l'environnement virtuel et le bras haptique. Ce n'est donc plus un seul artefact que doivent s'approprier les étudiants mais bien un ensemble d'instruments agencés en tant que dispositif technique d'apprentissage.

Le projet EVAGO aborde ces questions par trois domaines d'expertise. Le premier est le développement informatique de l'artefact numérique notamment pour l'évaluation automatique des gestes techniques mais aussi pour adapter au mieux l'environnement virtuel aux besoins des étudiants et enseignants. Le deuxième est l'étude, d'un point de vue des Sciences de l'Information et de la Communication, des usages effectifs du simulateur en contexte de formation afin de déterminer ses apports et limites pour l'apprentissage du geste technique et ainsi proposer un scénario pédagogique et des ressources adaptées. Les retours d'expériences des étudiants et enseignants permettront d'améliorer les problématiques ergonomiques et techniques afin de proposer des orientations fonctionnelles sur le simulateur mais aussi de favoriser son appropriation. Le troisième est l'apport de l'expertise métier via les chirurgiens-dentistes qui participent au développement d'un point de vue fonctionnel et l'utilisation du

simulateur en contexte.

Finalement, cette recherche reprend les bases de l'acceptation des technologies de Nielsen (1994) par l'analyse de l'acceptabilité pratique et sociale puis par son usage effectif dans le contexte de formation comme décrit par Bobillier-Chaumon (2016) à travers l'acceptation située. Si les composantes Informatiques et Sciences de l'Information et de la Communication pourront traiter ces questions, l'intégration des experts métiers nous paraît indispensable pour introduire au mieux la nouvelle technologie dans le contexte spécifique du projet EVAGO. Ces experts métiers sont les enseignants de la faculté d'Odontologie et les praticiens hospitaliers qui viennent dispenser des cours pour lesquels la simulation est utilisée. Cette approche rejoint l'idée d'un « *enseignement sur mesure* » évoqué par Jacquinot-Delaunay (2008, p.223). En effet, selon l'auteure, pour introduire une nouvelle technologie éducative « *il ne suffit pas d'innover, il faut modifier le cadre traditionnel dans lequel s'insère l'innovation* ». Il semble donc finalement indispensable de réaliser le développement et l'intégration des nouvelles technologies numériques en prenant en compte le contexte dans lequel il s'introduit.

3.2 Présentation de l'étude préliminaire dans le cadre du projet EVAGO

La méthodologie de recueil de données du point de vue des Sciences de l'Information et de la Communication (SIC) consiste à réaliser des enquêtes qualitatives par entretiens semi-directifs et focus group (guidés par des grilles d'entretien) mais aussi des observations et des enquêtes quantitatives sous la forme de questionnaires.

Pour initier les travaux de recherche dans le cadre du projet EVAGO, une étude préliminaire a déjà été conduite au cours du deuxième semestre 2022. L'utilisation du simulateur a été observée dans le cadre de la formation des étudiants en deuxième année de la formation en Odontologie. Parmi les soixante-dix-sept étudiants de la promotion, quarante étudiants sélectionnés de façon aléatoire ont pu le tester. Ces étudiants n'ont jamais utilisé de simulateur dans leur formation. Ils ont pu s'entraîner à travers quatre exercices : creuser un canal en ligne droite, une croix, un cercle plein et un double cercle. Ils ont d'abord utilisé le simulateur de réalité virtuelle puis le simulateur conventionnel. Cette étude préparatoire a fait l'objet d'une enquête quantitative par questionnaire auto administré et a permis de collecter trente-huit réponses. Le recueil de données a été réalisé en ligne et enregistré dans le logiciel.

3.3 Premiers résultats de l'étude préliminaire

Les informations collectées permettent de recueillir les ressentis et retours des expériences des étudiants quant à l'utilisation du simulateur de réalité virtuelle dans leur formation.

L'analyse des données a été réalisée selon un tri à plat. Les résultats sont organisés selon trois volets : la facilité d'utilisation du simulateur de réalité virtuelle, le ressenti des étudiants lors du passage du simulateur de réalité virtuelle au simulateur conventionnel et les impressions générales quant à l'utilisation du simulateur de réalité virtuelle.

3.3.1 Facilité d'utilisation du simulateur

La première partie concerne la facilité d'utilisation du simulateur. Les résultats montrent que nous pouvons déterminer deux groupes d'étudiants avec un premier ayant une facilité d'utilisation du simulateur et un second avec une difficulté plus ou moins importante. La manipulation de l'instrument haptique et l'adoption de la position de travail imposée par le simulateur semblent être deux facteurs ergonomiques diminuant la facilité d'utilisation du simulateur par les étudiants. Le type d'exercice réalisé ne semble pas avoir d'incidence.

3.3.2 Passage du simulateur de réalité virtuelle au simulateur conventionnel

La deuxième partie concerne le passage des étudiants de l'utilisation du simulateur de réalité virtuelle au simulateur « fantôme » dit conventionnel. Dans ce deuxième volet de résultats, deux groupes d'étudiants se distinguent avec un premier n'ayant pas de difficulté à passer du simulateur de réalité virtuelle au simulateur conventionnel et un second qui éprouve des difficultés. 50% des étudiants déclarent avoir eu besoin d'un temps d'adaptation contre 42,1% qui n'ont pas eu de problème particulier. L'ergonomie est différente entre les deux simulateurs que ce soit pour la position de travail ou l'instrument qui permet de réaliser les soins dentaires. Cela peut donc impacter leur adaptation lors de la prise en main du simulateur de réalité virtuelle.

3.3.3 Impressions générales à propos du simulateur de réalité virtuelle

La dernière partie des résultats rassemble les impressions générales des étudiants quant à l'utilisation du simulateur de réalité virtuelle. Les étudiants déclarent, en majorité, trouver ce simulateur utile dans l'apprentissage du geste de fraisage. De même, les étudiants ont aimé utiliser le simulateur de réalité virtuelle et la plupart souhaiteraient l'utiliser à nouveau dans leur formation. Cependant, une partie d'entre eux (13,2 %) qui ont aimé utiliser le simulateur ne souhaiteraient pas y avoir recours à nouveau dans la formation.

3.3.4 Synthèse des résultats

Les résultats de ces trois volets montrent que les étudiants ont en majorité aimé utiliser le

simulateur de réalité virtuelle, l'ont trouvé utile dans l'apprentissage du geste de fraisage et souhaiteraient s'en servir à nouveau au cours de leur formation. Cependant, deux groupes se distinguent en ce qui concerne la facilité d'utilisation de l'environnement. L'ergonomie, contrainte par l'instrument haptique et la position de travail imposée, a un impact sur son utilisation, probablement son appropriation et donc sur son usage à long terme dans l'apprentissage des futurs chirurgiens-dentistes.

4. Conclusion/Discussion

À travers notre approche, nous pensons que c'est un travail en équipe pluridisciplinaire qui nous permet de réaliser une étude approfondie pour le développement fonctionnel de ces nouveaux simulateurs mais surtout pour leur intégration en contexte de formation. Le cycle d'amélioration continue du simulateur comprenant son développement, l'étude de son appropriation et ses usages effectifs par les utilisateurs en contexte permettent de comprendre l'utilisation de ces nouveaux environnements et la façon dont ils doivent être intégrés dans leur contexte d'usage.

Grâce aux résultats de l'enquête préliminaire de notre étude, nous pouvons penser que le simulateur de réalité virtuelle peut effectivement trouver sa place au sein de la formation en Odontologie mais doit prendre en compte les difficultés rencontrées par les étudiants. Nous pouvons émettre plusieurs pistes quant à l'introduction d'un environnement virtuel de simulation en contexte d'enseignement-apprentissage :

- Première piste : finalement, introduire une nouvelle technologie numérique dans l'enseignement et l'apprentissage, peu importe son niveau de complexité, requiert une étude « *sur-mesure* » (Jacquinot-Delaunay, 2008) de son intégration en contexte, de ses apports et limites, de son appropriation auprès des utilisateurs et des objectifs attendus de la formation. Il nécessite la prise en compte de l'ensemble des utilisateurs. Les modèles comprenant des indicateurs d'intégration en contexte d'enseignement-apprentissage doivent donc être enrichis des expériences des apprenants.
- Deuxième piste : afin d'assurer une intégration efficiente de l'environnement virtuel de simulation dans le contexte d'enseignement-apprentissage, il est nécessaire de bien caractériser l'artefact. L'ingénierie pédagogique prend ici tout son sens car elle permet d'étudier l'objet à intégrer et d'adapter les dispositifs de formation. Les modèles de référence qu'ils comportent des variables d'études précises ou des indicateurs d'intégration, constituent une base solide pour la recherche et apportent une aide à l'introduction d'une technologie numérique dans la pratique humaine et pour certains plus précisément dans le contexte d'enseignement-apprentissage.

- Troisième piste : les résultats de cette première étude montrent que l'individu est bien au cœur de l'utilisation de l'environnement virtuel. Il va mobiliser ses propres ressources psycho-physiologiques à travers des activités sensorielles, sensorimotrices et cognitives (Fuchs, 2018). Il faut donc intégrer l'équipe pédagogique et les enseignants dans la construction de la situation d'enseignement-apprentissage mais il faut aussi impliquer les apprenants qui sont les principaux utilisateurs de cet environnement.
- Quatrième piste : l'intégration d'une technologie, en particulier numérique bouleverse les relations entre enseignant, élève et savoir notamment proposés dans le triangle pédagogique de Houssaye³. Les interactions entre ces acteurs et le savoir sont modifiées par l'introduction du média numérique. La pyramide de poisson représente ce changement de relation par la médiatisation des savoirs⁴. Il semble donc indispensable d'étudier les différentes interactions opérées en contexte d'usage de l'outil : la place de l'enseignant et comment il adapte ses pratiques au nouvel outil ; les interactions entre enseignants et apprenants ; ainsi que la place de l'apprenant et la manière dont il s'accommode du nouvel environnement d'apprentissage.

L'environnement virtuel de simulation est un artefact complexe étudié dans une situation particulière d'enseignement-apprentissage (Clanet, 2012). La suite de notre étude nécessite donc une hybridation des méthodologies d'enquête sur le terrain. À court terme, nous poursuivons nos recherches à l'aide d'une deuxième enquête par questionnaire construite à partir de l'échelle de mesure TAM_INJ et cette fois-ci auprès des étudiants en troisième année en Odontologie. Des enquêtes qualitatives par entretiens semi-directifs et focus group seront organisées d'ici la fin du premier semestre 2023. À moyen terme, la recherche en SIC consiste en une étude longitudinale à travers une méthodologie mixte par enquêtes qualitatives, quantitatives et observations. L'enquête aura pour objectif la compréhension des comportements des individus et le questionnaire permettra d'en expliquer la conduite. (De Singly, 1992, p.23) L'observation aura pour objectif d'observer de manière objective le comportement des individus. La perspective d'une étude longitudinale doit permettre d'observer l'évolution des comportements perçus et réels des utilisateurs de l'environnement en contexte d'enseignement-apprentissage. L'implication de l'ensemble des acteurs, que soit l'institution, les enseignants ou les étudiants, appuie l'originalité de notre recherche.

³ Le triangle pédagogique de Houssaye est un modèle qui permet de visualiser les relations entre enseignant, élève et savoir. Il est proposé par Jean Houssaye en 1988.

⁴ La pyramide de Poisson est un modèle qui permet de visualiser le processus de médiation-médiatisation des savoirs en introduisant un média dans la situation d'enseignement-apprentissage. Elle est proposée par Daniel Poisson en 2003 dans son écrit « *Modélisation des processus de médiation – médiatisation : vers une biodiversité pédagogique* ».

Bibliographie

- Arnoux-Nicolas, C. (2019). Se former et se reconverter dans l'artisanat d'art : Sens retrouvé du travail et retour en formation. *Le sujet dans la cité, Actuels* 8(1), 115-129. Cairn.info.
<https://doi.org/10.3917/lhdlc.hs08.0115>
- Barcenilla, J. & Bastien, C. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? *Le travail humain*, 72, 311-331. <https://doi.org/10.3917/th.724.0311>
- Bobillier Chaumon, M.-E. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 22(1), 4-21. <https://doi.org/10.1016/j.pto.2016.01.001>
- Caron, P.-A., & Heutte, J. (2017). *Comprendre l'usage que les professeurs des écoles font des TNI et du numérique*.
- Clanet, J. (2012). L'efficacité enseignante, quelle modélisation pour servir cette ambition ? *Questions vives recherches en éducation, Vol.6 n°18*, 15-37. <https://doi.org/10.4000/questionsvives.1121>
- De Singly, F. (1992). *L'Enquête et ses méthodes : Le questionnaire*. Nathan Université.
- Fuchs, P. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle* (Presses des MINES, Vol. 1).
- Fuchs, P. (2018). *Théorie de la réalité virtuelle. Les véritables usages*. Presses des MINES.
- Houssaye, J. (2014). *Le triangle pédagogique, les différentes facettes de la pédagogie*.
- Jacquinet-Delaunay, G., & Fichez, E. (2008). *L'université et les TIC : chronique d'une innovation annoncée*. (de boeck).
- Joseph, D. (2017). *Impact de la simulation haptique dans l'enseignement en odontologie*.
- Kuentz, L. (2021). *La simulation : Un outil pédagogique innovant au service de la formation des chirurgiens-dentistes* [Thèse de doctorat]. Faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg.
- Lund, A.M. (2001) *Measuring Usability with the USE Questionnaire*. STC Usability SIG Newsletter, 8 :2.
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*.

Poisson, D. (2003). *Modélisation des processus de médiation – médiatisation : Vers une biodiversité pédagogique.*

Proulx, S. (2005). *Penser les usages des TIC aujourd'hui : Enjeux, modèles, tendances.*

Sagnier, C., Loup-Escande, É., & Valléry, G. (2019). Acceptabilité de la réalité virtuelle : Une revue de la littérature. *Le travail humain*, Vol. 82(3), 183-212.

<https://doi.org/10.3917/th.823.0183>

Sfeir, R. (2018). *La simulation en réalité virtuelle : Une nouvelle approche pédagogique en odontologie* [Thèse de doctorat]. Université de Lille.

Vekout, E. (2013). *Quelques modèles d'intégration des TICE.*