



HAL
open science

**Apports, usage et appropriation d'un environnement virtuel de simulation dans la formation en Odontologie –
Présentation d'une méthode d'enquête mixte pour l'étude d'un simulateur complexe en situation complexe**

Valériane Loison

► **To cite this version:**

Valériane Loison. Apports, usage et appropriation d'un environnement virtuel de simulation dans la formation en Odontologie – Présentation d'une méthode d'enquête mixte pour l'étude d'un simulateur complexe en situation complexe. Doctorales SFSIC 2024, SFSIC, Jun 2024, Nancy, France. hal-04674250

HAL Id: hal-04674250

<https://hal.science/hal-04674250v1>

Submitted on 21 Aug 2024

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.

Apports, usage et appropriation d'un environnement virtuel de simulation dans la formation en Odontologie – Présentation d'une méthode d'enquête mixte pour l'étude d'un simulateur complexe en situation complexe

Contributions, use and appropriation of a virtual simulation environment in Odontology training - Presentation of a mixed survey method for the study of a complex simulator in a complex situation

Valériane LOISON, doctorante en 2ème année en Sciences de l'Information et de la Communication, laboratoire CREN, Le Mans université – IUT Laval.

valeriane.loison.etu@univ-lemans.fr

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

Keywords: Simulation, Virtual environment, Training, Research methodology

Résumé : La simulation est une méthode pédagogique utilisée pour favoriser l'apprentissage par l'expérimentation. En Odontologie, les étudiants s'entraînent habituellement à l'apprentissage des gestes professionnels sur des simulateurs dits conventionnels : des têtes de mannequin ou « fantômes ». Ces dernières années, une nouvelle forme de simulation se développe dans la formation : la simulation par la réalité virtuelle. Le projet de recherche EVAGO vise l'amélioration fonctionnelle du simulateur de réalité virtuelle Virteasy Dental® et le développement de scénarios pédagogiques pour l'intégrer dans la formation des chirurgiens-dentistes. Dans cette communication, nous réaliserons une présentation du projet et du simulateur avant de définir le cadre théorique venant étayer notre approche. Puis nous nous appuierons sur une étude longitudinale menée auprès des enseignants dont nous présenterons les premiers résultats et qui nous permettront de discuter des apports de nos propositions méthodologiques.

Abstract: Simulation is a teaching method used to encourage learning through experimentation. In dentistry, students usually practise their professional skills on so-called conventional simulators: mannequin heads or "phantoms". In recent years, a new form of simulation has been developing in training: virtual reality simulation.

The EVAGO research project is aimed at improving the functionality of the Virteasy Dental® virtual reality simulator and developing teaching scenarios to incorporate it into dental surgeon training. In this paper, we will present the project and the simulator before defining the theoretical framework underpinning our approach. We will then draw on a longitudinal study carried out with teachers, presenting the initial results and enabling us to discuss the contributions of our methodological proposals.

Apports, usage et appropriation d'un environnement virtuel de simulation dans la formation en Odontologie – Présentation d'une méthode d'enquête mixte pour l'étude d'un simulateur complexe en situation complexe

Valériane Loison

La simulation est une méthode pédagogique utilisée depuis longtemps pour favoriser l'apprentissage par l'expérimentation. En Odontologie¹, les étudiants s'entraînent habituellement à l'apprentissage des gestes professionnels sur des têtes de mannequins appelés « fantôme ». Ces dernières années, une nouvelle forme de simulation se développe : la simulation par la Réalité Virtuelle (RV). Cette dernière est complexifiée par la multiplication et la diversification des interfaces (Schyn et al, 2003) en faisant des dispositifs techniques multi-instrumentaux (Loison et al., 2023). Considérant que ces évolutions résultent pour partie de l'insertion des TIC², elles conduisent à « *une transformation des modes de production, de consommation, de communication, de circulation de savoirs et d'acquisition de connaissances* » (Proulx, 2005). Comment la réalité virtuelle peut-elle être intégrée de manière efficiente dans les programmes de formation en Odontologie ? Qu'en est-il du processus d'appropriation³ issu de l'usage de ce dispositif technique par les acteurs dans ce contexte spécifique ? Quelles sont les transformations engendrées par l'usage du simulateur de RV sur la circulation des savoirs en situation d'enseignement-apprentissage ?

1. Contexte des travaux

1.1. Présentation du projet de recherche

Le projet de recherche EVAGO (Environnement Virtuel pour l'Apprentissage du Geste en Odontologie) est porté par un consortium composé de chercheurs et doctorants de trois laboratoires (CREN : Centre de Recherche en Education de Nantes ; LIUM : Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans ; RmeS : Regenerative Medecine and Skeleton), un partenaire industriel (HRV simulation) et d'un pôle hospitalo-universitaire de Nantes (PHU4). Il vise l'amélioration fonctionnelle du simulateur de réalité virtuelle Virteasy Dental® et le développement de scénarios pédagogiques pour l'intégrer dans la formation

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

2 TIC (Technologies de l'Information et de la Communication)

3 « *L'appropriation est un procès, elle est l'acte de se constituer un soi* » (Jouët, 2000, p.502)

des chirurgiens-dentistes. Ce projet de recherche a débuté au premier semestre 2022 et se terminera au dernier semestre 2025.

1.2. Présentation du simulateur

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons au premier cycle de la formation en Odontologie appelée « préclinique » correspondant à l'apprentissage des gestes et protocoles élémentaires à travers des travaux pratiques. Ces exercices impliquent la réalisation de gestes techniques sur un simulateur conventionnel appelé « fantôme », un modèle de mannequin comprenant une tête avec des modèles de mâchoires insérables. Depuis plusieurs années, des simulateurs numériques mobilisent la réalité virtuelle allant d'un retour haptique à l'utilisation d'un visiocasque. La société HRV a conçu le simulateur Virteasy Dental® pour les étudiants et enseignants avec pour objectif l'acquisition des compétences techniques liées aux soins dentaires. Son environnement se compose d'une tour d'ordinateur, de deux écrans de visualisation, d'un visiocasque et d'un bras haptique. Ce dernier permet de recréer les sensations ressenties lors d'un acte dentaire par retour de force sur la main grâce à la reproduction de l'instrument rotatif du chirurgien-dentiste. Il comprend également des éléments inhérents à l'exercice du métier tels qu'un tabouret mobile, une pédale et un outil miroir pour se rapprocher de la réalité de l'environnement du chirurgien-dentiste. Ce simulateur propose différents modules et niveaux de difficulté.

2. Cadre théorique et méthodologique

2.1. Une recherche complexe

La réalité virtuelle se définit comme un « *Domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel, le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs* » (Fuchs et al., 2006). Les technologies développées se présentent sous forme d'une « *simulation numérique immersive et interactive* » (Tisseron, 2021). Ces dispositifs techniques sont complexes puisqu'ils peuvent être constitués de plusieurs dispositifs d'interaction et d'équipements. La réalité virtuelle comme Technologie de l'Information et de la Communication (TIC)⁴ questionne par ses propriétés spécifiques liées aux degrés

⁴ Méadel (2019) définit les TIC comme « *des dispositifs sociotechniques de communication permettant les échanges entre personnes ou entre groupes qui fixent, de manière non limitative et non nécessairement contrainte, les règles et les formes de l'échange interindividuel ou collectif* ».

d'immersion qu'elle induit et d'interaction qu'elle engendre chez l'utilisateur. Les environnements virtuels utilisés en situation d'enseignement-apprentissage sont souvent composés de plusieurs types d'interfaces (visuelles, sonores, tactiles, ...) permettant des activités sensorielles, sensorimotrices et cognitives (Fuchs, 2018). « *Dans le cas d'un système multimodal, les entrées sont multiples et complexes* » (Schyn et al., 2003). Dans ce contexte, la difficulté de la recherche du point de vue des SIC⁵ est double : l'étude d'un dispositif technique multi-instrumental au sein d'une situation complexe. En effet, la situation d'enseignement-apprentissage est un objet de recherche complexe (Clanet, 2012) comprenant un ensemble d'acteurs, d'enseignants et d'élèves, dans une salle de classe, ainsi qu'un ensemble conjoint de contraintes et de ressources (Tupin et Dolz, 2008).

2.2. Usage et appropriation d'une technologie

Afin d'envisager l'intégration d'un environnement virtuel tel que le nôtre dans la formation en Odontologie et dans la pratique des acteurs, nous nous intéressons à leur usage. Comme l'exprime Jouët, l'usage est un construit social et « *ne se réduit pas aux seules formes d'utilisation prescrites par la technique qui font certes partie de l'usage, mais s'étend aux multiples processus d'intermédiations qui se jouent pour lui donner sa qualité d'usage social* » (2000, p.499). Nous nous intéressons donc aux différents facteurs du processus d'appropriation d'une technologie permettant d'en envisager l'usage. De nombreux chercheurs se sont intéressés à ce processus notamment Bauchet, Hubert et Dinet (2020) qui ont défini le modèle des 4A (figure 1) à travers un continuum de phases successives et rétroactives comprenant : acceptabilité, acceptation, adoption et appropriation. L'appropriation est décrite ici comme la capacité de l'individu à élargir son utilisation de la technologie. En effet, selon Proulx et al. (2007), pour parler d'usager, l'individu doit aller au bout du processus comprenant trois éléments essentiels :

« Une maîtrise cognitive et technique minimale de l'objet ou du dispositif technique ; une intégration sociale significative de l'usage de cette technologie dans la vie quotidienne de l'agent humain ; la possibilité qu'un geste de création soit rendu possible par la technologie, c'est-à-dire que l'usage de l'objet technique fasse émerger de la nouveauté dans la vie de l'usager »

5 SIC (Sciences de l'Information et de la Communication)

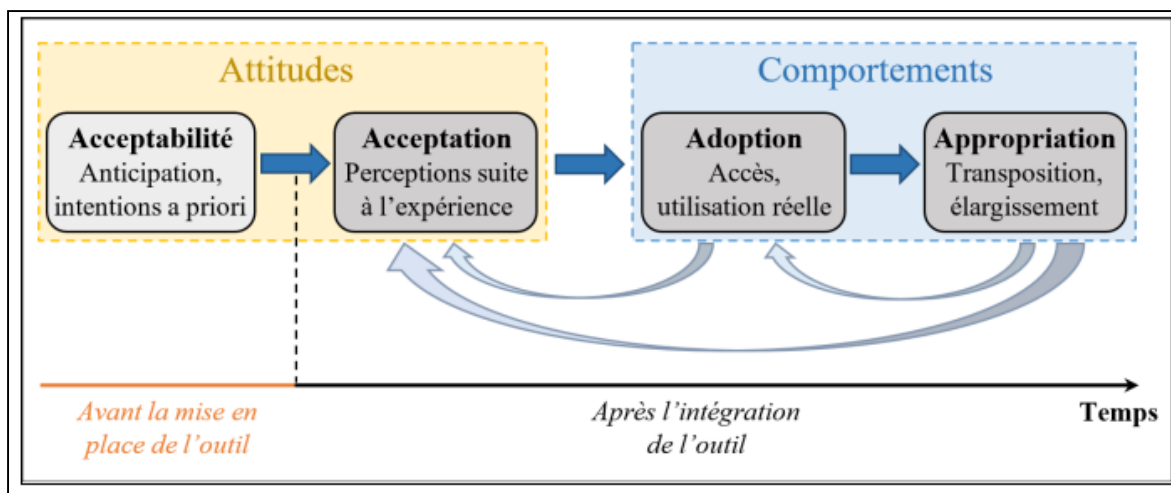


Figure 1 - Schéma du modèle des 4A, détaillant le processus d'acceptation du numérique selon Bauchet, Hubert, Dinet (2020)

Le modèle des 4A reprend globalement les théories de différents modèles comme le Modèle d'Acceptation des Technologies ou TAM (Davis, 1989) et ses variantes (TAM2, TAM3, UTAUT, UTAUT2, UTAUT3) qui s'intéressent à l'intention d'usage basés sur les intentions comportementales et sont donc eux-mêmes inspirés des théories comportementales comme la Théorie de l'Action raisonnée (TAR) et la Théorie du Comportement Planifié (TCP). Plus récemment, Caron et Heutte (2017) proposent une version du TAM appliqué aux TICE appelée « TAM_INJ » ou « échelle d'acceptation instrumentale des TICE » incluant les critères de l'utilité (propre et projetée), l'utilisabilité, l'influence sociale et les conditions facilitatrices (institution, formation, environnement numérique).

Bauchet, Hubert et Dinet s'inspirent également des travaux portant sur la clinique de l'usage proposée par Marc-Eric Bobilier-Chaumon (2016) à travers trois axes : acceptabilité pratique (conception), l'acceptabilité sociale (implémentation) et l'acceptation située (utilisation et appropriation) des technologies. Ce dernier comporte quatre dimensions telles que la dimension individuelle relative aux activités de l'individu ; la dimension organisationnelle relative à l'organisation de travail des individus bouleversée par l'intégration de la technologie ; la dimension relationnelle correspondant à l'organisation du collectif et la dimension professionnelle ou identitaire qui correspond à la reconnaissance des savoir-faire de l'individu par ses pairs dans le cadre d'une médiation par les TIC.

Ces différents modèles et échelles de mesure sont des outils qui nous permettent de construire notre méthode de recherche pour appréhender la complexité de l'étude des usages et des facteurs d'appropriation d'un environnement virtuel tel qu'étudié dans la formation

des chirurgiens-dentistes.

2.3. Méthode de recherche

Dans ce cadre, la méthode de recherche que nous proposons dite mixte (Aguilera, Chevalier, 2021) est composée d'enquêtes qualitatives par entretiens semi-directifs et focus group, d'enquêtes quantitatives par questionnaires auto-administrés et d'observations non-participantes filmées. En effet, De Singly (1992, p.23) explique pourquoi utiliser des enquêtes par entretien et par questionnaire : « *L'entretien est un instrument privilégié pour la compréhension des comportements, le questionnaire est une excellente méthode pour l'explication de la conduite* ». Cependant, les réactions humaines contiennent des éléments qui sont visibles et mesurables relatifs à la perception, et des éléments qui sont difficilement mesurables, personnels/intimes/internes à l'individu relatifs aux sentiments. (Fuchs, 2018, p.241). L'observation permet donc de saisir de manière objective les comportements des individus. Le croisement de ces trois techniques permet de comparer la perception des individus avec leur conduite réelle.

Nous menons une étude longitudinale permettant de se suivre l'évolution des comportements et des attitudes des acteurs dans le contexte de l'intégration du simulateur de réalité virtuelle dans la formation en Odontologie au sein de la Faculté d'Odontologie de Nantes. Cette étude est menée à deux niveaux d'observation 1) au niveau contextuel c'est-à-dire institutionnel et du déroulement de la formation 2) au niveau situationnel c'est-à-dire au cœur d'une situation d'enseignement-apprentissage lors de l'utilisation du simulateur par les étudiants et enseignants. Notre démarche est à la fois déductive et inductive puisque nous construisons les questionnaires à partir notamment de l'échelle TAM_INJ et les questions des grilles d'entretiens semi-directifs à partir des critères établis dans les modèles théoriques. Nous intégrons de nombreuses questions ouvertes afin de compléter et découvrir de potentiels critères dans le processus d'appropriation. Notre étude longitudinale se présente comme une photographie des comportements et attitudes des utilisateurs (enseignants et étudiants) à des temps donnés de l'utilisation du simulateur. Le temps T0 comprend un questionnaire, les temps T1 et T2 comprennent des questionnaires et des entretiens semi-directifs ou focus group. Nous n'évoquerons pas ici les observations effectuées en situation d'enseignement-apprentissage.

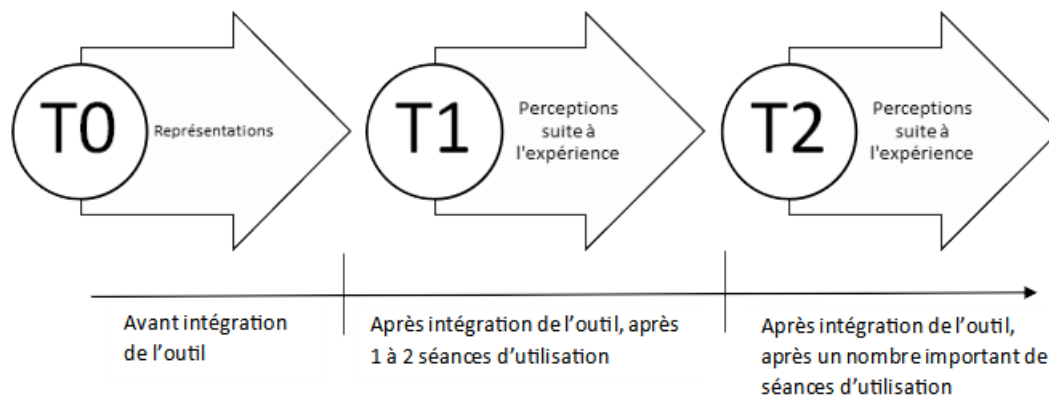


Figure 2 - Schéma des temps de recueil de données dans le cadre de l'étude longitudinale

Le recueil de données présenté dans cet article concerne un questionnaire sur les représentations au temps T0 (4 réponses) et un questionnaire ainsi que des entretiens et focus group (7 participants aux deux enquêtes) sur les ressentis et retours d'expérience des enseignants au temps T1 de l'étude longitudinale. L'analyse des données est réalisée selon un tri à plat.

3. Présentation des résultats non exhaustifs de l'étude longitudinale auprès des enseignants aux stades T0 et T1

3.1. Les représentations des enseignants (questionnaire T0)

Des intérêts mis en évidence modérés par le réalisme de la simulation

D'une façon générale, la plupart des enseignants évoquent la réalité virtuelle par ses propriétés comme une « *simulation* », « *qui se rapproche de la réalité* » mais aussi par ses spécificités permettant de « *créer un contexte immersif* » avec lequel nous pouvons « *agir, interagir* ». Ils soulignent la possibilité que la réalité virtuelle apporte une dimension « *plus réaliste que certains modèles existants* ». Cependant, deux enseignants pensent que la réalité virtuelle peut peut-être être utile dans le cadre de la formation en Odontologie. Ces avis plus modérés semblent être en lien avec l'expérience vécue « *mes expériences avec la réalité virtuelle m'ont montré qu'elles ne sont pas toujours strictement le reflet de la réalité* » ou non car « *n'ayant pas pu expérimenter l'utilisation de la VR* ».

Des plus-values pédagogiques potentielles soulignées

D'autres enseignants évoquent la réalité virtuelle par sa potentielle plus-value pédagogique qui permettrait « *d'ajouter du contenu pédagogique dans un apprentissage in situ autonome* ». Ils précisent que la réalité virtuelle serait « *très utile en préclinique* » évoquant les consignes de la Haute Autorité de Santé « *Jamais la première fois sur le patient* ». Ce

nouvel environnement d'apprentissage permettrait également d'élargir les compétences acquises pendant la formation en afin de « s'exercer » à de « *nouvelles techniques* » toujours « *sans conséquences pour le patient* ».

Des avis généraux mitigés et des questionnements

Nous avons aussi demandé aux enseignants si la réalité virtuelle pouvait améliorer ou dégrader leurs pratiques actuelles. Les avis sont partagés. Si deux enseignants pensent que cela peut améliorer leurs pratiques, trois enseignants déclarent qu'elle pourrait les dégrader. Le manque d'expérience vécue dans ce type d'environnement est à nouveau évoqué. Des craintes sont émises en lien avec le manque de « *fidélité au réel* » et de « *repères spatiaux* » des étudiants dans l'espace qui sont des points importants dans la formation en Odontologie. Nous retrouvons également un questionnement autour de la transférabilité des apprentissages « *Est-ce que la réalité virtuelle sera en mesure de reproduire les conditions cliniques ?* » mais aussi de la place, le rôle et l'accompagnement de l'enseignement dans cet environnement :

« Quel sera le rôle de l'enseignant avec la réalité virtuelle ? Comment pourrait-il accompagner l'étudiant pour améliorer ses gestes techniques ? Comment montrer pour éviter de refaire des erreurs ? Place de l'enseignant pour soutenir la motivation de l'étudiant ? »

Globalement, les enseignants perçoivent l'utilité que peut avoir cette technologie dans leur enseignement à travers l'interactivité de l'outil mais aussi l'élargissement des compétences qui peuvent être acquises dans la formation et dans des conditions d'apprentissage in situ et autonome. Les enseignants accordent une importance à l'utilisabilité pour laquelle ils ont des craintes notamment sur la fidélité de l'environnement à celui du chirurgien-dentiste. Les freins des personnes interrogées portent également sur les impacts de l'intégration de l'outil dans la formation notamment la transférabilité des apprentissages mais aussi l'accompagnement par l'enseignant. Nous constatons bien ici la présence des facteurs d'acceptation de la technologie à travers l'utilité propre de l'enseignant sur sa pratique et l'utilité projetée de ses enseignements sur l'apprentissage des étudiants.

3.2. Les ressentis et retours d'expériences des enseignants (questionnaires, entretiens et focus group T1)

Le temps T1 de l'étude longitudinale réalisée auprès des enseignants montre que les enseignants ont tous aimé utiliser le simulateur Virteasy Dental® et souhaiteraient à nouveau

l'utiliser dans la formation (figure 3).

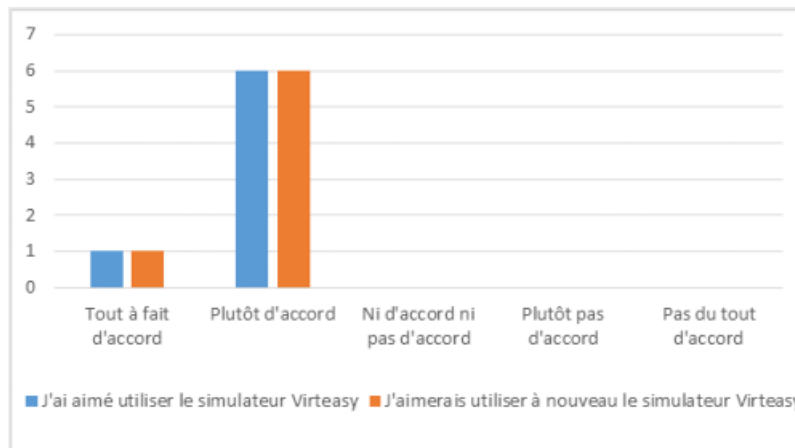


Figure 3 - Appréciation et souhait d'utiliser à nouveau le simulateur dans la formation

L'utilisation du simulateur et du bras est jugée facile par la majorité des enseignants.

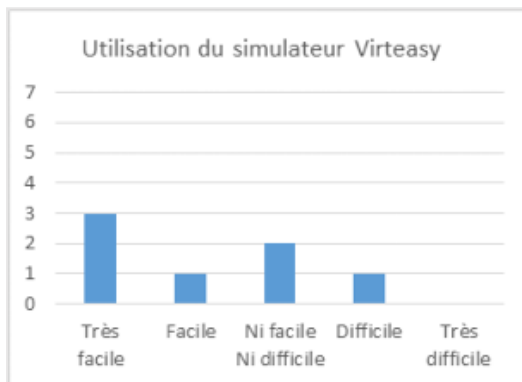


Figure 4 - Facilité d'utilisation du simulateur

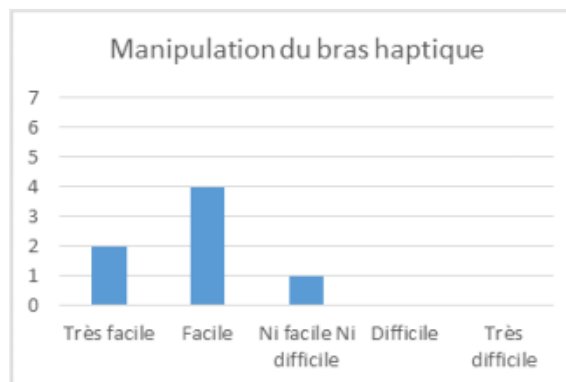


Figure 5 - Facilité à manipuler le bras haptique

Le réalisme des sensations et les sensations physiques ressenties (contact avec les dents, fraissage avec les outils, ...) sont davantage partagés mais restent favorables.

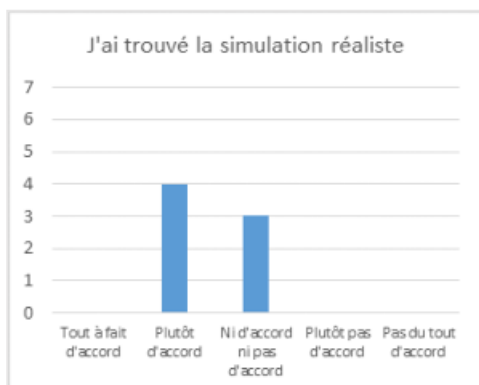


Figure 6 - Appréciation du réalisme de la simulation

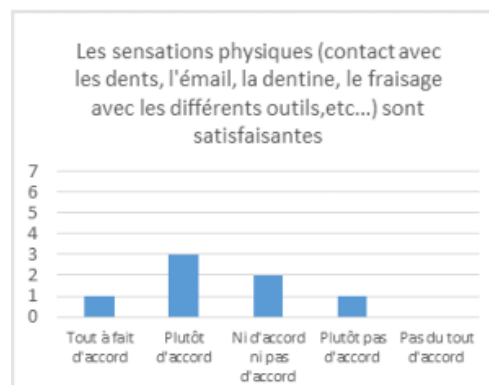


Figure 7 - Satisfaction des sensations physiques ressenties

Les indicateurs d'aide à la réalisation de l'exercice comme la visualisation de la dent en 3 plans de coupe, la progression de la cible, la précision sont jugés utiles.

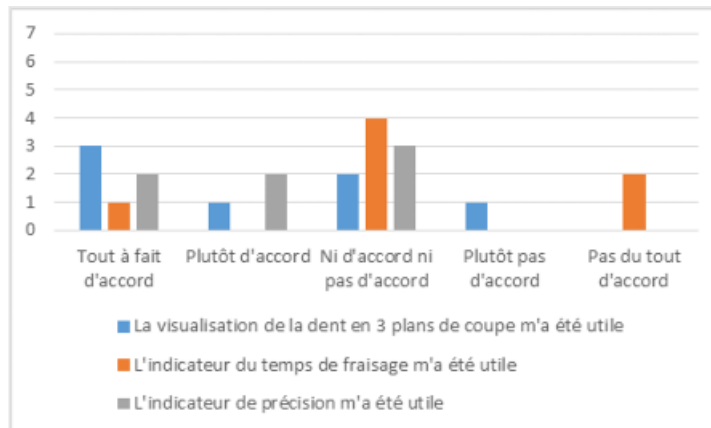


Figure 8 - Appréciation des indicateurs d'aide à la réalisation des exercices

La plupart des enseignants trouvent l'adaptation à la position de travail sur le simulateur difficile. Il en est de même pour la posture face à l'outil qui obtient des résultats mitigés.

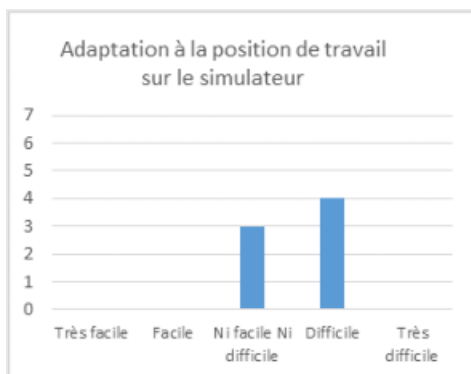


Figure 9 – Facilité d'adaptation à la position de travail

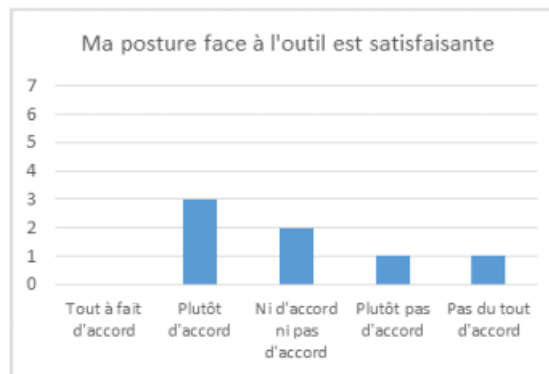


Figure 10 - Satisfaction de la posture face à l'outil

Les réponses à l'échelle TAM_INJ confirment que les enseignants perçoivent le simulateur comme utile pour les apprenants, permettrait d'améliorer leurs pratiques pédagogiques et serait utile dans leur travail. Les indicateurs qui obtiennent le meilleur score sont l'utilité pour l'enseignant lui-même et les étudiants. L'utilisabilité obtient le moins bon score. Enfin, nous avons demandé aux enseignants s'ils préfèrent utiliser le simulateur avec ou sans visiocasque et la majorité d'entre eux souhaitent l'utiliser sans casque. Les remarques et suggestions d'amélioration sur le simulateur portent sur les éléments importants dans l'apprentissage des futurs chirurgiens-dentistes.

Des ressentis liés à l'utilisation du simulateur

Le ressenti à l'utilisation du simulateur est globalement positif « ça me semble un outil très intéressant », « je suis agréablement surprise » avec un travail jugé « énorme » permettant de répondre à un besoin d'évolution sociétal « je suis très séduit par l'outil parce que c'est novateur parce que c'est que nos étudiants sont de plus en plus dans le numérique ». Les

enseignants évoquent la difficulté à s'affranchir « *des compétences et des notions* » pour aborder un nouvel environnement d'apprentissage alors que les étudiants pourraient ne pas être « *du tout perturbé d'aller dans les modules, les différentes fonctions, c'est intuitif* ».

Le manque de fidélité du simulateur à la réalité des ressentis lors des soins dentaires est mentionné avec une nécessité de « *retravailler la texture de l'émail, retravailler la vision indirecte* », d'un « *travail sur la différence de dureté* » et « *la densité* ». Certains visuels sont jugés comme ne pas « *pouvoir correspondre à la réalité* » malgré une « *navigation intuitive* » et des « *images fluides* ». Le problème principalement soulevé est « *l'appréhension des volumes et espace* » qui sont perturbés avec une gêne de la vision au passage de la 2D à la 3D. Les enseignants évoquent la difficulté à se « *positionner* » dans l'environnement car cela peut les perturber dans leur « *schéma corporel (...) les repères spaciaux* » notamment au niveau de la main. Le casque de réalité virtuelle est quant à lui jugé « *pas tout à fait au point* ». L'ergonomie du dispositif technique est aussi fortement souligné avec un manque de « *points d'appui impossibles actuellement* », « *d'ergonomie au niveau du poignet* » et un besoin d'obtenir une « *meilleure position de travail* ». Pour eux c'est « *perturbant de ne pas avoir les repères que l'on a l'habitude* ». Les enseignants proposent notamment d'intégrer « *une vraie bouche de mannequin* », « *une bouche comme on a sur les fantômes* » à l'environnement.

Des utilisations pédagogiques rendues possibles par le simulateur

Sur le versant pédagogique, les enseignants évoquent l'utilité du simulateur pour que « *très tôt on puisse leur apprendre la résistance* ». Il est jugé utile pour « *des étudiants stressés ou en difficultés* » ou qui ont fait « *une erreur* », « *des séances ratées sur fantôme* » pour « *se remettre dans le bain* » à travers des « *petits modules de perfectionnement* », ainsi que « *pour l'apprentissage d'un nouveau geste* » ou la « *révision d'un geste avant application en conditions réelles* ». Le simulateur serait alors un « *adjuvant au programme actuel* » permettant de compléter l'apprentissage des gestes techniques. Mais les enseignants vont plus loin, en proposant d'autres usages du simulateur à travers la création de modules spécifiques dans une discipline (« *chirurgie* » par exemple) ou sur un thème donné (« *simulation d'une situation clinique* »). En effet, il s'agit de réaliser des travaux pratiques que « *l'on peut pas leur faire sur des patients* » pour des raisons « *d'un geste plus technique* » et « *qui coûte beaucoup plus cher* » tel qu'en implantologie mais aussi en « *prothèse* ». Ils expliquent également le besoin de plus de « *feedback per-opérations* », « *d'alertes visuelles* », « *d'aide à la correction* » dans l'idée d'un besoin « *d'autoévaluation et de rétroaction* ». Malgré sa dimension « *ludique* » qui pourrait être améliorée, le besoin

de « *rétroaction est importante* ». Les enseignants s'attendaient à plus de « *feedback* » à un « *système d'erreur* ». Les indicateurs d'aide déjà présents sont donc largement appréciés « *parce qu'on voit en temps réel le temps (...) la précision (...) sans être un outil de performance* ». Les enseignants ont cependant des doutes au niveau de la « *faisabilité* », la « *maintenance* » et le « *coût* » du simulateur. Ils évoquent des craintes sur l'échelle à laquelle ils pourraient l'utiliser notamment le nombre d'étudiants par TP « *avoir 15 20 simulateur haptique ça fait beaucoup* » avec une nécessaire réduction. Même si le travail en autonomie sur le temps libre des étudiants serait « *un monde idéal* », ils ne pensent pas que se soit possible pour des « *machines à plusieurs milliers d'euros* ».

Des représentations de l'outil retrouvées

Les enseignants évoquent à nouveau leurs représentations et leurs connaissances préalables de la réalité virtuelle. Certains avaient connaissance de ce type de simulateur parfois depuis « *au moins 10 ans* » mais avec un « *produit qui était beaucoup moins sophistiqué qu'il est actuellement* » mais aussi son existence dans d'autres « *d'autres facs qui l'utilisent* ». Un enseignant souligne que dès le départ il « *concevait l'haptique comme un adjuvant à l'enseignement et notamment en termes de feedback* » puisque « *c'est un peu ça qui manque, c'est la rétroaction que je pensais plus importante* ».

Les enseignants ont des ressentis et retours d'expérience globalement positifs avec malgré tout un besoin de s'adapter à ce nouvel environnement qu'il est possible de prendre en main selon eux en « *2-3 séances* ». « *Il y a encore beaucoup de choses à faire* » mais ils sont séduits « *par la promesse* ». Pour pouvoir se projeter, « *il faut au moins que les points positifs sur ce modèle physique* » que l'on a sur les mannequins classiques « *on les retrouve dans le simulateur* ». Bien sûr, les enseignants déclarent avoir besoin de « *s'approprier l'outil avant de pouvoir bien s'en servir au niveau des étudiants* ».

4. Conclusion et discussion

Cette analyse, non exhaustive et toujours en cours, des enquêtes qualitatives et quantitatives dans le cadre de l'étude longitudinale auprès des enseignants montre un éventail des dimensions présentes dans le processus d'appropriation du simulateur. Nous retrouvons de nombreux éléments sur l'utilité et l'utilisabilité que ce soit pour le formateur lui-même pour sa pratique ou projeté aux étudiants pour leur apprentissage. L'intégration du simulateur dans les pratiques enseignantes semble tout à fait envisageable selon les discours analysés. Cependant, les facteurs qui ne dépendent pas forcément des acteurs pourront peut être limiter ou empêcher le déroulement de leur propre processus comme des facteurs

organisationnels et humains liés à l'organisation du travail, aux activités de l'enseignant, à l'organisation du collectif, à la transférabilité des connaissances du réel au virtuel mais aussi aux conditions d'intégration du simulateur dans la formation (coût, disponibilité du simulateur, nombre de simulateur à disposition, disponibilité des salles, problématique technique, temps disponible pour prendre en main le simulateur, ressources humaines...). Les freins au déploiement du simulateur Virteasy Dental® pourront être liés à l'utilisabilité du simulateur et à ses améliorations potentielles mais aussi à des conditions facilitatrices ou non au niveau économique, professionnel, organisationnel et humain. D'un point de vue méthodologique, si les questionnaires nous ont permis d'interroger de façon étendue les ressentis à l'utilisation du simulateur, la réalisation des entretiens semi-directifs et focus group ont permis de confirmer ou non les réponses du questionnaire et d'aller plus loin dans la compréhension des comportements à travers un discours approfondi et complémentaire. Il sera intéressant dans la suite de nos analyses de voir comment et dans quelle mesure les observations des situations d'enseignement-apprentissage viennent compléter ces enquêtes.

- Aguilera, T., & Chevalier, T. (2021). Les méthodes mixtes : Vers une méthodologie 3.0 ? *Revue française de science politique*, Vol. 71(3), 361-363. <https://doi.org/10.3917/rfsp.713.0361>
- Bauchet, B., Hubert, B., & Dinet, J. (2020). *Entre acceptabilité et appropriation des outils numériques intégrés dans le système éducatif : Le modèle des 4A*. 13e Colloque International du Réseau Interuniversitaire de PSYchologie du DEVeloppement et de l'Education, Nancy.
- 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>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319-340.
- De Singly, F. (1992). *L'Enquête et ses méthodes : Le questionnaire*. Nathan Université.
- Jouët, J. (2000). Retour critique sur la sociologie des usages. *Réseaux*, 18(100), 487-521. <https://doi.org/10.3406/reso.2000.2235>
- Loison, V., Pirolli, F., Cretin-Pirolli, R., & Lopez-Cazaux, S. (s. d.). *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*.
- Fuchs, P., Moreau, G., & Berthoz, A. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle volume 1 : L'Homme et l'environnement virtuel* (Presses des MINES, Vol. 1). Presse des Mines.
- Fuchs, P. (2018). *Théorie de la réalité virtuelle. Les véritables usages*. Presses des MINES.

- Proulx, S (2005) *Penser les usages des TIC aujourd'hui : enjeux, modèles, tendances* in Lise Vieira et Nathalie Pinède, éd(s), *Enjeux et usages des TIC : aspects sociaux et culturels*, t. 1, Presses universitaires de Bordeaux, Bordeaux, 7-20.
- Proulx, S., Lecomte, N., & Rueff, J. (2007). *Une appropriation communautaire des technologies numériques de l'information*. Centre interuniversitaire de recherche sur la Science et la technologie.
- Schyn, A., Navarre, D., Palanque, P., & Nedel, L. P. (2003). *Description Formelle d'une Technique d'Interaction Multimodale dans une Application de Réalité Virtuelle Immersive*.
- Tisseron, S. (2021). Chapitre 22. La Réalité Virtuelle : Définition, usages et éthique. In *Comprendre et soigner l'homme connecté* (p. 189-200). Dunod; Cairn.info.
<https://www.cairn.info/comprendre-et-soigner-l-homme-connecte--9782100817559-p-189.htm>
- Tupin, F., & Dolz, J. (2008). Du périmètre des situations d'enseignement-apprentissage. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 19(1), 141-156. <https://doi.org/10.3406/dsedu.2008.1135>