



**HAL**  
open science

# Interroger l'appropriation des acteurs pour l'introduction des environnements de simulation par la réalité virtuelle en formation

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

## ► To cite this version:

Valériane Loison, Fabrice Pirolli, Raphaëlle Cretin-Pirolli, Serena Lopez. Interroger l'appropriation des acteurs pour l'introduction des environnements de simulation par la réalité virtuelle en formation. Ticemed 14 Digitalisation des pratiques en éducation : risques, valeurs et opportunités, Association internationale Ticemed, Oct 2024, Le Caire (Egypte), Égypte. <hal-05052005>

**HAL Id: hal-05052005**

**<https://hal.science/hal-05052005v1>**

Submitted on 30 Apr 2025

**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 CC BY 4.0 - Attribution - International License

# Interroger l'appropriation des acteurs pour l'introduction des environnements de simulation par la réalité virtuelle dans la formation – présentation des premiers résultats d'une enquête longitudinale réalisée dans le cadre d'un programme de recherche

*Questioning the appropriation of stakeholders for the introduction of virtual reality simulation environments in training - presentation of the initial results of a longitudinal survey carried out as part of a research programme*

Valériane LOISON (1), Fabrice PIROLI (2), Raphaëlle CRETIN-PIROLI (3), Serena LOPEZ (4)

(1) Laboratoire CREN, Le Mans Université, IUT de Laval  
valeriane.loison.etu@univ-lemans.fr

(2) Laboratoire CREN, Le Mans Université, IUT de Laval  
fabrice.pirolli@univ-lemans.fr

(3) Laboratoire CREN, Le Mans Université, IUT de Laval  
raphaelle.pirolli@univ-lemans.fr

(4) Laboratoire CREN, Nantes Université  
serena.lopez@univ-nantes.fr

**Résumé.** L'introduction massive des Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation (TICE) est questionnée sous des angles pédagogiques, technologiques ou encore organisationnels. Notre proposition de communication est centrée sur l'appropriation d'un simulateur de réalité virtuelle dans la formation en Odontologie. La réalité virtuelle comme dispositif technique multi-instrumental (Loison *et al.*, 2023) questionne par ses propriétés spécifiques liées à l'interaction et à l'immersion de l'utilisateur. De plus, l'appropriation d'un objet technologique constitue une étape pouvant conduire à son intégration dans les pratiques pédagogiques habituelles des acteurs (Paquelin, 2009, p.26). Cette proposition de communication présente le cadre théorique mobilisé, le contexte de nos travaux avant de détailler la méthodologie de recherche proposée. Nous présenterons également les principaux résultats de notre étude longitudinale réalisée auprès des étudiants.

**Mots-clés.** TICE, appropriation, réalité virtuelle, simulation, odontologie

**Abstract.** The massive introduction of Information and Communication Technologies for Education (ICT4E) is being questioned from pedagogical, technological and organisational angles. Our paper focuses on the use of a virtual reality simulator in dentistry training. virtual reality as a multi-instrumental technical device (Loison *et al.*, 2023) raises questions because of its specific properties relating to user interaction and immersion. Furthermore, the appropriation of a technological object is a step that can lead to its integration into the usual teaching practices of those involved (Paquelin, 2009, p.26). This paper presents the theoretical framework used and the context of our work, before detailing the proposed research methodology. We will also present the main findings of our longitudinal study of students.

**Keywords.** ICTE, appropriation, virtual reality, simulation, dentistry

# 1 Introduction

Ces dernières décennies, l'introduction massive des Technologies de l'Information et de la Communication dans la formation est questionnée sous des angles pédagogiques, technologiques ou encore organisationnels. Notre proposition de communication est centrée sur l'appropriation d'un simulateur de réalité virtuelle (RV) dans la formation en Odontologie<sup>1</sup>. En particulier au premier cycle correspondant à la formation préclinique des étudiants en 2e et 3e année à travers l'apprentissage des gestes et protocoles élémentaires. A ce stade de leur cursus, les étudiants s'exercent habituellement au cours de Travaux Pratiques (TP) sur des simulateurs dits conventionnels (mannequins). Ces dernières années, les futurs chirurgiens-dentistes bénéficient du développement de nouveaux environnements numériques intégrant la RV pour l'apprentissage des gestes techniques (Joseph, 2017). Considérés comme des dispositifs techniques multi-instrumentaux (Loison *et al.*, 2023), leurs particularités résident en leur capacité à transformer les modes d'acquisition des compétences (Proulx, 2005) et à interagir avec les utilisateurs mais aussi à les immerger dans un monde virtuel. En outre, ces dispositifs techniques mobilisent plusieurs modalités d'interaction (visuel, haptique, auditif). Comment les utilisateurs (enseignants et étudiants) s'approprient ces environnements virtuels (EV) en situation d'enseignement-apprentissage des soins de chirurgie-dentaire ? Quel est la perception de l'utilité de la RV par les étudiants ? Quels sont les freins et les leviers de la mise en œuvre du dispositif technique ? Nous présenterons le cadre théorique mobilisé, le contexte des travaux et la méthode de recherche proposée ainsi que les premiers résultats de l'étude longitudinale avant de conclure.

## 2 Cadre théorique mobilisé

### 2.1 La réalité virtuelle

Le domaine de recherche appelé XR, pour eXtended Reality ou Réalité étendue, englobe la Réalité Virtuelle (RV), la Réalité Augmentée (RA) et la Réalité Mixte (RM). Notre étude se concentre spécifiquement sur la RV définie par Fuchs *et al.* (2006) comme un « *domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel* ». Les technologies développées dans ce domaine se présentent sous forme d'une « *simulation numérique immersive et interactive* » (Tisseron, 2021) qui peut être « *imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel* » (Fuchs, 1996) dont l'objectif est « *de permettre à une personne (ou à plusieurs)* » de réaliser « *une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel créé numériquement* » (Fuchs *et al.*, 2006).

Ces EV questionnent par deux éléments caractéristiques : l'interaction et l'immersion. L'immersion se définit comme « *le degré avec lequel l'interface du système contrôle les entrées sensorielles pour chaque modalité de perception et d'action* » (J.-M. Burkhardt, 2003). L'interaction est définie par Molle *et al.* (2020) comme « *une relation qui se crée entre l'utilisateur et l'environnement virtuel qui donne l'illusion du réel grâce aux éléments sensori-moteurs (des informations visuelles, sonores et haptiques)* ». Ces EV peuvent être constitués de plusieurs dispositifs techniques d'interaction (Burkhardt, 2003) permettant à l'utilisateur d'être plus ou moins immergé (Comité d'éthique VR, 2020). Aussi, leur

---

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

utilisation peut varier en fonction de diverses situations, ce qui nécessite une approche spécifique pour les étudier dans leur contexte.

L'état de la littérature concernant la RV pour la formation comporte des études sur la conception des EV pour l'apprentissage, leurs avantages et inconvénients dans des contextes définis mais aussi leurs possibles usages. Certains chercheurs ont cherché à déterminer des situations types pour représenter les usages et les configurations sociotechniques de la RV pour l'apprentissage (Burkhardt *et al.*, 2005, p.168-169); Fuchs, 2018, p.297-298). D'autres chercheurs se sont intéressés au sentiment de présence en lien avec l'immersion (Boucher, 2006, p.2). D'autres encore ont investigué le lien entre l'adoption des EV en formation et le processus d'apprentissage (Ben Saga et Elmqaddem, 2022) ainsi que l'apport potentiel des serious game (Harmel *et al.*, 2024). Les travaux en Sciences de l'Information et de la Communication abordent ces environnements numériques sous l'angle des DIspositifs Sociotechniques d'Information et de Communication (DISTIC) par l'analyse des « *rapports complexes des sujets avec leur environnement* » (Bonfils, 2015, p.263).

## 2.2 Appropriation d'une Technologie de l'Information et de la Communication

Pour comprendre comment ces simulateurs peuvent être intégrés dans la formation en Odontologie, nous étudions la genèse de leurs usages en situations de formation. L'appropriation est définie par Paquelin (2009, p.26) comme « *un processus qui précède l'usage, la pratique et suppose une utilisation de l'objet* ». Comme l'a exprimé Jouët (2000, p.499), l'usage est un construit social et « *ne se réduit pas aux seules formes d'utilisation prescrites par la technique ..., mais s'étend aux multiples processus d'intermédiations qui se jouent pour lui donner sa qualité d'usage social* ». Nous nous intéressons donc aux différents facteurs du processus d'appropriation d'une technologie permettant d'en envisager l'usage. Proulx (2005, p.5) précise que 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* »

Il existe différentes approches qui s'intéressent à l'acceptation et l'appropriation des technologies numériques. Certaines reposent sur l'étude du comportement des utilisateurs pour prédire les intentions d'usage comme Davis (1989) avec le TAM ou Modèle d'Acceptation des technologies et ses variantes (TAM2, TAM3, UTAUT, UTAUT2, UTAUT3). Une version du TAM appliquée aux TICE « TAM\_INJ » a même été proposé par Caron et Heutte (2017). Ces travaux s'inspirent des théories comportementales comme la Théorie de l'Action Raisonnée (TAR) et la Théorie du Comportement Planifié (TCP). Les critères principaux comprennent notamment les notions d'utilité et d'utilisabilité perçues, des conditions facilitatrices et des influences sociales, mais aussi des critères modérateurs ayant une influence sur les premiers (expérience, âge, sexe, utilisation volontaire, ...). D'autres travaux comme ceux menés sur la Clinique des Usages par Bobillier Chaumon (2016) enrichissent les théories précédentes en prenant en compte le contexte d'usage de la technologie avec la notion d'acceptation située qui inclut quatre dimensions : individuelle, relationnelle, organisationnelle et professionnelle/identitaire. Bauchet *et al.* (2020) synthétisent ces approches à travers le modèle des 4A (figure 1) comprenant un continuum de quatre phases successives et rétroactives : acceptabilité, acceptation, adoption et appropriation.

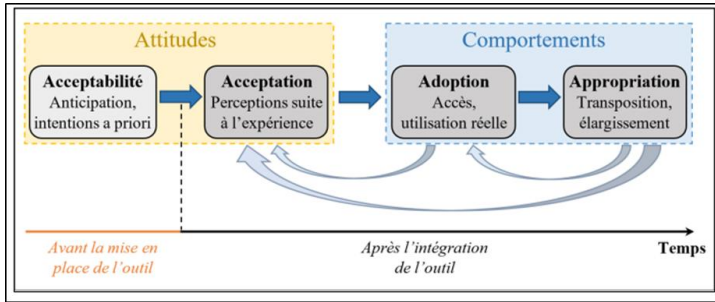


Figure 1 - Schéma du modèle des 4-A, détaillant le processus d'acceptation du numérique selon Bauchet, Hubert et Dinet (2020)

Ces différents modèles contribuent à la construction de notre méthode de recherche afin d'appréhender la complexité de l'étude des usages et des facteurs d'appropriation d'une TIC comme la nôtre. Les études portent principalement sur leur conception, mais peu sur leur intégration dans la formation notamment d'un point de vue systémique. Le projet de recherche que nous présentons dans la partie suivante vise à traiter cette question.

### 3 Contexte des travaux et méthode de recherche

#### 3.1 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, d'un partenaire industriel et d'un pôle hospitalo-universitaire. Ce projet rassemble des études expérimentales visant l'évaluation de l'impact du recours à la simulation haptique immersive sur l'acquisition de compétences motrices chez les étudiants en situation préclinique, l'amélioration fonctionnelle du simulateur Virteasy Dental® et le développement de scénarios pédagogiques pour l'intégrer dans la formation des chirurgiens-dentistes.

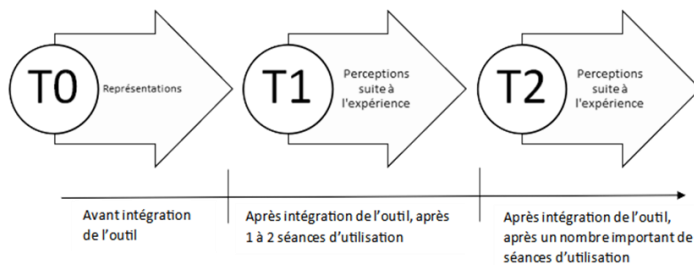
#### 3.2 Présentation du simulateur étudié

Lors des TP en formation préclinique, les étudiants effectuent les exercices sur le simulateur conventionnel appelé *fantôme* qui se présente comme un modèle de mannequin comprenant une tête avec des modèles de mâchoires insérables. Depuis plusieurs années, un nouveau type de simulateur par la RV s'intègre progressivement dans la formation. Le simulateur Virteasy Dental® que nous étudions, conçu par la société HRV simulation, comprend une tour d'ordinateur, deux écrans de visualisation, un visiocasque et 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. Le simulateur tend à se rapprocher de la réalité de l'environnement d'un chirurgien-dentiste en y intégrant des éléments inhérents à l'exercice du métier tels qu'un tabouret mobile, une pédale et un outil miroir. Ce simulateur propose différents modules et niveaux de difficulté.

#### 3.3 Méthode de recherche

Il s'agit de recueillir les ressentis, retours d'expériences et pratiques actuelles des étudiants et enseignants, pour comprendre comment cet EV peut s'intégrer dans la formation des chirurgiens-dentistes et identifier des facteurs d'appropriation.

Notre méthode de recueil de données dite mixte (Aguilera et Chevalier, 2021) comprend des enquêtes quantitatives par questionnaires auto administrés, des enquêtes qualitatives par entretiens semi-directifs et focus group ainsi que des observations filmées non-participantes. Au sein de la faculté d'Odontologie qui constitue notre terrain, nous avons mené auprès des étudiants et enseignants une étude longitudinale qui se présente comme une photographie des comportements et attitudes des utilisateurs (enseignants et étudiants) à des temps donnés de l'utilisation du simulateur (figure 2).



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

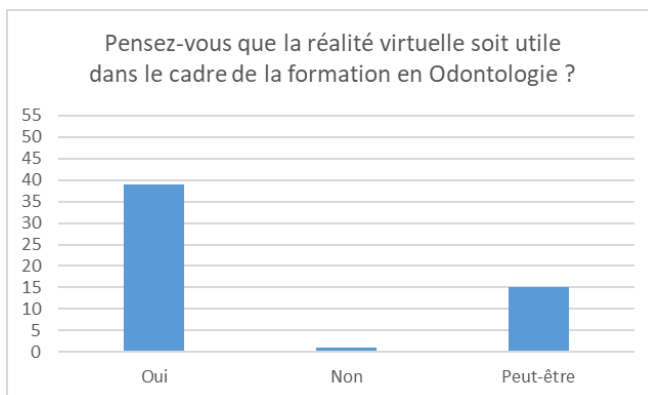
Le temps T0 comprend un questionnaire, les temps T1 et T2 comprennent des questionnaires et des entretiens semi-directifs ou focus group. Nous n'évoquerons pas ici les observations effectuées en situation d'enseignement-apprentissage.

Le recueil de données présenté dans cet article concerne un questionnaire sur les représentations au temps T0 (55 réponses) et un questionnaire (35 réponses) ainsi que 5 entretiens semi-directifs et 2 focus group (9 participants) sur les ressentis et retours d'expérience des 67 étudiants en 2<sup>e</sup> année interrogés au temps T1 de l'étude longitudinale. L'écart du nombre de réponses entre le premier et le second questionnaire peut s'expliquer par la participation des étudiants sur la base du volontariat et des sorties d'études au cours du protocole. Les raisons de ces dernières sont évoquées lors de la présentation de résultats. L'analyse des données est réalisée selon un tri à plat. Les questions utilisant une échelle de Lickert ont fait l'objet d'une analyse statistique. Les enquêtes qualitatives ont fait l'objet d'une analyse thématique réalisée à l'aide du logiciel NVivo.

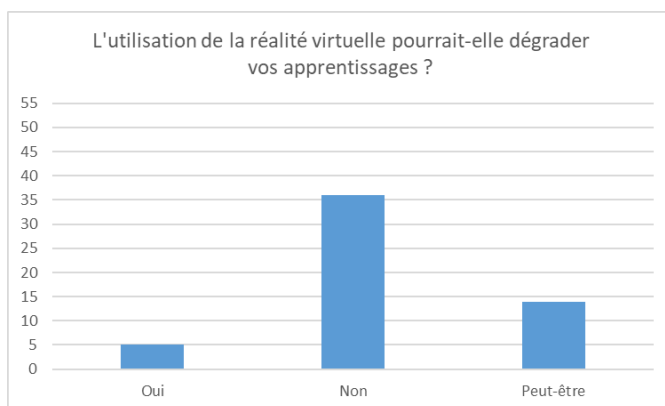
## 4 Présentation des résultats de l'étude longitudinale auprès des étudiants aux stades T0 et T1

### 4.1 Les représentations des étudiants (T0)

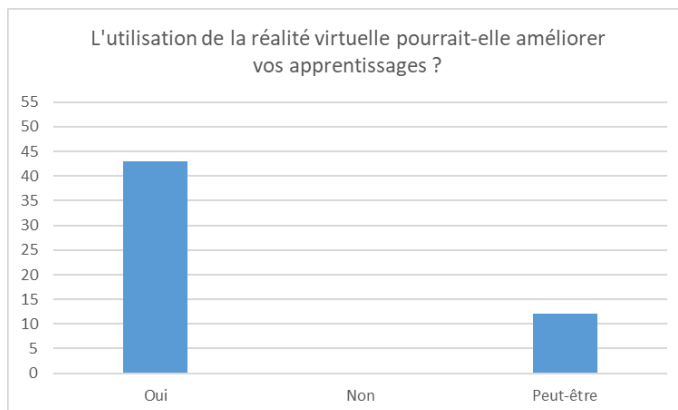
Dans cette première phase, nous avons questionné les représentations des étudiants vis-à-vis du recours à la RV dans leur cursus de formation. La majorité d'entre eux trouvent la RV utile dans le cadre de la formation en Odontologie (figure 3), qu'elle ne pourrait pas dégrader (figure 4) leurs apprentissages et même l'améliorer (figure 5).



**Figure 3** – *Utilité perçue de la réalité virtuelle dans la formation*



**Figure 4** – *Avis sur la dégradation possible des apprentissages*



**Figure 5** – *Avis sur l'amélioration possible des apprentissages*

À travers cette première enquête, trois axes positifs et trois axes évoquant les freins à l'utilisation de la RV dans la formation en Odontologie se dégagent.

Celle-ci permettrait :

- une amélioration et une évolution de la formation avec l'intégration du simulateur vu comme un bonus, un complément à la simulation conventionnelle et une nouvelle manière d'apprendre ;
- une acquisition de connaissances supplémentaires ou le perfectionnement des gestes techniques grâce à des séances d'entraînement ou de nouveaux modules à travers une diversification des modes d'accompagnement et d'évaluation ;
- la possibilité de s'entraîner de manière illimitée sans risque d'erreur réelle en particulier dans le cadre de l'apprentissage de la gestion du stress.

Les réserves exprimées portent sur :

- la capacité du simulateur à reproduire fidèlement les conditions d'exercice ou sa propension éventuelle à provoquer des effets secondaires ;
- la crainte d'une perte de savoir-faire qui résulterait de la réduction des interactions avec les enseignants du fait de l'emploi de la RV, de même que l'impossibilité du transfert des apprentissages de la simulation à la réalité ;
- la crainte de dysfonctionnements techniques.

#### 4.2 Les ressentis et retours d'expériences des étudiants (questionnaires, entretiens et focus group T1)

Le temps T1 de l'étude longitudinale réalisée auprès des étudiants montre qu'ils ont en majorité aimé utiliser le simulateur (figure 6) et souhaiteraient à nouveau l'utiliser dans la formation (figure 7).

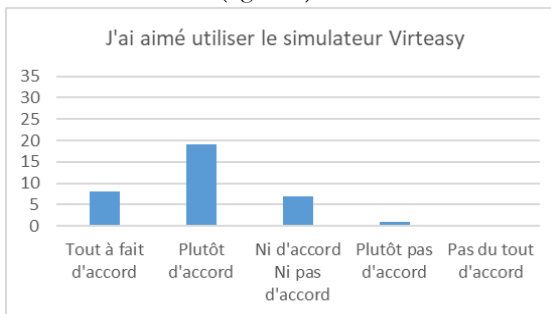


Figure 6 – Appréciation à l'utilisation du simulateur

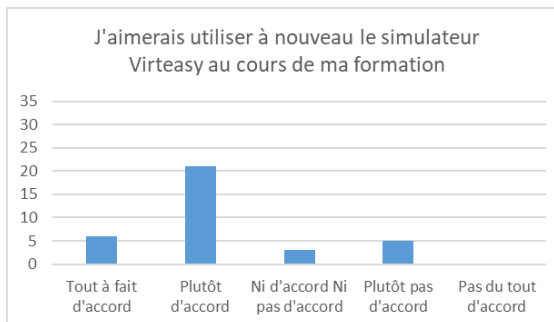
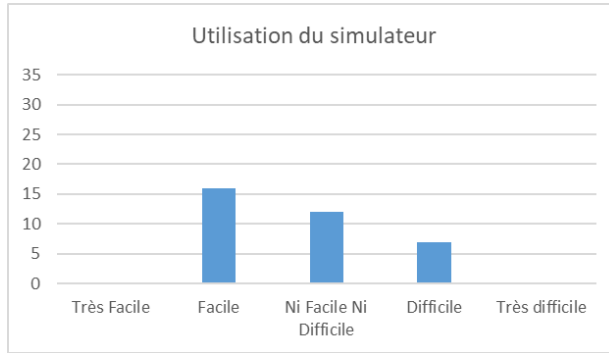
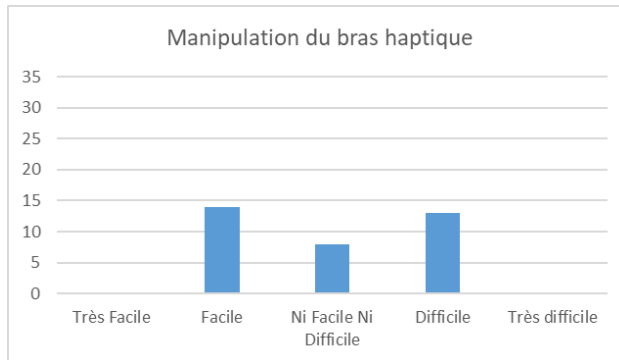


Figure 7 – Souhait d'utiliser à nouveau le simulateur au cours de la formation

Les avis concernant la facilité d'utilisation du simulateur (figure 8) et du bras haptique (figure 9) sont mitigés notamment pour ce dernier où le nombre d'étudiants trouvant sa manipulation difficile est presque aussi important que ceux qui trouvent sa manipulation facile.

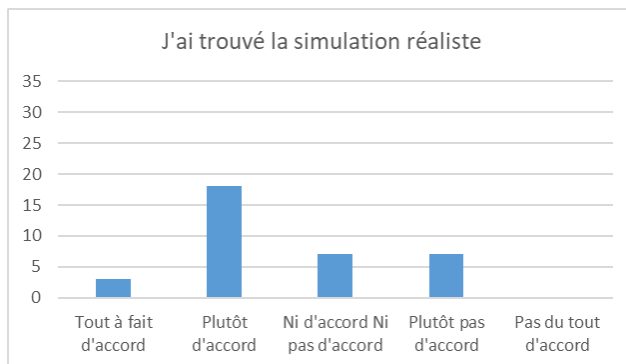


**Figure 8** – *Facilité d'utilisation du simulateur*

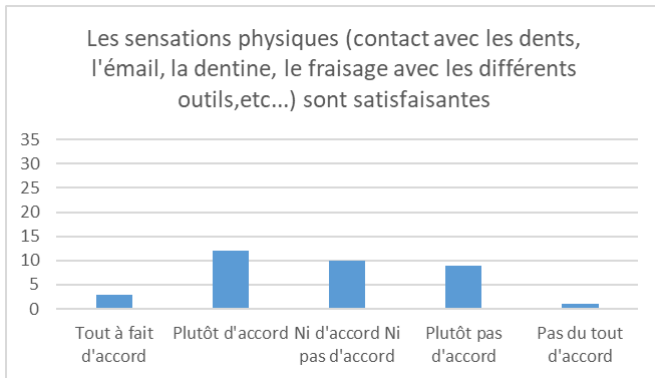


**Figure 9** – *Facilité de manipulation du bras haptique*

La simulation (figure10) est jugée réaliste par la majorité des étudiants, mais les avis concernant les sensations physiques ressenties (contact avec les dents, fraisage...) sont davantage partagés (figure 11).

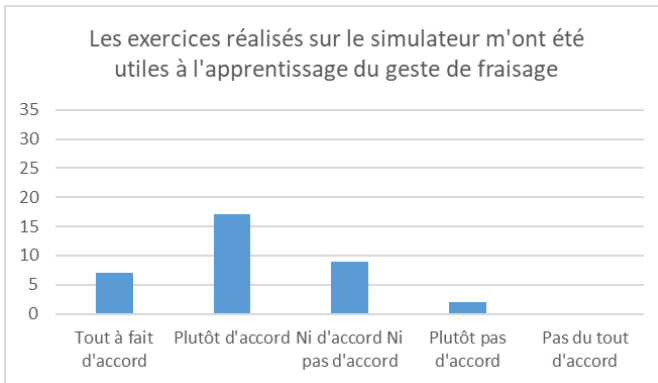


**Figure 10** – *Appréciation du réalisme de la simulation*



**Figure 11** – *Satisfaction des sensations physiques issues du bras à retour d'effort*

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. Dans l'ensemble les exercices réalisés sont perçus comme utiles à l'apprentissage du geste de fraisage (figure 12).



**Figure 12** – *Utilité des exercices pour l'apprentissage du geste de fraisage*

La plupart des étudiants trouvent facile l'adaptation à la position de travail sur le simulateur. Les étudiants déclarent ne pas avoir eu de difficultés liées à leur déplacement dans l'EV et à l'utilisation de la manette et du visiocasque. 17% des étudiants évoquent des effets secondaires comme des maux de tête, des douleurs au dos ou des crampes au niveau de la main. Les réponses à l'échelle TAM\_INJ confirment que la majorité des étudiants perçoivent le simulateur comme utile pour se former, apprendre plus rapidement et augmenter leur efficacité dans la réalisation des tâches à effectuer.

### **Des ressentis liés à l'utilisation du simulateur**

Le ressenti des étudiants à l'utilisation du simulateur est globalement positif. Il semble adapté à l'acquisition des gestes de fraisage. Jugé ludique, il serait un moyen de s'entraîner davantage tout en limitant les coûts liés au matériel nécessaire pour la réalisation des travaux pratiques. L'immersion est évaluée par les étudiants comme un élément « *impressionnant* » [fg-etu11] avec l'impression « *d'être dans une autre dimension* » [fg-etu12]. Pour certains étudiants, l'utilisation du simulateur avec le visiocasque impacte les interactions entre étudiants et enseignants en créant une

forme de distance puisque l'enseignant ne se trouve pas sur le même plan de l'espace que l'étudiant. Ce dernier doit complètement s'arrêter dans l'exercice et enlever le visiocasque afin de poser une question. Les potentiels effets secondaires liés à l'immersion et au port du visiocasque sont à nouveau soulignés avec des recommandations quant à son temps d'utilisation : « 30 minutes » [fg-etu2], « 20-25 minutes » [fg-etu11].

### **Des pistes d'amélioration nombreuses**

Si pour certains il n'y a « *pas de gênes, c'est particulier, mais on s'y habitue* » [fg-etu10], d'autres étudiants proposent des pistes afin d'améliorer leur expérience avec le simulateur.

- Un meilleur réalisme des sensations que ce soit en termes de sensibilité de l'instrument de fraisage et des modèles de dents, ou de la prise en main du bras haptique.
- De meilleurs repères et une meilleure appréhension des reliefs et de la profondeur.
- Une amélioration de l'ergonomie : un casque moins lourd et un bras à retour d'effort mieux positionné.
- Une amélioration de l'outil afin de diminuer les dysfonctionnements techniques qui peuvent perturber le déroulement de l'exercice.
- Une véritable organisation autour de l'utilisation du simulateur [nom] et une optimisation du temps de l'exercice « *ne pas avoir à faire les réglages en début de manipulations (tablette, lumière, ...)* » [qr-etu11].
- Une intégration de l'enseignant sur un même plan de l'espace « *si le professeur pouvait lui aussi être en réalité virtuelle dans la même que la mienne comme ça je le vois physiquement dans ma réalité (...)* » [fg-etu12].

### **Des suggestions d'utilisation pédagogique dans la formation**

À travers les différentes enquêtes les étudiants ont également formulé des utilisations potentielles du simulateur dans leur formation. Tout comme la simulation conventionnelle, la simulation par la réalité virtuelle pourrait être utilisée en entraînement soit en complément des travaux pratiques soit en dehors. L'intégration de la simulation par la RV dès la 2e année permettrait aux étudiants de se constituer une première approche des gestes techniques. Cette simulation pourrait être intégrée en amont ou en parallèle de la simulation conventionnelle au sein de la séquence pédagogique existante ou sur les temps libres des étudiants. Les étudiants soulignent aussi l'intérêt du simulateur pour « *pratiquer les gestes avant de les effectuer sur un patient* » [qr-etu26] grâce à des mises en situation clinique c'est-à-dire pas seulement le traitement de la dent, mais la prise en charge globale.

### **Des sorties d'études justifiées**

Au cours de l'étude longitudinale, un nombre d'absences aux séances et d'abandons non négligeable est à noter. Nous avons questionné et recueilli des causes potentielles à travers les entretiens, mais aussi des retours de mail. Pour certains étudiants, le caractère non obligatoire de l'étude apparaît non prioritaire dans leur cursus. Les contraintes horaires et la période des examens conduisent les étudiants à opérer des priorités dans le choix de leurs activités. Les discussions entre les étudiants influencent leur intention d'utiliser le simulateur et a conduit certains d'entre eux à ne pas poursuivre l'étude. Ils sont également en attente d'un appui des

enseignants et de l'institution afin de conseiller l'usage du simulateur dans leurs apprentissages.

## 5 Conclusion

À travers ces résultats, nous constatons que le simulateur est plutôt bien perçu par les étudiants et qu'il semble pouvoir trouver sa place dans la formation en Odontologie. Bien que les étudiants soulignent l'utilité des exercices pour l'apprentissage des gestes de fraisage, des difficultés d'utilisabilité du simulateur et d'organisation des séances de travaux pratiques sont soulignées. Les pistes d'amélioration concernent le perfectionnement de l'EV au plus près de celui du chirurgien-dentiste, mais aussi des adaptations du point de vue pédagogique, organisationnel et technique. Finalement, nous retrouvons les critères du modèle TAM\_INJ (Caron et Heutte, 2017) initialement déterminés pour les enseignants, à travers des facteurs d'acceptation de la technologie comme l'utilité, l'utilisabilité de celle-ci, mais aussi les conditions facilitatrices à son déploiement et l'influence sociale entre les acteurs au sein de l'établissement. Nous retrouvons également dans le discours des étudiants, des dimensions de l'acceptation située (Bobillier Chaumon, 2016) avec des facteurs individuels, relationnels, organisationnels et professionnels/identitaires. Au-delà de cela, les étudiants ont de véritables attentes de l'EV du point de vue pédagogique à travers de nouvelles manières d'apprendre et une véritable opportunité pour améliorer leurs apprentissages. La configuration des modalités sensorielles et motrices et l'usage pédagogique doivent faire l'objet d'une cohérence entre « *les choix opérés, les contraintes de la situation et les objectifs d'apprentissage* » (Burkhardt *et al.*, 2005, p.169).

Interroger les étudiants nous a permis de mettre en évidence la complexité des multiples dimensions et niveaux (Jacquinot-Delaunay et Fichez, 2008, p.19) à prendre en compte pour une intégration des EV dans la formation en Odontologie. Il ne s'agit plus seulement de les améliorer dans une démarche de « *réversibilité technico-sociale* » (Bonfils et Durampart, 2013, p.121) mais d'une réflexion globale des acteurs de la formation vis-à-vis des transformations engendrées par leur intégration. A ce stade du projet, les étudiants n'ont pas encore la possibilité de maîtriser le dispositif technique car il n'est ni à leur disposition ni intégré dans les séquences pédagogiques. Il n'est pas non plus encore intégré socialement (Proulx, 2005). Nous sommes encore dans les premières phases du processus. La suite de nos travaux consiste à interroger à nouveau les étudiants ainsi que d'autres acteurs de la formation (enseignants, responsables de département, ...) pour observer l'évolution et les facteurs favorisant ou limitant les processus d'appropriation.

- Aguilera, T., et 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.
- Ben Saga, A., et Elmqaddem, N. (2022). Usage de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'enseignement supérieur: De l'expérimentation à l'intégration effective dans les cursus de formation. *Journal of Information Sciences*, 21(2), 194- 2020.
- 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>
- Bonfils, P. (2015). Immersion et environnements numériques : Une approche méthodologique par l'expérience vécue. *Questions de communication*, 27, 261- 277. <https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.9838>
- Bonfils, P., et Durampart, M. (2013). Environnements immersifs et dispositifs numériques. Etudes expérimentales et approches distancées. *Journal for Communication Studies*, 6, 107- 124.
- Boucher, M. (2006). Nouvelles technologies et illusion d'immédiateté. *Archée*.
- Burkhardt, J.-M., Lourdeaux, D., et Lequatre, F. (2005). *Environnements Virtuels pour l'Apprentissage : De l'image d'Épinal à la réalité des usages et des configurations socio-techniques*. 163- 170.
- Burkhardt, J.-M. (2003). Réalité virtuelle et ergonomie : Quelques apports réciproques. *Le travail humain*, 66(1), 65- 91. <https://doi.org/10.3917/th.661.0065>
- Caron, P.-A., et Heutte, J. (2017). *Comprendre l'usage que les professeurs des écoles font des TNI et du numérique*, 341-352.
- Comité d'éthique VR. (2020). *Charte de recommandations sur l'usage de la Réalité Virtuelle*.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319- 340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Fuchs, P. (1996). *Les interfaces de la réalité virtuelle*. AJIIMD.
- Fuchs, P. (2018). *Théorie de la réalité virtuelle. Les véritables usages*. Presses des MINES.
- Fuchs, P., Moreau, G., Arnaldi, B., et Guitton, P. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle. Volume 4—Les applications de la réalité virtuelle*. (Mines Paris. Les presses., Vol. 4).

- Harmel, J., Briens, A., Tlili, M., Tan, R., Lincelles, J.-B., Seitier, Ph., Belhaj, I., Soto-Romero, G., Auffret, K., et Respaud, M. (2024). Nouvelles pratiques pédagogiques : Développement d'un serious game en réalité virtuelle pour la formation au risque chimique en salle blanche. *J3eA*, 23(1009). <https://doi.org/10.1051/j3ea/20241009>
- Jacquinet-Delaunay, G., et Fichez, E. (2008). *L'université et les TIC. Chronique d'une innovation annoncée* (De Boeck Supérieur).
- Joseph, D. (2017). *Impact de la simulation haptique dans l'enseignement en odontologie* [Médecine humaine et pathologie]. Université de Lorraine.
- 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., et Lopez-Cazaux, S. (2023). 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 des sociétés, Bordeaux.
- Molle, N., Privas-Bréauté, V., et Ciekanski, M. (2020). *La réalité virtuelle comme vecteur d'immersion pour apprendre les langues. Etudes en didactique des langues*. 34, 69-89.
- Paquelin, D. (2009). *L'appropriation des dispositifs numériques de formation. Du prescrit aux usages*.
- Proulx, S. (2005). Penser les usages des TIC aujourd'hui : Enjeux, modèles, tendances. Dans *Lise Vieira et Nathalie Pinède, eds, Enjeux et usages des TIC : aspects sociaux et culturels* (Presses universitaires de Bordeaux).
- Tisseron, S. (2021). Chapitre 22. La Réalité Virtuelle : Définition, usages et éthique. Dans *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>