

**UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER**

**FACULTE DE SANTE**

---

ANNEE 2022

N° 2022 TOU 3 3017

**THESE**

**POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

par

**KHOURDA Vladimir**

Le 22 février 2022

**Utilisation du Simodont® dans l'apprentissage de la pratique  
odontologique : revue systématique de la littérature**

Directeur de thèse : Dr. Thibault Canceill

---

**JURY**

Président : Professeur Philippe POMAR

1er assesseur : Docteur Sabine JONJOT

2<sup>ème</sup> assesseur : Docteur Thibault CANCEILL

3<sup>ème</sup> assesseur : Docteur Julien DELRIEU



**UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER**

**FACULTE DE SANTE**

---

ANNEE 2022

N° 2022 TOU 3 3017

**THESE**

**POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

par

**KHOURDA Vladimir**

Le 22 février 2022

**Utilisation du Simodont® dans l'apprentissage de la pratique  
odontologique : revue systématique de la littérature**

Directeur de thèse : Dr. Thibault Canceill

---

**JURY**

Président : Professeur Philippe POMAR

1er assesseur : Docteur Sabine JONOT

2<sup>ème</sup> assesseur : Docteur Thibault CANCEILL

3<sup>ème</sup> assesseur : Docteur Julien DELRIEU





Faculté de santé  
ancienne Faculté  
de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

M. Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONJOT  
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

DIRECTRICE ADMINISTRATIVE

Mme Muriel VERDAGUER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

M. Jean LAGARRIGUE +  
M. Jean-Philippe LODTER +  
M. Gérard PALOUDIER  
M. Michel SIXOU  
M. Henri SOULET

CHARGÉS DE MISSION

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)  
M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)  
M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)  
M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)  
M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

**Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention**

**56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE** (Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER)

**ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE**

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE  
Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY  
Assistants : Mme Marion GUY-VERGER, Mme Alice BROUTIN (*associée*)  
Adjoints d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE,

**ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG  
Assistants : Mme Isabelle ARAGON, M. Vincent VIDAL-ROSSET

**56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE** (Mme NABET Catherine)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES  
Assistante : Mme Géromine FOURNIER  
Adjoints d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Fabien BERLIOZ  
M. Jean-Philippe GATIGNOL, Mme Carole KANJ

**Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale**

**57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE** (M. Philippe KEMOUN)

**PARODONTOLOGIE**

Maîtres de Conférences : Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Mme Alexia VINEL  
Assistants : Mme Charlotte THOMAS, M. Joffrey DURAN  
Adjoints d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE ,  
Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT,

### CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY  
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS  
Assistants : M. Clément CAMBRONNE  
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY,  
M. Jérôme SALEFRANQUE,

### BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : M. Philippe KEMOUN  
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Vincent BLASCO-BAQUE  
Assistants : M. Matthieu MINTY, Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLET  
GALY-CASSIT  
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, M. Olivier DENY

## **Section CNU 58 : Réhabilitation Orale**

### 58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Franck DIEMER)

#### DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER  
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE  
Assistants : M. Sylvain GAILLAC, Mme Sophie BARRERE, Mme. Manon SAUCOURT, M. Ludovic PELLETIER  
M. Nicolas ALAUX, M. Vincent SUAREZ  
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean- Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE,  
Mme Lucie RAPP

#### PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR  
Maîtres de Conférences : M. Jean CHAMPION, M. Rémi ESCLASSAN, M. Florent DESTRUHAUT, M. Antoine GALIBOURG,  
Assistants : M. Bertrand CHAMPION, Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE, Mme Mathilde HOURSET  
Mme Constance CUNY  
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-  
Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER,  
M. Eric SOLYOM, M. Michel KNAFO, M. Alexandre HEGO DEVEZA, M. Victor EMONET-DENAND  
M. Thierry DENIS, M. Thibault YAGUE

#### FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Paul MONSARRAT, M. Thibault CANCEILL  
Assistants : M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES, Mme Julie FRANKEL  
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, Mme Josiane BOUSQUET, M. Damien OSTROWSKI

Mise à jour pour le 22 janvier 2022

## Remerciements généraux

À ma famille, pour votre soutien et votre amour inconditionnel. Petite pensée pour mon frère qui a l'air de suivre la même voie que moi alors que c'est un génie de l'informatique, tu es capable de faire des choses exceptionnelles FONCE.

À Marie merci d'avoir été mon binôme pendant la clinique et de m'avoir aidé dans les moments difficiles. Je t'aime. J'ai hâte de commencer cette nouvelle aventure parisienne.

Au Dr Pinochet merci de m'avoir fait confiance, de tous vos conseils et de votre bienveillance.

Au Dr Paulhan et Dr Couzi merci de m'avoir accueilli, merci pour votre gentillesse et votre enseignement de qualité.

Merci au Dr Clamadieu et toute l'équipe du cabinet Costecaude, merci de votre patience et votre dynamisme. Pensée particulière pour Jean-Luc avec qui je travaille tous les jours, je vous remercie de votre travail et de votre implication, ne changez rien.

À l'ensemble des professeurs, assistants et personnels de la Faculté et des services de Ranguel et de l'Hôtel Dieu je vous dois beaucoup.

A notre Président du jury,

Monsieur le Professeur, Philippe POMAR

-Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,

-Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

-Lauréat de l'Institut de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale de la Salpêtrière,

-Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.),

- Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques

- Colonel de réserve citoyenne du service de santé des armées (CDC-RC).

*Je vous remercie sincèrement de m'avoir fait l'honneur de présider mon jury de thèse. Vous avez spontanément accepté d'évaluer mon travail et je vous en remercie.*

*Votre sympathie, votre bienveillance et votre implication dans le bon fonctionnement de la faculté sont des qualités qui m'ont marqué. Veuillez trouver ici l'assurance de mon profond respect et ma profonde reconnaissance.*

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur, JONJOT Sabine

-Maître de Conférences des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,

- Vice Doyen de la Faculté de chirurgie dentaire de Toulouse,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Docteur d'État en Odontologie,

-Habilitation à diriger des recherches (HDR),

-Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

*Je suis très flatté et reconnaissant que vous ayez accepté de siéger dans ce jury.*

*Merci pour votre gentillesse et la grande valeur de vos enseignements  
cliniques et théoriques.*

*Veillez trouver dans ce travail toute l'expression de ma gratitude et de mon respect  
le plus sincère.*

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur, CANCEILL Thibault

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en sciences des matériaux
- Master 1 Santé Publique :
- Master 2 de Physiopathologie
- CES Biomatériaux en Odontologie
- D.U.de conception Fabrication Assisté par ordinateur en Odontologie (CFAO)
- D.U. de Recherche Clinique en Odontologie
- Attestation de Formation aux gestes et Soins d'Urgence Niveau 2.

*C'est pour moi un immense honneur que vous ayez accepté de diriger ma thèse.*

*Merci pour la confiance que vous m'avez accordé en me confiant ce projet de recherche.*

*Je tiens à vous remercier pour vos précieux conseils votre aide que ce soit lors de la rédaction de cette thèse mais aussi tout le long de ma scolarité et surtout en clinique. Je vous suis très reconnaissant pour tout ce que vous m'avez apporté.*

*Veillez trouver dans ce travail, l'expression de mes remerciements les plus sincères et de mon profond respect.*

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur, DELRIEU Julien

- Assistant Hospitalier-Universitaire
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- CES de Prothèse Fixée
- Master 1 de Santé Publique
- Master 2 Anthropobiologie intégrative.

*Je vous remercie grandement pour votre présence dans ce jury.*

*Je vous remercie également pour la qualité de vos enseignements même pendant le  
confinement, votre écoute et votre pédagogie.*

*Que ce travail soit l'occasion pour moi de vous témoigner ma sincère gratitude et mon  
profond respect.*

# Table des matières

<b>Acronymes .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>13</b>
La technologie Haptique.....	14
Le Simodont® .....	14
L'apport des simulateurs .....	17
Le marché .....	17
L'apprentissage de la pratique de l'odontologie .....	18
La littérature .....	19
Objectif .....	19
<b>MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>21</b>
Stratégie de recherche .....	21
Critères d'éligibilité .....	21
Présélection des articles.....	22
<b>RESULTATS.....</b>	<b>24</b>
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>30</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>33</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>34</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>35</b>

# Acronymes

VR = Réalité augmentée

## INTRODUCTION

Avec les progrès de la technologie, l'utilisation de simulateurs et de la réalité virtuelle fait partie intégrante de l'entraînement et la formation à de nombreux métiers dans lesquels un degré de précision très important est requis pour limiter la survenue de conséquences considérables (1). C'est particulièrement le cas dans l'aviation, l'armée, la médecine en général et en particulier l'odontologie (2).

Former des étudiants en chirurgie dentaire est un processus difficile car il demande l'acquisition d'une dextérité fine, la coordination motrice des mains, des yeux et des membres inférieurs en plus de l'apprentissage des connaissances théoriques pour effectuer un acte clinique (3). Avant d'effectuer des soins sur des patients il est nécessaire que l'étudiant atteigne un certain niveau de compétences à travers des travaux pratiques pour acquérir la dextérité manuelle suffisante pour envisager une pratique clinique sûre et autonome (1).

La simulation sur des têtes de mannequins avec des dents en résine ou des vrais dents extraites a été longtemps considérée comme un « *gold standard* » pédagogique pour l'enseignement préclinique (2). Toutefois la logistique nécessaire pour faire fonctionner une salle de TP avec 80 étudiants est considérable (en consommables, personnels et entretien des locaux).

Les simulateurs virtuels deviennent de plus en plus populaires dans les facultés de chirurgie dentaire car, malgré l'investissement financier majeur, leur entretien est très économe et leur utilisation permettrait le développement des mêmes compétences psychomotrices.

## La technologie Haptique

L'intégration du numérique dans l'enseignement de la chirurgie dentaire touche actuellement des étudiants sensibilisés aux outils informatiques dès leur enfance et qui les utilisent presque instinctivement. Les simulateurs dentaires proviennent de technologies initialement destinées à l'aviation et la médecine.

L'utilisation de la technologie haptique, du grec « *haptein* » qui signifie saisir (4), permet à l'utilisateur d'interagir et de toucher des éléments virtuels en 3D et ressentir un contact physique réel. On obtient cet effet par une rétroaction des forces des instruments présents sur le simulateur quand l'étudiant touche un objet virtuel (dans notre cas une dent). Cette technologie permet aussi de faire ressentir la texture des tissus plus mous (carie) et plus durs (émail sain) pour pousser la simulation encore plus loin (5). Enfin tous les gestes et actions effectués par l'étudiant peuvent être enregistrés et corrigés par un évaluateur pour obtenir un feedback instantané non pas sur le résultat final du travail mais sur toute sa réalisation. L'objectif est que l'étudiant comprenne quelles erreurs l'ont amené à tel ou tel résultat.

## Le Simodont®

Le Simodont® est un appareil de simulation pré-clinique, initialement développé par la société MOOG (Pays-Bas), aujourd'hui sous propriété de la société Nissin (Pays-Bas). Son principe est de simuler l'action de fraisage, l'éviction carieuse, la restauration des cavités, les préparations corono-périphériques ainsi que l'utilisation de la réflexion de miroir (6). Il est composé d'un ordinateur standard, d'un système de visualisation et d'un périphérique haptique (Figure 1) (7).

- A = Ecran tactile de contrôle
- B = Ecran d'utilisation 3D
- C = Console de commandes manuelles
- D = Pédale
- E = Bouton marche/arrêt
- F = Réglage de la hauteur
- G = Turbine/congre-angle
- H = Support pour la prise des points d'appui
- I = Souris 3D
- J = Miroir endobuccal
- K = Lecteur de carte
- L = Lunettes 3D

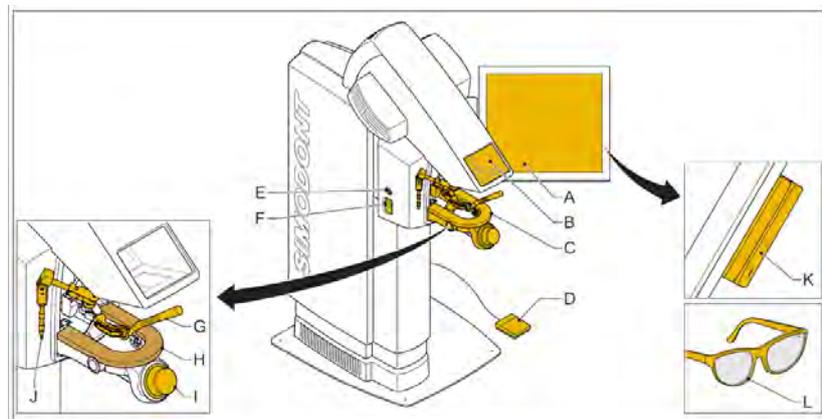


Figure 1 : Composition d'une station de Simodont® (extrait de la documentation du fabricant)

L'ordinateur de la station est relié à un serveur qui permet de relier entre elles différentes stations pour faire travailler plusieurs étudiants. La station comme le serveur contiennent le logiciel avec des programmes, des exercices spécifiques et des patients virtuels. L'exercice le plus simple consiste à utiliser les instruments de fraisage pour créer des formes sur des modèles simples de formes parallélépipédiques (Figure 2).



Figure 2 : Exercices simples d'acquisition de la dextérité qui consistent à fraiser les parties foncées et à garder intactes les parties vertes.

Dans les exercices les plus avancés, les utilisateurs sont confrontés à des profils de patients avec certaines pathologies puis effectuent un diagnostic, la planification du traitement et réalisent le traitement proposé, tout en étant évalués par un enseignant (Figure 3).

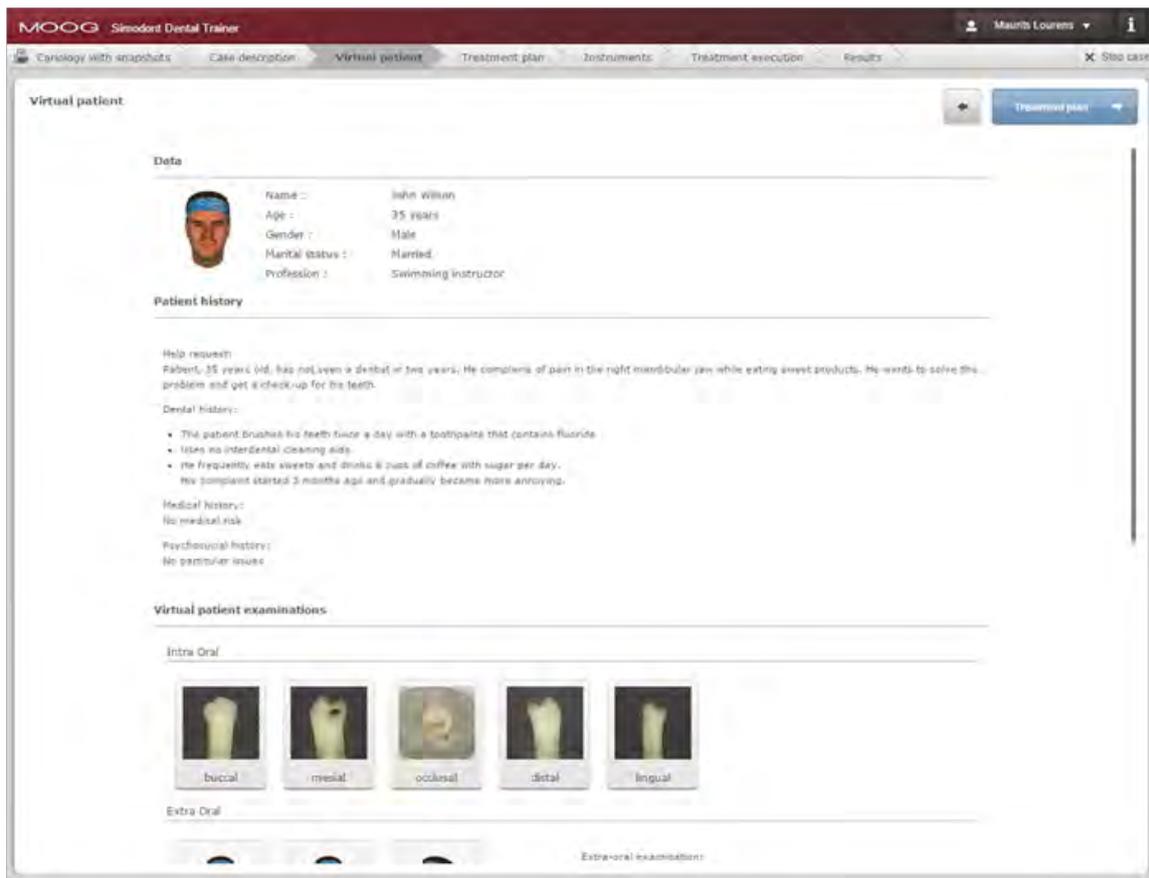


Figure 3 : Cas clinique virtuel présentant le patient, ses antécédents et des photographies et radiographies pré-opératoires.

Le système de visualisation est composé d'un écran CRT (cathodique, pour la nouvelle version il s'agit d'un écran LCD), d'un miroir semi-transparent et de lunettes qui permettent d'obtenir un rendu graphique stéréoscopique, en 3D (7,8) . Le périphérique haptique, ou bras à retour de force, est le dispositif grâce auquel l'utilisateur interagit avec l'environnement virtuel et ressent l'effet de ses actions motrices. Il présente du côté droit un objet semblable à une turbine, mais qui peut être utilisé selon le choix de l'opérateur comme contre-angle, excavateur ou sonde. Un large choix de fraises virtuelles est proposé à l'opérateur. Du côté gauche se trouve un manche fixé qui représente le miroir. Pour les gauchers, ces éléments (turbine et miroir) peuvent être inversés. Au niveau de l'unité de travail et devant l'opérateur, une molette multidirectionnelle sert à modifier et à manipuler l'orientation du champ de travail selon les besoins de l'opérateur, ainsi qu'à zoomer sur la zone de travail. Enfin une pédale classique au sol active les instruments rotatifs.

## L'apport des simulateurs

La simulation en réalité augmentée est entrée sur le marché pour dépasser les limitations de l'enseignement classique et réduire le gap entre l'éducation préclinique et la réalité clinique (9). En effet l'utilisation de dent extraites est de moins en moins courante et les dents en résine ne peuvent simuler exactement une pathologie dentaire. Les travaux pratiques se résument souvent à la préparation de cavité théoriques car les dents en résine avec des artifices simulant des pathologies carieuses présentent un coût supplémentaire non négligeable. Le lien entre l'acte de TP et l'application clinique peut ainsi être compliqué à établir pour l'étudiant (10).

A l'inverse, les simulateurs haptiques permettent de répliquer les pathologies réelles et ainsi les traiter selon les impératifs des matériaux de restauration choisis dans la limite de ce que permet le logiciel (11). Les simulateurs haptiques pourraient compléter l'enseignement pratique standard grâce à la correction et l'évaluation automatique, ne nécessitant plus une équipe enseignante présente en permanence et permettant aux étudiants de s'exercer autant qu'ils le veulent pour acquérir les compétences nécessaires et progresser (10).

## Le marché

Avec la situation sanitaire actuelle, les enjeux sont encore plus prononcés et la transition encore plus rapide car la demande de nouveaux simulateurs ne cesse de croître (12).

Globalement le marché se partage en 4 secteurs :

- Les fantômes classiques (type Frasaco® et autres acteurs de ce marché) ;
- Les fantômes dits hybrides qui intègrent la réalité augmentée dans leur fonctionnement (comme Leonardo dental (13), Dentsim), voire même qui simulent les réactions du patient (Dentaroid de Nissin) ;
- Les postes de simulation virtuelle (les plus utilisés sont le Simodont (14), IDEA, Virteasy de HRV (15) et Voxel-Man).
- Enfin les simulateurs entièrement en réalité virtuelle (développés par HRV et nécessitant un casque de réalité augmentée de dernière génération). Il s'agit du simulateur le plus intéressant en cas de récurrence de confinement et pour développer le travail personnel à la maison en se plongeant dans une situation clinique (16).

Tous ces simulateurs ont l'avantage d'offrir une simulation se rapprochant du réel pour s'exercer avant de pratiquer sur un patient. « *Jamais la 1<sup>ère</sup> fois sur un patient* » est la devise de la société HRV (16).

## L'apprentissage de la pratique de l'odontologie

Le but d'un TP consiste à manipuler pour apprendre ; l'odontologie est une spécialité essentiellement manuelle il est donc nécessaire de toucher, essayer et se tromper dans un environnement où des enseignants sont présents pour aider l'étudiant à progresser. Dans notre profession les TP ne s'arrêtent pas à la sortie de la Faculté mais sont prépondérants dans les formations continues car ils sont incontournables pour l'acquisition de nouvelles compétences tout au long de la carrière.

En général la première partie du cursus de chirurgie dentaire correspond à la découverte globale de la profession, de ses disciplines et des nombreux aspects théoriques et pratiques de l'odontologie. Les travaux pratiques ont de nombreux objectifs pédagogiques : connaître la terminologie en prothèse, en odontologie conservatrice, comprendre les principes et méthodologies des préparations et faire acquérir une dextérité manuelle.... Pour atteindre ces objectifs la Faculté est obligée d'acheter du matériel, faire appel aux partenaires industriels et avoir une équipe enseignante disponible lors des TP pour aider les étudiants. Le Simodont® a moins de limites matérielles ; l'étudiant peut recommencer autant de fois qu'il veut, utiliser presque tous types d'instruments et le besoin en enseignants est moins important. En effet l'étudiant peut visualiser son travail et avoir un retour instantané en 3D de son travail offrant une amélioration de sa pratique par auto-évaluation immédiate. Malgré tout le feedback fourni par le Simodont ne peut pas remplacer les conseils fournis par un enseignant mais reste un outil complémentaire à l'auto-évaluation de l'étudiant.

Dans les TP classiques les étudiants nécessitent un feedback permanent sur leur travail pour avancer dans leur exercice (17). Malheureusement cette discussion avec l'enseignant est souvent reportée après le TP du fait des contraintes de temps, du ratio tuteurs/élèves et certains étudiants plus timides peuvent même ne pas oser demander de retour. Buchanan mettait en évidence en 2004 (soit 7 ans avant la création du Simodont®) (18) que les étudiants apprenaient plus rapidement, réalisaient plus d'exercices, acquièrent le même niveau de

compétences à travers les simulateurs virtuels et demandaient plus d'évaluation au logiciel qu'à l'enseignant.

## La littérature

Il existe de nombreuses études sur les différents simulateurs haptiques en particulier des revues de la littérature qui décrivent l'apport de ces nouvelles technologies dans l'enseignement pratique (7,19). Les études publiées (Figure 4) se concentrent en majorité sur le Simodont® mais il n'existe pas actuellement de revue de la littérature présentant uniquement ce simulateur et ses avantages.

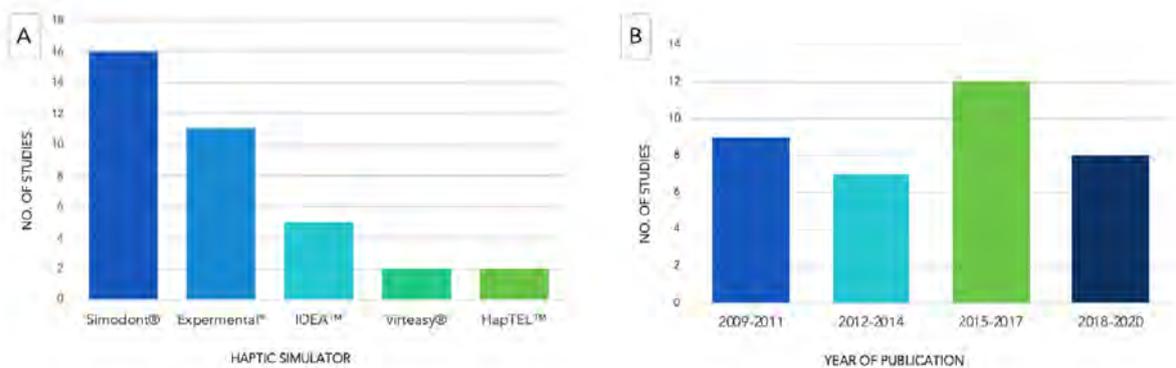


Figure 4 : Répartition des études en fonction du simulateur et de l'année de publication, Al-Saud 2020 (19)

## Objectif

L'objectif de cette thèse est d'évaluer la place du Simodont® dans l'enseignement de la pratique de l'odontologie, ses avantages et ses inconvénients.

## MATERIEL ET METHODES

### Stratégie de recherche

Cette étude a été construite selon le schéma d'une revue systématique de la littérature en accord avec le plan, les critères et les principes du *Proposed Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (20). Les publications scientifiques internationales ayant rapporté une utilisation du Simodont® ont été recueillies dans les bases de données Pubmed, Science direct et Google Scholar de façon à multiplier les sources et d'optimiser l'inclusion du maximum d'études (21). La requête sur les différentes bases de données a été initiée le 24/09/2021.

Une requête large a été effectuée sous ce format [(simodont) OR (« dental trainer »)]. Google Scholar proposait de conserver uniquement les articles de revues, cette option a été cochée.

### Critères d'éligibilité

N'ont été incluses que les publications faisant état d'une étude et dans lesquelles l'usage du Simodont® était clairement démontré.

Les revues de la littérature, shorts communications, chapitres de livre, éditoriaux et abstracts/posters n'ont pas été retenus. De même pour les articles citant uniquement l'usage du Simodont® comme une suggestion dans la discussion de leurs résultats, pour les articles dont le texte intégral était indisponible malgré une recherche manuelle, et pour les articles publiés avant 2010 (en effet le Simodont® ayant été lancé au début des années 2010, il est peu probable de trouver sa mention dans une étude avant cette date.

Les éléments relevés dans les études sélectionnées sont les suivants :

- Titre
- Premier auteur
- Année de publication
- Base de données
- Pays

- Journal
- Impact factor
- Le type d'étude
- Sujets étudiés
- Nombres de sujets
- Objectif de l'étude
- Conclusion principale

### Présélection des articles

Deux opérateurs ont réalisé une première sélection des articles proposés en se basant sur la confrontation des critères d'inclusion avec les titres et abstracts des publications. Les doublons entre les bases de données ont été écartés.

Les études ont ensuite été classées et analysées. Lorsque le texte intégral était indisponible via la base de données, une recherche manuelle a été effectuée.

## RESULTATS

Nous avons identifié 130 articles avec les 3 bases de données (Figure 5), parmi lesquels 15 ont finalement pu être inclus dans l'analyse. Les méthodologies et thématiques de ces articles étant différentes, aucune méta-analyse n'a été menée. Ces 15 articles ont été publiés entre 2010 et 2020. La majorité d'entre eux ont été publiés dans des revues dentaires (n=9 ; 60 %) (1–3,5,8,11,22–24) et les études ont été majoritairement effectués dans des pays européens (n=11 ; 73%) (1,5,9,10,22,24–29) (Figure 6) . Dix articles sont issus de revues présentant un impact factor (IF) même si l'IF moyen de ces revues (1,61±0,96) démontre que cette thématique de recherche reste cantonnée à une valorisation dans des journaux peu impactés. En moyenne, 82,47±70,9 sujets étaient inclus dans les études ; le plus souvent il s'agissait d'étudiants en première année du cursus d'odontologie (n=8 ; 53%) (3,5,9,10,22,25–27) mais certaines études incluait des étudiants en années supérieures (n=5 ; 33%) (2,8,23,24,28) des enseignants (n=2 ; 13%) (10,29) et même des étudiants dans des filières différentes de l'odontologie (n= 1 ; 6,6%) (1).

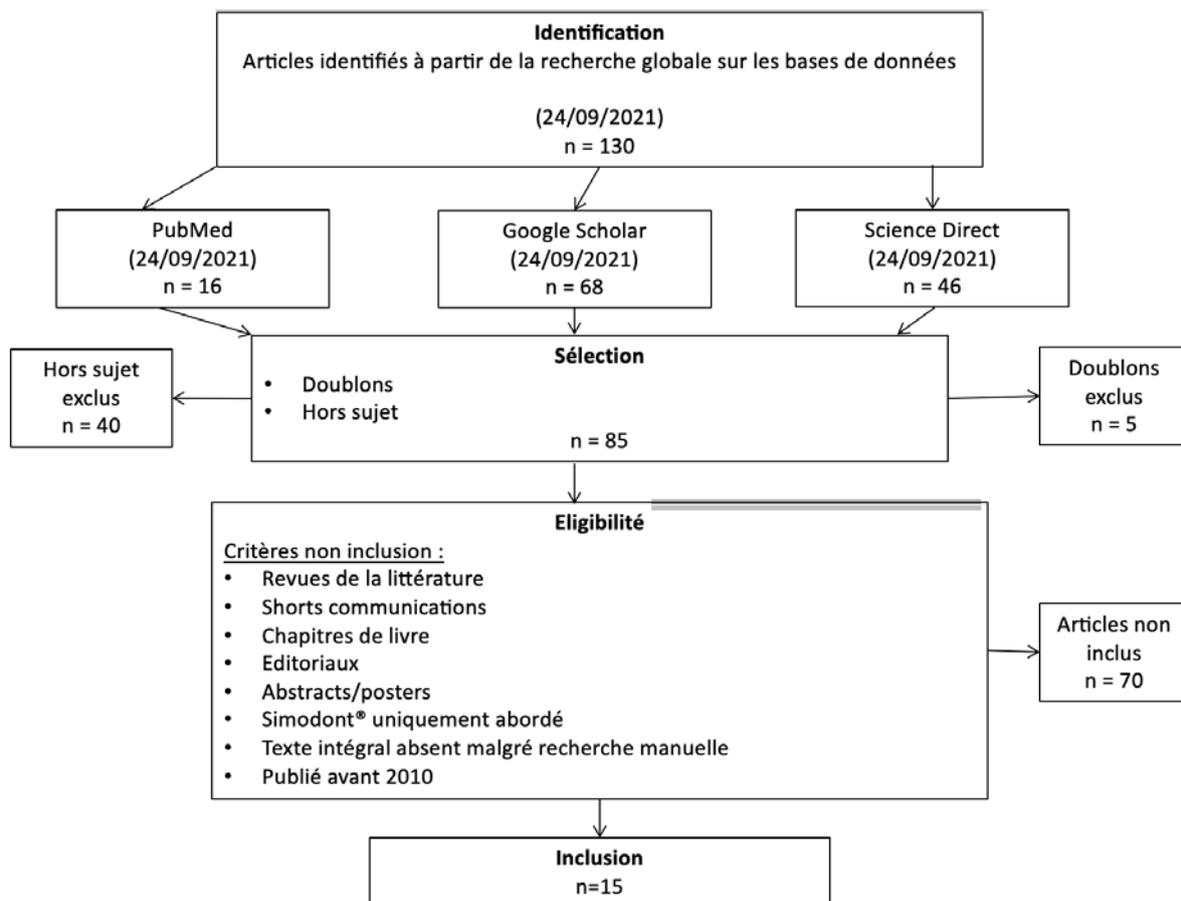


Figure 5 : Diagramme de flux de la revue

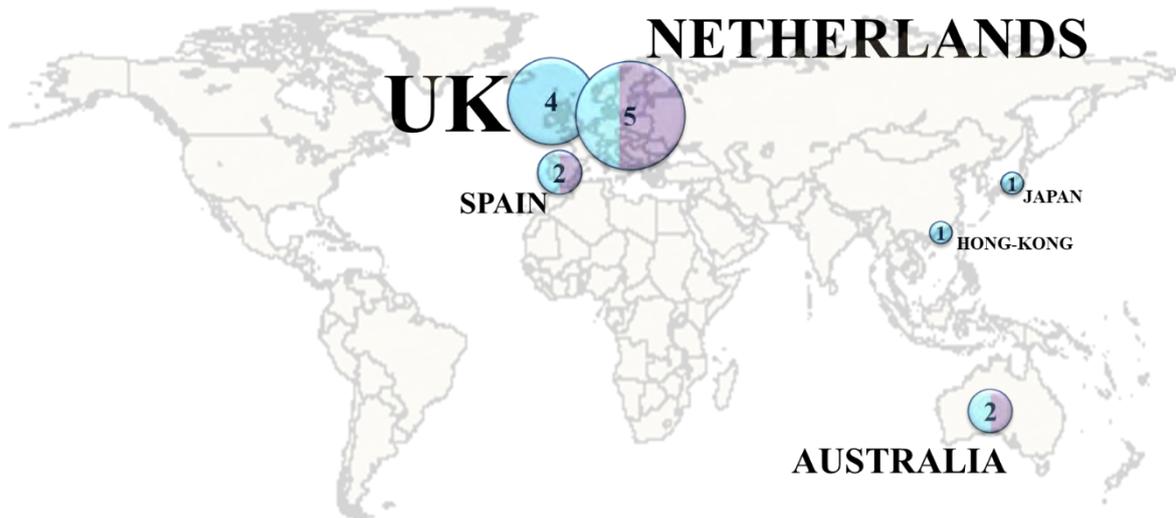


Figure 6 : Représentation schématique de la répartition géographique des études ayant utilisé le Simodont® dans le monde. La taille des cercles associés à chaque pays, ainsi que le chiffre inscrit à l'intérieur, indiquent le nombre d'articles publiés dans l'État en question depuis 2010. La proportion de remplissage de bleu et de violet dans les cercles illustre la part de publications qui sont issues (bleu) ou non (violet) de journaux à impact factor. La taille de la police de chaque pays est proportionnelle au nombre de sujets qui ont participé aux études.

Près des trois quarts des études (n=11 ; 73%) (1,2,5,8,9,23–28) ont évalué le transfert de compétences du Simodont® à la réalité physique sur fantôme et ont conclu que les deux méthodes de formation avaient un effet comparable sur l'amélioration et l'acquisition des compétences manuelles de base. La conclusion principale des publications incluses est que le Simodont® est un outil d'enseignement efficace à l'acquisition de compétences manuelles au stade initial des études de chirurgie dentaire. Près de la moitié des articles (n=7 ; 47%) (2,3,8,10,23,24,28) prenait en compte la réalisation d'actes dentaires (comme l'éviction carieuse ou la préparation corono-périphérique) afin d'évaluer leur transfert à la réalité clinique. Les autres études (n=9 ; 60%) (1,5,8,9,22,25–27,29) évaluaient la dextérité manuelle sur des blocs résine ou virtuels. Seule une étude prenait en compte les deux (8). Il en ressort une forte corrélation entre les performances lors d'exercices sur Simodont® et les

performances cliniques futures. Les étudiants soumis à ces expériences se décrivaient plus sûrs d'eux quand ils étaient exposés aux situations réelles.

Au final, la perception du Simodont® à travers des questionnaires de satisfaction et de retour sur expérience a été dans l'ensemble bien accueillie par les étudiants et les enseignants. Des problèmes techniques ont été relevés au sujet du réalisme, la profondeur de champ (23). Les étudiants les plus jeunes accueillent ce simulateur de façon plus enthousiaste (3,10) que les étudiants les plus âgés ou les professeurs.

L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques générales des publications incluses et principaux résultats. Les impacts factors (IF) ont été relevés comme ceux des journaux l'année de la publication de chaque article.

ANNEE	AUTEURS	PAYS	IF DU JOURNAL	NOMBRE DE SUJETS	TYPE DE SUJETS	ELEMENTS COMPARES	EXERCICES SIMPLES	CAS CLINIQUES VIRTUELS	CONCLUSIONS
2021	Hattori et al. (23)	Japon	2,08	30	Etudiants fin cursus	Simodont® vs. non numérique		✓	- Avec le Simodont® les étudiants éprouvaient plus de difficultés à cause de la perception de la profondeur de champ.
2020	Aliaga et al. (22)	Espagne	1,556	82	Etudiants	Simodont® vs. bloc de résine	✓		- Amélioration des compétences manuelles chez les étudiants. - Evaluation fiable avec le Simodont.
2020	Zafar et al. (3)	Australie	3,455	105	Etudiants	Simodont® vs. non numérique		✓	- 51% ont approuvé l'utilisation du Simodont® pour faciliter leur apprentissage
2020	Osnes et al. (10)	Royaume-Uni	0,39	129	Etudiants et praticiens	Etudiants vs. enseignants		✓	- Différence significative entre étudiants et enseignants. - Le Simodont® peut être un outil pédagogique intéressant.
2020	Serrano et al. (24)	Pays-Bas	2,264	10	Etudiants	Simodont® vs ressenti en réalité clinique		✓	- Tous les participants ont apprécié la possibilité d'explorer des situations cliniques virtuelles avant de les vivre dans le contexte d'un vrai patient.
2020	Al-Saud (28)	Royaume-Uni	0,39	72	Etudiants	Simodont® vs non numérique		✓	- Les performances sur un Simodont® à un stade précoce de la formation peuvent prédire les performances cliniques ultérieures.

2019	Murbay et al. (2)	Hong-Kong	1,05	32	Etudiants fin cursus	Simodont® vs. non numérique	✓	- La méthode numérique (Simodont®) a considérablement amélioré les résultats des élèves.
2019	De Boer et al. (9)	Pays-Bas	-	126	Etudiants 1 <sup>ère</sup> année	Simodont® avec ou sans retour de force	✓	- Possible d'acquérir une compétence manuelle avec un niveau de retour de force et la transférer à un niveau de retour de force différent.
2018	Mirghani et al. (5)	Royaume-Uni	1,531	289	Etudiants	Etudiants novices vs. expérimentés évalués sur Simodont®	✓	- Le Simodont® permet de classer les étudiants en fonction de leur niveau.
2017	De Boer et al. (25)	Pays-Bas	-	101	Etudiants 1 <sup>ère</sup> année	Simodont® avec ou sans retour de force	✓	- Meilleurs résultats avec le retour de force
2017	Montanet et al. (29)	Espagne	-	22	Enseignants	Réalisme du Simodont®	✓	- Les participants ont apprécié les contributions éducatives du Simodont. Mais les sujets les plus âgés avait le plus de mal à l'utiliser.
2016	Al Saud et al. (1)	Royaume-Uni	2,355	63	Etudiants non dentaires	Feedback du Simodont® vs Feedback instructeur vs Simodont® + instructeur	✓	- Les compétences motrices sont mieux acquises avec un feedback de l'instructeur et un retour d'information visuel sur le Simodont®
2016	De Boer et al. (26)	Pays-Bas	1,053	124	Etudiants 1 <sup>ère</sup> année	Vision 2D vs. 3D sur le Simodont®	✓	- Meilleurs résultats avec la vision 3D
2015	Bakr et al. (8)	Australie	-	24	Etudiants	Réalisme du Simodont®	✓	✓ - Le Simodont® est utile si accompagné de méthodes pédagogiques traditionnelles
2010	Bakker et al. (27)	Pays-Bas	-	28	Etudiants	Simodont® vs non numérique	✓	- Les compétences acquises sur Simodont ont été transférées avec succès à la réalité sur simulateur physique (fantôme)

## DISCUSSION

Cette revue systématique de la littérature montre que le Simodont® apparaît comme un outil pédagogique efficace pour l'acquisition des compétences de dextérité manuelle de base des étudiants en chirurgie dentaire. Ces compétences semblent ensuite transférables à la réalité physique que ce soit en travaux pratiques ou en clinique.

L'utilisation de 3 bases de données utilisées PubMed, Science Direct et Google Scholar nous ont permis d'avoir une vue d'ensemble des articles parus dans des revues internationales et regroupe à ce jour la majorité des parutions existant sur notre sujet. Toutes les études concernant le sujet n'ont peut-être pas été publiées ou sont encore en cours de rédaction, car il y a une augmentation progressive du nombre d'articles à partir de 2020 au vu de la popularité du sujet et de l'acquisition progressive de ce matériel par plusieurs Facultés.

La pratique dans un environnement de simulation comprend de nombreux facteurs qui doivent être pris en compte. Un environnement de simulation sera toujours un environnement de formation et l'un des facteurs les plus importants selon les chirurgiens-dentistes est la reproduction la plus fidèle des sensations tactiles. Cela signifie que les praticiens (futurs et diplômés) veulent ressentir exactement ce qu'ils ressentiraient lorsqu'ils traitent un patient en clinique. Ces attentes sont élevées et l'expérience a montré qu'il est très complexe de recréer un tel environnement « cliniquement réaliste » dans le monde virtuel. Par conséquent l'expérience sur Simodont® est différente de la réalité clinique. Selon De Boer et al. (9), si les étudiants acquièrent une compétence en utilisant un certain niveau de retour de force et qu'ils peuvent la transférer à un autre niveau de retour de force, cela pourrait signifier que le Simodont® n'a pas à reproduire exactement la situation clinique pour être utile dans les enseignements. Malgré tout, au-delà de la sensation tactile, les participants aux études relèvent des problèmes liés à la perception de la profondeur de champ et la vision stéréoscopique qui n'est pas ressentie de la même façon en fonction des individus (23) et qui entraîne par conséquent des erreurs dans la réalisation d'exercices et dans le transfert des compétences. Il apparaît que le Simodont® offre un environnement de formation différent des simulateurs physiques qui doit être pris en compte dans l'établissement des objectifs pédagogiques pour exploiter pleinement son potentiel pédagogique.

Le retour de force qui est la caractéristique du Simodont® (et des simulateurs haptiques en général) contribue au développement des sensations tactiles et améliore les performances manuelles aux stades initiaux d'apprentissage des étudiants, car il apporte en réalisme comparé aux méthodes d'enseignement traditionnelles. En effet la sensation tactile des différentes textures de tissus dentaires permet d'améliorer la compréhension et la mémorisation de certains actes mais cette amélioration n'est plus retrouvée chez des étudiants plus expérimentés. En effet les étudiants avec plus d'expérience et les enseignants s'ennuient plus vite avec ce simulateur donc il serait intéressant de commencer très tôt les manipulations sur le Simodont®, ce qui permettrait de découvrir la sensation tactile ainsi que la consistance des tissus dentaires, et d'acquérir une dextérité manuelle dès les premières années d'études en odontologie. Les étudiants auront ensuite la possibilité de poursuivre avec des manipulations réelles sur simulateurs physiques et en clinique avec les patients.

L'apprentissage à travers un simulateur devient en effet une étape essentielle de la formation préclinique des futurs chirurgiens-dentistes. Il est par conséquent important de sélectionner un simulateur capable de transmettre les objectifs clés de chaque étape du parcours d'apprentissage de l'étudiant (19). Le Simodont® a la particularité de proposer la réalisation de cas personnalisés à partir de scans intra-oraux (24) ce qui permet de créer une banque d'exercices illimités se rapprochant le plus possible de la réalité. Cette fonction a deux avantages majeurs par rapport au simulateur physique sur fantôme car les dents en résine ne sont pas réutilisables à souhait et ne présentent en général aucune pathologie, l'exercice se résume souvent à préparer une cavité théorique dans un temps imparti (7). Le Simodont® seul à un stade initial est insuffisant pour un entraînement optimal des compétences manuelles il doit être couplé avec des conseils. Le corps enseignant est toujours nécessaire et ne peut pas être remplacé par une machine (1). En effet, l'apport du feedback a été évalué il en ressort que la combinaison de conseils pédagogiques et ceux du logiciel permettent d'obtenir les meilleurs résultats chez les étudiants.

Les études sur simulateurs haptiques comme le Simodont® suggèrent qu'ils permettent de développer les compétences manuelles. Mais pas assez d'études font état de leur utilisation sur des tâches cliniques concrètes comme l'éviction carieuse ou la préparation d'une prothèse (10). D'un autre côté une majorité d'études ont été réalisées sur des dents seules, sans leur

environnement oral et il serait donc judicieux de réaliser les prochaines études dans une situation plus réaliste (8).

Toutes les études concluent que le Simodont® permet de transférer de façon efficace les compétences manuelles acquises dans le monde virtuel au monde réel et offre un environnement pédagogique permettant de s'adapter au rythme de l'étudiant (28). Les auteurs sont aussi d'accord pour dire que le Simodont® permet de discriminer les étudiants entre eux pour repérer ceux qui ont besoin de plus d'entraînement avant de progresser (5).

Un des reproches formulés à l'encontre du Simodont® et relevé dans l'étude de Bakr et al. est qu'il n'est pas transportable et qu'on ne peut pas s'entraîner chez soi sur son temps libre (8). Cette remarque apparaît pertinente au vu de la situation sanitaire actuelle qui nécessite une distanciation sociale et limite les regroupements.

La disponibilité du Simodont dans de nombreuses Facultés à travers le monde est une opportunité à saisir pour réaliser une étude multicentrique avec des cohortes plus larges que celles utilisés précédemment. Une idée serait par exemple d'évaluer deux cohortes « enseignement classique » vs. « enseignement classique + Simodont® » sur les aptitudes cliniques et le ressenti des étudiants face au patients. Cela permettrait de généraliser les résultats des études précédentes (19) et de décider si le Simodont® est véritablement un outil pédagogique qui doit être déployé de façon universelle dans le cursus de tous les étudiants en chirurgie dentaire. Apporte-t-il un réel retour sur investissement pédagogique visible sur les compétences cliniques des étudiants ? Ou n'est pas juste un effet de mode ?

L'utilisation d'un appareil comme le Simodont® dans les études en chirurgie dentaire revêt donc un intérêt certain mais le développement de ces appareils n'est pas aussi rapide que l'on pourrait s'y attendre. Leur coût est un frein majeur à l'expansion de la formation avec ce type d'outils numériques. A l'heure actuelle l'enseignement sur le simulateur physique, fantôme restera indispensable et le Simodont® permettra de le compléter et non pas le substituer.

## CONCLUSION

La littérature indique que le Simodont® et les simulateurs haptiques en général sont des outils complémentaires qui pourraient améliorer l'enseignement préclinique traditionnel sur simulateurs physiques mais n'ont pas pour objectif de les remplacer en l'état actuel. Le Simodont® offre la possibilité aux étudiants d'améliorer leurs compétences manuelles et de pratiquer de façon théoriquement illimitée et à leur rythme afin d'acquérir la dextérité manuelle suffisante avant de commencer les travaux pratiques sur simulateurs physiques voire même la clinique. Malheureusement le coût du Simodont® reste un frein à l'acquisition de cette technologie par les Facultés. Les avancées technologiques en réalité augmentée et en robotique pourraient changer la donne et placer le Simodont® en acteur essentiel de l'éducation de l'odontologie moderne. Pour aller plus loin dans la réflexion, pourquoi ne pourrait-il pas même préfigurer un futur appareil de télé-dentisterie où le chirurgien-dentiste pourrait soigner des patients situés à l'autre bout du monde à travers son écran ?

Le/la Président(e) du jury



Le Directeur de thèse



# Table des illustrations

Figure 1 : Composition d'une station de Simodont® (extrait de la documentation du fabricant) .....	14
Figure 2 : Exercices simples d'acquisition de la dextérité qui consistent à fraiser les parties foncées et à garder intactes les parties vertes. ....	15
Figure 3 : Cas clinique virtuel présentant le patient, ses antécédents et des photographies et radiographies pré-opératoires. ....	16
Figure 4 : Répartition des études en fonction du simulateur et de l'année de publication, Al- Saud 2020 (19) .....	19
Figure 5 : Diagramme de flux de la revue .....	24
Figure 6 : Représentation schématique de la répartition géographique des études ayant utilisé le Simodont® dans le monde. La taille des cercles associés à chaque pays, ainsi que le chiffre inscrit à l'intérieur, indiquent le nombre d'articles publiés dans l'État en question depuis 2010. La proportion de remplissage de bleu et de violet dans les cercles illustre la part de publications qui sont issues (bleu) ou non (violet) de journaux à impact factor. La taille de la police de chaque pays est proportionnelle au nombre de sujets qui ont participé aux études. .....	25
Tableau 1 : Caractéristiques générales des publications incluses et principaux résultats. Les impacts factors (IF) ont été relevés comme ceux des journaux l'année de la publication de chaque article. ....	27

# Bibliographie

1. Al-Saud LM, Mushtaq F, Allsop MJ, Culmer PC, Mirghani I, Yates E, et al. Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator. *Eur J Dent Educ.* nov 2017;21(4):240-7.
2. Murbay S, Chang JWW, Yeung S, Neelakantan P. Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. *Eur J Dent Educ.* févr 2020;24(1):5-16.
3. Zafar S, Lai Y, Sexton C, Siddiqi A. Virtual Reality as a novel educational tool in pre-clinical paediatric dentistry training: Students' perceptions. *Int J Paediatr Dent.* nov 2020;30(6):791-7.
4. Larousse É. Définitions : haptique - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 28 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/haptique/39039>
5. Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, Al-Saud LM, Tickhill N, Potter C, et al. Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator. *Eur J Dent Educ.* févr 2018;22(1):67-71.
6. Dut M, Amariei C, Bogdan C, Popovici D, Ionescu N, Nucă C. An Overview of Virtual and Augmented Reality in Dental Education. undefined [Internet]. 2011 [cité 28 oct 2021]; Disponible sur: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Overview-of-Virtual-and-Augmented-Reality-in-Dut-Amariei/b9e0654b47ab0c3891026ee1b9ea6b9c7a1ae605>
7. Roy E, Bakr MM, George R. The need for virtual reality simulators in dental education: A review. *Saudi Dent J.* avr 2017;29(2):41-7.
8. Bakr MM. Can Virtual Simulators Replace Traditional Preclinical Teaching Methods: A Students' Perspective? *Int J Dent Oral Health* [Internet]. 2016 [cité 28 oct 2021];2(1). Disponible sur: <https://www.sciforschenonline.org/journals/dentistry/IJDOH-1-149.php>
9. de Boer IR, Lagerweij MD, Wesselink PR, Vervoorn JM. The Effect of Variations in Force Feedback in a Virtual Reality Environment on the Performance and Satisfaction of Dental Students. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* juin 2019;14(3):169-74.
10. Osnes C, Duke A, Wu J, Franklin P, Mushtaq F, Keeling A. Investigating the construct validity of a haptic virtual caries simulation for dental education. *BMJ Simul Technol Enhanc*

Learn. mars 2021;7(2):81-5.

11. de Boer IR, Bakker DR, Serrano CM, Koopman P, Wesselink PR, Vervoorn JM. Innovation in dental education: The “On-the-Fly” approach to simultaneous development, implementation and evidence collection. *Eur J Dent Educ.* nov 2018;22(4):215-22.
12. Global Dental Patient Simulator Sales Market – Industry Reports [Internet]. [cité 28 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.precisionreports.co/global-dental-patient-simulator-sales-market-17499346>
13. Leonardo Dental - Simulateur hybride de soins dentaires [Internet]. Twin Medical. [cité 28 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.twin-medical.com/produit/leonardo-dental/>
14. Home - Simodont Dental Trainer - Taking away limits in dental education [Internet]. Simodont Dental Trainer. [cité 28 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.simodontdentaltrainer.com/>
15. VirTeaSy Dental - Simulateur de Chirurgie Dentaire [Internet]. Twin Medical. [cité 28 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.twin-medical.com/produit/virteasy-dental/>
16. Virteasy Dental - Simulateur de chirurgie dentaire [Internet]. HRV Simulation. [cité 28 oct 2021]. Disponible sur: <https://hrv-simulation.com/virteasy-dental/>
17. Leung AL-S, Yeung C, Chu S, Wong AW-Y, Yu OY, Chu C-H. Use of Computer Simulation in Dental Training with Special Reference to Simodont. *Dent J.* 21 oct 2021;9(11):125.
18. Buchanan JA. Experience with Virtual Reality-Based Technology in Teaching Restorative Dental Procedures. *J Dent Educ.* déc 2004;68(12):1258-65.
19. Al-Saud LM. The utility of haptic simulation in early restorative dental training: A scoping review. *J Dent Educ.* mai 2021;85(5):704-21.
20. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 29 mars 2021;n71.
21. Gasparyan AY, Ayyazyan L, Blackmore H, Kitas GD. Writing a narrative biomedical review: considerations for authors, peer reviewers, and editors. *Rheumatol Int.* nov 2011;31(11):1409-17.

22. Aliaga I, Pedrera-Canal M, Vera V, Rico Martín S, Garcia Barbero E, Leal-Hernández O, et al. Preclinical assessment methodology using a dental simulator during dental students' first and third years. *J Oral Sci.* 2020;62(1):119-21.
23. Hattori A, Tonami K, Tsuruta J, Hideshima M, Kimura Y, Nitta H, et al. Effect of the haptic 3D virtual reality dental training simulator on assessment of tooth preparation. *J Dent Sci.* août 2021;S1991790221001574.
24. Serrano CM, Wesselink PR, Vervoorn JM. First experiences with patient-centered training in virtual reality. *J Dent Educ.* 2020;84(5):607-14.
25. de Boer IR, Lagerweij MD, de Vries MW, Wesselink PR, Vervoorn JM. The Effect of Force Feedback in a Virtual Learning Environment on the Performance and Satisfaction of Dental Students. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc.* avr 2017;12(2):83-90.
26. de Boer IR, Wesselink PR, Vervoorn JM. Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment. *Eur J Dent Educ.* août 2016;20(3):142-7.
27. Bakker, D. Transfer of manual dexterity skills acquired in the Simodont, a dental haptic trainer with a virtual environment, to reality: a pilot study. *Bio-Algorithms Med-Syst.* 2010;
28. Al-Saud LM, Mushtaq F, Mann RP, Mirghani I, Balkhoyor A, Harris R, et al. Early assessment with a virtual reality haptic simulator predicts performance in clinical practice. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn.* sept 2020;6(5):274-8.
29. CoroMontanet G, GómezSánchez M, SuárezGarcía A. Haptic simulators with virtual reality environments in dental education: A preliminary teaching diagnosis. *Tic Rev Innovació Educ.* 23 juin 2017;0(18):14.

---

**Utilisation du Simodont® dans l'apprentissage de la pratique odontologique : revue systématique de la littérature**

---

**RESUME EN FRANÇAIS**

Contexte : Le Simodont® est un simulateur haptique de plus en plus disponible dans les Facultés de chirurgie dentaire du monde entier. Cependant, quelles sont les preuves de son efficacité pédagogique, en particulier dans l'apprentissage de la pratique odontologique ?

Matériels et Méthodes : Une revue systématique de la littérature a été réalisée pour mettre en évidence les connaissances actuelles au sujet de cette technologie. Une requête large a été effectuée dans les bases de données PubMed, Science Direct et Google Scholar. Deux opérateurs ont réalisé une première sélection des articles proposés en se basant sur la confrontation des critères d'inclusion avec les titres et abstracts des publications. Les doublons entre les bases de données ont été écartés. Les études ont ensuite été classées et analysées.

Résultats : Le processus d'inclusion a abouti à la sélection de 15 études publiées entre 2010 et 2021. Près des trois quarts des études (n=11 ; 73%) ont évalué le transfert de compétences du Simodont® à la réalité physique sur fantôme et ont conclu que les deux méthodes de formation avaient un effet comparable sur l'amélioration et l'acquisition des compétences manuelles de base.

Conclusion : La littérature indique que le Simodont® est un outil complémentaire qui pourrait améliorer l'enseignement préclinique traditionnel sur simulateurs physiques mais n'a pas pour objectif de les remplacer en l'état actuel.

---

**TITRE EN ANGLAIS:** The use of the Simodont® in dental studies and training: a systematic review

**RESUME EN ANGLAIS**

Background: The Simodont® is a haptic simulator that is increasingly available in dental schools around the world. However, what are the evidence of its pedagogical effectiveness, particularly in the learning of dental practice?

Materials and Methods: A systematic review has been conducted to highlight current knowledge about this technology. A broad search was performed in the PubMed, Science Direct and Google Scholar databases. Two operators performed a first selection of the proposed articles based on the comparison of the inclusion criteria with the titles and abstracts of the publications. Duplicates between databases were discarded. The studies were then classified and analyzed.

Results: The inclusion process resulted in the selection of 15 studies published between 2010 and 2021. Nearly three-quarters of them (n=11; 73%) have evaluated the transfer of skills from the Simodont® to phantom physical reality and have concluded that the two training methods had a comparable effect on the acquisition and the improvement of basic manual skills.

Conclusion: The literature indicates that the Simodont® is a complementary tool that could enhance traditional preclinical teaching on physical simulators but is not intended to replace them in their current state.

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE :** Chirurgie dentaire

---

**MOTS-CLES :** Simodont, enseignement, simulation préclinique, pédagogie numérique

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :**

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire : 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex 9

**Directeur de thèse :** Dr Thibault CANCEILL