UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021 N° 61

THESE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 25 novembre 2021

par

KUENTZ Laura

née le 11/04/1995 à COLMAR

LA SIMULATION : UN OUTIL PEDAGOGIQUE INNOVANT AU SERVICE DE LA FORMATION DES CHIRURGIENS-DENTISTES

Président	:	Professeur MANIERE Marie-Cécile
Assesseurs	:	Professeur CLAUSS François
		Docteur JUNG Sophie
		Docteur REITZER François

Liste des enseignants

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG

Doyen : Professeur Corinne TADDEI-GROSS
Doyens honoraires : Professeur Robert FRANK
Professeur Maurice LEIZE
Professeur Youssef HAIKEL
Professeur émérite : Professeur Henri TENENBAUM
Responsable des Services Administratifs : Mme Marie-Renée MASSON

Professeurs des Universités

Vincent BALL	Ingénieurie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
Agnès BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
François CLAUSS	Odontologie Pédiatrique
Jean-Luc DAVIDEAU	Parodontologie
Youssef HAÏKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Olivier HUCK	Parodontologie
Marie-Cécile MANIERE	Odontologie Pédiatrique
Florent MEYER	Sciences Biologiques
Maryline MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Anne-Marie MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Corinne TADDEI-GROSS	Prothèses
Béatrice WALTER	Prothèses
Matthieu SCHMITTBUHL *Délégation (Juin 2024)*	Sciences Anatomiques et Physiologiques,Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie

Maîtres de Conférences

Youri ARNTZ	Biophysique moléculaire
Sophie BAHI-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
Yves BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
Fabien BORNERT	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
Claire EHLINGER	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Olivier ETIENNE	Prothèses
Gabriel FERNANDEZ DE GRADO	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Florence FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Catherine-Isabelle GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques - Biophysique - Radiologie
Sophie JUNG	Sciences Biologiques
Nadia LADHARI *Disponibilité (Déc. 2021)*	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique
Davide MANCINO	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Damien OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Catherine PETIT	Parodontologie
François REITZER	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Martine SOELL	Parodontologie
Marion STRUB	Odontologie Pédiatrique
Xavier VAN BELLINGHEN	Prothèses
Delphine WAGNER	Orthopédie Dento-Faciale
Etienne WALTMANN	Prothèses

Equipes de Recherche

Nadia JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche/Directrice d'UMR
Philippe LAVALLE	INSERM / Directeur de Recherche
Pierre SCHAAF	UdS / Professeur des Universités / Directeur d'UMR
Bernard SENGER	INSERM / Directeur de Recherche

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

A Madame le Professeur Marie-Cécile MANIERE,

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse.

Veuillez trouver dans ce travail, le témoignage de mon profond respect et de ma reconnaissance pour l'enseignement que vous m'avez transmis en cours magistraux et pendant les stages cliniques.

A Monsieur le Professeur François CLAUSS,

Vous me faite un très grand honneur de siéger au sein de ce jury.

Je vous remercie du temps consacré à vos enseignements cliniques en odontologie pédiatrique.

Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments respectueux.

.

A Madame le Docteur Sophie JUNG,

Pour avoir accepté de diriger ce travail de thèse lors de ma soutenance.

Je vous remercie pour la richesse de vos enseignements cliniques en odontologie pédiatrique et votre bienveillance.

Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments respectueux.

A Monsieur le Docteur François REITZER,

Pour avoir accepté de siéger au sein de ce jury.

Je vous remercie pour la richesse de vos enseignements cliniques en odontologie conservatrice ainsi que votre bienveillance.

Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments respectueux.

Au Docteur Marion STRUB,

Je vous remercie d'avoir accepté de me guider dans mon travail de thèse et vous suis reconnaissante pour votre aide précieuse, votre réactivité et le temps que vous m'avez consacré.

A mes parents et mon frère,

Je vous remercie pour votre amour, votre confiance en moi et votre soutien dans ma vie au quotidien ainsi que pendant toute la durée de mes études.

A Vincent,

Je te remercie pour ton soutien, ton aide précieuse dans ce travail, tes conseils, tes relectures, pour tout ton amour au quotidien et de partager toutes ces beaux moments avec moi.

A ma famille, à mes grands-parents,

Pour votre soutien et pour avoir toujours cru en moi tout au long de ces années.

A mes amis,

Gaëtan, Laura et Léna merci pour tous ces moments inoubliables ensemble, nos soirées, nos voyages et pour avoir été à mes côtés toutes ces années de fac.

Marine, Diane et Capucine merci d'être toujours présentes depuis le lycée et d'être toujours les même au rendez-vous malgré la distance pour certaines.

Ophélie, merci d'avoir été mon incroyable acolyte de danse et pour tous ces bons moments ensemble.

Marie, merci pour tous ces moments de discussion interminables et surtout nos délicieux goûters partagés.

A toute l'équipe du cabinet dentaire, à Jean-Luc, Mélanie, Aurélien et Chadi, à Marie, aux assistantes et aux secrétaires,

Je vous remercie de l'accueil que vous m'avez fait au sein du cabinet ainsi que votre confiance depuis maintenant plus d'un an. Je n'aurais pas pu espérer meilleure première expérience professionnelle.

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021 N° 61

THESE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 25 novembre 2021

par

KUENTZ Laura

Née le 11/04/1995 à COLMAR

LA SIMULATION : UN OUTIL PEDAGOGIQUE INNOVANT AU SERVICE DE LA FORMATION DES CHIRURGIENS-DENTISTES

Président	:	Professeur MANIERE Marie-Cécile
Assesseurs	:	Professeur CLAUSS François
		Docteur JUNG Sophie
		Docteur REITZER François

Table des matières

1. Introduction 7
1.1. Définition 7
1.2. Utilisation de la simulation dans différents domaines 9
1.2.1. Aéronautique 9
1.2.2. Marine marchande 10
1.2.3. Industrie nucléaire 11
2. La simulation en santé 13
2.1. Historique de la simulation en santé 14
2.1.1. Les mannequins 14
2.1.2. Les patients standardisés 17
2.1.3. Les patients virtuels 18
2.2. Principes pédagogiques 18
2.2.1. Les théories d'apprentissages 18
2.2.1.1. Le principe behavioriste (ou comportementaliste) 19
2.2.1.2. Le principe constructiviste 20
2.2.1.3. Le principe cognitiviste 20
2.2.2. Impact de la simulation médicale sur l'apprentissage 21
2.3. Les différents types de simulation 25
2.3.1. La simulation organique 27
2.3.1.1. La simulation animale 27
2.3.1.2. La simulation humaine 27
2.3.1.2.1. Utilisation d'un cadavre 27
2.3.1.2.2. Patients standardisés 27
2.3.1.2.3. Jeux de rôles 29
2.3.2. La simulation non organique 29

2.3.2.1. La simulation synthétique 29
2.3.2.1.1. Simulateurs procéduraux 29
2.3.2.1.2. Mannequins simulateurs de patient 30
2.3.2.2. La simulation informatique 33
2.3.2.2.1. Réalité virtuelle 33
2.3.2.2.2. Réalité augmentée 34
2.3.2.2.3. Les serious games 34
2.3.3. La simulation mixte ou simulation hybride 34
2.4. La simulation en chirurgie dentaire 35
2.4.1. Historique 35
2.4.2. La simulation dans la formation des chirurgiens-dentistes 36
2.4.3. Les différents types de simulateurs en odontologie 38
2.4.3.1. La tête de fantôme 38
2.4.3.2. Patients standardisés 39
2.4.3.3. La simulation sur ordinateur 39
2.4.3.4. Les mannequins haute-fidélités 40
2.4.3.5. La réalité virtuelle et la simulation haptique 40
2.5. Aspects techniques 44
2.5.1. Déroulement d'une séance de simulation 44
2.5.1.1. Le briefing 44
2.5.1.2. Déroulement du scénario 46
2.5.1.3. Debriefing 46
2.6. Limites de la simulation en santé 48
2.7. Recommandations nationales et internationales 49
2.7.1. La simulation en santé au niveau international 49
2.7.1.1. Amérique du Nord 49
2.7.1.2. Europe 50

2.7.2. La simulation en santé en France 50
2.7.2.1. Utilisation.....50
2.7.2.2. Aspect économique.....51
2.7.2.3. Recommandations 51
3. Évaluation des séances de simulation en traumatologie dentaire mises en place à la Faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg 52
3.1. Introduction 52
3.2. Matériel et méthode.....52
3.3. Résultats 62
3.3.1. Questionnaire « à chaud » 62
3.3.1.1. Résultats des questions posées aux participants 62
3.3.1.2. Questionnaires observateurs.....65
3.3.1.3. Questions communes aux participants et aux observateurs 67
3.3.2. Questionnaire « à froid » 76
3.4. Discussion.....81
3.4.1. Analyse des réponses des participants au questionnaire « à chaud » ..81
3.4.2. Analyse des réponses des observateurs au questionnaire « à chaud » 83
3.4.3. Analyse des réponses communes au questionnaire « à chaud » 84
3.4.4. Analyse des résultats des réponses au questionnaire « à froid » 86
3.5. Conclusion de l'enquête 88
4. Conclusion.....90

Table des illustrations

Figure 1 : Illustration du mannequin Madame Chase (14) 15
Figure 2 : Les différentes techniques de simulation en santé (5) 26
Figure 3 : Les différents types de simulations (3) 26
Figure 4 : Mannequin Sim One® (26).....32
Figure 5 : SimMan 3G® (25) 32
Figure 6 : Tête de "fantôme" composée de deux mâchoires en laiton et une tige métallique (30) 35
Figure 7 : Mannequin fabriqué par la marque Kavo® avec représentation de la tête et du torse (33).....39
Figure 8 : DentSim® (33) 42
Figure 9 : MOOG Simodont Dental Trainer® (33).....43
Figure 10 : Unité de simulation vue depuis le poste de pilotage du mannequin (43).48
Figure 11 : Questionnaire pour les participants 56
Figure 12 : Questionnaire pour les observateurs 59
Figure 13 : Questionnaire à froid 61
Figure 14 : Immersion des participants.....62
Figure 15 : Evaluation du stress induit par la participation à la simulation 63
Figure 16 : Eléments contribuant au stress lors de la participation à la simulation....63
Figure 17 : Comparaison de la situation simulée avec la réalité clinique 64
Figure 18 : Observation par les autres apprenants 65
Figure 19 : Participation à la séance de simulation en tant qu'acteur 66
Figure 20 : Evaluation de l'utilité d'observer la séance de simulation du point de vu des observateurs.....66
Figure 21 : Ennui lors de la phase de débriefing.....67
Figure 22 : Attention portée à la phase de débriefing 67
Figure 23 : Participation active au débriefing 68
Figure 24 : Bienveillance du débriefing.....69
Figure 25 : Evaluation du niveau de stress pendant la phase de débriefing 69
Figure 26 : Appréciation de la découverte des aspects de la prise en charge du patient encore non explorés en cours.....71
Figure 27 : Révision des notions déjà abordes en cours 72
Figure 28 : Appréciation du travail en petit groupe 72

Figure 29 : Appréciation du travail avec un patient simulé 73
Figure 30 : Appréciation du mannequin haute technicité 73
Figure 31 : Appréciation de l'environnement simulé 74
Figure 32 : Disciplines pouvant développer l'enseignement par simulation 74
Figure 33 : Domaines pouvant être améliorés grâce à la simulation 75
Figure 34 : Transfert des compétences en clinique 76
Figure 35 : Raisons du non-transfert des compétences en cliniques 76
Figure 36 : Réalisme de la séance de simulation 78
Figure 37 : Evaluation de l'amélioration des performances cliniques 78
Figure 38 : Mobilisation des compétences non techniques 79
Figure 39 : Mobilisation des compétences techniques 79
Figure 40 : Adaptation de la simulation à la formation initiale en odontologie 80
Figure 41 : Adaptation de la simulation à la formation continue en odontologie 80
Figure 42 : Efficacité de la simulation pour réviser des connaissances déjà apprises 80
Figure 43 : Outil d'apprentissage ludique 81

1. Introduction

Dans cette thèse, nous allons vous exposer la place et le rôle de la simulation dans la formation des chirurgiens-dentistes. Pour cela, nous allons tout d'abord nous intéresser à la simulation de manière générale, son développement ainsi que son utilité dans la formation des professionnels dans différents domaines d'activités. Nous développerons également la place de la simulation en santé en France et dans le monde, sans oublier les aspects techniques, pédagogiques et les différents types de simulateurs. Enfin, dans notre étude nous évaluerons les séances de simulation en traumatologie dentaire mises en place à la Faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg afin de nous rendre compte de l'intérêt porté pour cet outil innovant par les étudiants et de son impact sur la formation.

1.1. Définition

La simulation vient du verbe « simuler » signifiant « Faire paraître comme réel », « Imiter l'apparence de », « Avoir l'apparence de », « Représenter artificiellement » d'après le dictionnaire le Robert (1).

Nous retrouvons plusieurs définitions de la simulation dans la littérature. Selon le dictionnaire le Larousse (2), la simulation est une « représentation du comportement d'un processus physique, industriel, biologique, économique ou militaire au moyen d'un modèle matériel dont les paramètres et les variables sont les images de ceux du processus étudié ».

En revanche la définition de Pascal Béguin et Annie Weill Fassina a particulièrement retenu notre attention. D'après Pascal Béguin et Annie Weill Fassina (3), la simulation est définit telle qu'« une méthode d'enseignement, de savoir-faire et d'habiletés utilisés dans des tâches pour lesquelles un enseignement direct s'avère impossible pour des raisons déontologiques (sécurité et sûreté), économiques (coût du matériel) ou techniques (très faible probabilité d'occurrence des incidents ou accidents). L'objectif est de permettre à l'opérateur d'apprendre à reproduire de la façon la plus réaliste et fidèle les comportements attendus. »

Comme nous allons le voir, la simulation s'applique à de nombreux domaines tels que la santé, l'aéronautique, la marine marchande, l'industrie nucléaire…

La simulation en tant que méthode de formation a connu un développement exponentiel au cours des dernières décennies dût aux innovations scientifiques et technologiques. La simulation a tout d'abord consisté à reconstituer des situations à l'aide de saynètes, jeux de rôles puis la vidéo a permis de reproduire sur écran des mises en situation et une analyse après l'expérience. Nous avons remarqué lors des dernières années une multiplication des interfaces numériques ainsi qu'un progrès important des performances de ces dernières rendant la simulation de plus en plus authentique. Nous avons assisté à une importante prolifération d'écrans couplée à une augmentation des capacités de traitement des données informatiques et un développement des formes de robotisation. En plus de l'amélioration technologique des simulateurs, chacun au sein de la société a désormais accès à une forme de simulation par le développement au grand public entre autres des jeux vidéo, des pilotages virtuels de véhicules, des casques de réalité virtuelle (4). La simulation est devenue une méthode pédagogique attractive, active et innovante basée sur l'apprentissage expérientiel et une pratique réflexive (5). De même, la nouvelle génération a grandi entourée de nouvelles technologies, de la télécommunication et a pour habitude d'apprendre à l'aide de méthodes interactives. Tous ces éléments ont joué un rôle important dans le développement et l'engouement pour la formation à l'aide de la simulation (4). Ainsi la simulation est devenue un outil de formation réaliste et très prisé.

Dans le domaine de la formation, l'intérêt de la simulation a été décrit depuis longtemps mais son expansion est plus récente. En effet, Wallon et Piaget ont déjà noté dans leurs travaux d'analyse du jeu de l'enfant l'importance de l'imitation, de la reproduction et l'expérimentation lors des phases d'apprentissage. Le principe de la formation par la simulation se base effectivement sur l'imitation, la reproduction et l'expérimentation d'un scénario. De plus, pouvoir pratiquer et répéter les gestes techniques et non techniques constitue un atout supplémentaire de la simulation que nous verrons dans la suite de cette thèse. La simulation peut être considérée comme un moyen simple et sans risque de mener des gestes ou des actions qui préfigurent une activité professionnelle future (4).

1.2. Utilisation de la simulation dans différents domaines

Avant d'être utilisée dans le domaine de la santé, la simulation a tout d'abord été développée au siècle dernier dans différents domaines d'activités humaines à risques telles que l'armée, l'aéronautique, la marine marchande ou encore l'industrie nucléaire (3). Par la suite nous développerons les domaines de l'aéronautique, la marine marchande et l'industrie nucléaire car ils sont les plus représentatifs des évolutions des outils de simulation.

La formation par la simulation a notamment contribué à améliorer la sécurité mais présente aussi un réel enjeu économique (6). En effet, un entrainement sur simulateur reproduisant très fidèlement l'environnement de travail reste moins couteux qu'un entrainement sur les machines réelles. En revanche, l'investissement initial pour cet outil pédagogique est très conséquent. Nous verrons ainsi que la formation à l'aide de la simulation présente de nombreux avantages mais aussi quelques inconvénients.

Dans les secteurs d'activités où les risques humains en lien avec la santé et la sécurité des personnes sont importants, l'inexactitude, l'imprécision et le manque d'expérience sont à bannir (7). En effet, ils peuvent représenter un risque et un danger matériel et/ou vital qu'il est possible de limiter *via* la simulation. Le principe de la simulation est de pouvoir former les personnes par répétition et par essais/erreurs dans un milieu le plus réel possible afin de pouvoir progresser, gagner en confiance et en aisance tout en n'entraînant aucune conséquence matérielle ou vitale. Par conséquent, la simulation représente un grand intérêt pour les différents acteurs concernés comme nous allons l'exposer dans la suite de cette partie. En revanche, bien que la formation par la simulation présente de nombreux avantages, l'apprentissage des différentes professions ne peut être entièrement réalisé sur simulateurs, une pratique en conditions réelles reste indispensable.

1.2.1. Aéronautique

L'industrie de l'aéronautique est le secteur industriel où nous retrouvons le plus de simulateurs de tous types. Les premiers simulateurs de vol sont apparus au début du 20ème siècle (3). En effet, Edwin Link est considéré comme l'inventeur du premier simulateur de vol : la Blue Box (7) (8). Cette dernière a permis de reproduire les mouvements, la manœuvre des commandes, les bruits de moteurs et était muni d'un enregistreur afin de permettre un débriefing.

Lors des premiers vols pour les pilotes sur des engins inconnus, de nombreux accidents mortels ont été recensés ce qui a eu pour conséquence le développement de la simulation. Dans les années 1950, les simulateurs reproduisaient l'environnement de base du cockpit qui permettait l'apprentissage des procédures afin d'aborder l'appareil une première fois avant un vol en situation réelle mais manquait cependant de réalisme.

Par la suite, les simulateurs se sont perfectionnés, mimant la réalité avec beaucoup plus de précision ce qui permet désormais de simuler un vol, les mouvements ainsi qu'une panne rare ou trop dangereuse pour être reproduite en vol réel. L'entrainement sera d'autant plus efficace si le simulateur se comporte comme l'appareil et que l'environnement est le plus réaliste possible, afin que les professionnels oublient qu'ils se trouvent au sein d'un simulateur. En revanche, les simulateurs ne permettent pas d'anticiper des situations compliquées qui sont liées à des réactions humaines. De plus l'entrainement en conditions réelles reste tout de même très importante afin de maintenir le niveau exigé (4).

Dans le domaine de l'aviation, tout le personnel est concerné par la formation à l'aide de la simulation. Non seulement les pilotes utilisent les simulateurs tout au long de leur carrière pour la formation continue et lors du changement d'appareil, mais également le personnel de cabine afin de simuler certaines situations telle que l'évacuation de l'habitacle. Enfin, la formation des aiguilleurs du ciel implique également les simulateurs lors de l'entrainement initial et ceci tout le long de leur carrière.

La simulation s'est largement développée grâce à l'utilisation d'outils électroniques et informatiques dans ce domaine d'activité tant au niveau de la formation initiale que continue et ne cessent d'évoluer. Les simulateurs ont finalement contribué à une augmentation de la sécurité, entrainant un taux de satisfaction des professionnels très élevé quant aux simulateurs.

1.2.2. Marine marchande

La simulation dans le domaine de la marine marchande a tout d'abord été utilisée pour permettre l'entrainement au travail sur radar. Par la suite, cet outil d'apprentissage a été étendu à tous les domaines du navire autant pour la formation initiale afin de valider les compétences en situation réelle que pour les navigants confirmés.

Dans ce secteur d'activité, nous retrouvons différents types de simulation. Tout d'abord, les simulateurs de bas niveau consistent uniquement à projeter une situation schématique sur un écran pour permettre de réfléchir à un contexte particulier. Puis, nous pouvons citer les outils permettant de simuler une partie de l'installation du navire utilisé notamment pour enseigner les gestes techniques. Enfin, nous avons les simulateurs « *full mission* » exerçant les apprentis à tous les savoir-faire et les comportements en conduite de navire dans un environnement très proche de la réalité. Ce dernier type de simulateur permet au novice de se mettre en conditions réelles tout en étant dans un milieu de sécurité amélioré pour les premières fois.

Tout comme dans le domaine de l'aéronautique, les enjeux de la simulation en marine marchande est avant tout un enjeu de société permettant une amélioration de la sécurité (3).

1.2.3. Industrie nucléaire

Les simulateurs ont été mise en place dans le domaine de l'industrie nucléaire dans le but de créer des situations les plus proches de la réalité pour entrainer une équipe à piloter un système technique complexe en collectif ainsi que pour appréhender les principes fondamentaux aux stagiaires novices.

C'est en 1957 (9) que les deux premiers simulateurs de centrales nucléaires ont vu le jour. Depuis les années 1990 (3), les 20 sites nucléaires français ont tour à tour été dotés d'un simulateur de pilotage afin d'améliorer la sécurité de la population.

Nous retrouvons également plusieurs types de simulateurs dans ce secteur d'activité. Les simulateurs « partiels » modélisent une partie de la salle de commandes et se concentrent sur un ensemble élémentaire de l'installation que les utilisateurs doivent maitriser. Ce simulateur permet aux professionnels de s'entrainer sur les installations de pilotage ou de maintenance en situation normale ou accidentelle, d'acquérir plus d'expérience et améliorer la sécurité de ce domaine industriel à risque pouvant entrainer des catastrophes naturelles et humaines de grande ampleur. Nous avons ensuite les simulateurs « pleine échelle » reproduisant fidèlement les salles de commandes des réacteurs nucléaires dans leur ensemble. Les séances de simulation sont alors guidées par des scénarios réalisés à l'avance, les participants sont filmés tout au long de leur passage et les instructeurs réalisent un débriefing à la fin.

Comme dans de nombreux autres domaines, la simulation est aussi bien utilisée lors de la formation initiale que lors de la formation continue afin de permettre l'apprentissage de nouvelles méthodes.

Depuis 2006, tous les sites nucléaires français sont maintenant équipés d'un simulateur de maintenance de pleine échelle afin d'étendre cet outil pédagogique à des métiers autres que ceux du pilotage.

Nous assistons au cours des dernières années à des avancées technologiques impressionnantes. En 2018 (10), l'Institut national des sciences et techniques nucléaires a développé une plateforme multimodale d'enseignement au service des compétences de la filière nucléaire nommée « projet EVOC (*Enhanced Virtuel Open Core*) » destiné aux étudiants ainsi qu'à la formation professionnelle continue. Cette plateforme a pour but de proposer une formation immersive grandeur nature basée sur la réalité virtuelle permettant de visualiser, comprendre et intégrer par la pratique le suivi d'une opération. Les apprenants pourront donc s'exercer seul ou en groupe sur un programme alliant des ressources réelles et virtuelles tout en s'affranchissant des contraintes d'un réacteur en exploitation.

Nous avons ainsi pu constater grâce à ces 3 domaines que la place de la simulation dans la formation de ces professionnels, où des risques de tous types existent, a pris une place centrale et majeure. La simulation ne remplace pour le moment pas encore l'expérience et la formation

2. La simulation en santé

La simulation en santé « correspond à l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé pour reproduire des situations ou des environnements de soin, dans le but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels » (3). Cette définition est celle retenue par la Haute autorité de Santé et proposée par la Chambre des représentants des États-Unis au 111e congrès.

L'objectif éthique de la simulation en santé est le suivant : « jamais la première fois sur un patient » (3). En développant cette méthode pédagogique, les disciplines médicales et paramédicales souhaitent améliorer la qualité et la sécurité des soins dans l'intérêt du patient et ainsi progresser dans la gestion des risques liés aux soins. Selon Dominique Courtois, président de l'association d'aide aux victimes d'accidents corporels, 450 000 erreurs médicales sont répertoriées en France chaque année, soit 1% des actes médicaux, 5000 personnes décèdent des suites d'une erreur grave et 9000 à 12000 patients décèdent à la suite d'une erreur d'administration d'un médicament (7). Une étude menée aux États-Unis par l'Académie de médecine et présentée dans le rapport « *To Err is human: building a safer health system* » révèle que dans ce pays, le nombre estimé de décès dus à des événements indésirables associés aux soins au sein des hôpitaux s'élève à 98 000 chaque année (5).

De nos jours, la société devient de moins en moins tolérante à l'égard des erreurs médicales. Afin d'améliorer la prise en charge des patients, la simulation va prendre une place de plus en plus importante dans le parcours de formation permettant l'acquisition de connaissances, de compétences et de comportements (11). La simulation est une technique pédagogique en plein essor actuellement et apparait comme l'unique manière d'associer les notions théoriques, gestes techniques et la gestion des émotions (12). De plus, les compétences cliniques s'acquièrent uniquement grâce à la pratique et s'améliorent à l'aide d'une pratique répétée. La simulation remplit parfaitement ces deux critères. En effet, la simulation propose aux apprenants une pratique permettant d'acquérir des compétences et favorise une pratique répétée grâce à la mise à disposition de ces outils de simulation. Les

disciplines médicales ayant le plus recours à la simulation sont notamment l'anesthésie, la réanimation, la médecine d'urgence et les soins infirmiers (13).

La simulation en santé trouve sa place non seulement lors de la formation initiale pour garantir aux étudiants l'acquisition des compétences nécessaires à leur future profession mais également pour le développement professionnel continu afin de maintenir les compétences assimilées au cours des études. Lors des séances de simulation, des scénarios sont mis en place ayant un objectif pédagogique précis et choisissant la technique de simulation adaptée afin de permettre « l'entrainement à des gestes techniques (usuels ou exceptionnels), la mise en œuvre de procédures (individuelles ou en équipe), l'entrainement au raisonnement clinique diagnostique et /ou thérapeutique, la gestion des comportements (mise en situation professionnelle, travail en équipe, communication etc), la gestion des risques (reproduction d'évènements indésirables, capacité à faire face à des situations exceptionnelles etc) » (5).

Nous allons voir dans un premier temps que ce concept a connu un essor remarquable en santé au cours des dernières années. Nous allons ensuite dans cette partie faire un rappel sur les principaux principes pédagogiques. Nous allons exposer dans une troisième partie les différents types de simulation utilisées dans le domaine de la santé, puis les aspects techniques de la simulation ainsi que les limites de la simulation en santé. Enfin, nous présenterons les recommandations nationales et internationales de la simulation en santé.

2.1. Historique de la simulation en santé

Les pratiques d'apprentissage simulées sont présentes depuis un certain temps dans le domaine médical et ont beaucoup évoluées. C'est pourquoi nous allons détailler l'historique de trois familles de simulation distinctes : les mannequins, les patients standardisés et les patients virtuels.

2.1.1. Les mannequins

Les débuts de la simulation en santé remontent au 18ème siècle. En effet, Angélique Marguerite LE BOURSIER DU COUDRAY a inventé en 1759 (11) une machine correspondant au bassin d'une femme en grandeur nature avec son fœtus et le placenta afin d'enseigner l'art des accouchements. Ce mannequin permit donc à cette

sage-femme d'illustrer son discours théorique à l'aide de gestes et ainsi apprendre à ses élèves les bonnes pratiques. Les élèves ont ainsi pu s'entrainer aux manœuvres obstétricales (7). Ceci a donc été le premier cas de simulateur utilisé dans le domaine de la santé qui a permis une baisse de la mortalité infantile.

Entre 1910 et jusqu'au milieu des années 1970, le mannequin de bois prénommé « Madame Chase » (*Figure 1*) a été utilisé pour la formation pratique des soins de bases des infirmières au *Hartford Hospital Training School of Nurses*. Ce modèle va être amélioré dans les années 1950 au Baltimore City Hospital pour permettre les manœuvres de réanimation cardio-respiratoire mais requiert tout de même encore des personnes afin de simuler les patients.

Figure 1 : Illustration du mannequin Madame Chase (14)

S'il est probable que la simulation dans le domaine médical a existé avant, à l'aide de jeux de rôle, c'est au début des années 1960 que naît réellement ce qui sera à l'origine de la simulation médicale moderne.

Parallèlement, au début des années 1960, le premier mannequin de simulation permettant l'apprentissage des gestes d'urgence est apparu. Ce dernier nommé « Resusci Anne » fait référence à une victime de noyade dans la Seine dans les années 1890. C'est la collaboration entre le fabriquant de jouet norvégien (15) Asmund LAERDAL et deux médecins, Dr James ELAM et Peter SAFAR, qui a permis la création de ce mannequin représentant la tête d'une femme. Ce mannequin a été fabriqué dans le but de transmettre la méthode de bouche à bouche ainsi que le

massage cardiaque. De nos jours, Laerdal® est l'une des grandes entreprises de simulation médicale.

En 1968, le mannequin d'entrainement cardiaque « Harvey » mis au point par le Dr Michael GORDON est le premier mannequin équipé de fonctions cardiaques et pulmonaires. Ce mannequin dédié à la cardiologie entraine la possibilité de mesurer une pression artérielle, le pouls ou encore de réaliser un examen cardiaque. Il est capable de reproduire plus de 30 pathologies cardiaques. Par la suite, le mannequin a été amélioré au cours des 3 décennies suivantes (16). Dans le même temps, les Drs Stephan ABRAHMSON et Judson DENSON en association avec Aerojet General ont conçu le premier mannequin avec une interface et un pilotage informatisé : le « Sim One ». Le mannequin « Sim One » fût présenté le 17 mars 1967 et le brevet a été déposé en 1968 argumenté par la possibilité d'améliorer l'éducation médicale et la sécurité du patient grâce à l'utilisation de ce mannequin (16). Ce dernier correspond aux prémices des mannequins haute-fidélité actuels et était destiné aux étudiants en anesthésie. Il avait la capacité de cligner des yeux, fermer et ouvrir la bouche, respirer. Le Sim One a permis de former plus de mille professionnels de la santé entre 1968 et 1975 (16).

Durant les années 70, les nombreux progrès informatiques ont permis la création de la simulation sur écran fidèle à la réalité. En revanche, cette simulation est dénuée de tout aspect environnemental ce qui peut avoir pour conséquence de dénaturer l'acte envisagé. Ces avancées, couplées à l'élaboration de modèles mathématiques et à une meilleure compréhension des modèles physiologiques et pharmacologiques ont permis la création de simulateurs-patients sur écran.

Les découvertes scientifiques progressant, c'est en 1984 que le Dr James H. PHILIP inventa le logiciel « GasMan® » simulant les échanges pharmacologiques de différents produits anesthésiants.

Cette invention fût rapidement suivie en 1986 par le mannequin simulateur « Comprehensive Anesthesia Simulation Environment » (CASE) du Dr David GABA. Ce dernier est constitué d'un simulateur de monitorage, une tête d'intubation modifiée et d'un bras de perfusion. Ce simulateur a été créé dans le but d'analyser les performances humaines en anesthésie. Ce simulateur fût une révolution car il a été le premier être installé dans un environnement réel (une vraie salle d'opération) avec du

matériel identique à celui adopté lors de la pratique clinique. Pour la première fois, l'environnement entre en jeu lors de la séance de simulation. Dans un second temps, ce modèle va être amélioré et commercialisé sous le nom de « Eagle Patient Simulator » en 1995.

En 2000, Laerdal® a élaboré le mannequin « SimMan » développé pour la médecine d'urgence. Ce mannequin fût commercialisé au prix de 50 000 dollars pendant 10 années. Dans cette version, les réponses du mannequin étaient dirigées par l'instructeur (16) Le mannequin a ensuite été remplacé par le mannequin sans fil « SimMan 3G » et enfin par la dernière version « SimMan Essential ». De plus, Laerdal® a développé des mannequins pédiatriques « SimBaby » et « SimNewB » au début des années 2000.

L'élaboration du mannequin MicroSim en 2006 a permis de travailler l'arrêt cardiaque en équipe. Par la suite différentes disciplines médicales vont suivre et concevoir leurs outils.

La qualité des mannequins a évolué progressivement pour arriver à des niveaux de précision, de technicité et de réactivité exceptionnels. La sophistication des mannequins permet de restituer de nombreuses situations cliniques et d'adapter l'état du mannequin en fonction de la situation lors de la séance de simulation.

2.1.2. Les patients standardisés

La simulation d'un patient joué par un acteur, également nommé « patient standardisé » a vu son utilisation se développer lors des formations des professionnels de santé.

C'est en 1963 aux Etats-Unis, que cette innovation majeure a vu le jour. En effet, c'est le médecin neurologue Howard Barrows qui est considéré comme le père fondateur de cette méthode de simulation. Il souhaitait une méthode objective d'évaluation des performances des étudiants en médecine, c'est pourquoi il utilisa pour la première fois un acteur afin de simuler un patient atteint de sclérose en plaques et de paraplégies (16) (17). Par conséquent, plusieurs universités ont souhaité adopter un programme de patients standardisés au sein de leur cursus dès 1984. L'utilisation du patient standardisé en 1993, a été adopté par 111 des 138 universités de médecine américaines (16).

Comme nous le verrons plus en détail dans la suite de cette thèse, le patient standardisé présente un réel intérêt dans l'apprentissage du savoir-être et le développement de la communication. En effet, en prenant pour exemple la formation d'un futur chirurgien-dentiste, il est ainsi possible de simuler une consultation avec un patient en mettant l'étudiant dans le rôle du chirurgien-dentiste afin qu'il puisse apprendre à développer sa capacité de communication. La simulation par patient standardisé présente l'avantage de se dérouler avec une personne humaine et non pas avec un mannequin ou une interface numérique.

2.1.3. Les patients virtuels

Plus récemment, nous avons observé le recours aux patients virtuels pour la formation des professionnels de santé. Le patient virtuel s'est développé depuis 40 ans dans le but de perfectionner le raisonnement clinique chez les étudiants en santé. Cette méthode consiste à simuler des cas cliniques à l'aide d'un logiciel. L'étudiant prend le rôle du professionnel de santé qui doit obtenir des informations sur l'histoire médicale du patient, pratiquer un examen physique sur ce dernier, poser un diagnostic et prendre des décisions thérapeutiques. Ce type de simulation permet à tous les étudiants de voir un nombre plus important de cas, de s'évaluer et de se corriger. Cet outil représente donc un atout non négligeable dans leur formation.

Au sein des patients virtuels, nous pouvons évoquer les *serious game* qui sont des simulations numériques. Le professionnel de santé agit avec son avatar numérique dans un environnement en 3 dimensions. Encore une fois le coté environnemental de l'acte ne correspond pas à celui rencontré dans le cadre professionnel mais permet de plonger les utilisateurs dans un univers réaliste.

2.2. Principes pédagogiques

2.2.1. Les théories d'apprentissages

L'utilisation de la simulation, considérée comme un outil pédagogique, doit se baser sur différents principes pédagogiques. Les théories de l'apprentissage ont pour but d'analyser les phénomènes d'acquisition, de stabilisation et de transfert des connaissances (18). De ce cadre théorique vont découler les objectifs de la simulation ainsi que ses règles d'utilisation (11). Les principales théories de l'apprentissage en éducation médicale sont des approches behavioristes (ou comportementalistes),

constructivistes et cognitivistes. Nous allons donc rappeler ces différents principes et établir la place de la simulation en tant qu'outil d'enseignement dans l'apprentissage.

2.2.1.1. Le principe behavioriste (ou comportementaliste)

Le behaviorisme est décrit comme « une approche psychologique s'intéressant au comportement observable résultat des interactions de l'individu avec son milieu » (11). Ce terme a été créé en 1913 par le psychologue américain John Watson à partir du mot anglais « *behavior* », signifiant « comportement » et notamment influencé par la théorie du conditionnement de Pavlov (18).

En effet, comme le dit la définition, cette théorie considère que l'environnement a un impact majeur sur l'apprentissage et le comportement observable. L'individu répond à des stimuli provenant du milieu et ayant des conséquences sur l'apprentissage. Il sélectionne alors la réponse la plus appropriée à ce stimulus externe dans un répertoire de conduites disponibles. Le comportement va être modifié par des renforcements positifs et négatifs et s'adapte donc à l'environnement. L'apprentissage sera exclusivement réalisé par des expériences concrètes (19) et s'effectue par palier successifs (18). Le béhaviorisme considère ainsi que l'apprentissage s'effectue grâce à des répétitions d'association « stimulus-réponse ». Cette théorie se focalise sur le comportement observable, c'est-à-dire sur le résultat final, et non pas sur le processus de construction de la réponse (20).

La simulation peut tout à fait correspondre à un outil pédagogique dans la théorie behavioriste. Le courant fonctionnaliste, issu du behaviorisme, stipule que l'apprentissage se réalise en « faisant » (*learning by doing*). La simulation correspond donc tout à fait à ceci car l'étudiant va pouvoir pratiquer, s'entrainer et répéter des actes techniques et non techniques à l'aide d'outils de simulation. Lors de la pratique par la simulation, il va y avoir des phases de réussites et d'erreurs ainsi que des renforcements positifs et négatifs entrainant des modifications du comportement observable comme le suggère la théorie comportementaliste (11). Ce type d'approche est très utile à l'apprentissage des habiletés sensori-motrices (20) mais peut montrer ses limites dans un cadre d'apprentissage personnalisé (21).

2.2.1.2. Le principe constructiviste

En 1960, le constructivisme apparait en tant que théorie fondatrice de l'éducation médicale dans les facultés de médecine d'Amérique du Nord. Cette théorie s'illustre dans toutes les professions de santé partout dans le monde dans la réforme de « l'apprentissage par problème ». Selon l'apprentissage par problème, l'apprenant est un constructeur actif (11).

Le constructivisme est présenté comme « une approche qui affirme la capacité inhérente à l'individu de construire ses savoirs par la restructuration conceptualisée de ses expériences accumulées » (11).

Comme l'explique cette définition, le constructivisme affirme que c'est en façonnant le réseau de connaissances acquises précédemment que nous bâtissons nos compétences (11). Cette théorie situe « la pensée à la source de toute connaissance première » (11) puis construit ses connaissances au travers des expériences, des perceptions vécu dans son environnement ainsi qu'à l'aide des connaissances antérieures (19). Selon les behavioristes, l'acquisition de connaissances ne s'effectue pas en les additionnant mais en remaniant les conceptions mentales précédentes. Dans ce modèle, l'apprenant est ainsi au centre du système enseignement-apprentissage et devient un acteur actif de son propre apprentissage (21).

La simulation s'inscrit dans le cadre du constructivisme. L'accent sera porté sur le briefing et le débriefing. Selon le constructivisme, l'étudiant possède des « connaissances antérieures organisées dans un réseau conceptuel » (11) avant le début de la simulation. C'est pourquoi, lors du briefing prévu avant la séance de simulation, il sera important de prendre en compte les connaissances antérieures des participants. Lors du débriefing, l'attention sera portée sur le « conflit cognitif » (11) réalisé par l'apport de nouvelles informations. Ce travail est effectué pour s'assurer que les nouvelles notions soient acquises comme il se doit dans un réseau de connaissances déjà présent.

2.2.1.3. Le principe cognitiviste

Le cognitivisme est centré sur la manière dont nos connaissances sont construites, stockées et comment nous allons les transformer. Il va donc étudier le fonctionnement de la mémoire, afin de connaitre la manière dont les connaissances sont assimilées,

retenues et réutilisées (19). Dans cette théorie, le savoir est bâtit grâce à l'interaction entre les différents acteurs (21). L'enseignant est considéré comme un guide qui aura pour rôle d'intéresser l'apprenant en rendant l'activité agréable, en maintenant une certaine motivation sans que ce dernier soit trop dépendant de l'enseignant.

Dans ce cadre, l'apprenant doit être vu comme « un système actif de traitement de l'information (…) il perçoit des informations qui lui proviennent du monde extérieur, les reconnaît, les emmagasine en mémoire, puis les récupère de sa mémoire lorsqu'il en a besoin pour comprendre son environnement ou résoudre des problèmes » (18). Ce principe est né de Miller et Bruner (18).

Dans cette théorie d'apprentissage, le formateur est invité à utiliser des technologies informatiques favorisant une interactivité avec l'apprenant telles que des simulateurs.

2.2.2. Impact de la simulation médicale sur l'apprentissage

D'un point de vue pédagogique, la simulation présente de nombreux intérêts lors de la formation médicale ou paramédicale. Elle donne aux apprenants la possibilité de transférer leurs connaissances théoriques à des situations pratiques pouvant être répétées autant de fois que souhaité. La simulation présente l'avantage de pouvoir simuler et imaginer tout type de situations, des plus simples aux plus complexes, auxquelles le professionnel de santé sera confronté lors de sa pratique clinique. Dans le cadre des situations plus complexes, l'étudiant aura pu s'y familiariser une première fois avant d'y être confronté en situation réelle et ainsi réagir au mieux.

Ce transfert de connaissances et de compétences dans le cadre d'une séance de simulation va entrainer le développement de savoir-faire et leurs conséquences, sans risque pour le patient. De cette manière, l'étudiant aura la capacité d'apprendre à anticiper les conséquences de ces décisions. Ainsi, il deviendra de plus en plus responsable et autonome dans sa pratique.

Selon une revue de la littérature de la « Best Evidence Medical Education » (22) portant sur les caractéristiques et les utilisations des simulations médicales haute-fidélité qui permettent un apprentissage plus efficace, dix caractéristiques ont été retenues. Selon cette revue de la littérature portée entre 1969 et 2003, la simulation médicale haute-fidélité facilite l'apprentissage dans de bonnes conditions. Ces dix caractéristiques et donc conditions qui facilitent l'apprentissage sont les suivantes :

1. Le retour d'information : le retour d'information constitue le critère le plus important de l'enseignement médical basé sur la simulation. 47% des articles de la revue l'ont cité. En effet, prendre connaissance des résultats de ses performances semble ralentir la dégradation des compétences acquises et suggère également l'autoévaluation des participants.
2. Une pratique répétée : 39% des articles de cette revue ont identifié cette caractéristique comme un élément clé dans l'enseignement médical basé sur la simulation. La répétition des différentes compétences lors des séances de simulation permet aux étudiants de corriger les erreurs, d'améliorer leurs performances séance après séance et de mettre en pratique ces compétences de manière automatique et sans effort. Cette pratique ciblée et répétitive est donc très importante afin d'acquérir et maintenir ses compétences.
3. Intégration de la simulation dans le programme d'enseignement : 25% des articles ont évoqué le fait que la simulation doit être intégrée dans le programme d'enseignement standard des facultés de médecine afin qu'elle soit utilisée de manière efficace. En effet, l'apprentissage par la simulation ne doit pas se faire de manière occasionnelle, ni même de manière facultative, elle doit être intégrée dans le programme et être obligatoire.
4. Niveau de difficulté : le niveau de difficulté des tâches à accomplir est un élément qui a également son importance dans l'enseignement médical basé sur la simulation et qui est cité dans 14% des articles de la revue de littérature. Au départ, l'apprenant a la possibilité d'acquérir des compétences de base et au fur et à mesure des séances la complexité augmente.
5. Stratégies d'apprentissage multiples : 10% des articles évoquent cette caractéristique. Les différentes stratégies d'apprentissage sont entre autres les suivantes : un enseignement centré sur l'instructeur en grand groupe ou en petit groupe, un apprentissage indépendant en petit groupe sans instructeur et l'apprentissage autonome. Le choix de la stratégie d'apprentissage va surtout dépendre des objectifs préétablis. Les simulations haute-fidélités qui s'adaptent à plusieurs stratégies d'apprentissage sont ainsi plus efficaces et répondent mieux aux objectifs pédagogiques.
6. Saisir les variations cliniques : 10% des articles estiment que les simulateurs présentant une gamme de cas cliniques étendue sont plus efficaces. On donne ainsi la possibilité aux apprenants de rencontrer une variété importante de

situations cliniques, pathologies, réponses aux traitements, etc. Le recours aux patients simulés permet de confronter l'étudiant à une grande variété de situations cliniques et contribue à standardiser les enseignements puisque tous les étudiants bénéficient de la même séance de simulation. En effet, en stage clinique, tous les étudiants ne rencontrent pas les mêmes patients, les mêmes tableaux cliniques. Ainsi, la confrontation à des cas cliniques simulés plus nombreux permet à chaque étudiant d'être face à des situations beaucoup plus variées que ce qu'il aurait eu l'opportunité de rencontrer lors de son stage clinique uniquement. Il permet également de rencontrer des cas rares auxquels l'apprenant ne serait pas forcément confronté au cours de ses stages.

7. Environnement contrôlé : 9% des articles ont souligné l'importance d'utiliser la simulation dans un environnement contrôlé, permettant ainsi aux apprenants d'effectuer des erreurs sans aucune conséquence négative, de les remarquer et de les corriger. Contrairement à l'environnement de soins qui est non contrôlé, l'instructeur peut se concentrer sur l'apprenant et non sur le patient pendant une séance de simulation.
8. Apprentissage individualisé : 9% des articles ont mis en avant l'importance des situations reproductibles, standardisées où les étudiants ont un rôle actif. Cela favorise l'enseignement individualisé, à l'écoute des besoins de chacun avec un retour auprès de chaque apprenant.
9. Résultats définis : 6% des articles ont établis une corrélation entre l'apprentissage efficace sur simulateur et le fait que des objectifs de résultats aient été préétablis.
10. Validité du simulateur : 3% des articles ont évoqué un lien entre l'apprentissage efficace sur simulateur et la validité du simulateur. Dans ce cas, la validité correspond à un degré significatif de réalisme ou de fidélité que le simulateur fournit.

Par la suite, une nouvelle revue de la littérature a été effectuée sur une période plus récente, de 2003 à 2009. De cette analyse, en découlent 12 caractéristiques de la simulation médicale, les mécanismes de sa mise en œuvre et de son utilisation qui conduisent à un apprentissage efficace. Ces caractéristiques sont issues d'une combinaison entre les revues historiques précédentes et les recherches récentes. Les 12 caractéristiques sont les suivants (23) :

1. Retour d'information
2. Pratique délibérée
3. Intégration au programme d'études
4. Mesure des résultats
5. Fidélité de la simulation
6. Acquisition et maintien des compétences
7. Apprentissage de la maitrise
8. Transfert vers la pratique
9. Formation en équipe
10. Tests à enjeux élevés
11. Formation des instructeurs
12. Contexte éducatif et professionnel

Nous remarquons ainsi que certains critères sont toujours présents tandis que d'autres ont été modifiés grâce aux études plus récentes.

D'autre part, nous avons également remarqué que la simulation est de plus en plus intégrée dans les programmes de formation des soins infirmiers. En effet, les auteurs McCaughey et Traynor ont analysé les effets de la simulation clinique haute-fidélité (SCHF) sur la préparation clinique d'une cohorte de 153 étudiants finissant un programme de formation en soins infirmiers. Les auteurs en ont entre autres conclu que la SCHF a eu un impact favorable concernant l'apprentissage par la réflexion sur les erreurs. Elle a également aidé les apprenants à lier la théorie et la pratique grâce aux scénarios basés sur des situations authentiques. D'après cette étude, la SCHF a eu un impact significatif sur les étudiants en soins infirmiers au vu de leur stage. Nous remarquons donc que l'intégration de la simulation clinique haute-fidélité dans leur formation a eu un effet bénéfique pour leur préparation à l'entrée dans le milieu professionnel (24).

Selon Weaver (24), les avantages de la simulation clinique haute-fidélité sont regroupés en deux points. D'une part, la simulation présente un impact positif sur les contraintes liées à l'offre de service des établissements de formation car elle peut pallier le manque de places dans les milieux de stage et le manque de disponibilité des enseignants. D'autre part, la simulation est efficace au niveau pédagogique par son réalisme, sa possibilité d'enseignement par répétition déjà évoqué et permet également le développement de l'aptitude à la pratique. De ceci découle une meilleure

préparation à la clinique, une augmentation de la confiance en soi, une diminution du stress et de l'anxiété et une meilleure sécurité des soins pour les patients. Même si la simulation clinique haute-fidélité présente de nombreux points positifs, certaines études en déduisent néanmoins que les données probantes portant sur son efficacité restent insuffisantes.

2.3. Les différents types de simulation

Comme nous pouvons le voir dans les *figures 2 et 3* extraites de documents de la Haute Autorité de Santé (5), nous dénombrons différentes techniques de simulations organique et non organique. La simulation organique correspond à la simulation animale et la simulation humaine. La simulation humaine comprend l'utilisation de cadavres, les jeux de rôles et les patients standardisés (également nommé patient simulé). La simulation non organique est subdivisée en simulation synthétique et électronique. Nous retrouvons enfin la simulation mixte mieux connu sous le nom de simulation hybride. Nous allons dans cette partie, définir et décrire les différents types de simulation que nous pouvons rencontrer en simulation médicale. La simulation peut se dérouler dans un centre de simulation, dans un atelier délocalisé ou encore directement dans l'environnement habituel de travail des participants « la simulation in situ » (5).

Figure 2 : Les différentes techniques de simulation en santé (5)

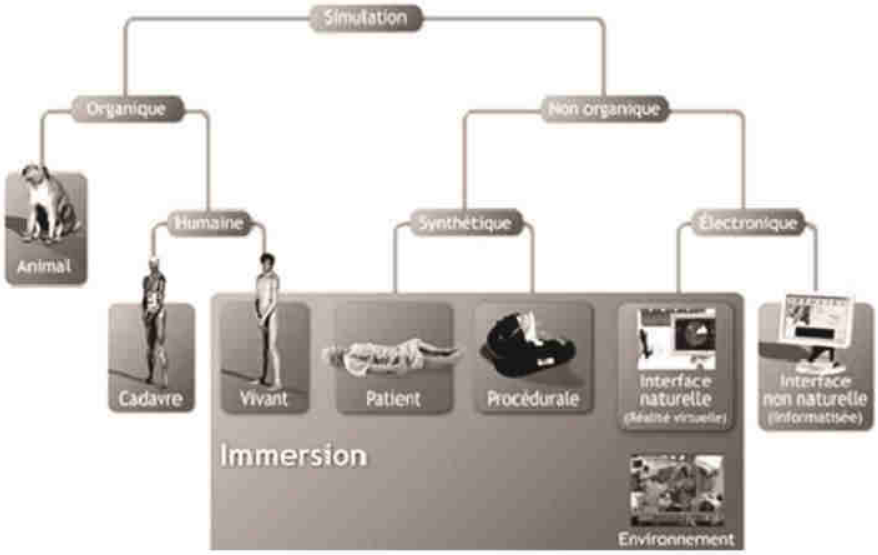

Figure 3 : Les différents types de simulations (3)

2.3.1. La simulation organique

2.3.1.1. La simulation animale

L'expérimentation animale « permet un apprentissage de gestes chirurgicaux simples (sutures) et complexes » (5).

2.3.1.2. La simulation humaine

La simulation humaine regroupe l'utilisation de cadavre, le patient standardisé et le jeu de rôle.

2.3.1.2.1. Utilisation d'un cadavre

Selon la Haute Autorité de Santé, « l'utilisation de cadavre peut permettre un apprentissage de gestes techniques en chirurgie mais aussi en anesthésie-réanimation et médecine d'urgence (abord voies aériennes, voies veineuses centrales, anesthésies locorégionales, procédures chirurgicales, etc.). » (5).

2.3.1.2.2. Patients standardisés

Comme nous avons déjà vu auparavant, cette technique s'est développée dès les années 80 en Amérique du Nord. Cet outil pédagogique a pour but de former les apprenants dans un contexte au plus près de la réalité en possédant l'avantage de ne présenter aucun risque pour le patient (7). Elle présente un intérêt majeur dans l'entrainement centré sur les relations humaines ou les habiletés de communication en situation de crise. En effet, dans ce type de simulation, nous retrouvons une interaction avec un être humain et non pas avec un mannequin en plastique. Dans la majorité des cas, la simulation humaine est réalisée à l'aide de patients volontaires ou d'acteurs recrutés et formés pour jouer un rôle préétabli dans un but d'enseignement et d'apprentissage. Dans l'idéal, le participant ne connait pas l'acteur. Mais le concept de patient simulé se distingue actuellement par 3 types (11) :

- Le patient simulé : le patient simulé est « une personne soit malade, en traitement et stable, soit bien portante et acceptant de participer à la formation des professionnels de la santé » (11). Le patient utilise sa propre histoire ou simule une pathologie.
- Le patient instructeur : le patient instructeur correspond à « un vrai patient, qui souffre d'une pathologie et qui met son expertise et son expérience de vie

personnelle au service d'apprenants, pour les guider et leur donner un feed-back de leur performance » (11). Le patient possède l'avantage d'avoir vécu la maladie, il peut donc en parler et juger de l'examen physique grâce à son expérience.

- Le patient standardisé : le patient standardisé est « une personne bien portante qui a été spécialement formée pour simuler l'histoire d'un vrai patient et pour reproduire systématiquement les signes cliniques, la personnalité, le langage corporel et les réactions émotionnelles qui auront préalablement définis un scénario » (11).

Avantages

L'intérêt principal de cet outil de simulation, vient du fait qu'il puisse restituer la dimension émotionnelle et relationnelle. Il développe ainsi ses compétences en termes de communication avec le patient surtout lorsqu'il s'agit d'un enjeu fort ou de la transmission d'une information complexe au patient. Il permet d'appréhender des patients difficiles ou bien des sujets délicats.

Le patient standardisé réagit aux comportements de l'apprenant comme le ferait un vrai patient. L'apprenant peut donc explorer son champ de compétences. Cette étape de simulation permet de faire la transition avec de vrais patients. Pour faire suite à la situation, l'étudiant aura la possibilité d'avoir un *feedback* immédiat.

De plus la méthodologie de travail est normalisée, reproductible et objective. C'est un outil relevant de la pédagogie active. Les mises en situations sont conçues grâce aux objectifs d'apprentissage pour permettre aux apprenants d'acquérir les compétences cliniques en fonction d'une progression programmée. Le patient standardisé permet donc à l'apprenant de maitriser des compétences et d'accroitre leur confiance, consolidant ainsi les apprentissages (7) (11). Il peut également être utilisé pour l'évaluation des compétences.

Inconvénients

Certains signes cliniques ne peuvent pas être simulés, comme par exemple la présence d'une lésion carieuse. De plus, le patient standardisé ne doit pas être exposé à des gestes médicaux risqués ou douloureux (11).

Par ailleurs, si le jeu de rôle manque de réalisme, il peut empêcher l'étudiant d'entrer dans la situation et ainsi l'exercice perd tout son intérêt (11).

Enfin, l'utilisation de cette méthode peut être coûteuse. En Suisse, les patients standardisés sont rémunérés 30 à 40 CHF (équivalent à environ 27 à 37 euros) par heure. En plus de cette rémunération, le patient standardisé implique également le financement de l'infrastructure s'occupant du recrutement et de la formation. L'aspect financier peut ainsi représenter un frein.

2.3.1.2.3. Jeux de rôles

Le jeu de rôle simule une situation pouvant être réelle, « en partie imprévisible dans un environnement fictif spécifique ». Le jeu de rôle se distingue du patient standardisé par le fait que les personnes jouent un rôle fictif plus ou moins déterminé, en improvisant le dialogue. Il est donc sans danger.

Tout comme le patient standardisé, cet outil de simulation permet en priorité de favoriser l'apprentissage des habiletés relationnelles. A la fin de la séance, le comportement de chacun est analysé (5).

2.3.2. La simulation non organique

La simulation non organique est ainsi répartie en 2 sous-parties que sont la simulation synthétique et électronique décrites ci-après.

2.3.2.1. La simulation synthétique

La simulation synthétique regroupe essentiellement les simulateurs procéduraux et les mannequins simulateurs de patients.

2.3.2.1.1. Simulateurs procéduraux

Le principe de la simulation procédurale est de recourir à une partie synthétique de corps humain afin de former l'apprenant à certains gestes techniques et ainsi pouvoir les répéter autant de fois que nécessaire jusqu'à les maitriser parfaitement sans risque pour le patient (7). Elle s'intéresse surtout à l'acquisition d'une gestuelle technique telles que l'intubation ou la pose de perfusion (11). Certains simulateurs plus sophistiqués permettent de reproduire des interventions chirurgicales nécessitant une haute technicité (5).

Par exemple, la croix rouge utilise le mannequin prénommé MiniAnne de Laerdal® possédant un visage et un torse afin d'enseigner la technique du bouche à bouche et le massage cardiaque (7).

2.3.2.1.2. Mannequins simulateurs de patient

Il est important de préciser que le choix du type de mannequin reposera tout d'abord sur les objectifs pédagogiques prédéterminés. De nos jours, de nombreux types de mannequins avec diverses fonctionnalités ne cessent d'être développés. Les mannequins sont de plus en plus sophistiqués et hautement réalistes pour certains. Les mannequins simulateurs de patients représentent le corps humain ou uniquement une partie du corps en grandeur nature. Ils sont utilisés pour travailler les compétences techniques et/ou non techniques.

Les mannequins simulateurs de patients sont classés en trois catégories dépendantes de la qualité de la reproduction anatomique et de la qualité de la réponse comportementale aux actions des participants. Ces deux critères vont ainsi définir le niveau de fidélité de l'équipement et ainsi déterminer dans quelle catégorie suivante se trouve le mannequin : basse fidélité, moyenne fidélité et haute-fidélité. Ces trois catégories seront détaillées dans la suite de cette thèse.

Nous pouvons ainsi constater que depuis le mannequin simulateur de patient Resusci Anne de Laerdal®, de nombreux progrès ont été réalisés. Les interfaces informatiques augmentent considérablement le réalisme de ces mannequins. Il faut cependant faire attention aux technologies quelques fois superflues pouvant déroger des objectifs pédagogiques premiers de cet outil (11).

Notions de fidélité et de technicité

La degré de fidélité fait référence à la mesure dans laquelle une situation simulée est semblable à la situation clinique réelle (25). Les facteurs pris en compte dans la fidélité de l'équipement (ou fidélité technique) sont la fidélité de la reproduction anatomique et la qualité de la réponse comportementale (interface informatique intégrée au mannequin) (11). Les mannequins haute-fidélités sont de grandeur nature et extrêmement réalistes.

Les mannequins sont catégorisés en fonction de la réponse informatique aux actions des participants :

- Mannequin basse technicité : ne possède pas d'informatique
- Mannequin haute-technicité : possède une interface informatique pilotée par un opérateur jusqu'à la réponse physiologique intégrée en fonction de l'action des participants et basée sur des modèles physiologiques intégrés dans le pilotage du mannequin (11).

Les mannequins dits de basse technicité représentent le corps humain en 3 dimensions en totalité ou une partie mais sont essentiellement caractérisés selon la littérature par le fait qu'ils n'intègrent pas d'informatique. Leur utilisation première relève de l'apprentissage des gestes techniques et cliniques tel que l'intubation, la pose de cathéters, la pose de perfusion en médecine ou l'apprentissage de soins conservateurs sur des dents en ivoirines en odontologie, développant ainsi les habiletés techniques et procédurales (7) (11).

Les simulateurs haute-fidélité et haute-technicité, également appelé « pleine échelle », ont la possibilité de respirer, parler, répondre à des stimuli et peuvent être contextualisés dans une salle de soin ou d'opération augmentant encore le réalisme de la situation (3). Ces mannequins à la pointe de la robotique, peuvent nécessiter la présence d'un formateur situé dans une régie technique. Ils peuvent également être autonomes en bénéficiant d'un programme informatique doté d'un déroulé de la séance et d'un feedback en fonction des gestes effectués par l'apprenant.

La fidélité ne se base pas uniquement sur la technicité et l'informatique intégrées dans le mannequin. Par exemple, un bras de mannequin - initialement catégorisé comme basse fidélité - utilisé pour l'entrainement aux perfusions et intégrés dans une manche d'un acteur semble très réaliste et peut ainsi être considéré comme de la simulation haute-fidélité, permettant la réalisation d'un geste invasif tout en ayant des interactions avec le patient dans un environnement proche de la réalité. D'autre part, les mannequins haute-technicité tel que le SimMan 3G® sont d'un point de vue dentaire basse fidélité car il est impossible de réaliser des soins sur ce mannequin malgré toutes les réponses physiologiques et la technologie très développée. En effet, le mannequin n'ouvre pas la bouche, les dents fictives n'ont pas le même aspect ni la même texture que les dents réelles. Au contraire, les mannequins tête de fantômes

sont considérés de basse-technicité par la littérature car ne possèdent aucune robotique, mais sont bien plus fidèles à la réalité concernant les soins dentaires.

Exemples de mannequins haute-technicité

Le premier mannequin pleine échelle contrôlé par ordinateur a été développé en 1960. Ce premier mannequin n'est autre que le Sim One® (*Figure 4*) qui nécessitait un nombre important d'ordinateurs et d'opérateurs pour fonctionner (25).

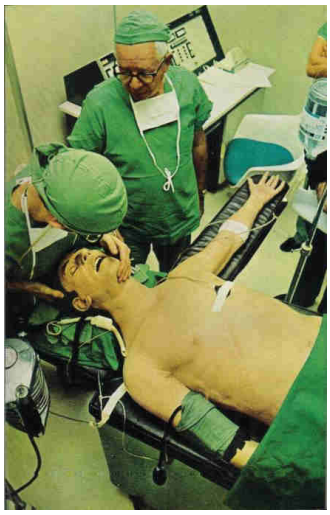

Figure 4 : Mannequin Sim One® (26)

De nos jours, les trois principaux fabricants de mannequins haute-technicité aux Etats-Unis sont Laerdal, CAE Healthcare et Gaumard. Ces 3 compagnies ont développé plusieurs mannequins ayant chacun sa particularité et ses possibilités. Nous pouvons entre autres citer METIman® et METI HPS® de CAE Healthcare, HAL S3201® et SUSIE 2000® de Gaumard et enfin SimMan® (*Figure 5*) 3G de Laerdal. Vous retrouvez un comparatif des capacités de ces différents mannequins dans l'*Annexe 1* (25).

Figure 5 : SimMan 3G® (25)

2.3.2.2. La simulation informatique

Plus la technologie des jeux vidéo s'améliore, plus l'intérêt porté à ce type de technologie augmente et leur fin initiale est détournée pour obtenir des jeux dits « sérieux » (27). Nous verrons notamment le développement de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée à des fins pédagogiques.

2.3.2.2.1. Réalité virtuelle

La réalité virtuelle est décrite comme une « technologie informatique reproduisant un environnement, réel ou imaginaire, qui simule la présence et l'environnement physique d'un utilisateur pour permettre une interaction » (7).

La réalité virtuelle peut être utilisée au moyen d'un casque. Elle a l'avantage de pouvoir proposer un panel étendu de scénarios plus ou moins complexes avec des capacités immersives réelles, sans être nécessairement présent dans un centre de simulation, et de pouvoir réitérer l'entrainement autant de fois que nécessaire. Dans le cadre de réalité virtuelle, nous parlons de patients virtuels. L'enseignement est axé sur l'acquisition du raisonnement clinique – compétence essentielle à acquérir lors de la formation d'un professionnel de santé – plutôt que sur l'acquisition de connaissances. Le raisonnement clinique s'acquiert généralement auprès des malades, mais de plus en plus, les étudiants ont recours à l'usage de patients virtuels pour pallier le manque de variété des cas cliniques en situation réelle d'une part et pour acquérir davantage d'expérience avant d'être en relation avec un patient. Il est souvent possible d'adapter le niveau de difficulté en fonction de l'expérience de l'apprenant. De plus, ils présentent souvent l'intérêt de posséder un système interactif pouvant donner une rétroaction à l'apprenant (11).

En revanche les simulateurs virtuels sont généralement couteux au moment de l'achat, puis à l'entretien (mises à jour des logiciels, renouvellement des licences). L'utilisation de ce type d'outil n'est pas toujours accompagnée de débriefing, étape considérée comme la plus importante lors de la séance de simulation. Il a également été noté que certaines composantes visuelles ne sont pas toujours exactes, faussant ainsi l'apprentissage visuel qui fait partie d'une compétence essentielle dans le domaine de la santé (11).

2.3.2.2.2. Réalité augmentée

La réalité augmentée « consiste à construire une représentation se superposant au monde réel » (7). Elle désigne les « systèmes informatiques proposant la superposition d'un monde virtuel en 3D ou 2D à la perception qu'un individu à naturellement de la réalité et cela en temps réel ». Cet outil s'applique pour les perceptions visuelles, proprioceptives, tactiles et auditives (5).

2.3.2.2.3. Les serious games

Selon l'article Lelardeux *et al.* (28), les *serious games* sont définis comme une « application informatique, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects utilitaires (*Serious*) tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (*Game*). Une telle association, qui s'opère par l'implémentation d'un scénario utilitaire, qui, sur le plan informatique correspond à implémenter un habillage (sonore et graphique), une histoire et des règles idoines, a donc pour but de s'écarter du simple divertissement ».

Les *serious game* sont ainsi considérés comme une association entre un jeu vidéo et un scénario utilitaire.

Des variantes de *serious game* se développent, tels que des *escape games,* qui ont notamment recours aux compétences techniques des joueurs lors d'énigmes s'inspirant des grands principes de la simulation. Cette évolution répond à une demande de diversification des méthodes d'apprentissage afin de redynamiser l'enseignement et transmettre des connaissances et des compétences de manière ludique. En effet, il existe une baisse d'engouement des étudiants face aux méthodes classiques d'enseignement, en particulier les cours magistraux (29). La simulation s'inscrit également dans cette démarche de redynamisation.

2.3.3. La simulation mixte ou simulation hybride

La simulation hybride correspond à l'association de plusieurs techniques de simulation (5). Généralement la simulation hybride combine un patient standardisé dans un premier temps puis utilise un matériel technique dans un second temps (7). Dans la pratique, l'apprenant interroge le patient simulé puis les gestes techniques sont réalisés sur des mannequins, partie de corps ou autre matériel (17). Il est également

possible de combiner dans un même temps l'utilisation du patient standardisé et du matériel technique.

2.4. La simulation en chirurgie dentaire

La majorité de nos actes sont irréversibles et nécessitent que le futur praticien acquière de l'expérience au niveau pratique ainsi que théorique pour prodiguer des soins de qualité. La simulation est au cœur de la formation des futurs chirurgiens-dentistes car la formation initiale se fait tout d'abord sur des mannequins appelés « fantômes » (21).

2.4.1. Historique

La simulation en chirurgie dentaire n'est pas un phénomène nouveau. Dès les débuts de la formation des chirurgiens-dentistes, de vraies dents étaient utilisées et travaillées à même la table. Dans les années 1800, les étudiants en chirurgie-dentaire ont dû faire face à une disponibilité restreinte de dents naturelles pour la pratique. Dès la fin du 20ème siècle, l'utilisation de dents à base de résine a été généralisée. De nos jours, les dents naturelles sont toujours utilisées notamment pour les travaux pratiques d'endodontie par exemple (30).

En 1894, Oswald Fergus a mis au point les têtes de « fantôme » (*Figure 6*) afin d'améliorer le réalisme. Les simulateurs « têtes de fantômes » étaient initialement un assemblage de deux mâchoires en laiton avec une tige métallique permettant de retirer et insérer une denture complète artificielle constituée de dents individuelles en plastique ou de dents naturelles extraites.

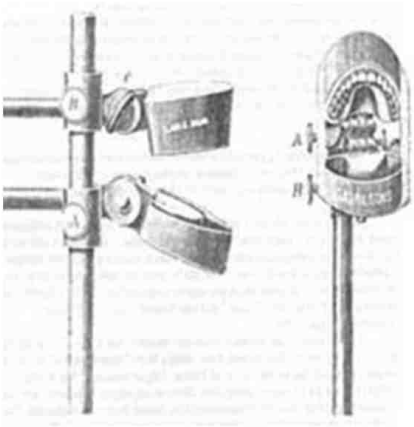

Figure 6 : Tête de "fantôme" composée de deux mâchoires en laiton et une tige métallique (30)

Ce simulateur est un outil de simulation emblématique et systématique de l'enseignement dentaire encore aujourd'hui. Pour répondre a plus de réalisme lors de la simulation pré-clinique, des mannequins avec des têtes, des torses en bois et des systèmes de mastication ont été développés (31).

Le transfert de compétences en clinique est de ce fait facilité lors de l'apprentissage sur tête de fantôme par rapport au travail sur la paillasse car il permet de mettre l'étudiant dans une situation proche de la réalité. D'une part l'étudiant gagne en confiance vis-à-vis de ses compétences, d'autre part la simulation lui permet de réaliser de nouveaux gestes techniques en toute sécurité.

Plus récemment, d'autres techniques de simulation plus sophistiquées ont fait leur apparition dans le domaine de la dentisterie. En effet, au début des années 2000, les simulateurs de réalité virtuelle ainsi que les simulateurs assistés par ordinateur ont été introduits dans les écoles dentaires d'Amérique du Nord et d'Europe (30). En 2003, les simulateurs de réalité virtuelles haptiques ont commencé à être utilisés dans les écoles dentaires.

Actuellement, les écoles dentaires utilisent en tant que simulateurs des mannequins. Ces modèles simulés permettent d'expliquer et d'améliorer la coordination œil-main ainsi que la dextérité des étudiants. De nouvelles technologies sont en cours de développement pour inclure l'haptique (sens du toucher) et l'environnement dans les exercices de simulation, car ces technologies sont censées augmenter les capacités motrices et l'efficacité des élèves ainsi que la réduction du temps de travail des professeurs. Malgré ces améliorations technologiques, il n'y a qu'une intégration limitée des technologies de l'haptique et de la réalité virtuelle dans la formation dentaire de premier cycle (32).

2.4.2. La simulation dans la formation des chirurgiens-dentistes

L'utilisation de la simulation pour la formation des chirurgiens-dentistes est primordiale pour différentes raisons.

Tout d'abord, les premières étapes du contact clinique avec le patient peuvent être stressantes. La simulation joue un rôle important afin de permettre une meilleure transition en clinique en augmentant la confiance des étudiants (33). En effet, les

apprenants ont déjà pu rencontrer ce type de scénario auparavant à l'aide de différents outils de simulation, la situation n'est donc pas inédite et un peu moins déstabilisante.

De plus, le développement des compétences communicationnelles est primordial à la formation du chirurgien-dentiste. Il est indispensable tant dans l'échange avec le patient et la famille qu'avec les autres professionnels de santé. En effet, les problèmes de communication entre médecin et patient sont fréquents et ont des répercussions négatives sur les soins (34). Les compétences communicationnelles peuvent être définies par la communication verbale et non verbale qui intègrent les compétences suivantes : utilisation d'un langage corporel approprié, le choix du langage, l'aide à la compréhension des termes médicaux qui permettent au professionnel de santé de guider les patients (35). Ces compétences sont utilisées dans de nombreuses interactions patient-médecin : obtention des antécédents médicaux, aide à la prise de décision du patient, conseils sur la modification du comportement du patient, la prévention, information sur un évènement indésirable etc. Afin de développer ces compétences, la simulation joue un rôle important car elle permet de pratiquer sans risque pour les patients et pour les professionnels de santé en réduisant les préjudices émotionnels par la création d'un environnement protégé (35). Les techniques de simulation essentiellement utilisées pour le développement des compétences communicationnels sont les patients standardisés, les systèmes informatiques, les simulateurs de réalité virtuelle et les mannequins haute-fidélité car ils intègrent des interactivités humaines.

D'autre part, les compétences manuelles sont l'un des points clé de ce métier. En effet, tous les domaines de la dentisterie dépendent de la capacité du dentiste à avoir des compétences chirurgicales et psychomotrices développées (33). Une grande partie des activités du chirurgien-dentiste implique l'utilisation d'instruments, tels que des contre-angles à grande vitesse, qui ont la capacité de couper et de potentiellement blesser tout tissu en contact avec l'appareil. La compétence et la confiance dans l'utilisation de ces instruments sont primordiales pour la sécurité du patient (33). Les étudiants en chirurgie dentaire doivent atteindre un niveau de compétence acceptable avant de pouvoir réaliser des soins sur leurs patients, car la plupart des procédures sur les dents sont irréversibles, et l'apprentissage de ces compétences uniquement sur les patients n'est pas une pratique acceptable (33). Par conséquent, la plupart des procédures gestuelles sont d'abord apprises de manière simulée avant que les

étudiants ne passent aux soins directs aux patients. La simulation est essentielle car elle permet de répéter les procédures plusieurs fois, ce qui garantit que l'étudiant démontre un niveau de compétence et d'habileté procédurale constant et acceptable (33). Ainsi, l'utilisation appropriée de la simulation dans un programme de formation professionnelle permet aux étudiants d'affiner leurs compétences cliniques sans risque de nuire au patient pendant le processus d'apprentissage (32).

Enfin, avec l'augmentation des effectifs étudiants et le nombre limité d'enseignants, l'aspect financier de la simulation de pleine échelle et la diversification des enseignements et des évaluations, il y a nécessité pour les universités de se tourner vers un enseignement basé au moins partiellement sur la simulation virtuelle (32).

2.4.3. Les différents types de simulateurs en odontologie

2.4.3.1. La tête de fantôme

La tête de fantôme (*Figure 7*) est un pilier de l'apprentissage en dentisterie sur laquelle les étudiants peuvent effectuer essentiellement des préparations et des restaurations (36). La tête fantôme est un simulateur de tâche partielle qui permet d'apprendre à l'étudiant les processus de restauration dentaire de manière isolée du patient et des complexités de l'environnement clinique. Il entraine également la capacité à développer des compétences en ergonomie (33). Ce type de simulation permet de standardiser l'apprentissage et l'évaluation car les caractéristiques évaluées sont mesurables et reproductibles. Ces mannequins sont présents dans quasiment toutes les facultés de chirurgie-dentaire. Ils comprennent la tête avec le système masticatoire articulé auquel est ajouté des arcades dentaires contenant des dents en résine et incluent généralement le haut du torse.

En revanche, la tête de fantôme ne reproduit pas l'environnement clinique, ce qui peut affecter le transfert de compétences lors de la prise en charge de vrais patients. En effet, elle ne fournit qu'une connaissance partielle de la pratique clinique et n'inclut pas les compétences cliniques essentielles telles que la communication avec les patients, le raisonnement clinique, l'établissement de diagnostics ou la prise de décision thérapeutique.

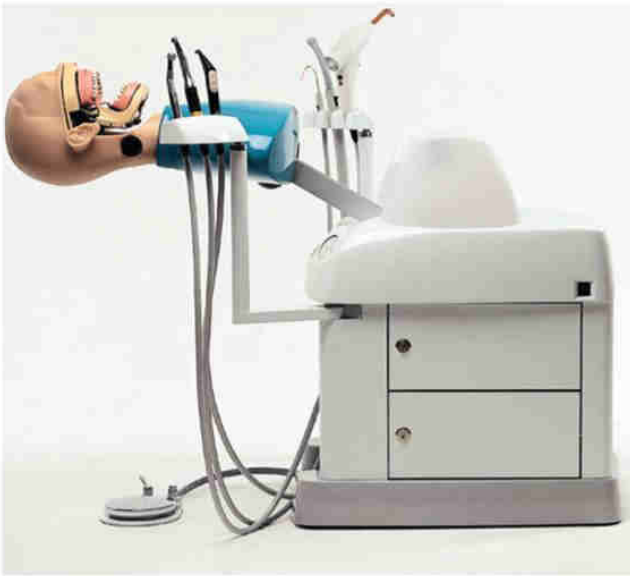

Figure 7 : Mannequin fabriqué par la marque Kavo® avec représentation de la tête et du torse (33)

2.4.3.2. Patients standardisés

Les patients standardisés sont utilisés dans l'enseignement médical depuis le début des années 1960. En revanche, en odontologie, ils ont été utilisés à partir des années 1990 (33). Dans l'enseignement dentaire, comme dans toute formation médicale, les patients standardisés sont très utiles pour développer les compétences de communication et les relations interpersonnelles. Le plus souvent, des consultations sont simulées : anamnèse, examen clinique de la tête et du cou, annonce d'un évènement indésirable (fracture d'instrument par exemple).

2.4.3.3. La simulation sur ordinateur

Les ordinateurs peuvent être extrêmement utiles pour simuler des patients ou des mises en situation (par exemple le choix des instruments pour la préparation d'un plateau technique pour une pose d'implant). Les étudiants ont la possibilité d'interagir avec le programme qui fournit des réponses instantanées en fonction des choix de l'apprenant (33,37). Ce retour d'information immédiat permet une auto-évaluation de l'étudiant et augmente sa confiance en soi (37).

L'utilisation de patients virtuels dans l'enseignement dentaire présente de nombreux avantages tels que la standardisation des expériences, l'interactivité, la confrontation à des cas rares et un retour d'information immédiat. Les inconvénients sont le coût (développement du logiciel, achat du matériel, entretien, licences) et les limites

inhérentes à l'informatique (pas de travail des gestes techniques, pas de sensations/retours de force, interactions interindividuelles moins spontanées que face à un patient standardisé).

2.4.3.4. Les mannequins haute-fidélités

Les mannequins haute-fidélités dédiés à l'odontologie sont de plus en plus réalistes. Ces mannequins peuvent bien sûr respirer et parler mais aussi ouvrir ou fermer la bouche, les yeux, saliver, vomir, gémir. Leurs visages sont dotés d'expressions faciales, exprimant ainsi différentes émotions telles que la douleur, la peur ou la surprise. Les instructeurs peuvent diriger les expressions et les mouvements du mannequin à distance pour apprendre aux étudiants à être vigilant au ressenti du patient pendant les soins (33).

2.4.3.5. La réalité virtuelle et la simulation haptique

Les mondes virtuels reposent sur des modèles mathématiques et des programmes informatiques permettant aux utilisateurs de se déplacer dans le cabinet dentaire comme ils le feraient dans la réalité (33).

Récemment, des simulateurs de réalité virtuelle utilisant le retour d'information haptique ont été introduits dans les programmes en tant que dispositifs de formation pour l'acquisition de la dextérité manuelle dans les tâches de sondage et de préparation des dents.
Ajouter la technologie haptique au monde de la réalité virtuelle offre aux utilisateurs la possibilité d'interagir avec des objets virtuels par le toucher (33). L'utilisation de la technologie haptique en simulation dentaire permet de générer un retour de force permettant de ressentir les sensations au moment du fraisage du matériau sur dent virtuelle. Ces simulateurs permettent aux étudiants d'apprendre et de pratiquer dans un environnement sûr et réaliste (33).
Différents simulateurs dentaires utilisant le système de technologie haptique existent. Parmi eux, nous pouvons citer PerioSim®, VOXEL-MAN Dental®, hapTEL® et MOOG Simodont Dental Trainer®.

En dentisterie, les simulateurs basés sur la réalité virtuelle présentent de nombreux avantages. En effet, ils offrent la possibilité d'améliorer la motricité fine, la coordination

œil-main dans le cadre préclinique ce qui permet une transition plus en douceur vers le cadre clinique (32). Ce type de simulation ne peut se substituer entièrement aux méthodes d'enseignements traditionnelles.
L'utilisation d'une clinique virtuelle semble réduire l'écart entre le programme préclinique traditionnel et la clinique en ajoutant des scénarios plus réalistes dans l'environnement de formation préclinique et en fournissant une plus grande variété de situations simulées (33).
Enfin, la simulation basée sur la réalité virtuelle offre la possibilité aux étudiants de s'exercer sans limite et sans avoir besoin d'utiliser des consommables comme les fraises ou encore les dents en plastique. Elle offre également un retour d'information immédiat (38).
Une étude a démontré que lorsqu'ils sont formés avec le simulateur de réalité virtuelle, à partir d'un minimum de 6 heures de cours, les étudiants apprennent plus vite que leurs pairs dans le cours préclinique traditionnel, arrivent au même niveau de performance que celui attendu des étudiants formés de manière traditionnelle, accomplissent plus de procédures de pratique par heure (32).

Exemples de simulateurs dentaires

En plus d'améliorer les compétences manuelles des apprenants, les simulateurs basés sur la réalité virtuelle tels que DentSimTM®, PerioSim® et Simodont® ont pu aider les élèves à explorer les différentes procédures de traitement (32).

- DentSim ®

Les unités DentSim® (*Figure 8*) sont des simulateurs dentaires informatisés et développés par DenX Ltd (33). DentSim® a été l'un des premiers système de réalité virtuelle pour l'enseignement de la dentisterie restauratrice (38).
Ce simulateur comprend une tête fantôme, un ensemble d'instruments dentaires, des capteurs infrarouges, une caméra infrarouge aérienne avec un moniteur et deux ordinateurs (32). Le capteur infrarouge scanne la bouche du patient simulé. Une fois que la caméra a capté les signaux, il est possible de calculer l'emplacement exact de la pointe de la fraise par rapport à la dent. Cette information est transférée et affichée sous forme d'image de la dent en trois dimensions et codée par couleurs. Grâce au simulateur, le travail de l'étudiant est enregistré et comparé à une préparation idéale prédéfinie ou sélectionnée par le formateur dans la base de données du logiciel. Ce

simulateur permet ainsi de recevoir un retour d'information immédiat, en trois dimensions (32,33). Les apprenants peuvent ainsi s'entrainer de manière autonome et améliorer leurs compétences techniques tout en réduisant leurs dépenses. Selon une étude de Jasinevicius *et al*. (39) l'utilisation de méthodes virtuelles a permis de diviser par cinq le temps d'enseignement de la faculté par rapport aux méthodes précliniques traditionnelles (32). En effet, les étudiants utilisant les méthodes virtuelles bénéficient d'un retour d'information de la part du simulateur et ainsi sollicitent 5 fois moins le retour d'information auprès des enseignants contrairement aux méthodes précliniques traditionnelles. Toutefois, les étudiants qui ont utilisé un système de simulation non assisté par ordinateur nécessitent plus d'interactions avec les enseignants de la faculté.

Figure 8 : DentSim® (33)

- Simodont Dental Trainer ®

Ce simulateur de réalité virtuelle haptique (*Figure 9*) a été développé par le groupe industriel MOOG et le centre universitaire de dentisterie d'Amsterdam (32,33). Ce

logiciel comprend différents modules tels que la dextérité manuelle, la cariologie, les exercices pour préparation de couronnes et ponts et des études de cas cliniques. Des modules de parodontologie et d'endodontie étaient en cours de développement en 2017 (32). Actuellement, seul le module endodontique a abouti et permet aux étudiants de réaliser les préparations de cavité d'accès endodontiques (40). Ce simulateur haptique permet de calculer un retour de force réaliste procurant ainsi la sensation réelle de contact avec une dent (33). La projection tridimensionnelle et la technologie des miroirs permet d'obtenir une image stéréo haute résolution visible dans l'espace de travail de la pièce à main. De plus, le module sonore intégré rend fidèlement le son d'une pièce à main dentaire.

Figure 9 : MOOG Simodont Dental Trainer® (33)

- PerioSim ®

PerioSim® est un système de technologie haptique qui utilise une sonde parodontale. Il a été développé à l'université de l'Illinois à Chicago. Ce système se compose d'un poste de travail informatique, d'un dispositif haptique et d'un moniteur informatique stéréoscopique avec lunettes. Ce simulateur est utilisé pour la formation et l'évaluation des performances des étudiants en matière de sondage parodontal et de détection de

la sensation d'une lésion carieuse. La pression exercée avec l'instrument peut être visualisée et enregistrée.
Ce simulateur permet ainsi aux stagiaires d'apprendre à diagnostiquer et à traiter les maladies parodontales en visualisant une bouche humaine en trois dimensions et en éprouvant des sensations tactiles en touchant les dents, la gencive, du tartre avec des instruments dentaires virtuels (38).
Cependant, selon une étude menée à l'université de l'Illinois à Chicago les sensations tactiles ressenties pour les tissus gingivaux ne donnent pas entière satisfaction (38).

2.5. Aspects techniques

2.5.1. Déroulement d'une séance de simulation

Une séance de simulation doit répondre à un protocole bien particulier. Dans un premier temps, il est indispensable de définir les objectifs pédagogiques de la séance. De ces objectifs découle ensuite la rédaction d'un scénario se rapprochant le plus possible d'une situation réelle.

Une séance de simulation se découpe en trois temps bien distincts : le briefing, le déroulement du scénario et le débriefing (3).

2.5.1.1. Le briefing

La séance de simulation débute par le briefing qui correspond au temps de familiarisation des stagiaires avec le matériel, l'environnement et le scénario. Il est indispensable au bon déroulement de la séance. En effet, les informations sont transmises afin de permettre à l'apprenant une meilleure compréhension de ce qui sera attendu de lui (41). C'est une étape importante qui permet au formateur de présenter l'environnement et le contexte. Lors de ce moment on précise le cadre et les objectifs de la séance de simulation.

La phase de briefing se déroule en trois parties (41) :

- La première partie se concentre sur « l'expérience pédagogique globale » (41). La pédagogie par la simulation est expliquée aux apprenants. Lors de cette partie, il est nécessaire de détailler aux apprenants les différentes étapes de la séance que sont le briefing, la simulation du scénario et le débriefing. Il est

également primordial d'énoncer la thématique de la session, les règles de fonctionnement.

Les règles de fonctionnement sont la confidentialité et le respect mutuel. En effet, le contenu du scénario ne doit être évoqué que lors de la séance. Il n'est pas permis de prendre des photographies lors de la séance. De plus, le respect mutuel et la bienveillance entre les différents membres et acteurs de la séance de simulation sont exigés. Il est rappelé aux participants que l'apprentissage se fait grâce aux erreurs, que tout le monde fait des erreurs et que la séance de simulation est le lieu pour faire des erreurs sans conséquences délétères pour le patient (41). Il est également expliqué aux différents apprenants que certains auront un rôle d'acteur et d'autres d'observateur. La participation en tant qu'acteur se déroule sur la base du volontariat. Après avoir précisé que les apprenants seront scindés en 2 groupes, il est expliqué que la séance est enregistrée et retransmise en direct aux observateurs si c'est le cas. Cette vidéo pourra ensuite être utilisée dans la phase de débriefing.

- La seconde étape est centrée sur la présentation de l'environnement, des équipements et du simulateur.

  Il est important de présenter le simulateur (mannequin) afin d'expliquer les possibilités et les limites. Dans le cas d'un patient simulé, on annonce également ce qu'on peut faire et ne pas faire. Dans les deux situations, il est rappelé que le simulateur et/ou le patient simulé doit être traités avec dignité, respect et professionnalisme.

  Concernant l'environnement, il faut montrer aux participants les éléments qui le composent, ce à quoi ils ont accès lors du scénario, où se trouve le matériel, s'il est éventuellement possible d'ouvrir des placards, d'utiliser un poste informatique, un téléphone etc (41).

- La troisième partie correspond au briefing du scénario.

  Le contexte du scénario est décrit (localisation, contexte clinique). Les rôles des différents participants sont attribués (41). Il est ensuite possible de briefer les différents acteurs chacun de leur côté pour leur expliquer leurs rôles respectifs.

Cette étape a également pour objectif de mettre à l'aise les apprenants afin de « créer un environnement propice à l'apprentissage » (5).

2.5.1.2. Déroulement du scénario

Après le briefing vient le passage à la simulation proprement dite. Lors de cette étape, le formateur doit pouvoir faire évoluer le scénario en fonction de la réaction du stagiaire. Il ajuste sans cesse le scénario pour que l'étudiant reste dans une optique de résolution de problème (5). Pour cela, il est important que le formateur connaisse le métier et qu'il ait une expérience de l'approche pédagogique par la simulation. Le formateur possède deux rôles : celui de faire évoluer le scénario et d'évaluer les apprenants.

Lors de cette étape, les apprenants sont généralement scindés en 2 groupes, les participants et les observateurs. Les observateurs ont l'opportunité de suivre les participants lors du déroulement du scénario soit par moyen visuel direct ou dans une salle d'observation où la séance de simulation est retransmise directement grâce à un système audiovisuel (5) (41). Les observateurs ont ainsi pour rôle de relever les compétences techniques et non techniques auxquelles les participants ont recours pendant le déroulé du scénario.

La séance de simulation se révèle être interactive lors de la pratique sur le mannequin ainsi que lors de la phase de débriefing. Comme nous allons le voir dans la partie suivante, le débriefing est un moment capital au sein de cette formation où l'apprenant peut s'exprimer et ainsi analyser les aspects à améliorer (12).

2.5.1.3. Debriefing

Une fois le scénario terminé, un debriefing de la séance a lieu à l'aide ou non d'un enregistrement vidéo. Le débriefing est le moment le plus important de la séance en termes d'apprentissage car il aide les personnes à effectuer une réflexion sur leurs actions et leur raisonnement. Il est défini comme « une analyse post-évènementielle » (41). Le temps de débriefing est généralement au moins aussi long que la durée du scénario et dure en moyenne entre 20 et 45 minutes (41). Le débriefing se doit d'être bienveillant et dépourvu de tout jugement (41). Lors de cette étape, la mise en situation simulée est analysée et synthétisée par le formateur et les apprenants. Le débriefing est structuré en 3 phases :

- La phase descriptive : lors de cette phase, les participants décrivent leurs impressions, leurs ressentis ainsi que les faits réalisés. Les participants verbaliseront les intentions de leurs actions.
- La phase d'analyse : correspond souvent à la phase la plus longue. Cette phase analyse les situations où les apprenants ont montré une conduite inappropriée. Elle permettra d'identifier les points forts et les points faibles de chaque participant.
- La phase d'application ou de synthèse : au cours de cette phase, les participants partagent ce qu'ils ont appris lors de la séance. Il est également nécessaire de faire une synthèse.

Comme dit précédemment, le débriefing peut être ou non assisté de la vidéo du scénario simulé. Il est ainsi possible de diffuser l'intégralité de la vidéo de la séance permettant ainsi aux participants d'apercevoir leur performance et de s'auto-évaluer, ou de passer uniquement les extraits pertinents. L'enregistrement peut être bénéfique lorsque les apprenants ne se souviennent plus de leurs actes ou leurs dires (42). Selon certaines études, la vidéo utilisée comme support lors du débriefing n'a montré aucune différence de bénéfice en comparaison au débriefing sans vidéo (41). Selon Oriot et Alinier (41), l'utilisation de la vidéo lors du débriefing doit se limiter au passage de quelques extraits sélectionnés afin d'apporter des preuves aux observations des débriefeurs (41) et d'appuyer les propos du formateur (5).

Le débriefing aide ainsi les professionnels de santé à s'améliorer (41) et participe en grande partie à la consolidation et la clarification des connaissances requises lors de la séance de simulation (24).

2.5.2. Environnement de simulation

L'environnement représente une partie importante de la séance de simulation. En effet le mannequin est juste un élément de l'environnement. Afin de faciliter l'immersion dans la mise en situation, le contexte dans lequel se trouve le mannequin doit être le plus réaliste possible (25). En effet, la qualité du transfert des apprentissages est principalement déterminé par la similarité de l'environnement simulé avec la réalité professionnelle (mobilier, instrumentation, personnes, environnement sonore etc) (17).

L'immersion dans l'environnement passe aussi par la réponse du mannequin, son aspect physique et ses données physiologiques.

Afin d'illustrer cette partie, nous allons décrire l'exemple de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Strasbourg (43) (44). Depuis septembre 2018, cette faculté s'est dotée pour la première fois en France d'une unité de simulation clinique et radiologique (*Figure 10*). L'unité de simulation clinique est entièrement aménagée comme un cabinet dentaire, équipée avec le matériel et le mobilier suivant : fauteuil dentaire, scialytique, matériel de soin, bureau, téléphone... Le SimMan 3G installé sur le fauteuil dentaire est capable entre autres de parler, saliver, respirer.

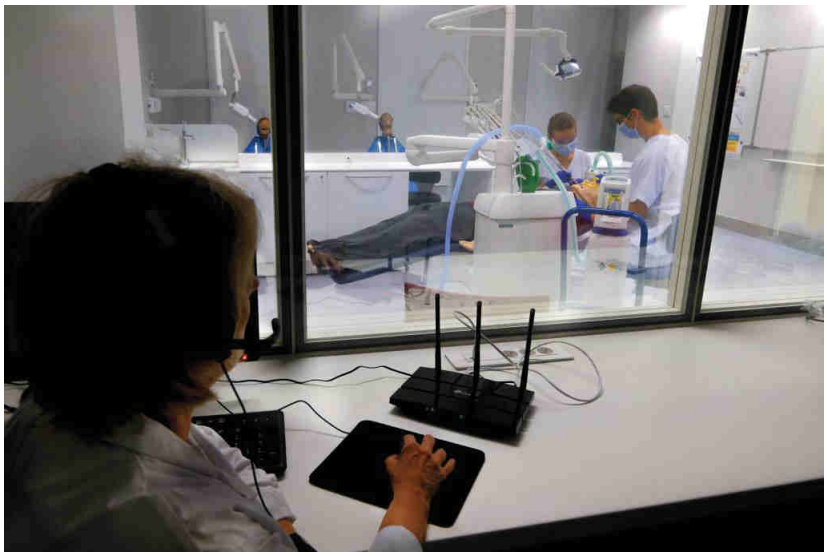

Figure 10 : Unité de simulation vue depuis le poste de pilotage du mannequin (43)

2.6. Limites de la simulation en santé

La simulation présente certaines limites que nous allons développer ci-dessous et qui peuvent expliquer pourquoi son utilisation n'est pas toujours aussi répandue qu'elle le devrait.

2.6.1. Aspects économiques et organisationnels

Le premier point sur lequel nous pouvons nous attarder est l'aspect économique. En effet, la mise en place des outils de simulation (locaux, matériel, personnel etc.) représente un coût important. Par exemple, en France un mannequin haute-technicité coûte entre 30 000 et 200 000 euros environs, un équipement audiovisuel minimal pour une salle de simulation standard 15 000 euros. En plus de cela, une salle de ce type nécessite de l'entretien, des techniciens, des formateurs et enseignants pour encadrer une séance entrainant des dépenses non négligeables (7). C'est pourquoi, il est souvent nécessaire d'associer un financement public et privé.

De surcroît, l'acquisition d'un simulateur nécessite de préciser le cadre d'utilisation de ce dernier. En effet, en fonction des objectifs pédagogiques préétablis (apprentissage des gestes techniques, non techniques, communication etc.), il sera nécessaire de choisir le type de simulateur. Aucun simulateur ne peut répondre à tous les objectifs pédagogiques (12).

De plus, afin de bénéficier de tous les aspects positifs d'une séance de simulation, cette dernière doit se dérouler avec un nombre de participants restreint pour faciliter les échanges. Or les étudiants en formation initiale en odontologie sont de plus en plus nombreux par promotion, l'intégration de séances de simulation dans leur programme de formation est donc complexe sur le plan organisationnel.

2.6.2. Facteurs limitants liés aux apprenants

La séance de simulation peut aussi représenter une épreuve stressante pour le participant, pouvant freiner la participation des étudiants ou des professionnels de santé en formation continue. Ainsi, certains individus peuvent être réticents à l'idée de participer à des séances de simulation, notamment les personnes plus timides, introverties (12). Certaines personnes ne sont pas convaincues par l'intérêt de la simulation et feront le choix de ne pas participer à la formation ou de ne pas s'impliquer même si leur présence est obligatoire.

2.6.3. Facteurs limitants liés aux simulateurs

Enfin, malgré l'évolution technologique importante, le matériel actuel ne permet pas encore de recréer le réalisme d'un patient en chair et en os (3). En effet, par exemple, un mannequin ne peut pas reproduire la motricité d'un patient (par exemple un enfant agité en odontologie pédiatrique).

2.7. Recommandations nationales et internationales

2.7.1. La simulation en santé au niveau international

2.7.1.1. Amérique du Nord

Au niveau international, l'Amérique du Nord est très certainement l'endroit où la simulation médicale est la plus développée tant pour la formation initiale que continue. Elle est utilisée pour développer diverses compétences telles que la communication, le travail en équipe, la recherche, les gestes techniques. En effet, cet outil pédagogique

est utilisé régulièrement dans la formation initiale des professions médicales et paramédicales. La formation interprofessionnelle et interdisciplinaire est un domaine dans lequel la simulation se développe afin d'améliorer la communication entre les professionnels de santé même si cette formation reste tout de même encore compliquée à mettre en œuvre sur le plan organisationnel (45).

La plupart des établissements proposent des programmes de simulation qui représentent un atout attractif (3) et un symbole d'excellence pour l'établissement en question. La simulation est également utilisée comme support pour l'évaluation des étudiants. Ces méthodes sont onéreuses mais sont intégrées dans la quasi-totalité des programmes des facultés de médecine en Amérique du Nord. Ils ont également recourt à la simulation pour procéder aux certifications et re-certifications des professionnels de santé (45).

Au Canada, on recensait six centres de simulation en 1999 contre plus de 60 en 2009 (45). Aux Etats-Unis le financement des programmes et centres de simulation provenait généralement du secteur public dans un premier temps, puis du secteur privé dans un second temps, tandis qu'au Canada le financement relève d'un partenariat privé-public.

2.7.1.2. Europe

En Europe, la simulation médicale est un outil pédagogique présent mais de manière inégale. Le développement de la simulation en Europe est plus récent qu'en Amérique du Nord. L'Angleterre est l'un des premiers pays d'Europe à utiliser la simulation haute-fidélité en santé lors de formations continues ainsi que pour les étudiants.

En Europe, les financements proviennent principalement des régions, des fonds privés de l'industrie telle que l'industrie pharmaceutique, de mécènes privés, des centres hospitaliers ou encore de l'université (3).

2.7.2. La simulation en santé en France

2.7.2.1. Utilisation

Contrairement à l'Amérique du Nord où la simulation est ancrée dans les parcours de formation médicale, en France elle représente une activité émergente qui intéresse de

plus en plus le domaine de la santé. La simulation en santé sur le territoire national est notamment utilisée pour les disciplines cliniques dites « à risques ».

Selon la Haute Autorité de Santé (3), la simulation procédurale (50%) est la technique de simulation la plus pratiquée en France, viennent ensuite les mises en situations (38%), la simulation haute-fidélité avec matériel (6%) et la simulation haute-fidélité environnementale (4%). Tous les centres de simulation français utilisent au moins un matériel haute-fidélité. Cependant, les matériels et les équipements demeurent généralement peu nombreux et peu diversifiés à l'heure actuelle.

2.7.2.2. Aspect économique

Le financement de la simulation en France provient de diverses origines et est souvent source de difficulté. Il est réparti entre les universités, les fonds publics et les fonds privés. Les moyens financiers sont généralement faibles ce qui a pour conséquence un équipement plutôt pauvre et des outils haute-fidélité disséminés.

2.7.2.3. Recommandations

En France, la Haute Autorité de Santé (HAS) est particulièrement dynamique et impliquée quant au développement de la simulation médicale souhaitant promouvoir son développement notamment en tant que méthode de Développement Professionnel Continu (DPC) (5). La HAS a pour mission de renforcer la sécurité du patient et la gestion des risques. Il en est de même du ministre de la santé qui soutient le développement de la simulation de manière active à travers la direction générale de l'offre de soins (DGOS). En effet, la DGOS a soumis deux instructions : la première datée du 12/07/2013 relative au programme national pour la sécurité des patients « incitant le développement de la simulation en santé » et la seconde du 19/11/2013 relative au développement de la simulation en santé, et accorde une dotation nationale annuelle de 8,26 millions d'euros (46). Parallèlement, la Société Francophone de simulation en santé (SoFraSimS) a vu le jour en mars 2014 grâce au soutien de la HAS et de la DGOS et participe activement à promouvoir l'utilisation de la simulation dans tous les domaines de la santé et ceci dans le but d'améliorer la qualité et la sécurité des soins. La SoFraSimS a également pour mission d'évaluer les centres de simulation en santé sur le territoire national. Ces actions montrent l'intérêt et la volonté d'élargir le champ d'application de la simulation dans le monde médical en France.

3. Évaluation des séances de simulation en traumatologie dentaire mises en place à la Faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg

3.1. Introduction

Dans le cadre du développement de la formation des étudiants, la faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg a acquis en 2018 un mannequin haute-fidélité SimMan® 3G, placé au centre d'un cabinet dentaire dédié à la simulation, une première en France (44). L'objectif était de faire évoluer et d'améliorer non seulement la formation initiale des étudiants mais aussi la formation continue des professionnels grâce à l'acquisition de ce nouvel outil. Cette unité de simulation est également dotée de trois simulateurs dédiés à l'enseignement de la radiologie.

L'objectif de notre travail était d'évaluer l'intérêt de cet outil pédagogique pour les étudiants de 5ème année (DFASO2) dans le cadre des enseignements de traumatologie en odontologie pédiatrique.

3.2. Matériel et méthode

Pendant l'année universitaire 2019-2020, les étudiants de 5ème année de la faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg ont participé à une séance de simulation dédiée à la traumatologie chez l'enfant, par groupes de 10 à 15 personnes. Lors de cette séance 2 à 3 étudiants, quel l'on nommera « participants », ont pris part au scénario mis en place par les enseignants d'odontologie pédiatrique, tandis que le reste du groupe, les observateurs, visionnait en direct la séance de simulation depuis une autre pièce. Un seul scénario par groupe a été proposé avec des objectifs prédéfinis. Les étudiants participants au scénario ont été briefés quant à la situation avant de débuter la séance.

La séance de simulation s'est déroulée dans l'unité de simulation aménagée en cabinet dentaire au sein de la faculté et équipée du mannequin haute-fidélité SimMan 3G de Laerdal®.

Une fois le scénario terminé, un débriefing a eu lieu en présence de tout le groupe.

A la fin de la séance, chaque étudiant a répondu à un questionnaire (*Figure 11 et 12*) permettant d'évaluer l'intérêt, le ressenti, les attentes et l'avis des étudiants face à ce nouvel outil pédagogique. Les questionnaires des participants et des observateurs différaient sur certains points afin de pouvoir évaluer précisément la situation de chacun. Ces questionnaires ont été conçus spécialement pour l'étude, à partir des

données issues de la littérature inhérentes au concept de la simulation (immersion, implication, bienveillance etc) et comportaient une majorité de questions fermées.

Dans un second temps, les étudiants ont eu un second questionnaire à remplir que l'on nommera questionnaire « à froid » (*Figure 13*) quatre mois après leur première séance de simulation. Ce deuxième questionnaire a pour objectif d'évaluer à distance l'intérêt de la simulation et son impact sur la pratique clinique.

QUESTIONNAIRE POUR LES PARTICIPANTS

Dans le cadre de ma thèse intitulée « La simulation : un outil pédagogique innovant au service de la formation des chirurgiens-dentistes », je réalise une étude afin de recueillir votre ressenti ainsi que votre intérêt pour ce nouvel outil. L'enquête se déroulera en 2 parties : un premier questionnaire à l'issu de votre séance de simulation puis un second, quelques temps plus tard, afin d'évaluer la mise en pratique au niveau clinique de ce que vous avez appris/révisé lors de cette séance.

Je vous remercie de prendre le temps de répondre à ces questionnaires.

Laura KUENTZ

---

1. Lors de la séance de simulation :

☐ J'ai réussi à faire totalement abstraction de la situation et avais l'impression de soigner un patient dans des conditions réelles
☐ J'ai réussi à faire partiellement abstraction de la situation de simulation
☐ Je n'ai pas réussi à me prendre au jeu et avais l'impression de soigner un mannequin

2. Pendant la séance de simulation, je me suis senti(e) stressé(e)

☐ Pas du tout d'accord ☐ Plutôt pas d'accord ☐ Plutôt d'accord ☐Tout à fait d'accord

Quels sont le ou les éléments qui ont contribué à ce niveau de stress ?
☐ L'effet de surprise (scénario inconnu)
☐ Les compétences techniques sollicitées ("savoir", "savoir-faire")
☐ Les compétences non techniques sollicitées ("savoir être")
☐ Le fait d'être observé par les formateurs/enseignants
☐ Le fait d'être observé par les autres étudiants

3. Concernant la prise en charge du patient, vous estimez:

☐ que sa réalisation est plus aisée en situation simulée
☐ que sa réalisation est plus aisée en situation réelle
☐ que le niveau de difficulté est identique en situation réelle et en situation simulée

4. Pendant le débriefing :

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
Je me suis senti(e) stressé(e)				
Le débriefing était bienveillant				
J'ai pu prendre du recul sur ma séance de simulation				
J'ai pris conscience de mes points forts				
J'ai pris conscience des points à améliorer				
J'ai participé activement				
Je n'ai pas participé mais j'ai écouté attentivement				
Je me suis ennuyé(e)				

5. Avez-vous trouvé cette séance de simulation utile?

☐ Oui ☐ Non

Pourquoi ? ……

……

……

6. Vous avez aimé (plusieurs réponses possibles):

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
L'environnement simulé (cabinet dentaire)				
Le mannequin haute technicité				
Travailler avec un patient simulé (par un formateur ou un apprenant)				
Travailler en petit groupe				
Être observé par les autres apprenants				
Réviser des notions déjà vues en cours				
Découvrir des aspects de la prise en charge du patient encore non explorés en cours				

7. Souhaiteriez-vous davantage de séances de simulation ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, plutôt dans quelle(s) disciplines (plusieurs réponses possibles)?

☐ Odontologie pédiatrique ☐ Soins conservateurs ☐ Relation patient/praticien
☐ Endodontie ☐ Radiologie ☐ Gestion de l'urgence
☐ Prothèse ☐ Parodontologie ☐ Chirurgie

8. Pensez-vous que des séances de simulation en pré-clinique permettraient d'être mieux préparé à l'entrée en clinique ?

☐ Oui ☐ Non

9. D'après vous, la simulation pourrait vous aider à améliorer (plusieurs choix possibles):

☐ La relation patient/praticien
☐ La réalisation des gestes techniques
☐ L'ergonomie
☐ La gestion des situations d'urgences médicales (malaise, crise d'épilepsie etc …)
☐ Vos connaissances
☐ Rien
☐ Autre : ……

10. N'hésitez pas à nous faire part de vos éventuelles remarques :

……

……

……

……

……

……

Figure 11 : Questionnaire pour les participants

QUESTIONNAIRE POUR LES OBSERVATEURS

Dans le cadre de ma thèse intitulée « La simulation : un outil pédagogique innovant au service de la formation des chirurgiens-dentistes », je réalise une étude afin de recueillir votre ressenti ainsi que votre intérêt pour ce nouvel outil. L'enquête se déroulera en 2 parties : un premier questionnaire à l'issu de votre séance de simulation puis un second, quelques temps plus tard, afin d'évaluer la mise en pratique au niveau clinique de ce que vous avez appris/révisé lors de cette séance.

Je vous remercie de prendre le temps de répondre à ces questionnaires.

Laura KUENTZ

---

1. Concernant la séance de simulation :

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
J'ai trouvé utile d'observer la séance				
J'aurais préféré y participer en tant qu'« acteur »				

2. Lors de la simulation, votre observation était plutôt axée sur :

☐ Les compétences techniques (examens, raisonnement clinique, geste technique, ergonomie...)

☐ Les compétences non techniques (aspect relationnel, langage adapté...).

3. Pendant le débriefing :

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
Je me suis senti(e) stressé(e)				
Le débriefing était bienveillant				
J'ai participé activement				
Je n'ai pas participé mais j'ai écouté attentivement				
Je me suis ennuyé(e)				

4. Avez-vous trouvé cette séance de simulation utile ?

☐ Oui ☐ Non

Pourquoi ? ……
……
……

5. Vous avez aimé (plusieurs réponses possibles):

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
L'environnement simulé (cabinet dentaire)				
Le mannequin haute technicité				
Le patient simulé (par un formateur ou un apprenant)				
Travailler en petit groupe				
Observer les participants				
Réviser des notions déjà vues en cours				
Découvrir des aspects de la prise en charge du patient encore non explorés en cours				

6. Souhaiteriez-vous davantage de séances de simulation ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, plutôt dans quelle(s) disciplines (plusieurs réponses possibles)?

☐ Odontologie pédiatrique ☐ Soins conservateurs ☐ Relation patient/praticien
☐ Endodontie ☐ Radiologie ☐ Gestion de l'urgence
☐ Prothèse ☐ Parodontologie ☐ Chirurgie

7. Pensez-vous que des séances de simulation en pré-clinique permettraient d'être mieux préparé à l'entrée en clinique ?

☐ Oui ☐ Non

8. D’après vous, la simulation pourrait vous aider à améliorer (plusieurs choix possibles):

☐ La relation patient/praticien
☐ La réalisation des gestes techniques
☐ L’ergonomie
☐ La gestion des situations d’urgences médicales (malaise, crise d’épilepsie etc …)
☐ Vos connaissances
☐ Rien
☐ Autre : ……

9. N'hésitez pas à nous faire part de vos éventuelles remarques :

……

……

……

……

……

……

Figure 12 : Questionnaire pour les observateurs

QUESTIONNAIRE

1) Avez-vous réussi à mettre en pratique ce que vous avez appris/révisé lors de la séance de simulation ?

☐ Oui ☐ Non

Si non, pour quelles raisons ?

☐ Je n'ai pas été confronté à la situation

☐ Le scénario de simulation n'a rien à voir avec la réalité

☐ Autre: ……

2) Pensez-vous être confronté à une situation similaire à l'avenir ?

☐ Oui ☐ Non

3) La séance de simulation vous a-t-elle permis de prendre conscience de certains axes d'amélioration dans votre pratique ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, lesquels ?

……

……

……

4) Avez-vous modifié certains de vos comportements (aspects technique et/ou non techniques) à la suite de la séance de simulation ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, lesquels ?

……

……

……

5) La séance de simulation :

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
Est un outil d'apprentissage ludique				
Est particulièrement adaptée à la formation initiale en odontologie				
Est particulièrement adaptée à la formation continue en odontologie				
Est efficace pour réviser/approfondir des connaissances déjà apprises				
Est efficace pour mobiliser des compétences techniques				
Est efficace pour mobiliser des compétences non techniques (communication…)				
Permet d'améliorer ses performances en clinique				
Est réaliste				

Figure 13 : Questionnaire à froid

3.3. Résultats

3.3.1. Questionnaire « à chaud »

3.3.1.1. Résultats des questions posées aux participants

Sur les 72 étudiants de notre groupe d'étude, 15 étudiants ont joué un rôle de participant. Les résultats suivants reposent ainsi sur les réponses de ces 15 étudiants.

Immersion des participants

En ce qui concerne l'immersion dans la séance de simulation, deux étudiants ont réussi à faire totalement abstraction de la situation simulée et avaient l'impression de soigner un patient dans des conditions réelles lors de la séance de simulation soit 13,3%, 12 étudiants ont réussi à faire partiellement abstraction de la situation de simulation soit 80%, et un étudiant n'a pas réussi à se prendre au jeu et avait l'impression de soigner un mannequin soit 6,6% (*Figure 14*).

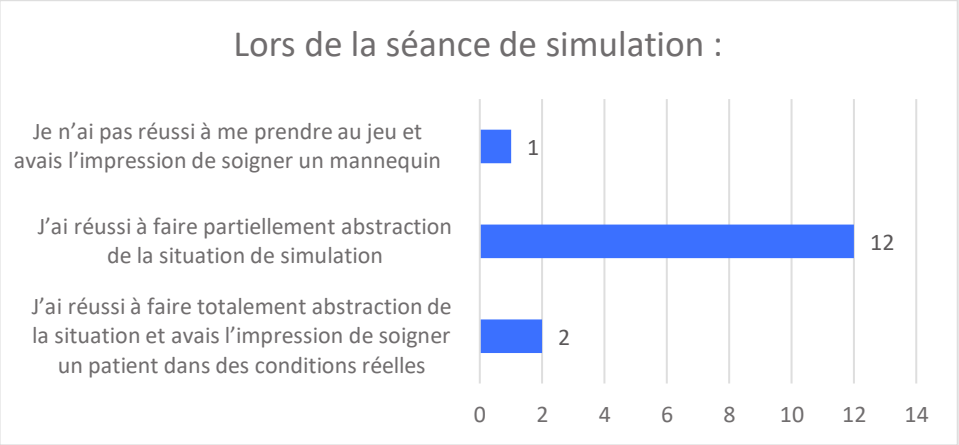

Figure 14 : Immersion des participants

Evaluation du stress induit par la participation à la simulation

Nous avons évalué le niveau de stress des participants lors de la séance de simulation. Trois étudiants ont estimé n'être pas du tout d'accord avec le fait qu'ils étaient stressés soit 20%, 9 étudiants n'étaient plutôt pas d'accord soit 60% et 3 étudiants étaient plutôt d'accord soit 20% (*Figure 15*).

Le niveau de stress lors de la séance de simulation a avant tout été associé au fait d'être observé par les formateurs/enseignants (60%). Trente-trois virgule trois pour cent des étudiants estiment que les compétences non techniques sollicitées (« savoir être ») et l'effet de surprise contribuent également à ce niveau de stress. Enfin les compétences techniques sollicités sont une source d'anxiété pour 26,6% des participant et le fait d'être observé par les autres étudiants à 20% (*Figure 16*).

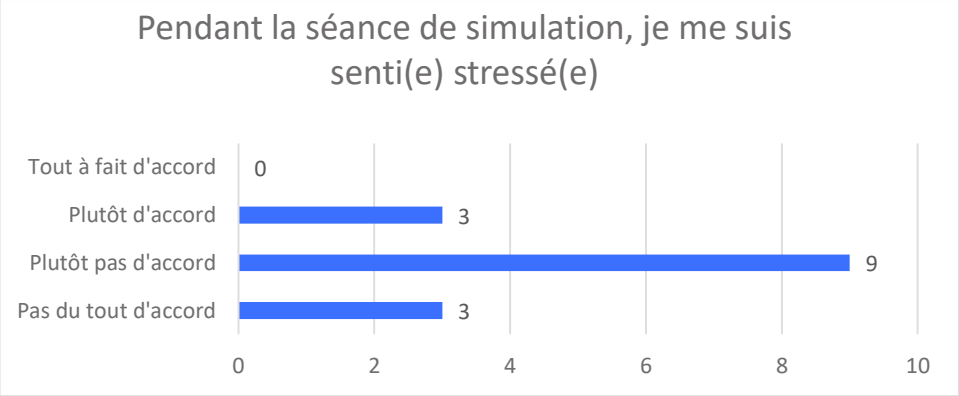

Figure 15 : Evaluation du stress induit par la participation à la simulation

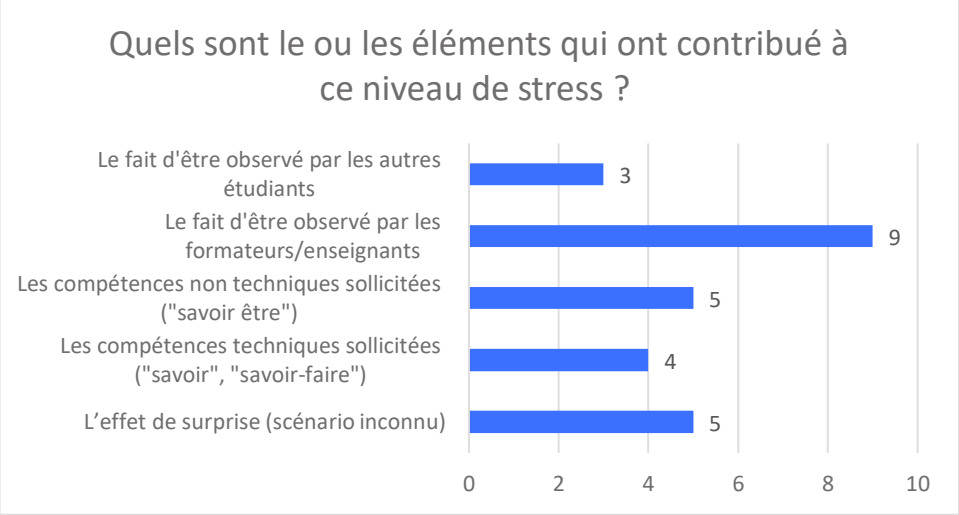

Figure 16 : Eléments contribuant au stress lors de la participation à la simulation

Comparaison de la situation simulée avec la réalité clinique

Les étudiants interrogés ont déjà pratiqué des soins chez de vrais patients. Nous avons voulu comparer la prise en charge d'un patient en situation réelle et la prise en charge d'un patient en situation simulée.

Aucun étudiant a trouvé que le niveau de difficulté de la prise en charge du patient est identique en situation réelle et en situation simulée. Dix étudiants ont estimé que la prise en charge est plus aisée en situation réelle, ce qui représente ainsi 66,6 % de l'échantillon. Enfin, 4 étudiants ont trouvé la prise en charge plus aisée en situation simulée, soit 26,6 % (*Figure 17)*.
En revanche, un questionnaire n'a pas pu être exploité sur cette question. L'étudiant en question a répondu que la réalisation est plus aisée en situation réelle et à la fois que le niveau de difficulté est identique en situation réelle et en situation simulée.

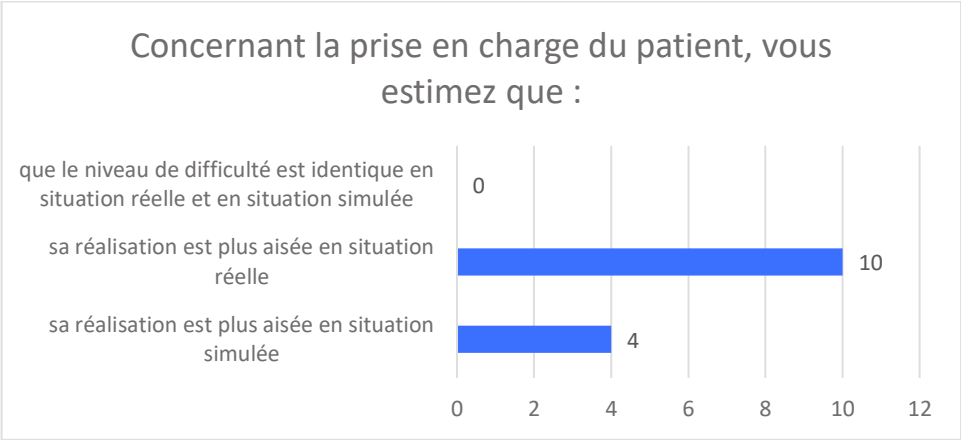

Figure 17 : Comparaison de la situation simulée avec la réalité clinique

Evaluation du débriefing

Lors de la phase de débriefing, 10 étudiants sont « tout à fait d'accord » avec le fait qu'ils aient pu prendre du recul sur leur séance de simulation, soit 66,7%, et 5 étudiants sont « plutôt d'accord », soit 33,3%. Aucun étudiant n'est « plutôt pas d'accord » ou « pas du tout d'accord ».

D'autre part, 8 participants sont « tout à fait d'accord » avec l'affirmation « j'ai pris conscience de mes points forts pendant le débriefing », soit 53,3%, et 7 sont « plutôt d'accord », soit 46,7%.

Enfin, 7 étudiants sont « tout à fait d'accord » sur le fait qu'ils ont pris conscience des points à améliorer lors de la phase de débriefing, soit 46,7%, et 7 sont « plutôt d'accord », soit 46,7% également. Un seul étudiant n'a pas répondu à cette question.

Observation par les autres apprenants

Deux étudiants ont aimé être observés par les autres apprenants (14,3%), 6 étudiants ont plutôt aimé (42,8 %), 4 n'ont pas vraiment apprécié (28,6%) et 2 étudiants n'ont pas du tout aimé être observés (14,3%) (*Figure 18)*. Nous avons également eu une réponse entre plutôt d'accord et plutôt pas d'accord, réponse qui n'a donc pas été traitée.

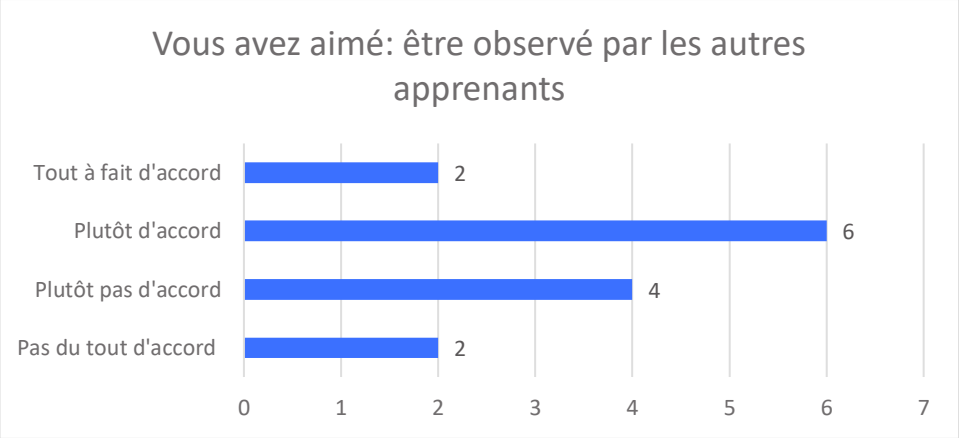

Figure 18 : Observation par les autres apprenants

3.3.1.2. Questionnaires observateurs

Nous avons 57 étudiants considérés comme observateurs lors de la séance de simulation.

Cinq observateurs (8,8%) auraient préféré participer à la séance de simulation en tant qu'acteur. 25 étudiants (43,9%) sont « plutôt d'accord » avec le fait qu'ils auraient préféré participer à la séance. En revanche 21 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 36,8% et 3 étudiants ne sont « pas du tout d'accord » soit 5,3%. Enfin, 3 étudiants ont répondu entre « plutôt pas d'accord » et « plutôt d'accord » soit 5,3%, ces réponses n'ont donc pas été prises en compte (*Figure 19*).

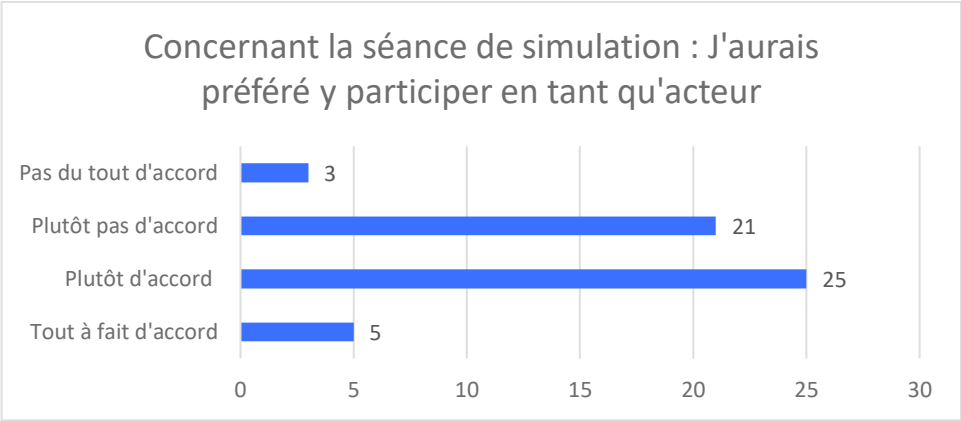

Figure 19 : Participation à la séance de simulation en tant qu'acteur

Trente-cinq étudiants (61,4%) ont trouvé utile d'observer la séance et 22 étudiants sont « plutôt d'accord » sur l'utilité de l'observation soit 38,6% (*Figure 20*). Nous pouvons ainsi remarquer que l'intégralité des étudiants a trouvé utile l'observation de la séance de simulation.

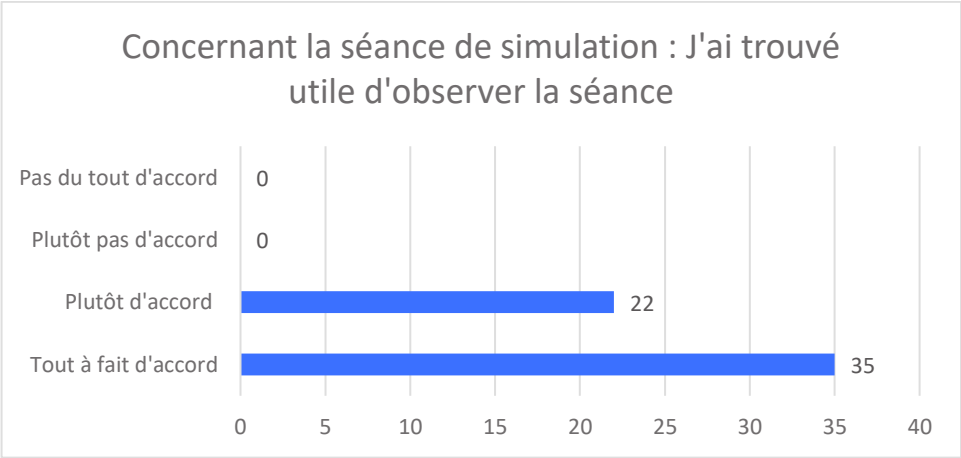

Figure 20 : Evaluation de l'utilité d'observer la séance de simulation du point de vue des observateurs

Trente-et-un étudiants ont axé leur observation sur les compétences non techniques (54,4%) et 27 étudiants ont axé leur observation sur les compétences techniques (47,5%). Les compétences à observer devaient être réparties de façon équilibrée par le formateur au moyen d'une « fiche observateur », et ce au sein de chaque groupe. Les résultats nous montrent que les deux types de compétences ont été observées à peu près équitablement. Un étudiant n'a pas répondu à cette question.

La totalité des étudiants a apprécié le fait d'observer les participants. Vingt-neuf étudiants étaient « tout à fait d'accord » (50,9%) et 28 étaient « plutôt d'accord » (49,1%).

3.3.1.3. Questions communes aux participants et aux observateurs

Evaluation de la phase de débriefing

Soixante-deux étudiants ne sont pas du tout ennuyés, soit 86,1% des sujets. Neuf étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » sur le fait de s'être ennuyés, soit 12,5%. Un seul déclare s'être ennuyé pendant cette phase (*Figure 21*).

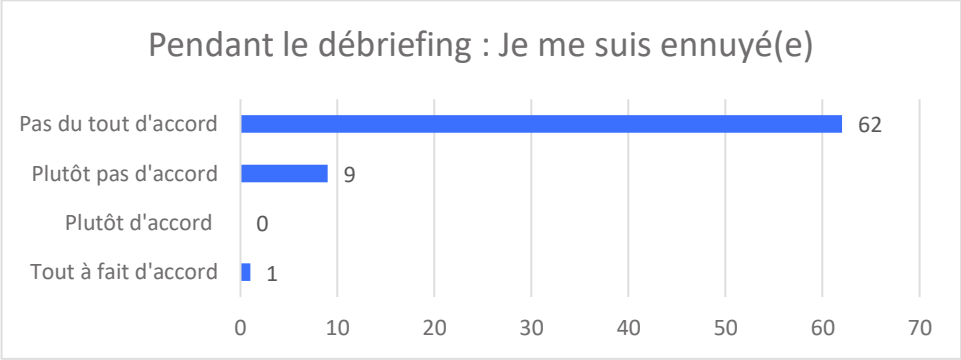

Figure 21 : Ennui lors de la phase de débriefing

Concernant l'affirmation « je n'ai pas participé mais j'ai écouté attentivement », 18 étudiants ne sont « pas du tout d'accord » soit 25%, 22 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 30,6%, 14 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 19,4% et 12 sont « tout à fait d'accord » soit 16,7%. Enfin, 6 étudiants (8,3%) n'ont pas répondu à cette question (*Figure 22*).

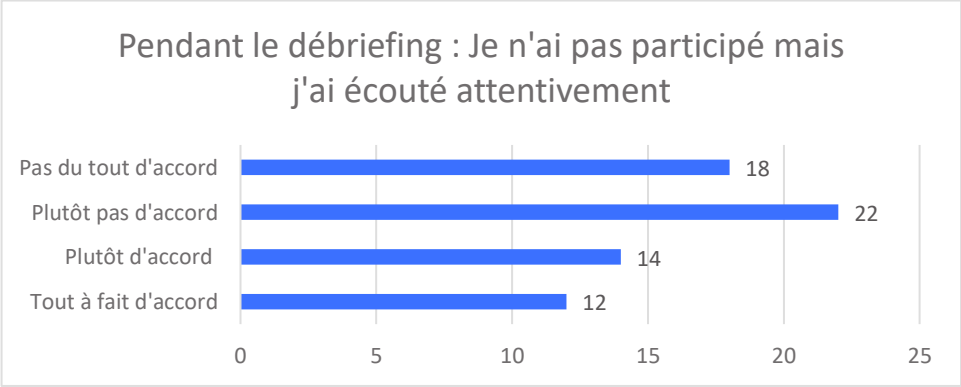

Figure 22 : Attention portée à la phase de débriefing

Nous avons voulu connaitre la participation active des étudiants lors de cette phase de débriefing (*Figure 23*) :

- Deux étudiants ne sont pas du tout intervenus soit 2,8%,
- Douze étudiants estiment ne pas vraiment avoir été actifs soit 16,7%,
- Quarante-deux étudiants sont « plutôt d'accord » sur le fait d'avoir participé de façon active au débriefing, soit 58,3%
- Quatorze déclarent avoir été tout à fait actifs lors de cette étape, soit 19,4%.

Deux étudiants ont répondu entre les propositions « plutôt pas d'accord » et « plutôt d'accord » (2,8%), leurs réponses n'ont pas été traitées. On peut déduire qu'une majorité des étudiants a participé activement lors du débriefing.

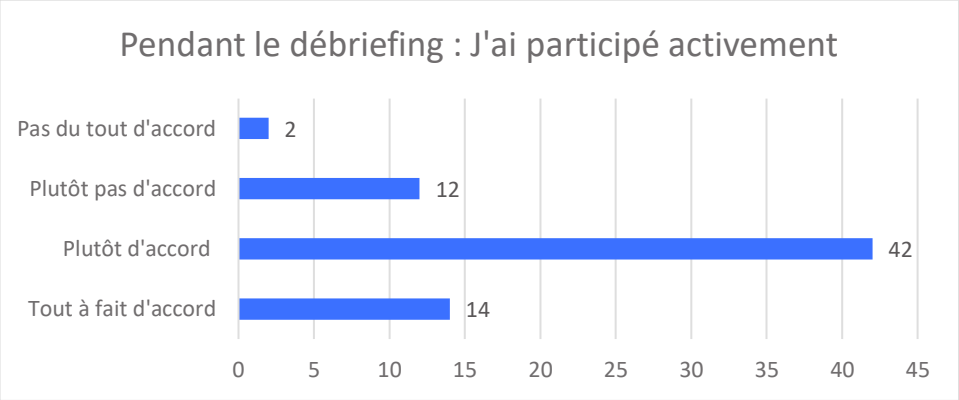

Figure 23 : Participation active au débriefing

Il est indispensable que cette phase de débriefing soit perçue comme bienveillante pour les étudiants afin de créer un climat propice aux échanges et aux apprentissages. Un seul étudiant n'est « plutôt pas d'accord » avec la bienveillance dégagée par l'équipe enseignante. Vingt-quatre étudiants sont « plutôt d'accord » soit 33,3% et 47 sont « tout à fait d'accord » soit 65,3% (*Figure 24*).

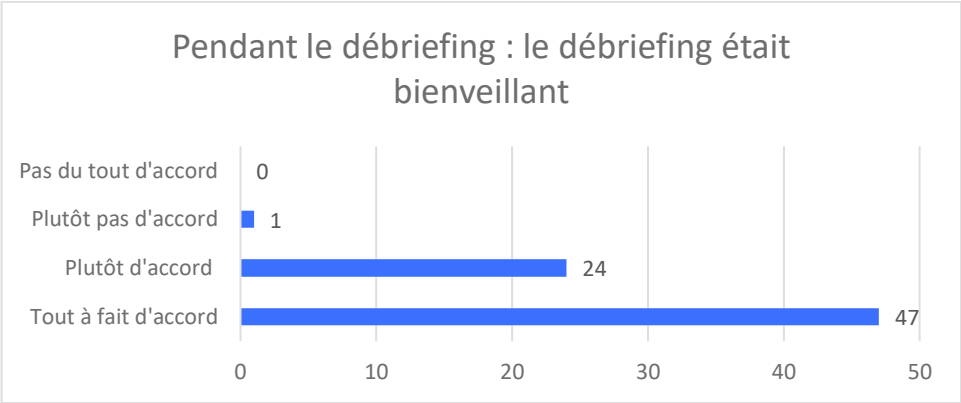

Figure 24 : Bienveillance du débriefing

A l'image de la question concernant le stress chez les acteurs, nous nous sommes intéressés au stress induit chez l'ensemble des participants au moment du débriefing, où l'ensemble du groupe est sollicité. Quatre-vingt virgule six pour cent des participants ne sont pas du tout stressés, 15,3% plutôt pas stressés et 4,2% plutôt stressés (*Figure 25*).

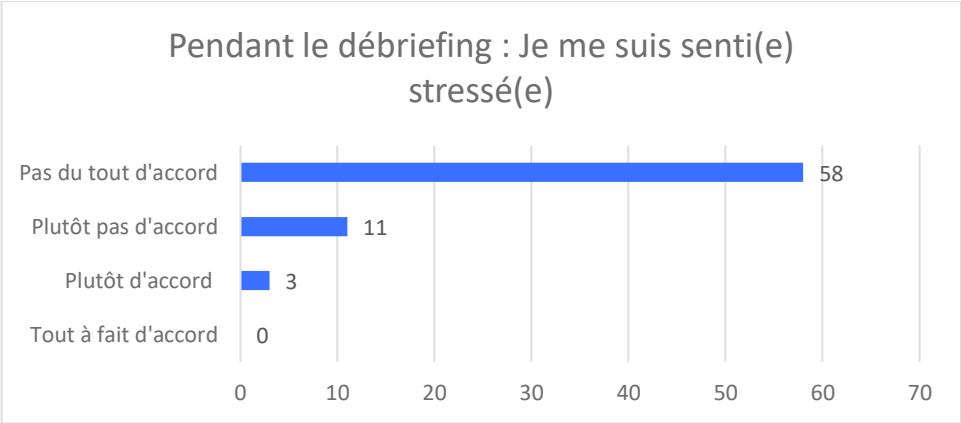

Figure 25 : Evaluation du niveau de stress pendant la phase de débriefing

Nous avons également constaté au niveau des différentes questions concernant le débriefing ci-dessus, que la tendance générale est la même du côté des « observateurs » et des « participants ».

Appréciation globale de la séance de simulation en traumatologie pédiatrique

Soixante-et-onze étudiants ayant participé à cette étude ont trouvé que cette séance de simulation leur a été utile ce qui représente 98,6% des étudiants du groupe. Seul un étudiant, qui tenait le rôle de participant, a jugé que cette séance de simulation n'était pas utile.

L'argument principal qui explique que les étudiants ont trouvé cette séance de simulation utile est le fait de créer une mise en situation. 30 étudiants l'ont mentionné soit 41,7 %. Le côté concret de cet exercice a également été évoqué. La séance permet d'aborder des aspects non vus en cours théorique. Ils estiment qu'il est plus facile d'apprendre de cette manière et qu'ils ont ainsi pu s'autoévaluer, réfléchir sur la manière dont ils auraient géré cette situation.

Les étudiants ont estimé que cette séance de simulation permettait de réviser des connaissances, les conduites à tenir et les prises en charge déjà abordées en cours. En effet, 10 étudiants ont mentionné cette explication, soit 13,8%.

De même, 10 étudiants soit 13,8% ont aimé le thème de la « traumatologie en cabinet dentaire » abordé lors de cette séance de simulation. En effet, cela leur a permis d'appréhender la gestion d'une urgence au cabinet dentaire, de la planification jusqu'à la prise en charge.

Un autre point est ressorti de ce questionnaire. Neuf étudiants, soit 12,5%, ont souligné l'intérêt d'avoir un œil extérieur à la situation en pouvant observer la mise en situation, d'avoir du recul, tout en partageant leur analyse *a posteriori*.

Sept étudiants, soit 9,7%, ont apprécié apprendre grâce à ce nouvel outil pédagogique. Ils ont décrit la simulation comme étant plus interactive que les cours théoriques, innovante, intéressant et ludique.

Les étudiants ont souligné l'intérêt du débriefing :

- Ils ont apprécié analyser leurs points faibles et leurs points forts afin de connaitre les points à améliorer et connaitre les erreurs à ne pas faire (9,7%),

- Cinq virgule cinq pour cent ont apprécié pouvoir poser des questions.

L'unique étudiant ayant jugé cette séance de simulation non utile a participé au scénario. Il a expliqué avoir eu le rôle d'assistant dentaire et estime ne pas avoir été suffisamment efficace parce que pas assez informé en amont sur ce qui était réalisable pendant le déroulé du scénario.

Concernant l'affirmation selon laquelle la séance de simulation permet de « découvrir des aspects de la prise en charge du patient encore non explorés en cours », 1 étudiant n'est « pas du tout d'accord » soit 1,4%, 3 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 4,2%, 23 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 31,9% et 45 sont « tout à fait d'accord » soit 62,5% (*Figure 26*). Les 4 étudiants ayant répondu « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord » ont participé à la séance de simulation en tant qu'observateurs.

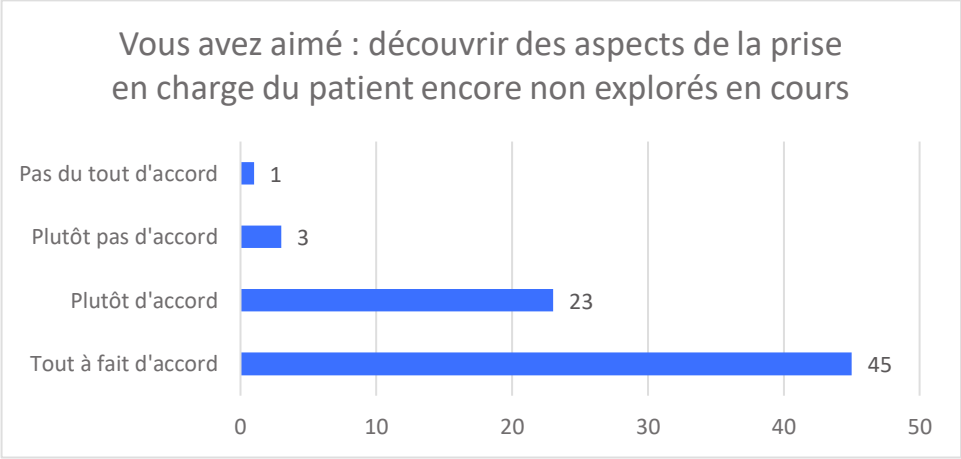

Figure 26 : Appréciation de la découverte des aspects de la prise en charge du patient encore non explorés en cours

La majorité des étudiants ont apprécié « réviser des notions déjà vues en cours ». En effet, aucun étudiant n'est « pas du tout d'accord » ou « plutôt pas d'accord », tandis que 20 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 27,7% et 51 sont « tout à fait d'accord » soit 70,8%. Enfin, 1 étudiant n'a pas répondu à cette affirmation (*Figure 27*).

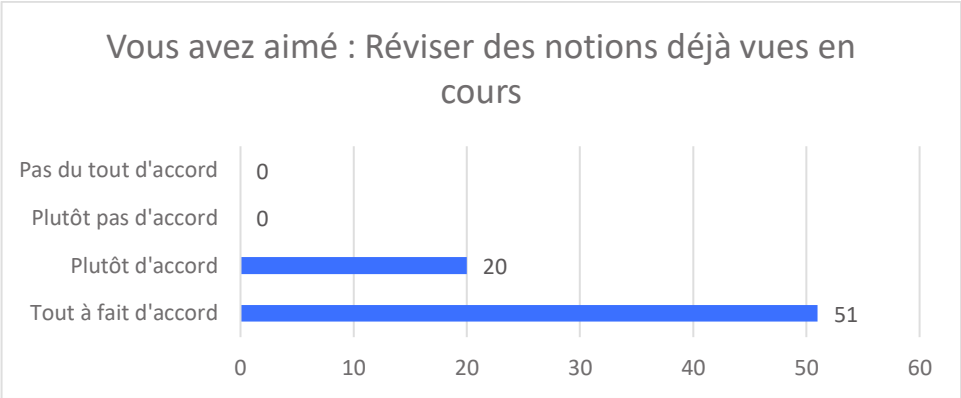

Figure 27 : Révision des notions déjà abordes en cours

De même, la totalité des étudiants ont apprécié « travailler en petit groupe ». Aucun étudiant n'est « pas du tout d'accord » ou « plutôt pas d'accord », 29 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 40,3% et 43 sont « tout à fait d'accord » soit 59,7% (*Figure 28*).

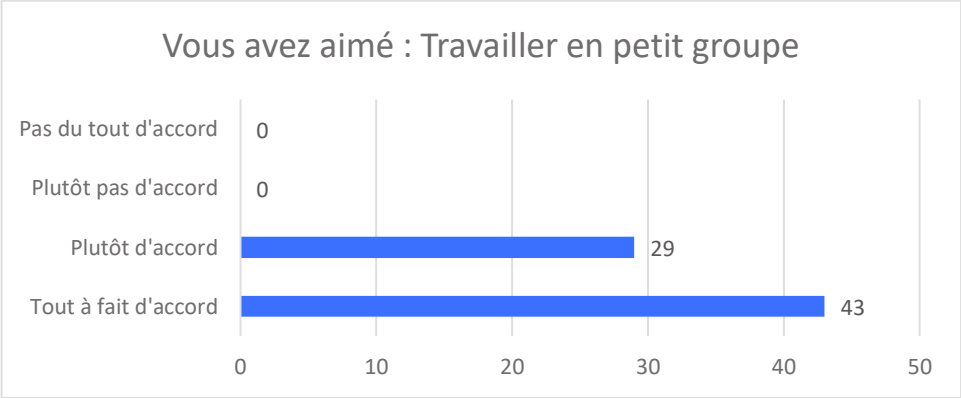

Figure 28 : Appréciation du travail en petit groupe

Concernant l'affirmation « vous avez aimé travailler avec un patient simulé (par un formateur ou un apprenant) », aucun étudiant n'est « pas du tout d'accord », 1 étudiant n'est « plutôt pas d'accord » soit 1,4%, 35 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 48,6% et 34 sont « tout à fait d'accord » soit 47,2%. Enfin, 2 étudiants n'ont pas répondu à cette affirmation soit 2,7% (*Figure 29*). L'étudiant n'étant plutôt pas d'accord avec cette affirmation était observateur de la séance de simulation.

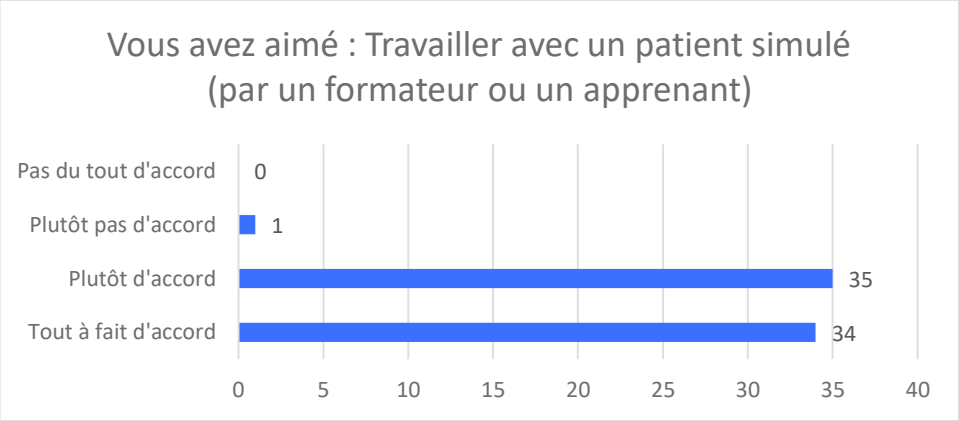

Figure 29 : Appréciation du travail avec un patient simulé

Concernant l'affirmation « vous avez aimé le mannequin haute technicité », 1 étudiant n'est « pas du tout d'accord », 3 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 4,2%, 38 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 52,8% et 30 sont « tout à fait d'accord » soit 41,7% (*Figure 30*). Les 4 étudiants ayant répondu « plutôt pas d'accord » et « pas du tout d'accord » ont participé à la séance de simulation en tant qu'observateurs.

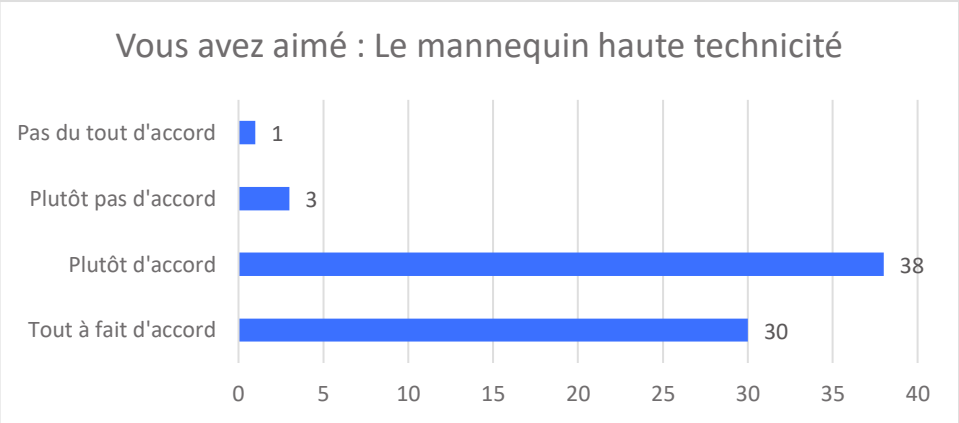

Figure 30 : Appréciation du mannequin haute technicité

Concernant l'affirmation « vous avez aimé l'environnement simulé (cabinet dentaire) », 1 étudiant n'est « plutôt pas d'accord » soit 1,4%, 35 étudiants soit 48,6% sont « plutôt d'accord » et autant sont « tout à fait d'accord ». Enfin, 1 étudiant a répondu entre les deux affirmations « plutôt pas d'accord » et « plutôt d'accord » soit 1,4% (*Figure 31*). Le seul étudiant ayant répondu « plutôt pas d'accord » était observateur lors de la séance de simulation.

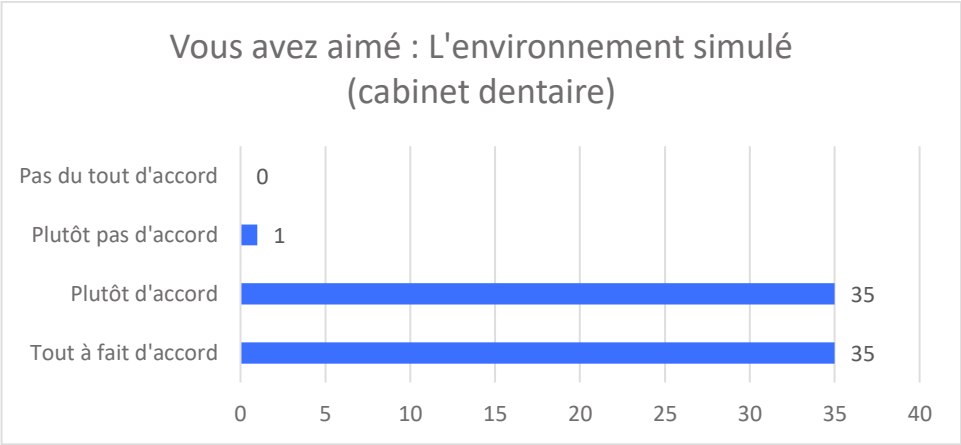

Figure 31 : Appréciation de l'environnement simulé

Perspectives de développement des enseignements par la simulation

Soixante-et-onze étudiants, soit 98,6% des sujets, souhaiteraient davantage de séances de simulation au cours de leur cursus universitaire. Seul un étudiant étant observateur lors de la séance de simulation a répondu négativement à cette question. Nous remarquons que les étudiants souhaiteraient un apprentissage à l'aide de séance de simulations dans différentes disciplines. Quatre-vingt-dix-sept virgule un pour cent des étudiants aimeraient des séances de simulation pour la gestion de l'urgence, 85,9% pour l'odontologie pédiatrique et 70,4% afin de développer la relation patient/praticien. Les autres domaines tels que les soins conservateurs (26,8%), l'endodontie (9,9%), la radiologie (7%), la prothèse (40,8%), la parodontologie (15,5%) et la chirurgie (43,6%) sont également sollicités mais de manière moins importante que les 3 premières disciplines citées ci-dessus (*Figure 32*).

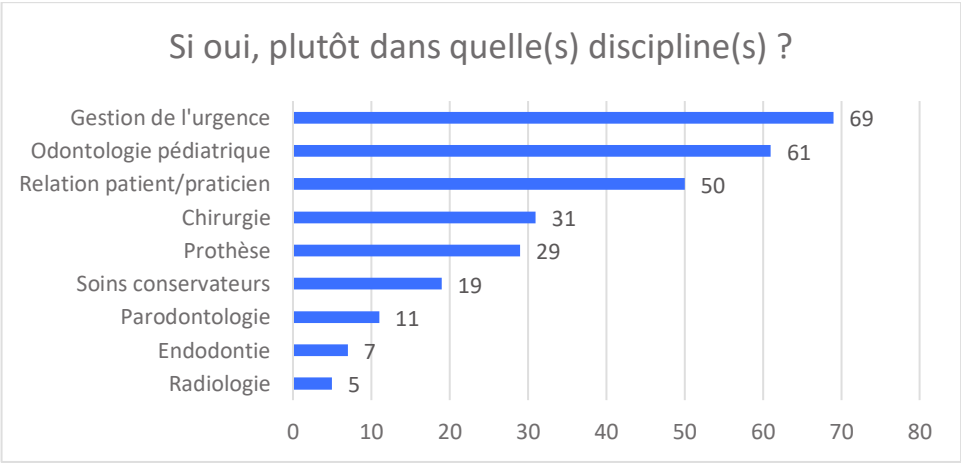

Figure 32 : Disciplines pouvant développer l'enseignement par simulation

Quatre-vingt-dix-huit virgule six pour cent des étudiants estiment que la réalisation de séances de simulation lors du cycle pré-clinique permettrait d'être mieux préparé à l'entrée en clinique. Seul 1 étudiant étant observateur lors de la séance de simulation pense le contraire.

Soixante-quinze pour cent des étudiants estiment que la simulation permet d'améliorer la relation patient/praticien. De plus, la simulation pourrait aider à améliorer la gestion des situations d'urgences médicales d'après 94,4% des étudiants, leurs connaissances (79,2%), l'ergonomie (70,8%) et la qualité des gestes techniques (36,1%) (*Figure 33*). Trois étudiants ont également cité les avantages suivants :

- « Cela peut nous aider dans tous les domaines car nous simulons la réalité »
- « Les automatismes des prises en charge »
- « La confiance en soi face à une situation et l'assurance qu'on dégage face à un patient dans une situation réelle ».

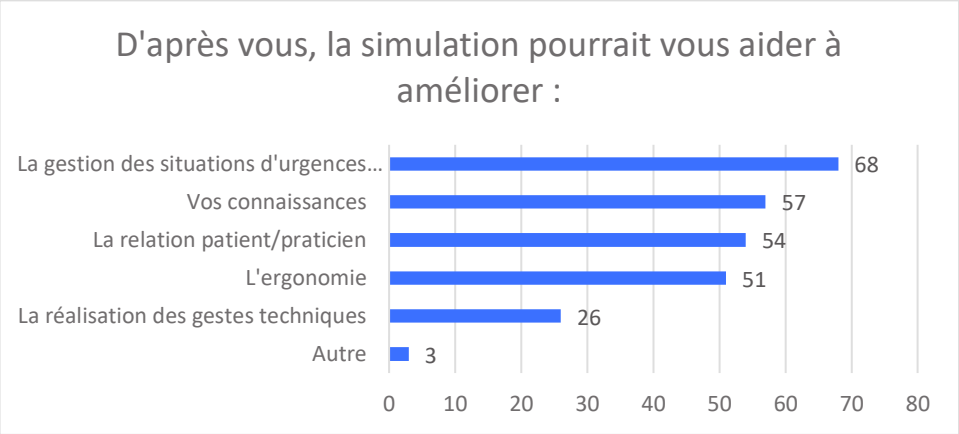

Figure 33 : Domaines pouvant être améliorés grâce à la simulation

Analyse des remarques libres

Dans la globalité, les étudiants ont eu des remarques très positives sur la séance de simulation qui leur a été proposée. Dix-neuf étudiants nous ont fait part de remarques. Sept d'entre eux ont trouvé cette séance très intéressante, ludique et interactive, stimulant l'envie d'apprendre. Quatre étudiants considèrent cette séance comme un très bon entrainement aux Examens Cliniques Objectifs Structurés (ECOS). Trois autres estiment qu'il serait utile de mettre en place ce type d'exercice lors des années pré-cliniques afin de mieux appréhender les premières fois avec un patient et réduire

le stress. Enfin, 3 étudiants suggèrent de mettre en place davantage de séances de simulation.

3.3.2. Questionnaire « à froid »

Nous avons ainsi demandé aux 72 étudiants de répondre à un second questionnaire 4 mois après leur participation à la séance de simulation. Soixante-deux étudiants sur les 72 ont répondu à ce questionnaire.

Transfert des compétences en clinique

Cinquante-six virgule cinq pour cent des apprenants estiment avoir mis en pratique ce qu'ils ont appris ou révisé lors de la séance de simulation (*Figure 34*). Un étudiant a répondu à la fois oui et non à cette question.

En ce qui concerne les étudiants qui n'ont pas pu mettre en pratique ce qu'ils avaient travaillé en simulation, différentes raisons ont été évoquées (*Figure 35*). La raison principale est qu'ils n'ont pas été confrontés à la même situation (93,1%). Un étudiant l'explique par le fait qu'il n'a plus eu de vacation d'odontologie pédiatrique et un autre étudiant par le fait qu'il n'a été qu'observateur (assistant) au moment où la situation s'est produite en clinique.

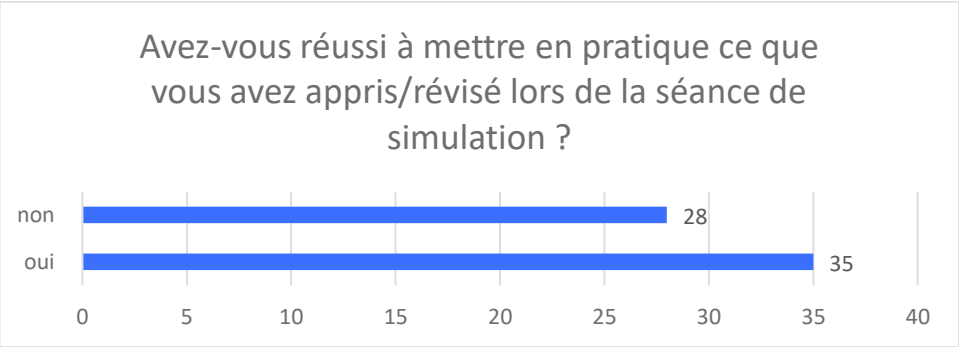

Figure 34 : Transfert des compétences en clinique

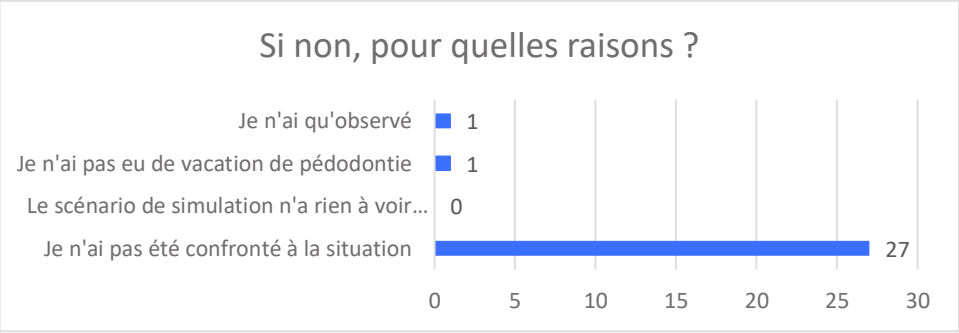

Figure 35 : Raisons du non-transfert des compétences en cliniques

Soixante-et-un participants, soit 98,4%, pensent être confrontés à une situation similaire à l'avenir.

Prise de conscience et modification des comportements à long terme

Soixante-neuf virgule quatre pour cent des étudiants estiment que la séance de simulation leur a permis de prendre conscience de certains axes à améliorer dans leur pratique.

Trente-cinq étudiants ont répondu à la question suivante « si oui, lesquels ? ». Parmi ces réponses diverses, 5 points principaux ont été mis en avant. Dix étudiants, soit 28,6% de l'échantillon, ont pris conscience qu'ils devaient améliorer la gestion des parents et des personnes accompagnantes lors d'une séance de soin chez l'enfant. D'autre part, 20% ont pris conscience qu'ils devaient améliorer la prise en charge et la gestion des urgences. 20% se sont rendu compte qu'ils devaient progresser au niveau de la communication verbale et/ou non verbale avec le patient et ses accompagnants. Trois étudiants, soit 8,6%, estiment qu'ils devaient améliorer leur réactivité et leur anticipation lors de la prise en charge du patient. Enfin, 2 étudiants (5,7%) estiment devoir progresser dans le domaine du travail en équipe et notamment dans la communication entre le praticien et l'assistante.

Vingt-sept virgule quatre pour cent des participants ont modifié certains de leurs comportements à la suite de la séance de simulation. Seuls 14 étudiants ont répondu à la question « Si oui, lesquels ? ». Six étudiants (42,8%) ont travaillé sur leur communication avec l'enfant et le parent. Trois étudiants (21,4%) ont modifié leur façon de gérer la place des parents dans le soin. Nous remarquons que dans les deux points principalement évoqués, ce sont des compétences non techniques qui ont été modifiées. Les autres réponses proposées sont les suivantes :

- « Mieux vérifier les dents en cas d'extraction, bien choisir son plateau technique »
- « Moins de stress »
- « Questionnaire médical avec plus de questions »
- « Mieux anticiper avant d'agir »
- « La priorité dans l'urgence »

Concernant l'affirmation « la séance de simulation est réaliste », 3 étudiants ne sont « pas du tout d'accord » soit 4,8 %, 14 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 22,6 %, 40 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 64,5 % et 5 sont « tout à fait d'accord » soit 8 % (*Figure 36*).

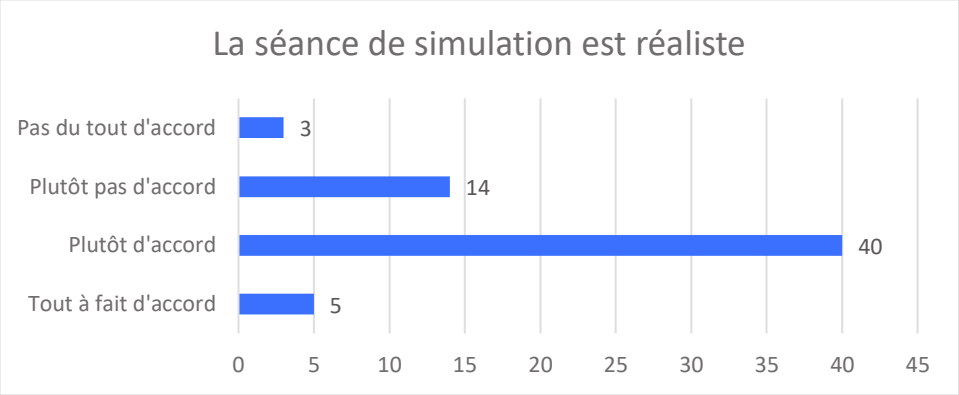

Figure 36 : Réalisme de la séance de simulation

Concernant l'affirmation « la séance de simulation permet d'améliorer ses performances en clinique », 1 étudiants n'est « pas du tout d'accord », 11 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 17,7%, 39 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 62,9% et 11 sont « tout à fait d'accord » soit 17,7 % (*Figure 37*).

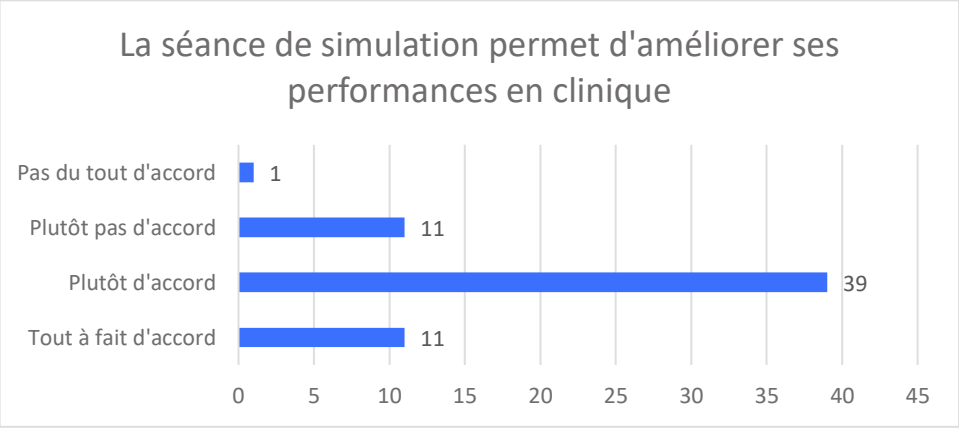

Figure 37 : Evaluation de l'amélioration des performances cliniques

L'ensemble des étudiants estiment que « la séance de simulation est efficace pour mobiliser des compétences non techniques ». En effet, aucun étudiant n'est « pas du tout d'accord » et seul 3 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 4,8 %. Tandis que 30 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 48,3 % et 29 sont « tout à fait d'accord » soit 46,8 % (*Figure 38*).

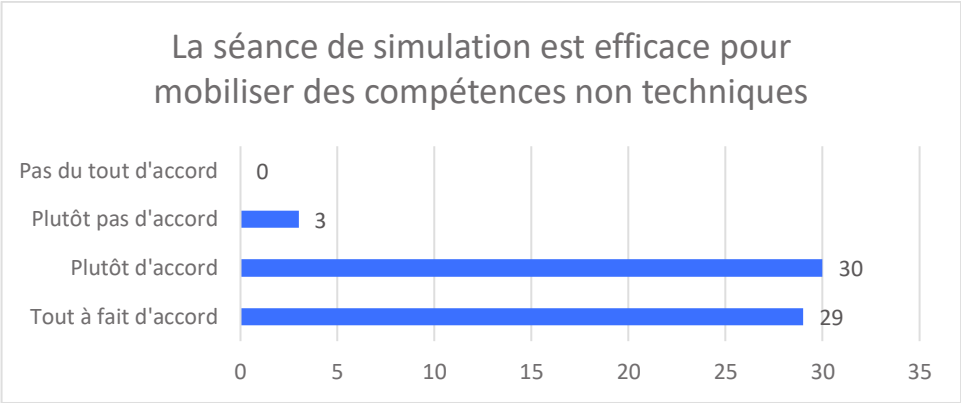

Figure 38 : Mobilisation des compétences non techniques

Concernant l'affirmation « la séance de simulation est efficace pour mobiliser des compétences techniques », 2 étudiants ne sont « pas du tout d'accord » soit 3,2 %, 17 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 27,4 %, 28 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 45,1 % et 14 sont « tout à fait d'accord » soit 22,5 % (*Figure 39*).

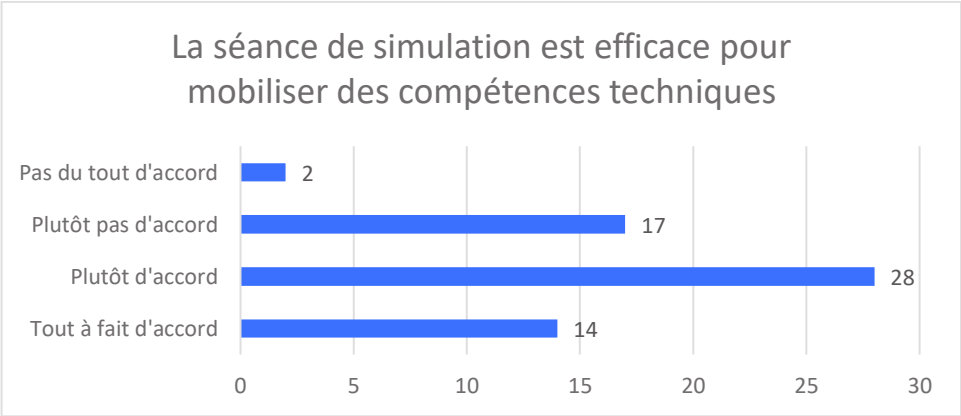

Figure 39 : Mobilisation des compétences techniques

Concernant l'affirmation « la séance de simulation est particulièrement adapté à la formation initiale en odontologie », 1 étudiant n'est « pas du tout d'accord » soit 1,6 %, 4 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 6,4 %, 29 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 46,8 % et 28 sont « tout à fait d'accord » soit 45,2 % (*Figure 40*).

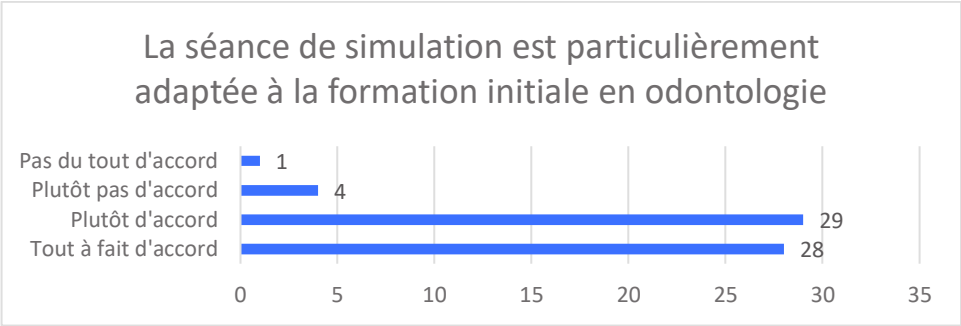

Figure 40 : Adaptation de la simulation à la formation initiale en odontologie

Concernant l'affirmation « la séance de simulation est particulièrement adaptée à la formation continue en odontologie », aucun étudiant n'est « pas du tout d'accord », 12 étudiants ne sont « plutôt pas d'accord » soit 19,3 %, 35 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 56,4 % et 16 sont « tout à fait d'accord » soit 25,8 % (*Figure 41*).

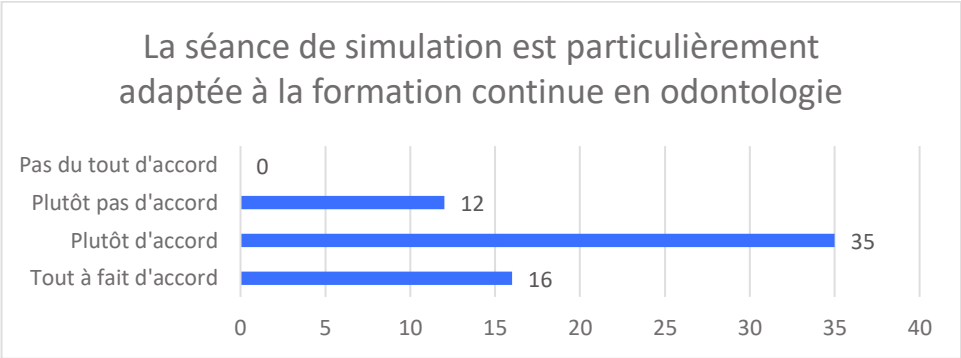

Figure 41 : Adaptation de la simulation à la formation continue en odontologie

Tous les étudiants estiment que « la séance de simulation est efficace pour réviser/approfondir des connaissances déjà apprises ». Trente-trois étudiants sont « plutôt d'accord » soit 53,2 % et 29 sont « tout à fait d'accord » soit 46,8 % (*Figure 42*).

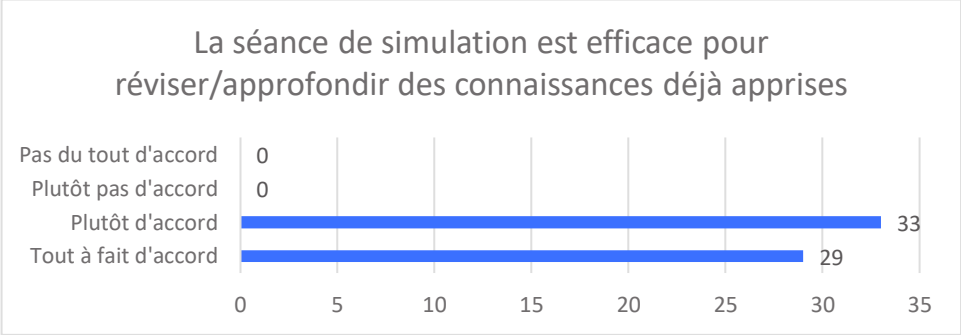

Figure 42 : Efficacité de la simulation pour réviser des connaissances déjà apprises

L'ensemble des étudiants considèrent que « la séance de simulation est un outil d'apprentissage ludique ». En effet, 21 étudiants sont « plutôt d'accord » soit 33,8 % et 41 sont « tout à fait d'accord » soit 66,1 % (*Figure 43*).

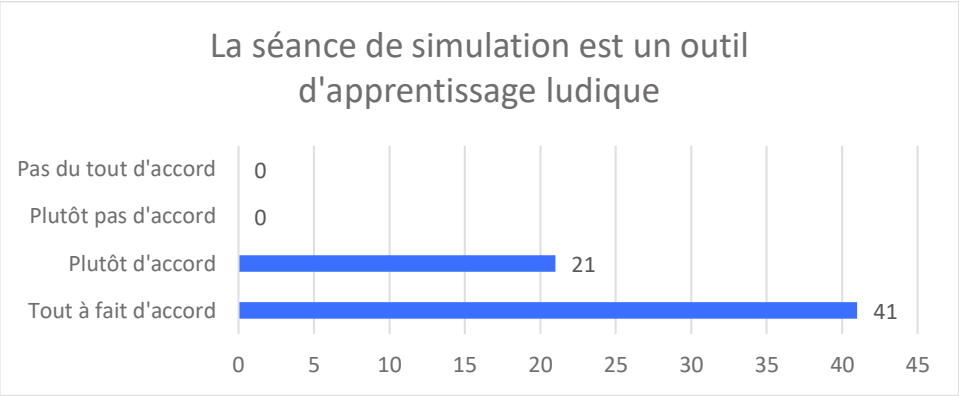

Figure 43 : Outil d'apprentissage ludique

3.4. Discussion

3.4.1. Analyse des réponses des participants au questionnaire « à chaud »

Immersion des participants

Concernant l'immersion des participants lors de la séance de simulation, 93,3% des participants ont réussi à faire partiellement ou totalement abstraction de la situation simulée. Tout de même, une personne n'a pas du tout réussi à se prendre au jeu de la séance de simulation.

Différents critères entrent en jeux dans l'immersion des participants. Nous pouvons dans un premier temps citer l'environnement dans lequel se déroule le scénario, son réalisme, ses aménagements et l'observation par les instructeurs et les autres étudiants. De nombreux détails peuvent faire la différence. Dans notre cas, l'environnement de simulation est aménagé en salle de soin d'un cabinet dentaire de manière relativement réaliste. D'autre part, l'objectif du robot étant d'être le plus réaliste possible est tout de même atteint dans l'ensemble car le mannequin utilisé lors de cette séance (SimMan 3G®) de grandeur nature possède les facultés de parler, pleurer, cligner des yeux tel un humain. En revanche, l'aspect visuel notamment au niveau de la peau peut rappeler à l'étudiant qu'il ne soigne pas un être humain. D'un point de vue odontologique, la cavité buccale n'est pas représentative à 100% de la

réalité. D'où le fait que la majorité des étudiants (80%) ont fait partiellement abstraction de la situation simulée.

Evaluation du stress induit par la participation à la simulation

Quatre-vingts pour cent des étudiants estiment ne pas être stressés lorsqu'ils ont pris part au scénario. On remarque que le niveau de stress induit par cette séance de simulation est relativement faible. En revanche, selon la littérature, le stress ressenti lors du passage peut être élevé et expliqué par le caractère discret, timide ou introverti de certains participants. Ce type d'étudiant serait alors plus réticent à cet outil pédagogique (12). Lors des séances de simulation évaluées par notre enquête, la participation en tant qu'acteur était basée sur le volontariat afin de contribuer au climat de confiance nécessaire aux apprentissages.

Le stress peut également être généré par la crainte du jugement des instructeurs et des autres étudiants, ainsi que la peur de l'échec (47). Selon nos participants, le stress lors de la séance est provoqué avant tout par le fait d'être observé par les enseignants (60%). Au second plan, interviennent les compétences non techniques sollicitées, l'effet de surprise, les compétences techniques et le fait d'être observé par les autres étudiants. Nos résultats sont en accord avec les éléments trouvés dans la littérature (47).

Comparaison de la situation simulée avec la réalité clinique

Deux tiers des étudiants participants considèrent que la prise en charge d'un patient est plus aisée en situation réelle qu'en situation simulée. Ce résultat pourrait s'expliquer par un contexte et un environnement inédit, l'aspect du mannequin ainsi que le fait d'être observé par les instructeurs et les étudiants. Ce n'est pas la nature de la tâche qui la rend plus ou moins difficile mais le contexte.

Evaluation du débriefing

Tous les participants trouvent qu'ils ont pu prendre du recul sur leur séance de simulation lors de la phase de débriefing. De même, ils estiment tous avoir pris conscience de leurs points fort ainsi que des points à améliorer durant cette phase ce qui est un des objectifs du débriefing (48). Ceci montre encore une fois le rôle primordial et indispensable du débriefing dans la séance de simulation et son efficacité dans les processus d'apprentissage.

Observation par les autres apprenants

Sur la question de l'observation des autres étudiants lorsque les participants prennent part au scénario, les avis sont partagés. En effet, 57% ont apprécié être observé par les autres apprenants tandis que 42% n'ont pas apprécié cet aspect de la séance. En effet, nous avons pu constater que le fait d'être observé par les autres étudiants peut être source de stress et de peur d'être jugé d'où la réticence face à cet aspect de la simulation (47) (49). Cet aspect est variable en fonction de la capacité de chacun à faire abstraction de l'autre. En effet, les étudiants les plus anxieux ont une peur de l'évaluation négative plus élevée. Le stress et l'anxiété sont des facteurs psychologiques qui jouent un rôle important dans les fonctions cognitives générales et notamment dans l'apprentissage et la rétention des informations (49). L'observation reste cependant indispensable dans la mesure où la phase de débriefing avec les observateurs est essentielle pour mettre en lumière les points forts et les points faibles. En effet, l'évaluation par les pairs lors de la phase de débriefing présente de nombreux aspects bénéfiques tant pour les observateurs ainsi mis dans un rôle « d'étudiant-évaluateur » que pour les étudiants évalués (50). Du point de vue de l'étudiant-évaluateur, l'évaluation de ses pairs est perçue comme une activité pédagogique lui permettant de réviser les cours sous un angle différent et peut ainsi développer sa capacité à s'autoévaluer et prendre conscience de ses propres forces, progrès et manques. De plus, cette évaluation donne un rôle actif aux observateurs (50). Enfin, l'étudiant évalué considère cette expérience comme formatrice.

3.4.2. Analyse des réponses des observateurs au questionnaire « à chaud »

Cinquante-deux virgule sept pour cent des observateurs déclarent préférer participer à la séance de simulation en tant qu'acteur tandis que 42,1% ne souhaitent pas y participer en tant qu'acteur. En effet, nombreux sont les étudiants plus timides et réservés n'appréciant pas ce type d'exercice étant source de stress (47). Ces résultats *a posteriori* sont plutôt positifs dans la mesure où les volontaires étaient peu nombreux à se manifester en amont de la séance. Les enseignants ont souvent dû rassurer le groupe et motiver le groupe pour avoir le nombre de participants nécessaire. Une fois la séance terminée, nombreux sont donc ceux qui se seraient prêté au jeu de la simulation si une seconde séance avait suivi.

3.4.3. Analyse des réponses communes au questionnaire « à chaud »

Evaluation de la phase de débriefing

Lors de la phase de débriefing, la quasi-totalité des étudiants déclarent ne pas s'être ennuyés (98,6%) et a jugé le débriefing bienveillant (98,6%). De plus, nous remarquons qu'une majorité des étudiants (77,7%) a participé activement lors de ce débriefing. De même, une majorité d'apprenants n'ont pas ressenti de stress lors du débriefing (95,9%).

Ces résultats sont en accord avec les critères de validation de la phase de débriefing cités dans la littérature (41). Le débriefing est la phase la plus importante de la séance de simulation afin de consolider les apprentissages. Cette phase se doit d'être bienveillante, dépourvue de tout jugement et non stressante, et elle a été perçue comme telle par la majorité des apprenants. En revanche, nous avons remarqué *a posteriori* que l'affirmation de notre questionnaire : « je n'ai pas participé mais j'ai écouté attentivement » était mal formulée. En effet, cette question présente un biais d'interprétation. Concernant les étudiants ayant répondu ne pas être d'accord, nous ne sommes pas en mesure de savoir s'ils ne sont pas d'accord car ils n'ont pas participé ou parce qu'ils n'étaient pas attentifs. La « double » formulation de cette question peut induire un biais dans les réponses et l'interprétation de ces résultats. Nous aurions dû décomposer la question de manière à voir les deux affirmations suivantes : « j'ai participé activement » et « j'ai écouté attentivement ».

Appréciation globale de la séance de simulation en traumatologie pédiatrique

Quatre-vingt-dix-huit virgule six pour cent des apprenants ont jugé cette séance de simulation utile. Seul un étudiant étant participant lors de la séance en a pensé le contraire car il estime ne pas avoir été suffisamment informé en amont sur ce qui était réalisable pendant le scénario pour être assez efficace dans son rôle. Ce retour permet de montrer l'importance du briefing notamment dans la présentation du contexte, de l'environnement, les possibilités du mannequin ainsi que tous les outils à sa disposition pouvant être utilisés lors du scénario (41).

Une majorité des étudiants ont apprécié découvrir des aspects de la prise en charge du patient encore non explorés en cours (94,4%). En effet, certaines notions vues en simulation sont peu abordées dans les cours théoriques, notamment la gestion des

appels téléphoniques ou la planification des urgences dans l'agenda. Ces aspects très concrets, inhérents à la gestion d'un cabinet dentaire, font pourtant partie du quotidien d'un chirurgien-dentiste. Difficilement mis en œuvre en cours magistral, seule une situation concrète, apportée dans ce cas par la simulation, permet de les travailler. La simulation apporte ainsi une plus-value à l'enseignement pédagogique.

La majorité des apprenants a apprécié les conditions de travail de cette séance de simulation ainsi que l'environnement et les outils mis à leur disposition. Nous pouvons remarquer dans la littérature que le travail en très petit groupe (2 à 10 personnes) lors d'expériences cliniques simulées est particulièrement apprécié par les apprenants (51) tout comme nous l'avons constaté dans les réponses de nos étudiants. Le petit nombre d'apprenants n'ayant pas apprécié certains aspects de la séance de la simulation tenaient tous le rôle d'observateur. Malgré le nombre très faible qui ne nous permet pas d'effectuer de conclusion, nous pouvons tout de même émettre l'hypothèse que le rôle tenu par les apprenants, participants ou observateurs, peut affecter la perception de la séance et que les observateurs ont peut-être été moins sensibles à l'environnement et aux outils de simulation mis à disposition.

Perspectives de développement des enseignements par la simulation

Quatre-vingt-dix-huit virgule six pour cent des apprenants souhaitent davantage de séances de simulation tout au long de leur cursus universitaire. Un seul observateur ne souhaite pas avoir d'autre séance de simulation. Ce résultat prouve l'intérêt que porte les étudiants à ce mode d'apprentissage, en adéquation avec les données issues de la littérature. En effet, une grande majorité des étudiants évaluent positivement les différents éléments de la simulation (52) (51). Une nouvelle fois, nous pouvons nous demander si le rôle d'observateur ou de participant de l'apprenant dans la séance de simulation peut influencer l'étudiant à l'appréciation de cette séance. Néanmoins nous ne pouvons pas effectuer de conclusion à la vue de cette réponse isolée. Cela nécessiterait une étude plus approfondie.

Nous remarquons que la discipline que tous les étudiants souhaitent aborder grâce à la simulation est la gestion de l'urgence. Souvent source de stress, l'étudiant souhaite s'y préparer au mieux en répétant ces situations afin de diminuer le niveau de stress et avoir un sentiment de « déjà vu ». Le fait d'avoir déjà vu cette situation augmente le

niveau de confiance de la personne, renforce l'apprentissage des compétences techniques (53) et réduit le niveau de stress. En effet, selon une revue de la littérature, Soffler *et al*. (54) confirment que la formation par simulation améliore la confiance des apprenants et est associée à un fort niveau de satisfaction.

Quatre-vingt-dix-huit virgule six pour cent des apprenants estiment que les séances de simulation pourraient faciliter le passage du cycle pré-clinique à clinique en étant mieux préparé. Ce mode d'apprentissage pourrait d'une certaine manière faciliter le passage à la clinique en désamorçant la première fois avec un patient. La simulation présente un intérêt particulier en fin de cursus pré-clinique car elle est le seul outil d'apprentissage mobilisant à la fois des compétences techniques et non techniques nécessaires au futur exercice clinique, tandis que le mannequin « fantôme » ne mobilise que les compétences techniques et ne prépare pas à une la prise en charge d'une personne humaine dans sa globalité.

3.4.4. Analyse des résultats des réponses au questionnaire « à froid »

Transfert des compétences en clinique

Cinquante-six virgule cinq pour cent des apprenants estiment avoir mis en pratique ce qu'ils ont appris ou révisé lors de la séance de simulation. Les étudiants n'ayant pu mettre en pratique ce qu'ils ont appris l'expliquent principalement par le fait qu'ils n'aient pas été confronté à la même situation (93,1%). Ces résultats sont influencés par le fait qu'un groupe n'a pas eu de vacation d'odontologie pédiatrique après la séance de simulation du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid 19 ayant entrainé l'arrêt des stages hospitaliers pendant plus de 2 mois. Les effets de la simulation sont importants sur les connaissances, les compétences et les comportements de façon globale. En revanche, ses effets sur les soins donnés aux patients (gestes techniques) sont moins visibles ou plus difficiles à mettre en évidence (55).

Quatre-vingt-dix-huit virgule quatre pour cent des apprenants pensent être un jour confrontés à une situation similaire à celle rencontrée pendant la séance de simulation. Ces résultats montrent la pertinence du scénario ainsi que son aspect concret et réaliste. Les étudiants projettent la situation vécue lors de la séance de simulation à la

prise en charge réelle d'un patient et plus de la moitié d'entre eux ont réussi à transférer leurs compétences acquises lors de la séance à la clinique.

Prise de conscience et modification des comportements à long terme

Une majorité d'étudiant estime que la séance de simulation est efficace pour mobiliser des compétences non techniques (95,1%) tandis que seul 67,6% des apprenants estiment qu'elle est efficace pour mobiliser les compétences techniques. Nous avons pu remarquer au travers de la littérature que les séances de simulation en traumatologie dentaire (56,57) sont souvent axées uniquement sur le geste technique, or nos résultats nous montrent que ce n'est pas l'attente principale de nos étudiants. En effet, les principaux points à améliorer relèvent du domaine de la communication et donc plutôt des compétences non techniques dont l'apprentissage est difficile à transmettre à l'aide un cours théorique. De ce fait, la simulation semble être un bon outil pour travailler ce champ de compétence au travers de mises en situation, tant lors de la formation initiale que continue (55). En revanche, selon la littérature, l'utilisation de patients virtuels pour l'enseignement de la communication médicale se limite généralement aux compétences de communication verbale et très peu à la communication non verbale qui est une composante essentielle à la communication (58). Nous avons ainsi pu identifier les attentes et les besoins des étudiants en termes de compétences. Afin de mieux développer les compétences non techniques et donc les compétences communicationnelles, nous pourrions intégrer l'utilisation de patients standardisés dans le parcours de formation des étudiants en chirurgie dentaire. Comme nous l'avons déjà décrit précédemment, le patient standardisé présente de nombreux intérêts pour travailler les compétences communicationnelles. Selon une étude, les étudiants en chirurgie dentaire ayant été formés à l'aide de patients standardisés incluent plus fréquemment toutes les composantes clés des options de traitement ainsi que le coût de traitement. Cependant, cette étude n'a pas conclu à une communication clinique étudiant-patient significativement plus efficace pour les étudiants formés à l'aide de patients standardisés (59). Enfin, la simulation permet aux professionnels de santé de développer et améliorer des compétences cliniques notamment en matière de communication, de gestion des priorités, de prise de décision et de travail en équipe (51).

La majorité des apprenants est d'accord pour affirmer que la séance de simulation est adaptée à la formation initiale (92%) et continue (82,2%) en odontologie. En effet, elle permet lors de la formation initiale d'aborder des aspects de la prise en charge d'un patient traités lors de cours théoriques, d'initier les étudiants aux bonnes pratiques et de ne jamais réaliser la première fois sur un patient. D'autre part, lors de la formation continue, la simulation permet de réaliser des rappels, de former à de nouvelles techniques et de maintenir la compétence des professionnels (55).

3.4.5. Limites de l'enquête et axes d'amélioration

Nous pouvons relever quelques limites à notre enquête et nos questionnaires proposés aux étudiants.

D'une part, lors du second questionnaire à froid nous n'avons pas réussi à obtenir l'intégralité des réponses. Seuls 62 étudiants y ont répondu sur les 72 étudiants initialement lors du premier questionnaire. De plus, nous avions fait le choix d'un seul et même questionnaire « à froid », que les étudiants aient été observateurs ou non, afin de faciliter le traitement des données recueillies. Nous aurions pu envisager de relier les questionnaires pour un même étudiant, avec par exemple un numéro d'anonymat identique pour le questionnaire « à chaud » et « à froid ». Ceci aurait pu nous permettre d'analyser l'impact que le rôle pourrait avoir sur la mémorisation et le transfert des compétences en clinique.

D'autre part, nos résultats sont à modérer du fait de notre faible échantillon, notamment dans la catégorie des participants où nous comptons uniquement 15 sujets. Une des perspectives de notre enquête est donc de réaliser une enquête à grande échelle, en systématisant l'évaluation des séances de simulation en odontologie. Ceci nous permettrait d'identifier les besoins et les attentes des étudiants, d'évaluer l'efficacité de la simulation à court, moyen et long terme, et d'adapter les enseignements en fonction de ces résultats.

3.5. Conclusion de l'enquête

Au vu des résultats obtenus, nous pouvons conclure que la plupart des critères de réussite de la simulation sont atteints. Certains axes d'amélioration ont été soulevés et cette enquête permettra à l'équipe enseignante d'améliorer ses pratiques essentiellement en complétant ce type de séances par d'autres outils de simulations

décrits précédemment. Les étudiants portent un très grand intérêt à ce nouvel outil pédagogique et notamment à la possibilité de développer de nouvelles compétences en matière de communication, de gestion des urgences et de l'organisation des soins en général.

4. Conclusion

Ce travail de thèse est consacré à l'utilisation de la simulation pour la formation des étudiants en chirurgie dentaire. Il s'articule en trois parties distinctes. La première partie est focalisée sur la définition de la simulation et ses modalités d'utilisation dans différents domaines. La seconde partie détaille l'utilisation de la simulation dans les domaines de la santé et plus spécifiquement de la chirurgie dentaire. Enfin, la troisième est consacrée à la réalisation d'une enquête ayant pour objectif d'évaluer les séances de simulation en traumatologie pédiatrique dispensées aux étudiants de 5ème année à la faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg.

La simulation en tant que méthode de formation a pris une place centrale et majeure dans le domaine de la santé mais aussi dans les domaines de l'aéronautique, la marine marchande et l'industrie nucléaire. Dans ces domaines, la formation par la simulation a contribué à améliorer la sécurité mais présente également un enjeu économique car l'entrainement sur simulateur est moins couteux qu'un entrainement sur les machines réelles, bien que l'investissement initial soit conséquent. En revanche, la formation des différentes professions ne peut être entièrement réalisée sur simulateur. Une pratique en conditions réelles reste indispensable.

La seconde partie de ce travail est axé sur la simulation en santé, outil innovant et incontournable, permettant de répondre aux besoins de formation pratique tout en étant en accord avec le principe de « jamais la première fois sur un patient ». Après une synthèse sur l'historique de la simulation en santé, nous avons fait un rappel sur les principes pédagogiques behavioristes, constructivistes et cognitivistes. D'un point de vue pédagogique, la simulation offre la possibilité d'apprendre par répétition un geste ou une situation plus ou moins complexe autant de fois que nécessaire et sans risque pour le patient. Il existe différentes modalités de simulation telles que les patients standardisés, les simulateurs procéduraux, les mannequins, la réalité virtuelle, la réalité augmenté ou encore les *serious games*. L'environnement de simulation joue un rôle prépondérant dans l'immersion des participants dans la situation. La simulation en santé présente néanmoins des limites liées à l'aspect économique et organisationnel. La mise en place de moyens matériels et humains peut s'avérer très couteuse.

En odontologie, les modes de simulations les plus répandus sont la tête de fantôme, les patients standardisés, les mannequins haute-fidélité et la réalité virtuelle avec ou sans retour haptique. La simulation est au cœur de notre formation depuis de nombreuses années. Cette dernière permet le développement des compétences communicationnelles et manuelles correctes avant la réalisation de soins chez les patients. C'est un outil pédagogique pertinent pour le développement de compétences techniques et non techniques, en termes de gestion des soins, d'ergonomie et de relation praticien-patient. Or, l'odontologie pédiatrique est une discipline non seulement technique mais également où la relation patient-praticien est au cœur d'une prise en charge de qualité. Ainsi il apparait essentiel de développer des séances de simulation pédiatriques pour la formation initiale des étudiants en chirurgie dentaire et de les évaluer.

La dernière partie de ce manuscrit est donc dédiée à une enquête réalisée auprès de 72 étudiants de 5ème année de la faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg. Ils ont participé à une séance de simulation portant sur la traumatologie en odontologie pédiatrique et ont répondu à un premier questionnaire à l'issu de la séance. Un second questionnaire leur a été transmis quatre mois après la séance. A l'aide de ces questionnaires, nous avons pu évaluer les différents aspects de la simulation tels que son environnement, l'immersion et l'implication des participants, le débriefing, son impact sur la pratique clinique et enfin l'intérêt porté par les étudiants à ce nouvel outil pédagogique.
98,6% des étudiants ont jugé cette séance de simulation utile et souhaiteraient davantage de séances au cours de leur cursus universitaire. Les résultats nous montrent également que les étudiants portent un grand intérêt au développement des compétences non techniques pouvant être améliorées à l'aide de la simulation (95,1%). Sur le long terme, 69,4% estiment que la séance leur a permis de prendre conscience de certains axes à améliorer dans leur pratique et 80,6 % considèrent que la séance a permis d'améliorer leurs performances cliniques. Tous les apprenants ont jugé que la séance de simulation était efficace pour réviser ou approfondir des connaissances.

Cette étude nous a ainsi permis d'observer un intérêt grandissant pour cet outil d'apprentissage s'inscrivant dans les pédagogies actives et qui mériterait d'être pleinement intégré au cursus universitaire de l'étudiant en chirurgie dentaire, tout au

long de son parcours et de façon complémentaire aux cours magistraux et aux travaux dirigés.

Faculté
de chirurgie dentaire

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : KUENTZ Laura

Titre de la thèse : La simulation : un outil pédagogique innovant au service de la formation des chirurgiens-dentistes

Directeur de thèse : Docteur Sophie JUNG

VU
Strasbourg, le : 7 . 10 2021
Le Président du Jury,

Professeur M-C. MANIERE

VU
Strasbourg, le : 08 OCT. 2021
Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,

Professeur C. TADDEI-GROSS

Faculté de Chirurgie Dentaire de Strasbourg - Service de scolarité / bureau des thèses
8 rue Sainte Elisabeth - 67000 Strasbourg

Références bibliographiques

1. Simuler - Définitions, synonymes, conjugaison, exemples | Dico en ligne Le Robert [Internet]. [cité 22 juin 2020]. Disponible sur: https://dictionnaire.lerobert.com/definition/simuler

2. Larousse É. Définitions : simulation - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 22 juin 2020]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/simulation/72824

3. Granry JC, Moll MC. Rapport de mission: État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Guide Bonnes Prat En Matière Simul En Santé Www Has-Sante Fr. 2012;

4. Audran J. Se former par la simulation, une pratique qui joue avec la réalité. Rech Form. 2016;(82):9-16.

5. Simulation en santé [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 16 mars 2020]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_930641/fr/simulation-en-sante

6. Place de la simulation dans les nouveaux enjeux en santé - PDF Téléchargement Gratuit [Internet]. [cité 25 mars 2020]. Disponible sur: https://docplayer.fr/5434541-Place-de-la-simulation-dans-les-nouveaux-enjeux-en-sante.html

7. Angel S, Angel P. Éviter les erreurs médicales grâce à la simulation. Odile Jacob; 2016.

8. Dibley H, Desmorat G. Petite histoire des simulateurs d'entraînement dans l'aéronautique. Risque Santé Environ. 2011;9:13.

9. Simulation technology in operator training. Full-scope, plant-specific simulators are part of the new reality [Internet]. IAEA; 2014 [cité 1 avr 2020]. Disponible sur: https://www.iaea.org/publications/magazines/bulletin/27-3/simulation-technology-operator-training-full-scope-plant-specific-simulators-are-part-new-reality

10. CEA. Evoc, première plateforme multimodale d'enseignement pour la filière nucléaire [Internet]. CEA/Espace Presse. CEA; 2018 [cité 1 avr 2020]. Disponible sur: http://www.cea.fr/presse/Pages/dossiers/2018/evoc-premiere-plateforme-multimodale-enseignement-nucleaire.aspx

11. Boet S, Granry J-C, Savoldelli G. La simulation en santé: de la théorie à la pratique. Springer; 2013.

12. Methamem M. La simulation médicale : luxe ou nécessité ? In Paris; 2012 [cité 7 avr 2020]. Disponible sur: https://www.sfmu.org/upload/70_formation/02_eformation/02_congres/Urgences/urgences2012/donnees/fs_tout_art.htm

13. André F, Galaup M, Alava S, Andre F. La simulation en formation : nouveauté ou mode ? Kinésithérapie Rev. 1 avr 2017;17(184):26-7.

14. On traite Mme Chase! [Internet]. Souvenirs de l'école des infirmières du Women's College Hospital. [cité 30 oct 2020]. Disponible sur: http://www.museevirtuel.ca/community-stories_histoires-de-chez-nous/womens-college-nursing_ecole-infirmieres-womens-college/galerie/traite-mme-chase/

15. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. Med Educ. 2006;40(3):254-62.

16. Rosen K. The History of Simulation. In: Levine AI, DeMaria S, Schwartz AD, Sim AJ, éditeurs. The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation [Internet]. New York, NY: Springer; 2013 [cité 8 avr 2020]. p. 5-49. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5993-4_2

17. Jaffrelot M, Pelaccia T. La simulation en santé : principes, outils, impacts et implications pour la formation des enseignants. Rech Form. 2016;n° 82(2):17-30.

18. Chekour M, Laafou M, Janati-Idrissi R. L'évolution des théories de l'apprentissage à l'ère du numérique [Internet]. [cité 6 avr 2020]. Disponible sur: https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1502b.htm

19. Mann KV. Theoretical perspectives in medical education: past experience and future possibilities. Med Educ. 2011;45(1):60-8.

20. Croguennec Y, Jaffrelot M. Les techniques de simulation pour aider à apprendre. La formation. 2011;

21. Joseph D. Impact de la simulation haptique dans l'enseignement en odontologie [Internet] [phdthesis]. Université de Lorraine; 2017 [cité 10 sept 2020]. Disponible sur: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01816937

22. Barry Issenberg S, Mcgaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. Med Teach. janv 2005;27(1):10-28.

23. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009. Med Educ. 2010;44(1):50-63.

24. Simoneau IL. Pédagogie par la simulation clinique haute fidélité dans la formation collégiale en santé: préparation clinique, interdisciplinarité et intégration au curriculum : rapport de recherche. 2014.

25. Epps C, White ML, Tofil N. Mannequin Based Simulators. In: Levine AI, DeMaria S, Schwartz AD, Sim AJ, éditeurs. The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation [Internet]. New York, NY: Springer; 2013 [cité 31 oct 2020]. p. 209-32. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5993-4_15

26. 1967 - Sim One - Denson & Abrahamson (American) [Internet]. cyberneticzoo.com. 2011 [cité 31 oct 2020]. Disponible sur: http://cyberneticzoo.com/robots/1967-sim-one-denson-abrahamson-american/

27. Owens R, Taekman JM. Virtual Reality, Haptic Simulators, and Virtual Environments. In: Levine AI, DeMaria S, Schwartz AD, Sim AJ, éditeurs. The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation [Internet]. New York, NY: Springer; 2013 [cité 31 oct 2020]. p. 233-53. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5993-4_16

28. Lelardeux C, Panzoli D, Alvarez J, Galaup M, Lagarrigue P. Serious Game, Simulateur, Serious play : état de l'art pour la formation en santé. :13.

29. Aubeux D, Gaudin A, Bray E, Remaud M, Clouet R, Prud'Homme T, et al. La méthode Escape Games pédagogiques. Chir Dent Fr. 10 oct 2019;41-5.

30. Perry S, Bridges SM, Burrow MF. A Review of the Use of Simulation in Dental Education. Simul Healthc. févr 2015;10(1):31-7.

31. Tavkar A, Pawar A. Simulation in dentistry. EC Dent Sci. 2017;12:115-21.

32. Roy E, Bakr MM, George R. The need for virtual reality simulators in dental education: A review. Saudi Dent J. 1 avr 2017;29(2):41-7.

33. Gottlieb R, Vervoorn JM, Buchanan J. Simulation in Dentistry and Oral Health. In: Levine AI, DeMaria S, Schwartz AD, Sim AJ, éditeurs. The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation [Internet]. New York, NY: Springer; 2013 [cité 31 oct 2020]. p. 329-40. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5993-4_21

34. Al Odhayani A, Ratnapalan S. Enseigner l'art de la communication. Can Fam Physician. oct 2011;57(10):e398-400.

35. Karkowsky CE, Chazotte C. Simulation: Improving communication with patients. Semin Perinatol. 1 juin 2013;37(3):157-60.

36. Fugill M. Defining the purpose of phantom head. Eur J Dent Educ. 2013;17(1):e1-4.

37. Cederberg RA, Bentley DA, Halpin R, Valenza JA. Use of virtual patients in dental education: a survey of U.S. and Canadian dental schools. J Dent Educ. oct 2012;76(10):1358-64.

38. Dutã M, Amariei CI, Bogdan CM, Popovici DM, Ionescu N, Nuca CI. An Overview of Virtual and Augmented Reality in Dental Education. 2011;10(1):8.

39. Jasinevicius TR, Landers M, Nelson S, Urbankova A. An Evaluation of Two Dental Simulation Systems: Virtual Reality versus Contemporary Non-Computer-Assisted. J Dent Educ. 2004;68(11):1151-62.

40. Endodontic preparations - Simodont Dental Trainer - Taking away limits in dental education [Internet]. Simodont Dental Trainer. [cité 4 avr 2021]. Disponible sur: https://www.simodontdentaltrainer.com/endodontic-preparations/

41. Oriot D, Alinier G. La simulation en santé-Le débriefing clés en mains. Elsevier Health Sciences; 2019.

42. Motola I, Devine LA, Chung HS, Sullivan JE, Issenberg SB. Simulation in healthcare education: A best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82. Med Teach. 1 oct 2013;35(10):e1511-30.

43. Schambil A. Faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg : précurseur et leader ! [Internet]. Medtech Strasbourg. 2018 [cité 7 janv 2021]. Disponible sur: http://preprod.medtech-strasbourg.eu/fr/faculte-de-chirurgie-dentaire-de-strasbourg-precurseur-leader/

44. La nouvelle unité de simulation au service des étudiants en chirurgie dentaire - Université de Strasbourg [Internet]. [cité 31 oct 2020]. Disponible sur: https://www.unistra.fr/index.php?id=25290&tx_ttnews%5Btt_news%5D=16768&cHash=8c5f3eae9f7cb883ba319cfbe1c8e4a7

45. Boet S, Jaffrelot M, Naik VN, Brien S, Granry J-C. La simulation en santé en Amérique du Nord : état actuel et évolution après deux décennies. Ann Fr Anesth Réanimation. 1 mai 2014;33(5):353-7.

46. Granry J-C. La simulation en santé : quels enjeux ? Rev Mal Respir. 1 déc 2015;32(10):966-8.

47. Ahmed HB, Ouanes I, Allouche E, Chetoui A, Ouechtati W, Bazdeh L. Évaluation du stress généré par un exercice de simulation haute-fidélité chez des étudiants en médecine Assessement of stress induced by high-fidelity simulation sessions among medical students. Tunis Med. 2020;98:7.

48. Simulation en santé et gestion des risques [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 5 juin 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2905932/fr/simulation-en-sante-et-gestion-des-risques

49. Bauer C, Rimmelé T, Duclos A, Prieto N, Secco J, Cejka J-C, et al. Peur de l'évaluation négative en simulation haute-fidélité chez des internes d'anesthésie-réanimation. Ann Fr Anesth Réanimation. 1 sept 2014;33:A196-7.

50. Galtier V. L'évaluation par les pairs dans le contexte de la formation [Internet]. CentraleSupélec, Université Paris-Saclay; 2016 [cité 6 août 2021]. Disponible sur: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01483879

51. Codeço A, Coutinho VRD, Pereira-Lopes O, Faria-Almeida R, Resende MS. Assessing clinical simulation as a learning tool when training motivation skills in Periodontology—Students' perceptions. Eur J Dent Educ. 2020;24(4):644-9.

52. McKenzie CT, Tilashalski K, Abou-Arraj R, Peterson DT, White ML. Students' Evaluations of Simulations in Dentistry: A Multiple Cohort Study at a U.S. Dental School. J Dent Educ. 2019;83(10):1142-50.

53. Desvallées C. Intérêt de la simulation dans l'apprentissage de la prise en charge des urgences médicales au cabinet dentaire. 1 mars 2019;115.

54. Soffler MI, Hayes MM, Smith CC. Central venous catheterization training: current perspectives on the role of simulation. Adv Med Educ Pract. 25 mai 2018;9:395-403.

55. L'Her E, Geeraerts T, Desclefs JP, Benhamou D, Blanie A, Cerf C, et al. Intérêts de l'apprentissage par simulation en soins critiques. Recomm Communes Société Réanimation Lang Fr Société Fr D'anesthésie Réanimation Société Fr Médecine D'urgence Société Francoph Simul En Santé. 2019;

56. Zafar S, Renner MP, Zachar JJ. Dental trauma simulation training using a novel 3D printed tooth model. Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol. déc 2020;36(6):641-7.

57. Marriot-Smith C, Marino V, Sinclair Heithersay G. A preclinical dental trauma teaching module - 2016 - Dental Traumatology - Wiley Online Library [Internet]. [cité 23 juill 2021]. Disponible sur: https://onlinelibrary-wiley-com.scd-rproxy.u-strasbg.fr/doi/10.1111/edt.12251

58. Lee J, Kim H, Hoon Kim K, Jung D, Jowsey T, Webster C. Effective virtual patient simulators for medical communication training: A systematic review - 2020 - Medical Education - Wiley Online Library [Internet]. [cité 23 juill 2021]. Disponible sur: https://onlinelibrary-wiley-com.scd-rproxy.u-strasbg.fr/doi/10.1111/medu.14152

59. McKenzie CT, Tilashalski KR, Peterson DT, White ML. Effectiveness of Standardized Patient Simulations in Teaching Clinical Communication Skills to Dental Students. J Dent Educ. oct 2017;81(10):1179-86.

Annexe 1 – Tableau comparatif des différents mannequins

Adult mannequin simulator comparison									
	HPS (CAE)	iStan (CAE)	METIman (CAE)	ECS (CAE)	SimMan Essential (Laerdal)	SimMan 3G (Laerdal)	HAL S3000 (Gaumard)	Hal S3201 (Gaumard)	Susie 2000 (Gaumard)
General									
Autonomous	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Tetherless	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Real monitors	Yes	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes
Airway/respiratory									
Trismus	No	Yes	No	No	Yes	Yes	No	No	No
Articulating mandible	No	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes	No
Breakaway teeth	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Nasal intubation	Yes	Yes	Yes[a]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Bronchial occlusion	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Laryngospasm	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Airway occlusion	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Airway resistance	Yes	Yes	Yes[a]	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
Oral secretions	Yes	No	Yes[a]	No	No	Yes	No	No	No
Cardiovascular									
CO_2 detection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
JVD	No	Yes	No	No	No	No	No	No	No
Cyanosis	No	Yes	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Capillary refill	No	Yes	No	No	No	No	No	No	No
Pulse sites	Yes	14	14	14	11[a]	14	10	12	12
ECG detectable	Yes	No	No	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes
Neuro									
Reactive pupils	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Convulsions	No	Yes	Yes	Yes[a]	No	Yes	No	Yes	No
Procedural									
Intraosseous	No	Yes	Yes[a]	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No
Intravenous	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
IM injection	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Finger stick glucose	No	No	No	No	No	No	No	No	Yes
Needle thoracostomy	Yes	Yes	Yes[a]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Chest tube	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes[a]	Yes	No
Chest tube output	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Peridcardiocentesis	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No	No
Urinary catheterization	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Urinary output	Yes	No	Yes[a]	Yes	No	Yes	No	No	Yes

KUENTZ (Laura) – La simulation : un outil pédagogique innovant au service de la formation des chirurgiens-dentistes
(Thèse : 3ème cycle Sci. Odontol. : Strasbourg : 2021 ; N°61)
N° 43.22.21.61

Résumé :

Les étudiants en chirurgie dentaire se doivent d'acquérir des connaissances théoriques au cours de leur cursus préclinique, mais aussi des compétences techniques et non techniques avant de pouvoir prodiguer des soins aux patients. Ainsi les étudiants s'exercent quotidiennement sur des mannequins inanimés, les « fantômes », constitués d'un buste et d'une tête dotée de mâchoires dentées. Ce modèle présente cependant un certain nombre de limites dans la mesure où seules les habiletés motrices sont stimulées. Les notions telles que la relation avec le patient, la gestion de l'urgence, le travail d'équipe ou encore l'ergonomie sont pourtant essentielles.
Il est donc primordial de développer des compétences non techniques dans un contexte se rapprochant au plus près des conditions réelles afin de faciliter la transition entre la préclinique et les stages hospitaliers. Cette liaison est notamment possible grâce à la simulation qui permet de reproduire des situations et des environnements de soins, dans le but d'être préparé au mieux à la clinique, d'améliorer la qualité et la sécurité des soins.
L'objectif de cette thèse a été d'étudier la place et le rôle de la simulation dans la formation des chirurgiens-dentistes. Dans nos deux premières parties, nous exposerons les différentes méthodes de simulations actuelles dans les domaines de la santé et de la chirurgie-dentaire ains que leur apport pédagogique à travers une revue exhaustive de la littérature. La troisième partie de ce manuscrit a été consacré à l'évaluation de l'efficacité des séances de simulation de traumatologie en odontologie pédiatrique mises en place chez les DFASO2. Cette enquête par auto-questionnaire nous a permis de connaitre le ressenti des étudiants en conditions simulées, leur intérêt pour ce nouvel outil pédagogique ou encore la possibilité de transposer ces apprentissages en clinique.
Les résultats de nos questionnaires ont permis de conclure à un fort intérêt de la part des étudiants face à cet outil pédagogique innovant et l'expérience vécue semble positive. Les étudiants ont ainsi pu exprimer leurs attentes, nous permettant ainsi de cibler un besoin de développement des compétences non techniques et d'envisager une intégration de la simulation tout au long du cursus universitaire.

Rubrique de classement : Pédagogie en odontologie

Mots clés :
- Simulation
- Pédagogie
- Formation
- Innovation technologique
- Mannequin

Me SH :
- Simulation
- Pedagogy
- Education
- Technological innovation
- Mannequin

Jury :

Président : Professeur MANIERE Marie-Cécile
Assesseurs : Professeur CLAUSS François
Docteur JUNG Sophie
Docteur REITZER François

Coordonnées de l'auteur :

Adresse postale :
L. KUENTZ
19A rue de Neuf-Brisach
68127 SAINTE-CROIX-EN-PLAINE
Adresse de messagerie : laurakuentz@orange.fr