



HAL
open science

Élaboration d'un protocole d'utilisation de la réalité Virtuelle au bloc opératoire en odontologie pédiatrique au travers d'une revue de portée

Thibaud Gibier

► To cite this version:

Thibaud Gibier. Élaboration d'un protocole d'utilisation de la réalité Virtuelle au bloc opératoire en odontologie pédiatrique au travers d'une revue de portée. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-03996908

HAL Id: dumas-03996908

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03996908>

Submitted on 20 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

UNIVERSITÉ PARIS CITÉ

FACULTÉ DE SANTÉ

UFR D'ODONTOLOGIE

Année 2023

N° D006

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 9 janvier 2023

Par

Thibaud GIBIER

Élaboration d'un protocole d'utilisation de la réalité virtuelle au bloc opératoire en odontologie pédiatrique au travers d'une revue de portée

Dirigée par Monsieur le Docteur Pierre-Jean Bérat

JURY

Mme le Professeur Sibylle Vital

Président

Mme le Professeur Élisabeth Dursun

Assesseur

Mme le Docteur Arabelle Vanderzwalm

Assesseur

M. le Docteur Pierre-Jean Bérat

Assesseur

Mme le Docteur Chloé Charbonneau

Invité



L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse d'exercice comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation, auprès du ou des titulaires des droits. Le droit de citations doit s'exercer avec rigueur et discernement. Certaines citations peuvent comporter un extrait textuel de la source. Cet extrait textuel doit être relativement court (une quinzaine de lignes tout au plus), mis entre guillemets ou clairement séparé du corps du texte et bien évidemment référencé en citation. En ce qui concerne la citation sans extrait textuel (mention d'idées ou concepts originaux, données chiffrées, figures, etc.), il faut également en citer la source. Toute figure, tableau, graphique reproduit doit également être accompagné de la citation de la source. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse d'exercice. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers.

Thibaud GIBIER

Tableau des enseignants de l'UFR d'Odontologie

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme M. AUJAY DE LA DURE-MOLLA Mme É. DURSUN Mme S. VITAL	M. P.-J. BERAT (MCU associé) Mme A.-L. BONNET M. F. COURSON Mme M. RIOU (MCU associé) Mme A. VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE	Mme E. LE NORCY	M. C. DUNGLAS M. P. GARREC Mme A. KAMOUN Mme B. VI-FANE
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme S. AZOGUI-LEVY M. P. PIRNAY	Mme A.-C. BAS Mme A. GERMA Mme V. SMAIL-FAUGERON Mme A. TENENBAUM
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme F. ANAGNOSTOU M. M. BIOSSE DUPLAN Mme M.-C. CARRA Mme M.-L. COLOMBIER Mme M. GOSSET	M. A. BRUN M. D. GUEZ M. S. JUNGO (MCU associé) M. S. KERNER
	CHIRURGIE ORALE	Mme G. LESCAILLE M. L. MAMAN Mme L. RADOÏ M. Y. ROCHE	Mme V. BAAROUN M. B. COURRIER Mme A.-L. EJEIL M. F. GAULTIER M. N. MOREAU M. T. NGUYEN Mme J. ROCHEFORT Mme I. TAÏHI M. H. TARRAGANO
	BIOLOGIE ORALE	Mme A. C. AZEVEDO (PU associée) Mme C. BARDET (PR) Mme A. BERDAL Mme C. CHAUSSAIN M. V. DESCROIX M. B. FOURNIER M. B. GOGLY Mme R. KOZYRAKI Mme S. SÉGUIER	Mme C. ANDRIQUE (MCU associée) M. C.-D. ARRETO M. J. BOUCHET (MCF) Mme H. CHARDIN M. P. COLLIN Mme M.-H. COTTET Mme A. COUDERT (MCF) M. F. FERRÉ Mme C. GORIN Mme S. HOUARI-MEJRI Mme J. ISAAC (MCF) M. O. LE MAY M. G. LIGNON (MCU associé) Mme N NOWWAROTE (MCU associé) M. B. PAIVA (MCF)
3. RÉHABILITATION ORALE (DÉBUT)	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme T. BOUKPESSI M. P. COLON Mme C. GAUCHER	Mme F. BERÈS Mme C. BESNAULT M. É. BONTE Mme A.-M. COLLIGNON M. F. DECUP Mme A. HARTMANN M. G. KUHN Mme C. MESGOUÉZ-MENEZ Mme C. MOCQUOT Mme N. PRADELLE PLASSE Mme M. ZANINI

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
3. RÉHABILITATION ORALE (SUITE)	PROTHÈSES	Mme M.-V. BERTERETCHE Mme A. BRAUD M. O. FROMENTIN M. C. RIGNON-BRET M. B. TAVERNIER Mme C. WULFMAN	M. J.-M. CHEYLAN Mme H. CITTERIO Mme M.-J. CRENN M. M. DAAS M. D. DOT M. L. DUPAGNE (MCU associé) M. N. EID M. S. ESCURE Mme I. FOUILLOUX Mme L. FRIEDLANDER M. P. GATEAU M. D. MAURICE M. P. MOULIN M. P. RENAULT Mme É. SARFATI M. J.-E. SOFFER M. P. TRAMBA
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. Y. BOUCHER Mme L. JORDAN M. J.-F. N'GUYEN M. B. SALMON	M. J.-P. ATTAL M. C. AZEVEDO Mme R. BENBELAÏD Mme A. BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) Mme J. BOSCO M. D. BOUTER M. J.-L. CHARRIER M. M. CHERRUAU M. H. DIAKONOFF (MCU associé) M. R. FELIZARDO M. B. FLEITER M. P. FRANÇOIS Mme F. MANGIONE M. A. PORPORATI (MCU associé) Mme F. TILOTTA
PROFESSEURS ÉMÉRITES		M. C. BÉRENHOLC M. P. BOUCHARD Mme M.-L. BOY-LEFÈVRE Mme M. FOLLIGUET Mme M. WOLIKOW M. R. GARCIA M. J.-J. LASFARGUES M. A. LAUTROU M. G. LEVY	M. B. PELLAT Mme A. POLIARD M. J.-L. SAFFAR

Liste mise à jour le 28 septembre 2022

Remerciements

À Mme le Professeur Sibylle Vital ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Ancien Interne des Hôpitaux ; Docteur de l'Université Paris Descartes ; Habilitée à Diriger des Recherches ; Professeur des Universités, UFR d'Odontologie – Université Paris Cité ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique – Hôpitaux de Paris ; Vice-Doyen de l'UFR d'Odontologie – Université Paris Cité.

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence du jury. Je vous exprime toute ma reconnaissance pour votre enseignement et vos conseils durant mes études. C'est en grande partie grâce à vous que je suis devenu un passionné de l'odontologie pédiatrique. Je suis très honoré de pouvoir continuer de travailler avec vous en tant qu'attaché. Vous trouverez ici l'expression de mon profond respect et ma plus respectueuse considération.

À Mme le Professeur Élisabeth Dursun ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Ancien Interne des Hôpitaux ; Docteur de l'Université Paris 13 ; Habilitée à Diriger des Recherches ; Professeur des Universités, UFR d'Odontologie – Université Paris Cité ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique – Hôpitaux de Paris.

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de participer à mon jury de thèse. Je vous remercie pour votre disponibilité dans l'organisation de cette thèse. Vous trouverez ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

À Mme le Docteur Arabelle Vanderzwalme ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Docteur de l'Université Paris Descartes ; Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie - Université Paris Cité ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique – Hôpitaux de Paris.

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de participer à mon jury de thèse. Je vous remercie de m'avoir accompagné durant mes études. Je vous remercie pour votre implication et votre gentillesse. Soyez assurée de ma reconnaissance et de ma plus respectueuse considération.

À M. le Docteur Pierre-Jean Bérat ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Ancien Interne des Hôpitaux ; Maître de Conférences associé des Universités, UFR d'Odontologie - Université Paris Cité ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique – Hôpitaux de Paris

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites d'avoir accepté de diriger ma thèse. Je vous suis reconnaissant de m'avoir fait découvrir cette discipline qu'est l'odontologie pédiatrique et pris autant de temps durant mes études pour échanger et enseigner mon futur métier dans la bonne humeur. Travailler à vos côtés fut un très grand plaisir. A tous nos moments partagés et à ceux à venir. Vous trouverez ici l'expression de mon profond respect.

À Mme le Docteur Chloé Charbonneau ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Chef de Clinique des Universités - Assistant des Hôpitaux, UFR d'Odontologie - Université Paris Cité.

Merci pour tout ce que tu as fait pour moi. Merci pour tous les moments d'échanges que nous avons partagés durant toutes ces années. Merci de m'avoir accompagné, motivé et aidé au mieux. Merci pour ta disponibilité et la bienveillance que tu as à mon égard depuis tant d'années. Sache que je progresse de jour en jour grâce à toi et que tu es une vraie source de motivation. Tu trouveras ici l'expression de ma sincère affection.

Résumé et indexation en français et anglais

Résumé :

L'anesthésie générale en odontologie est indiquée chez les enfants présentant une anxiété importante vis-à-vis des soins dentaires au fauteuil. Une prise en charge sous anesthésie générale mal accompagnée peut induire des effets secondaires post-opératoires tel qu'une augmentation de la prise de médicaments (antalgiques, relaxants), des cauchemars ou un changement de comportement. Afin de réduire l'anxiété pré-opératoire, différentes techniques de distraction peuvent être utilisées telles que les films, les jeux ou la réalité virtuelle. La réalité virtuelle permet à l'enfant d'être immergé dans un univers ludique ou s'apparentant à de la méditation. L'objectif de ce travail est de proposer suite à une revue de portée, un protocole d'utilisation de la réalité virtuelle dans la gestion de l'anxiété pré-opératoire avant des soins dentaires pédiatriques sous anesthésie générale. Les mots clés « Virtual reality » et « Anesthesia General » ont permis d'interroger les bases de données Pubmed, Cochrane, Embase et Doss. Ainsi 363 articles ont été identifiés. Après élimination des doublons 291 articles ont été analysés et 10 articles ont été inclus et lus. La réalité virtuelle semble montrer des résultats prometteurs concernant la réduction de l'anxiété pré-opératoire. Pour mesurer cet effet, les auteurs utilisaient l'échelle de Yale (m-YPAS). Certaines études présentent les limites de son utilisation lorsque les patients sont âgés de moins de 4 ans ou qu'ils présentent un handicap trop important. Le casque devrait donc être utilisé initialement lors de l'attente de l'induction. De futurs essais devront préciser s'il est possible de le garder jusqu'à l'endormissement de l'enfant.

Discipline ou spécialité :

Odontologie Pédiatrique

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

fMeSH : Réalité de synthèse ; Anesthésie générale

Rameau : Pédodontie ; Anxiété

Forme ou Genre :

fMeSH : Dissertation universitaire

Rameau : Thèses et écrits académiques

Abstract :

Children that suffer from anxiety caused by dental care are often recommended the use of general anaesthesia. A poorly accompanied general anaesthesia treatment can induce postoperative side effects such as an increase in the intake of medication (analgesics, relaxants), nightmares or a change in behaviour. In order to reduce this pre-operative anxiety, different distraction techniques can be used such as films, games or virtual reality. Virtual reality allows the child to be immersed in a playful or meditation-like environment reducing both stress and anxiety. The objective of this work is to propose, following a review of the scope, a protocol for the use of virtual reality in the management of pre-operative anxiety before paediatric dental care under general anaesthesia. The keywords "Virtual reality" and "General Anesthesia" were used to search the Pubmed, Cochrane, Embase and Doss databases. A total of 363 articles were identified. After eliminating duplicates, 291 articles were analysed and 10 articles were included and read. Virtual reality seems to show promising results in reducing preoperative anxiety. To measure this effect, the authors used the Yale scale (m-YPAS). Some studies show failures when patients are younger than 4 years old or suffer from a strong disability. The helmet should therefore be used initially while waiting for induction. Future trials will need to clarify whether it is possible to keep it on until the child falls asleep.

Branch or specialty :

Pediatric Dentistry

English keywords (MeSH) :

Virtual Reality ; Anesthesia, General

Publication type (MeSH) :

Academic Dissertation

Liste des abréviations

- AG : Anesthésie Générale
- DOSS: Dentistry and Oral Sciences Source
- HAS : Haute autorité de Santé
- ICC : Induction Compliance Checklist
- MEOPA : Mélange Équimolaire d'Oxygène et de Protoxyde d'Azote
- m-YPAS : Echelle d'anxiété de Yale
- PRBS : Procedural Behavior Rating Scale
- RA : Réalité Augmentée
- VR : Réalité Virtuelle ou Virtual Reality

Table des matières

INTRODUCTION	3
1 : LA REALITE VIRTUELLE	5
1.1 DEFINITION.....	5
1.2 HISTOIRE DE LA REALITE VIRTUELLE	7
1.2.1 <i>Le sensorama de Morton Heilig</i>	7
1.2.2 <i>« Ultime Ecran » d'Ivan Sutherland</i>	8
1.2.3 <i>Le super cockpit de Thomas Furness</i>	8
1.2.4 <i>Programme « VIVED » de la NASA</i>	9
1.2.5 <i>Inventions modernes</i>	10
1.3 UTILISATION DE LA REALITE VIRTUELLE DANS LE DOMAINE DE LA SANTE	10
1.3.1 <i>En médecine</i>	10
1.3.2 <i>En chirurgie</i>	11
1.3.3 <i>En Odontologie pédiatrique</i>	12
1.4 MATERIELS ET LOGICIELS.....	12
1.4.1 <i>Les casques de réalité virtuelle</i>	12
1.5 RECOMMANDATIONS ET CONTRE-INDICATIONS	15
1.5.1 <i>Recommandations d'utilisation</i>	15
1.5.2 <i>Effets secondaires</i>	15
1.5.3 <i>Contre-indications</i>	16
2 : REVUE DE PORTEE DE LA LITTERATURE	17
2.1 METHODE	17
2.1.1 <i>Equation de recherche et objectif</i>	17
2.1.2 <i>Critères d'inclusion et de non-inclusion des articles</i>	17
2.1.3 <i>Recueil des données</i>	18
2.2 RESULTATS	19
2.2.1 <i>Diagramme de flux</i>	19
2.2.2 <i>Description des études</i>	20
2.2.3 <i>Méthodologie des études</i>	20
2.2.4 <i>Résultats principaux : réalité virtuelle et gestion de l'anxiété</i>	21
2.2.5 <i>Résultats secondaires</i>	22
2.2.6 <i>Conclusion de la revue de portée</i>	23
2.3 DISCUSSION	25
2.3.1 <i>Avantages de la réalité virtuelle au bloc opératoire</i>	26

2.3.2 Difficultés et limites de la réalité virtuelle au bloc opératoire	27
3 : MISE EN PLACE DU PROTOCOLE D'UTILISATION	28
CONCLUSION	31
BIBLIOGRAPHIE	32
TABLE DES FIGURES	35
TABLE DES TABLEAUX	36
ANNEXES	37

Introduction

Chez l'enfant, la Haute Autorité de Santé (HAS) indique les soins dentaires sous anesthésie générale (AG) face à une peur des soins dentaires ou pour des raisons liées à l'état de santé général de l'enfant, lors d'affections consécutives à un traumatisme bucco-facial ou dentaire ou face à une non-coopération de l'enfant par exemple en raison de son jeune âge ou d'un handicap (1).

Toutefois, l'anxiété pré-opératoire peut avoir un impact important sur les suites médicales et sur l'expérience vécue par l'enfant ainsi que ses parents lors des soins. L'anxiété pré-opératoire désigne un malaise physique et psychologique dont l'apparition est consécutive à la possibilité d'une intervention chirurgicale. La prévalence de l'anxiété pré-opératoire varie selon les études de 40 à 60% chez les enfants (2). Elle peut entraîner des conséquences indésirables, telles que : le délire d'urgence, des douleurs post-opératoires majorées et des changements de comportement post-opératoires inadaptés. Ainsi plus de 65% des enfants rapportent lors du rendez-vous de contrôle post-opératoire des réponses comportementales négatives comme des cauchemars, une anxiété de séparation, des problèmes d'alimentation ou une peur accrue des médecins. Ces réactions post-opératoires sont étroitement liées au niveau d'anxiété pré-opératoire (3).

L'essor des nouvelles technologies offre aux chirurgiens-dentistes de nouveaux outils pour réduire l'anxiété pré-opératoire. Dans le service de médecine bucco-dentaire de l'hôpital Louis Mourier (APHP-Colombes 92), pour réduire cette anxiété pré-opératoire précédant l'intervention, en plus des prémédications sédatives prescrites, il est mis à la disposition de l'enfant et de ses parents une tablette avec des dessins animés et des jeux.

La réalité virtuelle permet, à l'aide d'un casque, une immersion totale dans un environnement proposé par un logiciel. La stimulation simultanée des sens auditif et visuel provoquerait vraisemblablement une plus grande implication et, par conséquent, une plus grande efficacité que les techniques traditionnelles afin de distraire les jeunes patients (4). La réalité virtuelle a déjà montré son efficacité lors des séances de soins au fauteuil permettant aux enfants d'améliorer leur comportement et de réduire la perception de la douleur lors des soins dentaires chez l'enfant (5).

Au bloc opératoire, son utilisation pourrait permettre de réduire l'anxiété pré-opératoire et ainsi diminuer les effets indésirables en post-opératoire.

L'objectif de ce travail est d'étudier au travers d'une revue de portée de la littérature l'apport de la réalité virtuelle au bloc opératoire en pré-opératoire en vue de la réalisation de soins dentaires pédiatriques sous anesthésie générale.

Nous débuterons par la présentation de la réalité virtuelle, son histoire et ses différentes utilisations. À la suite d'une revue de portée nous proposerons un protocole d'utilisation de la réalité virtuelle au

bloc opératoire en pré-opératoire en vue de la réalisation de soins dentaires sous anesthésie générale
au sein de l'hôpital Louis Mourier.

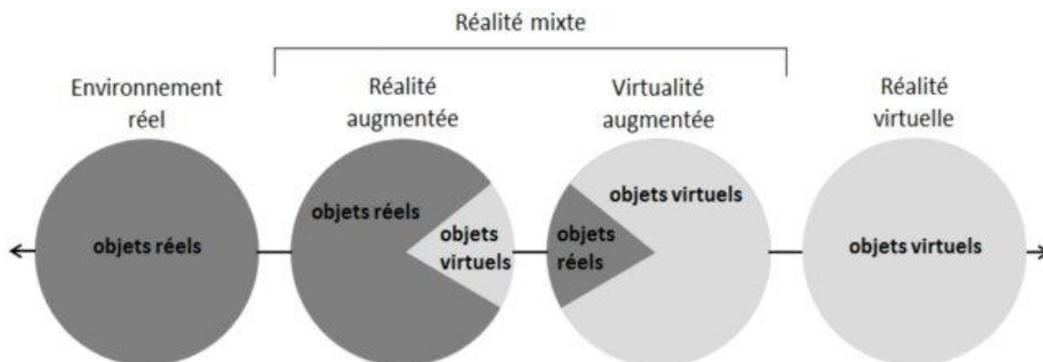
1 : La Réalité virtuelle

1.1 Définition

La réalité-virtualité est un continuum (cf.figure 1). Certains font remonter l'expression de réalité virtuelle à Antonin Arthaud, dans le Théâtre et son double (1938). L'auteur décrit le théâtre comme « la réalité virtuelle ». En 1985, Jaron Lanier reprend ce terme pour désigner un espace de représentation « réaliste » et tri-dimensionnel, en temps réel et totalement immersif (5).

La réalité virtuelle est une simulation informatique interactive, immersive, visuelle, sonore et/ou haptique, d'environnements réels ou imaginaires (6). La simulation haptique est défini comme stimulant le sens du toucher. L'utilisateur se retrouve totalement immergé dans un monde autre que celui qui l'entoure (6). La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne la réalisation d'une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel.

Figure 1 : Schéma du continuum Réalité-Virtualité



Source : Milgram et Kishino, 1994.

On distingue parfois la réalité virtuelle immersive de la réalité virtuelle non-immersive.

La réalité virtuelle immersive plonge l'utilisateur dans un univers virtuel à 360° en stimulant tous ses sens grâce à un casque et des capteurs de mouvements. L'immersion est obtenue en supprimant les stimuli sensoriels du monde réel et en les remplaçant par les stimuli sensoriels produits par l'environnement virtuel. L'immersion est liée à la nature multimodale des sens perceptifs, ainsi qu'aux aspects interactifs d'une expérience de réalité virtuelle. Plus l'immersion est forte, plus l'utilisateur est plongé dans le monde virtuel imaginé par le casque de réalité virtuelle (7) (cf.figure2).

La réalité virtuelle non-immersive ne répond pas à tous les critères cités précédemment. Seul un sous-ensemble des sens est mis en éveil permettant une prise de conscience périphérique de l'utilisateur. Par exemple, le remplacement du casque par un téléphone portable n'obstrue pas totalement le champ de vision de l'utilisateur (7).

Figure 2 : Application HypnoVR, méditation en VR



Source : HypnoVR, Capture d'écran.

La réalité augmentée (RA) est l'affichage en superposition d'éléments et d'informations numériques sur le monde réel. On pourrait citer comme exemple le jeu très populaire Pokémon GO (cf.figure 3). Le contenu affiché en réalité augmentée n'interagit pas avec le monde réel, mais permet d'avoir une expérience enrichie par rapport au simple monde réel (8).

Figure 3 : Pokémon Go, divertissement en réalité augmentée



Source : Moreau, « Pokemon Go : comment expliquer la frénésie autour de ce jeu ? », 2016.

La réalité mixte se situe à l'interface entre la réalité virtuelle et la réalité augmentée et place des images 3D réalistes dans le monde réel, ce qui donne l'impression qu'elles sont vraies.

Contrairement à la réalité virtuelle, l'utilisateur n'est pas coupé du monde réel. Plus proche de la réalité augmentée, la réalité mixte se différencie par le fait de pouvoir interagir physiquement avec des éléments 3D (8). La réalité mixte appliquée aux soins de santé permet par exemple de donner aux médecins, via un dispositif, une image claire et améliorée des données du patient. Les images de la zone affectée où la chirurgie doit être pratiquée peuvent être affichées directement sur le patient ce qui permet d'améliorer la précision opératoire (9).

1.2 Histoire de la réalité virtuelle

1.2.1 Le sensorama de Morton Heilig

Morton Heilig, cinéaste américain, est considéré comme l'un des pionniers de la réalité virtuelle. Il propose en 1956 d'exposer sa vision d'un appareil multisensoriel. Breveté en 1962, le sensorama, entièrement mécanique, ressemblait à une borne d'arcade (cf.figure 4). Il était composé d'un écran stéréoscopique, d'une chaise vibrante pouvant reproduire les mouvements et de haut-parleurs stéréo. Il possédait même une soufflerie mimant les effets du vent et un diffuseur de parfum qui reproduisait certaines odeurs (10). Il suffisait d'y insérer une pièce et de choisir son film parmi plusieurs choix (une balade à moto dans Brooklyn, un parcours à bicyclette, une balade en buggy dans les dunes du désert, un vol en hélicoptère). Cette machine fut pensée à la base pour immerger davantage les spectateurs de cinéma et révolutionner ainsi l'expérience cinématographique (11).

Figure 4 : Photo du sensorama de Morton Heilig

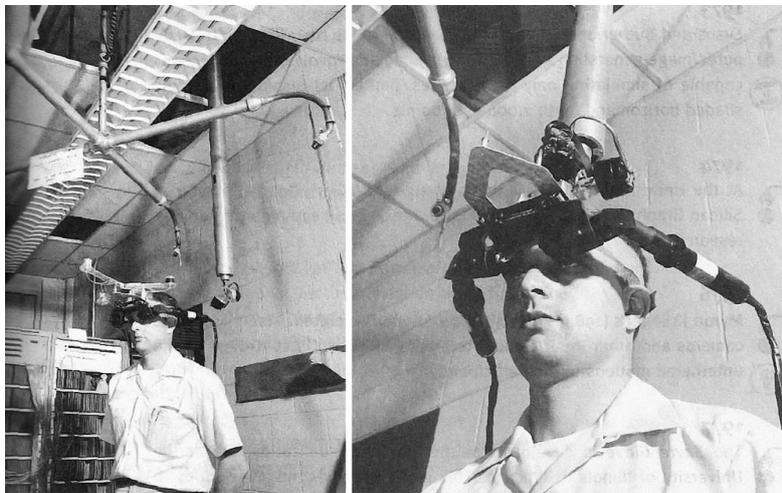


Source : Heilig « The cinema of the future », 1955.

1.2.2 « Ultime Ecran » d'Ivan Sutherland

Entre 1965 et 1968, aidé par ses étudiants, Ivan Sutherland met au point à l'université d'Utah : l'Ultimate Display (cf.figure 5). Il s'agit d'un casque permettant de regarder des images de synthèse. Sa spécificité réside dans deux détecteurs de mouvements intégrés au casque modifiant l'image observée en fonction de la position de la tête et des mouvements de l'utilisateur. L'appareil utilisait deux tubes cathodiques (un pour chaque œil) et des éléments optiques afin de projeter devant les yeux de l'opérateur des images 3D générées par ordinateur (11). L'appareil devait être suspendu au plafond grâce à un bras mécanique. C'est pour cela qu'il a été surnommé « l'épée de Damoclès » (12).

Figure 5 : Épée de Damoclès d'Ivan Sutherland



Source : Ulyces, « Le premier casque de réalité virtuelle a été inventé en 1968 », 2016.

1.2.3 Le super cockpit de Thomas Furness

Dans les années 1970, l'ingénieur Thomas Furness a travaillé pour l'armée de l'air américaine à l'application d'écrans d'ordinateur dans les cockpits et à la proposition d'un projet de simulateur de vol immersif. En 1982, ses travaux aboutissent sous la forme du Super Cockpit ou VCASS (Visually Coupled Airborne Systems Simulator) (13) (cf.figure 6).

Figure 6 : « Super Cockpit » de Thomas Furness



Source : Tom's hardware, « L'histoire réelle de la réalité virtuelle. Le super cockpit 1982 », 2022.

1.2.4 Programme « VIVED » de la NASA

En 1985, la NASA s'intéressa elle aussi à la réalité virtuelle. Elle présenta son VIEW (Virtual Interface Environment Workstation), système utilisant un casque de réalité virtuelle stéréoscopique, aux systèmes optiques. Le VIEW (cf.figure 7) offrait un angle de vue vertical de 120° grâce à deux écrans. Le casque était complété par un système de reconnaissance vocale et par des gants Dataglove fournis par VPL research. Ce programme était destiné à offrir aux astronautes un nouvel outil d'affichage d'informations et de données pour leur futures missions spatiales (14).

Figure 7 : Casque de VR « Nasa View »



Source : Tom's hardware, « L'histoire réelle de la réalité virtuelle. Nasa view 1985 », 2022.

1.2.5 Inventions modernes

Dans les années 1990, de nombreuses recherches et des progrès voient le jour dans l'industrie du jeu vidéo. La réalité virtuelle rentre dans une nouvelle ère, le divertissement et le monde du jeu vidéo.

Lors d'un congrès du jeu vidéo en 1993, SEGA présenta son premier casque de réalité virtuelle dédié aux jeux-vidéos et destiné au grand public. Le groupe japonais avait conçu un casque de réalité qui intégrait des écrans LCD, des capteurs inertiels pour mesurer les mouvements de la tête et devait sortir en 1993. Quatre jeux étaient prévus pour le lancement, dont une adaptation d'un jeu de courses automobiles. Malheureusement, SEGA abandonna son projet en cours de route et le SEGA VR ne fut jamais commercialisé. La firme craignait que les jeux soient trop réalistes et occasionnent par la suite des accidents.

Nintendo décida de lancer son propre casque de réalité virtuelle en 1995 qui connut, lui aussi, un échec commercial.

Il faudra attendre une manifestation du jeu vidéo en 2012 pour observer un nouveau tournant de la réalité virtuelle. Palmer Luckey, adolescent ingénieur, propose un prototype à un grand développeur du jeu vidéo. Une démonstration du casque est entreprise pendant l'Electronic Entertainment Expo 2012, un des plus grands salons de jeu vidéo du monde. Juste après cette réussite, l'Oculus Rift est présent sur la plateforme de financement participatif Kickstarter. L'appareil offre un champ de vision de 90° et sera racheté en 2014 par Facebook - Meta©. S'en suivra le lancement de la première version commerciale de l'Oculus Rift en mars 2016, marquant la première étape vers une réelle démocratisation de la réalité virtuelle (15).

1.3 Utilisation de la réalité virtuelle dans le domaine de la santé

1.3.1 En médecine

La réalité virtuelle peut avoir des effets thérapeutiques sur les principaux troubles que sont l'anxiété, la schizophrénie, les troubles liés à la toxicomanie et les troubles alimentaires. Des études ont été menées pour valider scientifiquement l'apport de la réalité virtuelle notamment dans le traitement des phobies. Les résultats ont montré que l'utilisation de la TERV (Thérapie par Exposition à la Réalité Virtuelle) présente une efficacité au moins comparable aux les thérapies cognitives et comportementales (TCC) dans le traitement des phobies. C'est une méthode très utilisée dans le traitement des troubles anxieux qui a comme objectif de remplacer les idées négatives et les réactions inadaptées par des comportements plus en phase avec la réalité (16).

La réalité virtuelle est également utilisée en rééducation. Alliée à la robotique, cette technique vient en complément des séances de rééducation classique. Les patients dépassent leurs appréhensions dont la kinésiophobie (peur du mouvement) grâce à des exercices ludiques et stimulants. La réalité virtuelle permet d'aider au rétablissement de l'équilibre, la coordination, et de réduire les séquelles à la suite d'un AVC (17).

1.3.2. En chirurgie

Le mardi 5 décembre 2017 à l'Hôpital Avicenne de Bobigny (93) s'est déroulée l'une des premières interventions chirurgicales à l'aide d'un casque de réalité virtuelle. Le docteur Thomas Grégory, chef du service de chirurgie orthopédique et traumatologique, a réalisé la mise en place d'une prothèse totale de l'épaule. Un modèle numérique en trois dimensions de la patiente basé sur des informations d'imagerie (radiographies, scanner, IRM) se superposait au champ opératoire. Au cours de l'opération, le chirurgien a pu localiser les organes, accéder à des coupes ainsi que connaître l'épaisseur des tissus directement sur la patiente (18).

Le 10 mai 2021, les docteurs LOUIS et MIALHE ont réalisé une chirurgie cardiovasculaire à l'aide d'un casque de réalité virtuelle dans un hôpital à Nîmes (cf.figure 8). Au cours d'une interview, il expliquait qu'*il pouvait accéder aux constantes du patient lors de la chirurgie telles que sa pression sanguine, sa pression artérielle ou son oxygénation* (19).

Figure 8 : Chirurgie vasculaire avec casque de VR



Source : Le Hen, « Un casque de réalité virtuelle utilisé lundi 11 mai dans une salle d'opération de l'hôpital privé des Franciscaines à Nîmes », 2021.

1.3.3 En Odontologie pédiatrique

La distraction est une technique qui consiste à détourner l'attention du patient d'une procédure désagréable, l'objectif étant de diminuer la perception d'inconfort et de prévenir ainsi un comportement d'évitement de soin (20). Actuellement, certaines études s'intéressent à l'utilisation du casque de réalité virtuelle au fauteuil en odontologie pédiatrique pour réduire d'une part l'anxiété et d'autre part la douleur.

L'étude de Shetty et coll. a évalué l'utilisation de la réalité virtuelle lors d'une séance d'extraction au fauteuil sur 24 enfants âgés de 6 à 12 ans. Ils ont été séparés en trois groupes de 8 enfants. Ils présentaient des troubles de la parole et de l'audition modérés à sévères. Le premier groupe témoin ne présentait pas de distraction. Les deux derniers groupes comprenaient une distraction avec une tablette et une distraction à l'aide de la réalité virtuelle. Les auteurs ont montré une diminution significative du score d'anxiété de base pendant et après le traitement lors de l'utilisation de la réalité virtuelle. D'autre part, aucune différence significative n'a été trouvée pour les changements des scores d'anxiété avant et après utilisation de la tablette. Cette étude nous permet d'envisager que le remplacement de la tablette par la réalité virtuelle pourrait être efficace (21).

Une autre étude en 2019 de Dhanu G Rao et al. présente un échantillon de 30 enfants exemptés de toute maladie psychologique ou systémique, sans troubles anxieux. Les paramètres évalués étaient la perception de la douleur et l'anxiété avant, pendant et après la procédure. Cette évaluation stipule que la perception de la douleur chez les enfants a été réduite par l'utilisation de la distraction par la réalité virtuelle. Par ailleurs, on observe une diminution progressive de la fréquence cardiaque entre le début et la fin du traitement de façon très significative. Comme la perception de la douleur et l'anxiété augmentent si l'enfant se concentre sur la procédure ou la vue des instruments en dentisterie, l'enfant a été amené dans un environnement différent en appliquant la réalité virtuelle qui est dépourvue du champ de l'opérateur et de ses sons (22).

Ces études ci-dessus précisent par ailleurs que le niveau de preuve reste très faible quant à l'efficacité des techniques de distraction pour réduire la peur et l'anxiété pendant un traitement dentaire, ce qui signifie que d'autres études interventionnelles devraient être menées.

1.4 Matériels et logiciels

1.4.1 Les casques de réalité virtuelle

Il existe une grande variété de casques de réalité virtuelle. Ici la classification a été établie selon leur support.

1.4.1.1 : Les casques de réalité virtuelle pour PC

Ces casques sont reliés à un ordinateur par câble permettant ainsi d'avoir les meilleures performances (cf.figure 9). Cette réalité virtuelle dite de bureau est actuellement beaucoup plus immersive que les autres catégories de VR, notamment car la connexion à un ordinateur suffisamment puissant permet de générer des expériences immersives de haute qualité.

En revanche, ces casques nécessitent une installation technologique puissante, une salle dédiée et une bonne connexion.

Figure 9 : Casque de VR, support PC



Source : Équipe Aniwaa, « Les 10 meilleurs casques de VR pour PC », 2021.

1.4.1.2 : Les casques de VR pour Smartphone

Ces casques utilisent un smartphone introduit en avant des lentilles spécifiques pour créer une impression de profondeur (cf.figure 10). L'expérience est nécessairement influencée selon le téléphone utilisé, la taille de l'écran et sa résolution. L'avantage repose sur la facilité d'utilisation et son coût réduit, ce qui représente une bonne alternative au casque autonome pour une première expérience de réalité virtuelle (23).

Figure 10 : Casque VR pour smartphone



Source : Ouest France, « comparatif des casques VR pour smarphone », 2021

1.4.1.3 Les casques autonome de Réalité Virtuelle

Ces casques de VR sont considérés comme « tout en un » permettant à l'utilisateur d'être plongé dans un monde fictif créé directement par la technologie du casque (cf.figure 11). Ils possèdent des processeurs, capteurs, batteries, espaces de stockage, et cartes graphiques intégrés, et ne nécessitent pas de connexion à un ordinateur ou à un smartphone. Faciles d'utilisation, les casques autonomes n'ont pas non plus besoin d'un PC performant pour fonctionner (23).

Figure 11 : Casque autonome oculus GO



Source : Yvette, « Test du casque Oculus GO », 2022.

1.5 Recommandations et contre-indications

1.5.1 Recommandations d'utilisation

Lors de recherches sur les recommandations de la réalité virtuelle, la majorité des entreprises conseille la réalité virtuelle au grand public de plus de 13 ans. D'une part, la taille et le poids du casque ne sont généralement pas adaptés aux très jeunes enfants entraînant des gênes, d'autre part le casque entraîne des conséquences sur les yeux lors d'une utilisation prolongée (24). Cependant, il est question ici d'une utilisation récréative n'ayant pas la même répercussion sur les yeux, le cerveau ou le risque d'accident comparé à une utilisation calme de méditation sans mouvement. En effet, les images ne défilent pas à la même vitesse devant les yeux. Cette recommandation sera à évaluer lors de nos premiers essais et est intéressante pour notre réflexion sur l'âge limite des patients au bloc opératoire. Le port du casque de réalité virtuelle est déconseillé si l'utilisateur souffre d'une privation de sommeil, d'anxiété ou en cas de migraines, de maux d'oreilles et autres malaises. Le casque pourrait entraîner une majoration de ces symptômes.

La durée d'utilisation active est limitée et entrecoupée de pauses au cours desquelles le casque est retiré.

1.5.2 Effets secondaires

Les personnes sujettes au mal des transports sont également plus à risque d'éprouver de l'inconfort lorsqu'elles utilisent un casque de réalité virtuelle. Le premier effet négatif que l'on connaît de la réalité virtuelle est la cybercinétose. Ce malaise provoque des symptômes comparables au mal des transports : vertiges, maux de tête, nausées... Il est dû à un décalage entre l'action et la perception dans le monde virtuel, généralement lié au temps de latence (25).

La réalité virtuelle peut entraîner des symptômes tels que des picotements, des engourdissements ou des raideurs dans les muscles, les tendons ou les articulations. Des brûlures peuvent apparaître lorsque l'utilisateur porte le casque qui se trouve à proximité de la peau et des cheveux. Un usage prolongé de la réalité virtuelle peut provoquer une sécheresse des yeux, et d'autres troubles de la vision. Elle peut ainsi aller jusqu'à provoquer une migraine (25).

Dans chacun de ces cas, une utilisation courte entrecoupée de pauses régulières reste primordiale. La réalisation d'une méditation guidée par réalité virtuelle nous permettra de nous affranchir de ces effets secondaires très souvent dus au nombre d'image par seconde intervenant lors de jeux (26).

1.5.3 Contre-indications

Il existe peu de contre-indications à l'utilisation de la réalité virtuelle. Les guides d'utilisation contre-indiquent la réalité virtuelle si la personne présente des symptômes de strabisme (24).

Ces symptômes seraient alors aggravés.

Selon l'Agence Nationale Sécurité Sanitaire Alimentaire Nationale, il est important d'éviter l'usage de ces technologies pour les personnes épileptiques ou les personnes identifiées comme sensibles : femmes enceintes, personnes souffrant du mal des transports, présentant des troubles de l'équilibre ou sujettes aux migraines (26).

2 : Revue de portée de la littérature

2.1 Méthode

Pour construire notre protocole d'utilisation nous avons souhaité nous appuyer sur une revue de portée. Pour cela nous avons utilisé les recommandations élaborées par Tricco et al. pour réaliser la revue de portée (27).

2.1.1 Équation de recherche et objectif

Nous avons construit notre équation de recherche après de multiples essais sur Pubmed puis elle fut déclinée pour les bases de données suivantes : Cochrane, Embase, DOSS

L'équation finale pour PubMed est la suivante :

("virtual reality"[MeSH Terms] OR ("virtual"[All Fields] AND "reality"[All Fields]) OR "virtual reality"[All Fields]) AND ("general anaesthesia"[All Fields] OR "anesthesia, general"[MeSH Terms] OR ("anesthesia"[All Fields] AND "general"[All Fields]) OR "general anesthesia"[All Fields] OR ("general"[All Fields] AND "anesthesia"[All Fields]))

L'équation finale pour Doss est la suivante :

TX (virtual reality) AND TX (anesthesia, general) AND TX (children or adolescents or youth or child or teenager)

L'équation finalement pour EMBASE est la suivante :

('virtual reality'/exp OR 'virtual reality') AND ('general anesthesia'/exp OR 'general anesthesia') AND ('child'/exp OR 'child')

2.1.2 Critères d'inclusion et de non-inclusion des articles

2.1.2.1 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion des articles sont :

- Articles dont l'objet est l'utilisation de la réalité virtuelle au bloc opératoire en amont de la sédation.
- Les populations étudiées sont les enfants âgés de moins de 18 ans.
- Les articles sont rédigés en français et en anglais.

Chaque article était sélectionné lorsqu'il traitait de l'utilisation de la VR sur l'anxiété préopératoire avant une intervention au bloc opératoire.

Seuls les articles ayant un objectif d'essai clinique avec des patients de moins de 18 ans ont été inclus. Nous avons effectué par ailleurs grâce aux recherches croisées et à la bibliographie des articles principaux une sélection manuelle pour nous permettre ainsi de développer notre travail.

2.1.2.2 Critères de non-inclusion

Les articles ne seront pas inclus :

- S'ils évoquent une aide autre que la réalité virtuelle ou appareil s'en rapprochant
- Si la distraction est faite en amont de l'AG par d'autres outils que la réalité virtuelle
- Si l'utilisation est en dehors du cadre de l'anesthésie générale
- Si les résultats ne sont pas publiés ou en cours
- Si l'échantillon observé comprend des adultes
- Si l'étude date de plus de 15 ans
- Si l'article n'a pas été publié dans la langue anglaise ou française
- Les résumés de communications lors de congrès

2.1.3 Recueil des données

Une sélection des titres puis des résumés a été réalisée en double aveugle

Par la suite, les articles ont été lus dans leur intégralité et classés dans un tableau en référençant les informations importantes suivantes :

- Titre de l'étude
- Année et pays de l'étude
- La date et la durée de l'étude
- L'objectif de l'étude
- Le type d'étude
- L'échantillon de l'étude
- La méthodologie de l'étude
- Les critères d'évaluation principaux et secondaires
- Les résultats principaux
- Les résultats secondaires
- Conclusion de l'étude
- Les limites observées

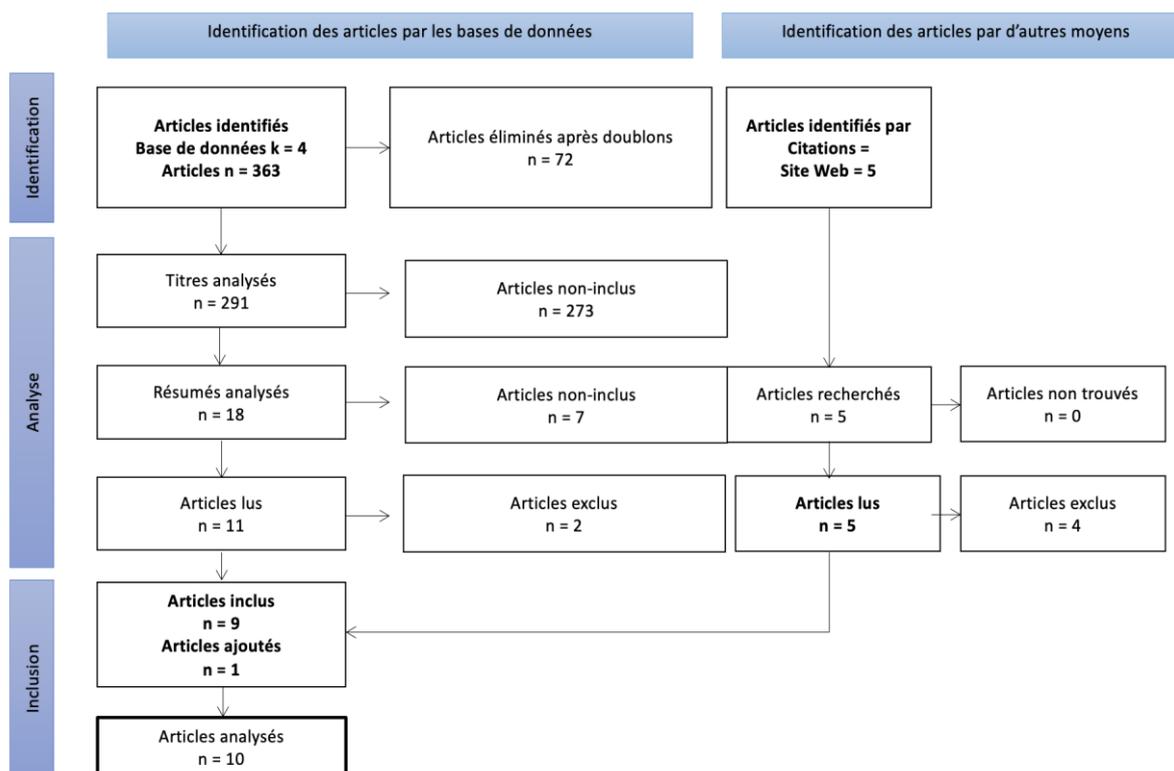
Les références répertoriées dans les articles extraits ont ensuite été étudiées pour sélectionner des études complémentaires.

2.2 Résultats

2.2.1 Diagramme de flux

L'équation de recherche a permis d'identifier un total de 363 articles. Après élimination des doublons de chaque base de données, nous avons analysé 291 articles. Seuls 6% (n=17) des articles ont suscité des divergences et ont été discutés entre les deux lecteurs. Finalement, 9 articles répondaient aux critères de sélection et ont été inclus dans notre revue de la littérature. Ensuite, nous avons examiné les textes complets de ces articles, indépendamment. Un article fut exclu car il traitait de la réalité virtuelle chez les adultes. Cinq articles ont été manuellement identifiés grâce à des recherches complémentaires ou des citations. Un seul article supplémentaire a été inclus dans notre revue. Ainsi, 10 articles ont été lus dans leur intégralité et nous avons extrait des résultats détaillés pour discuter de l'apport de la réalité virtuelle au bloc opératoire lors de soins pédiatriques.

Tableau 1 : Diagramme des résultats



Source : Auteur, 2022.

2.2.2 Description des études

Sur les 10 articles sélectionnés, on retrouve 1 méta-analyse publiée en 2018 (28), 7 essais cliniques randomisés contrôlés (29–35), 1 essai clinique prospectif non randomisé (36) et 1 série de cas cliniques utilisant la réalité virtuelle (37). Les études étaient toutes de nature quantitative.

Les échantillons de population variaient de 3 patients pour l'étude des cas cliniques (37), à 200 patients pour un essai randomisé (33). Les patients étaient âgés de 4 à 17 ans dans toutes les études analysées qui ont été menées entre juillet 2009 et mars 2020.

Toutes ces recherches ont été entreprises dans des hôpitaux. Les patients ont donc été recrutés dans ce même cadre lorsque l'indication de soins sous anesthésie générale était décrite.

Les études étaient réalisées dans plusieurs pays : Corée du sud (29,30,32), Pays-Bas (28,33,35) et Etats-Unis (31,34,36,37).

Les objectifs de chaque étude étaient de répondre à la question de l'efficacité de la réalité virtuelle au bloc opératoire pour réduire l'anxiété pré-opératoire d'une part et d'améliorer la prise en charge post-opératoire en diminuant les effets secondaires dus aux produits d'anesthésie ou prémédication d'autre part (31). Le critère d'évaluation principal était l'échelle m-YPAS (échelle d'anxiété de Yale) présente dans la plupart des études (29–32,34,35).

Des critères secondaires étaient mesurés par les opérateurs tels que la douleur (35,36), l'anxiété parentale (30,35), la fréquence cardiaque (31), la liste de contrôle de conformité de l'induction, l'ICC (29,30,32), l'échelle d'évaluation du comportement (PBRs) (29,32), la satisfaction des enfants et des parents (29,30,32,36), l'acceptation générale du procédé d'anesthésie générale.

2.2.3 Méthodologie des études

Nous avons choisi d'organiser les 10 études analysées en fonction du critère d'évaluation observé.

8 études utilisaient strictement un casque de réalité virtuelle (ces casques de réalité virtuelle sont considérés comme « tout en un » permettant à l'utilisateur d'être plongé dans un monde fictif créé directement par la technologie du casque), parfois avec l'ajout d'une application créée spécialement pour distraire les patients (29–32,34–36). Deux études utilisaient un casque support de smartphone (33,37). Chaque étude, hormis l'étude non randomisée et le rapport de cas cliniques, a comparé le groupe d'intervention réalité virtuelle à la prise en charge habituelle de l'équipe. Une étude s'est plus précisément intéressée à comparer la prémédication à l'utilisation de la VR (31). Le type de prise en charge réalisé pour le groupe témoin n'était pas précisé.

Certaines études présentaient des critères d'exclusion définis tels que des lourds handicaps, des troubles du comportement, des troubles visuels ou auditifs (29,31,35). En outre, seules 4 études ont précisé si les parents restaient présents durant l'utilisation de la VR (30,34,35,37). Aucune ne stipule

précisément si les parents sont absents de la salle d'opération. La satisfaction de ces derniers était parfois évaluée. Les études étaient hétérogènes en ce qui concerne le matériel et le logiciels VR utilisés. On retrouve 5 études qui utilisaient leur propre application (création d'un théâtre VR pour présenter les différentes étapes et la salle d'opération) et 4 études ont lancé une application avec dessins animés ou jeux interactifs. A titre d'exemple dans l'étude de Kerimoglu et Al. (31) le jeune patient pouvait visionner un monde virtuel d'animaux dans leur milieu naturel.

2.2.4 Résultats principaux : réalité virtuelle et gestion de l'anxiété

L'anxiété mesurée par l'échelle d'anxiété pré-opératoire de Yale (m-YPAS) a été utilisée dans 6 études (29–32,34,35). Le m-YPAS permet de mesurer l'anxiété des enfants dans la zone d'attente pré-opératoire, lorsqu'ils entrent dans la salle d'opération et pendant l'induction de l'anesthésie. Ce score est rempli juste avant l'intervention par un observateur indépendant, de préférence sans que l'enfant le remarque. Ce score comprend 22 items répartis en 5 catégories (activité, comportement verbal, expression, éveil, attitude avec les parents). Dans toutes les catégories on retient l'item correspondant au niveau d'anxiété de l'enfant. Le score s'échelonne de 5 à 20. Un score élevé, est prédictif d'une agitation en salle de réveil et de troubles post-opératoires.

Dans chaque étude, les scores de m-YPAS étaient semblables dans les deux groupes avant l'intervention de la réalité virtuelle. Généralement, le score m-YPAS était mesuré avant l'intervention de la VR (T0), lors de l'entrée en salle (T1) et pendant l'induction (T2). Lors de l'utilisation de la réalité virtuelle, 4 études annoncent une différence significative de l'échelle d'anxiété avant et après l'intervention de la réalité virtuelle (29,31,32,34). Une étude prospective et randomisée a basé son analyse sur l'utilisation de la réalité virtuelle et/ou du Midazolam en préopératoire (31). 96 enfants âgés de 4 à 9 ans ont été recrutés et placés dans 3 groupes : un groupe avec VR, un groupe avec Midazolam (M) et un groupe couplant les deux méthodes. L'article démontre grâce à ses résultats que l'anxiété observée du T0 (base) jusqu'à la sédation (T2) augmente dans les groupes midazolam et midazolam + VR tandis qu'aucune augmentation significative n'a été constatée dans le groupe VR simple. De plus, la plupart des enfants de chaque groupe présentait une anxiété pré-opératoire significative tout au long de la période pré-opératoire (T0 à T2), à l'exception du groupe VR simple au moment du transport vers le bloc opératoire (T1 à T2).

L'étude de Kerimoglu et Al. (31) conclue que la VR n'est pas moins efficace que la prémédication pour la gestion de l'anxiété pré-opératoire chez les enfants. Ils précisent par ailleurs que son utilisation n'interfère pas avec l'administration des anesthésiques par masque facial et peut par conséquent être poursuivie pendant l'induction.

Le score de l'échelle m-YPAS était significativement plus bas dans le groupe VR que le groupe témoin lors de l'entrée en salle et l'induction (29,30,34).

Une autre étude évalue l'évolution de l'anxiété de l'enfant lors de l'utilisation de la VR (32). Les auteurs constatent une baisse significative du score m-YPAS dans le groupe VR comparé au groupe témoin dans la zone d'attente pré-opératoire avant d'entrer dans le bloc opératoire (après l'intervention de la distraction). Ainsi 73,0 % des patients (n=27) du groupe témoin ont vu leur anxiété augmenter de T0 à T1, alors que seulement 18,2% des patients (n=6) ont vu leur anxiété augmenter lorsqu'on utilisait la VR ($p < 10^{-4}$). De même, 86,5% patients (n=32) du groupe témoin avaient une augmentation de l'anxiété à T2, alors que seulement 33,3% patients (n=11) du groupe avec VR avaient une augmentation de l'anxiété ($p < 10^{-4}$).

Trois études s'accordent sur le fait que l'anxiété pré-opératoire était significativement plus basse dans le groupe utilisant la réalité virtuelle en comparaison au groupe témoin (31,36,37).

Grâce à l'indicateur de l'échelle de Yale (m-YPAS) qui traduit l'anxiété pré-opératoire de l'enfant, certaines études concluent que l'utilisation de la réalité virtuelle permet de réduire significativement l'anxiété pré-opératoire.

2.2.5 Résultats secondaires

Trois études se sont intéressées au confort (ICC) du patient pendant l'induction (29,30,34). L'ICC (induction compliance checklist) est une échelle d'observation, développée par les groupes d'étude dans le cadre de l'essai clinique. C'est un score qui regroupe 10 catégories de comportements négatifs à additionner pour avoir une idée du stress de l'enfant pendant l'induction de l'anesthésie. Elle permet de s'assurer que l'enfant se trouve dans de bonnes conditions (stress, coopération...) pour procéder à l'endormissement. Deux études affirment que l'ICC était significativement meilleure dans le groupe VR que dans le groupe témoin (29,34). La troisième étude de Park JW et al. présente des résultats non significatifs de la conformité ou détresse lors de l'induction entre les deux groupes (30).

La "Procedural Behavior Rating Scale" (PBRS) est une échelle d'observation utilisée pour évaluer le comportement des enfants pendant diverses procédures médicales stressantes contenant plusieurs catégories de comportement (par exemple, pleurs, silence stoïque, soutien émotionnel, jeu). On les classe en plusieurs groupes et on additionne le chiffre selon le comportement.

Elle est plus utile lors des procédures douloureuses et pendant la période post-opératoire. Elle a été analysée dans deux études (29,34) en pré-opératoire dont l'une décrit un niveau plus bas dans le groupe utilisant la réalité virtuelle en comparaison au groupe témoin, alors que le score était significativement inchangé dans l'autre.

Deux recherches se sont intéressées à l'efficacité de la réalité virtuelle pour diminuer la douleur mais ne montrent aucun résultat pertinent lors de soins en anesthésie générale. La douleur a été évaluée en salle de réveil sans différence significative (35,36).

L'évaluation du rythme cardiaque des enfants dans le groupe VR restait stable pendant toute la procédure contrairement au groupe témoin qui voyait son rythme augmenter lors du passage en salle d'opération avant l'induction au masque (30,33). Enfin lorsque les études s'intéressaient au critère de satisfaction des parents, les résultats ne différaient pas entre les deux groupes (29,32,36). Cela s'explique certainement par le fait que le type de prise en charge n'affecte pas le principal objectif des parents qui est de faire soigner leur enfant même sans tablette ou casque de réalité virtuelle. Par ailleurs, les parents n'étaient pas toujours présents lors des étapes pré-opératoires. Il est démontré que l'anxiété parentale influe sur l'anxiété des jeunes patients.

L'étude de Park et al. (30) s'est intéressée à l'utilisation de la VR pour les enfants et les parents au même moment. En effet, les parents/tuteurs du groupe « miroir » pouvaient prendre part à l'expérience VR grâce à un écran qui projetait l'image de réalité virtuelle vue par leurs enfants. Selon l'étude, la co-expérience parentale de la visite virtuelle avec les enfants par le biais de l'affichage en miroir fût efficace : la satisfaction parentale était plus élevée dans le groupe miroir et l'anxiété parentale était diminuée juste après l'induction de l'anesthésie.

Enfin, certains jeunes patients pourraient être réticents à son utilisation. En effet, une étude rapporte que 21 enfants sur un échantillon de 191 enfants (11%) ont interrompu l'intervention en retirant le casque (35). Les résultats de l'étude proposent comme explications que le port du casque, lourd et imposant, eut été inconfortable pour l'enfant. Ces enfants étaient âgés de 4 ou 5ans.

2.2.6 Conclusion de la revue de portée

Au vu de cette revue de portée de la littérature, la réalité virtuelle semble efficace pour réduire l'anxiété lors des étapes pré-opératoires.

La mesure de l'anxiété avec l'échelle d'anxiété de Yale utilisée dans 6 études traduit des résultats prometteurs.

La perception de la douleur ne semble pas baisser significativement avec l'utilisation de la réalité virtuelle.

Les plus jeunes patients soignés avec de la réalité virtuelle sont âgés de 4ans. Il semble y avoir plus d'échec chez les patients les plus jeunes (moins de 5 ans). La majorité des études excluent les enfants présentant un handicap important. Par conséquent, l'âge et le handicap seront des facteurs importants à prendre en compte pour évaluer la coopération et s'affranchir des échecs lors de l'utilisation de la réalité virtuelle.

Tableau 2 : Articles de la revue de portée

Titre article	Année pub/durée	Pays	Type Etude	Objectif d'étude	Population étudiée	Age	Critères évalués	Résultats
Systematic Review and Meta-analysis of Virtual Reality in Pediatrics: Effects on Pain and Anxiety	avr-18	Pays-bas	Méta analyse d'essais contrôlés randomisés	Efficacité de la réalité virtuelle pour réduire la douleur et l'anxiété lors d'une procédure médicale chez les enfants	X	X	Anxiété préopératoire et douleurs	Diminution de l'anxiété et de la douleur*
Anesthesia Induction Using Video Glasses as a Distraction Tool for the Management of Preoperative Anxiety in Children	déc-13	Etats-Unis	Etude prospective randomisée	Efficacité du Midazolam oral et de la distraction comportementale avec les lunettes vidéo pour gérer l'anxiété préopératoire chez les enfants	96 enfants	4 à 9ans	YPAS : Échelle d'anxiété préopératoire de Yale, fréquence cardiaque	m-YPAS : Score plus bas pour le groupe m-YPAS : Score plus bas pour le group dans le transport en salle
Development of a Virtual Reality Exposure Tool as Psychological Preparation for Elective Pediatric Day Care Surgery: Methodological Approach for a Randomized Controlled Trial	sept-17	Pays-bas	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle	Efficacité de la VR comme préparation psychologique des jeunes patients avant une chirurgie ambulatoire sous AG (soins dentaires ou oto-rhino-laryngologiques)	200 enfants	4 à 12ans	Anxiété préopératoire	Diminution de l'anxiété lors de l'utilisation de la VR
Pediatric Distraction on Induction of Anesthesia With Virtual Reality and Perioperative Anxiolysis: A Randomized Controlled Trial	mai-20	Etats-Unis	Etude randomisée, contrôlée	Efficacité de l'utilisation de la VR sur l'anxiété pré opératoire avant une chirurgie Élective en AG	71 enfants	5 à 12ans	YPAS : Échelle d'anxiété préopératoire de Yale, satisfaction des parents	mYPAS : Pas de différence significative entre les 2 groupes au T0. Score de l'anxiété plus faible au temps (T1) et (T2) pour le groupe (VR) L'anxiété pré opératoire des parents, la compliance du patient lors de l'induction et la satisfaction des parents inchangés

Titre article	Année pub/durée	Pays	Type Etude	Objectif d'étude	Population étudiée	Age	Critères évalués	Résultats
The Effect of Gamification through a Virtual Reality on Preoperative Anxiety in Pediatric Patients Undergoing General Anesthesia: A Prospective, Randomized, and Controlled Trial	juin-21	Corée du Sud	Essai prospectif, randomisé et contrôlé	Évaluation de l'efficacité de la gamification sur l'anxiété pré opératoire à l'aide de la VR avant une AG	69 enfants	4 à 10ans	YPAS : Échelle d'anxiété préopératoire de Yale, PRBS, ICC et satisfaction des parents,	m-YPAS : Score plus bas du groupe (VR) significativement plus bas que ceux du groupe (T) La satisfaction des parents/tuteurs reste inchangée
The Effect of Mirroring Display of Virtual Reality Tour of the Operating Theatre on Preoperative Anxiety: A Randomized Controlled Trial	janv-18	Corée du Sud	Essai clinique prospectif, randomisé et contrôlé	Efficacité d'une expérience de VR pour réduire l'anxiété pré-opératoire des jeunes patients	80 enfants	4 à 10ans	YPAS : Échelle d'anxiété préopératoire de Yale, ICC et satisfaction des parents	Anxiété préopératoire chez les enfants : m-YPAS étaient comparables entre les deux groupes. Après l'intervention, les scores m-YPAS dans le groupe VR étaient significativement plus bas avant l'induction de l'anesthésie que ceux du groupe témoin
Virtual reality exposure before elective day care surgery to reduce anxiety and pain in children: A randomised controlled trial	juil-19	Pays-Bas	Etude randomisée, contrôlée en simple aveugle	Efficacité de l'utilisation de la VR sur l'anxiété pré opératoire et post-opératoire avant une chirurgie Elective en AG (Maxillo facial, dentaire ou ORL)	191 enfants	4 à 12ans	YPAS : Échelle d'anxiété préopératoire de Yale, besoin en analgésie de secours et anxiété des parents	mYPAS : Pas de différence significative entre les 2 groupes lors de l'induction En contrepartie, le groupe VRE présentait un besoin en analgésie de secours moins important que le groupe sans VRE
Small surgeries, big smiles: using virtual reality to reduce the need for sedation or general anesthesia during minor surgical procedures.	juin-21	Etats-Unis	Essai clinique prospectif et non randomisé	Evaluer la faisabilité de l'utilisation de la réalité virtuelle (RV) pour réduire la sédation chez les enfants subissant des procédures chirurgicales mineures	38 enfants	6 à 17ans	Anxiété préopératoire et douleurs	Les patients qui ont utilisé la distraction de la RV ont eu des temps de récupération significativement plus courts tout en maintenant des scores de douleur bas post-op par rapport aux patients qui ont reçu une sédation ou une AG
Use of Augmented Reality During Inhaled Induction of General Anesthesia in 3 Pediatric Patients: A Case Report	janv-20	Etats-Unis	Rapport de cas cliniques	Efficacité de la RA en pré opératoire avant soins gastro sous AG	3 enfants	8 à 10ans	Anxiété préopératoire et médication	Anxiété diminuée et prise de prémédications ou médicaments supplémentaires non besoin, satisfaction parents/Enfant positive

Source : Auteur, 2022.

2.3 Discussion

2.3.1 Avantages de la réalité virtuelle au bloc opératoire

La réalité virtuelle est une technologie de distraction efficace pour diminuer l'anxiété pré-opératoire. L'effet de la VR sur la douleur pédiatrique n'était pas significatif lorsqu'elle était observée à chaque étape de la prise en charge. Cela peut s'expliquer par le fait que lors d'une anesthésie générale, l'évaluation de la douleur reste difficile et l'acte en lui-même n'est pas effectué lors de l'utilisation du casque. La méta-Analyse (28) rapportant des résultats de 17 études (16 études au fauteuil et 1 étude en anesthésie générale) montre que l'exposition à la réalité virtuelle a un effet bénéfique sur la douleur. Elle précise en outre que les interventions de réalité virtuelle semblent plus efficaces sur les jeunes patients que sur les plus âgés. Une explication probable est que les enfants les plus jeunes ont une anxiété pré-opératoire plus importante et qu'ils sont plus engagés dans la pensée magique et l'imaginaire (36). Ils seraient donc plus sensibles aux techniques de distractions.

Certaines études se sont concentrées sur la gamification (utilisation de la VR à travers un jeu ou une application théâtrale créant un monde fictif du cadre hospitalier) et montrent que l'anxiété est diminuée lors de l'intervention jusqu'à l'induction au masque. Les enfants se retrouvent désormais préparés aux différentes étapes de l'anesthésie générale. Il a été démontré que l'engagement cognitif dans des jeux vidéo permettait d'obtenir une anxiolyse équivalente voire supérieure à celle obtenue par le midazolam et la présence des parents (31).

Toujours lors du transport vers le bloc opératoire, l'anxiété dans le groupe recevant la distraction par réalité virtuelle n'a pas vu son taux augmenté contrairement au groupe recevant une prémédication au Midazolam. L'étude de Park et al. (30) s'est penchée sur l'anxiété parentale proposant une double utilisation de la réalité virtuelle. Au même moment, les parents pouvaient visionner les images identiques sur un écran avec un effet « miroir ». La co-expérience parentale de la visite virtuelle avec les enfants par le biais de l'affichage miroir montrait des résultats significatifs et positifs. La satisfaction et l'anxiété des parents étaient diminuées dans le groupe recevant l'exposition à la réalité virtuelle. L'ensemble de notre revue de portée de la littérature montre que la réalité virtuelle associée à une application de jeu ou une application de méditation permet de maintenir des niveaux d'anxiété plus faibles que lors d'une prise en charge sans utilisation de la réalité virtuelle. Il serait intéressant de mesurer à quel point la réalité virtuelle permettrait par ailleurs de diminuer les phénomènes post-opératoires comme les délires d'émergence, les cauchemars, le besoin en analgésies d'urgence...

2.3.2 Difficultés et limites de la réalité virtuelle au bloc opératoire

L'âge est un facteur important qu'il faudra évaluer lors de nos premiers essais. Notre protocole pourrait présenter des échecs pour les très jeunes patients comme le démontre l'étude de Eijlers et al. (35). Notre revue de la littérature nous rapporte que la distraction semble plus efficace lorsque l'enfant est jeune et très anxieux mais qu'il est paradoxalement plus difficile de lui faire accepter cette technologie de distraction. Il serait par ailleurs intéressant lors de nos utilisations du casque de réalité virtuelle d'évaluer si la coupure de la relation médecin-parents-enfants ne provoque pas un manque de coopération de la part de certains jeunes patients.

Une autre étude décrit une résistance de la part de certains patients et de leurs familles concernant le type de média proposé. Le recrutement des patients aurait pu être plus étendu avec un éventail de films ou de programmes adaptés à différentes langues et cultures (33,35).

Certaines études s'intéressent à l'utilisation de la réalité virtuelle associée à une application mimant les étapes de l'anesthésie générale (29,32,33,35). A l'hôpital Louis Mourier nous avons à notre disposition un casque de réalité virtuelle proposant une forme d'hypnose. On peut donc s'interroger sur le fait que la réalité virtuelle utilisée à ces fins retrouve les mêmes résultats que les immersions explicatives du parcours d'anesthésie générale. On pourrait par la suite réfléchir à mettre en place une application présentant les étapes clés de la future anesthésie générale.

La prémédication sédatrice pré-opératoire est d'utilisation variable selon les habitudes de prise en charge hospitalière. Cependant une étude pose comme limite qu'aucune administration de prémédication anxiolytique n'a été utilisée, ce qui entraîne des biais concernant l'anxiété des groupes VR et témoin (35). Aucune étude ne traite de patients avec des handicaps lourds ou maladies graves. La majorité des études excluaient les enfants présentant des troubles auditifs ou visuels, des troubles du comportement, prématurés ou ayant déjà une expérience d'AG. Ce point important devra être évalué lors d'une étude ultérieure.

Par ailleurs, les études se sont concentrées sur l'utilisation du casque de réalité virtuelle avant l'endormissement. Elles ne précisent pas explicitement le début et la fin d'utilisation du casque de réalité virtuelle. Notre organisation et la nécessité de surveillance au bloc opératoire de l'hôpital Louis Mourier nous obligera à utiliser le casque dans la salle d'attente du bloc opératoire jusqu'à la table d'opération (temps estimé à 20 minutes).

3 : Mise en place du protocole d'utilisation

Cette revue de portée de la littérature nous amène à proposer un protocole clinique d'utilisation simple et précis de la réalité virtuelle au bloc opératoire pour des soins dentaires pédiatriques sous anesthésie générale.

Actuellement, nous utilisons une tablette interactive qui proposent des jeux, des dessins animés et des coloriages. Par la suite, nous utiliserons pour notre protocole le logiciel d'HypnoVR associé à un casque VR autonome.

Cette méthode de distraction nécessite d'une part une surveillance du patient et d'autre part elle ne doit pas gêner la mise en œuvre de l'anesthésie générale par les équipes anesthésistes. Le casque sera donc préférablement utilisé en position allongé dans le lit du patient jusqu'à l'induction au masque dans la salle d'opération.

Protocole d'utilisation en deux pages A4

Matériel et application : Au sein du service de médecine bucco-dentaire de l'hôpital Louis Mourier (Colombes 92 – APHP) nous disposons d'un casque de réalité Virtuelle Oculus Rift associé à une application d'hypnose indiqué pour une prise en charge dans un cadre médical (HypnoVR).

Protocole d'utilisation de la VR avant une anesthésie générale en Odontologie Pédiatrique

Indication :

Enfant anxieux de plus de 4 ans avant une AG

Contre-indications :

Epilepsie photosensible
Enfant < 4 ans
Trouble du comportement
Manque de coopération totale

Préparation à la mise en place du casque

- 1- Préparer le casque chargé et nettoyé, hors de la vue de l'enfant
- 2- Vérifier l'autonomie, préparer la manette
- 3- Assoir ou allonger l'enfant, lui mettre une charlotte
- 4- Montrer et expliquer le matériel à l'enfant
- 5- Expliquer la procédure à l'enfant (Casque, application, durée)
- 6- Mettre le casque en proposant le type d'expérience que l'enfant va vivre*
- 7- Impliquer l'enfant dans son aventure jusqu'à son démarrage

Effets secondaires

- Nausées, vertiges, douleurs oculaires



Logiciels et application *

Démarrage :

- 1- Contrôler la mise en tension du casque, régler les optiques
- 2- Préparer l'application sur mobile et la manette VR
- 3- Rester appuyé sur le bouton oculus pour fixer le pointeur
- 4- Cliquer sur l'icône HypnoVR dans la bibliothèque d'applications
- 5- Choix du praticien : Langue, durée, texte (voix, thème)
- 6- Mettre le casque sur l'enfant en lui proposant un monde (voir tableau)
- 7- Démarrer en contrôlant le bon fonctionnement



Jeu	Description	Durée	Infos
Océan	Animaux, départ plage puis sous l'eau.	10/20/+20mins	
Fusée/Vaisseau	Voyage dans l'espace avec décollage. Lune, Terre	10/20/+20mins	Attention Vertiges
Forêt ensoleillée	Balade en forêt fleurie, animaux autour du lac	10/20/+20mins	
Plage	Balade au bord de la plage, bateaux	10/20/+20mins	
Neige	Balade dans une forêt enneigée, animaux	10/20/+20mins	

Toutes les possibilités incluses dans l'application HypnoVR

Fin du protocole avant l'induction anesthésique par inhalation :

- 1- Expliquer à l'enfant qu'on a terminé, parler doucement
- 2- Enlever le casque à l'enfant lorsqu'il est sur la table d'opération
- 3- Éteindre l'appareil (bouton ON)
- 4- Nettoyer le casque en faisant attention aux optiques
- 5- Remettre le casque à charger pour le futur patient (prise USB)

Source : Auteur, « images et tableau du protocole clinique », 2022.

Conclusion

La revue de portée nous a permis de constater que la réalité virtuelle lors des soins dentaires sous anesthésie générale permet à l'enfant de se retrouver dans un climat plus favorable à une bonne coopération.

Son utilisation au bloc opératoire doit améliorer l'accompagnement de l'enfant lors des étapes préopératoires tout en réduisant les effets néfastes que peut engendrer une intervention sous anesthésie générale tels que la crainte, la douleur ou le manque de coopération.

L'élaboration d'un protocole d'utilisation de notre casque de réalité virtuelle permettra d'évolution de notre pratique. D'une part l'enfant sera dans de meilleures conditions pour procéder à l'anesthésie générale, d'autre part cela permettra aux soignants de découvrir une nouvelle technique de distraction intéressante au bloc opératoire en pré-opératoire. La fiche clinique jointe a été créée pour simplifier sa mise en œuvre et son utilisation par l'équipe soignante.

Toutefois, des incertitudes persistent à propos des limites de l'utilisation de la réalité virtuelle telles que la coopération et les âges limites de l'enfant, ses pathologies ou handicaps. De plus, le début et la fin de l'expérience de réalité virtuelle devront être adaptées en fonction des premiers essais. Ces items devront être précisés lors de son utilisation au sein du service de médecine bucco-dentaire de l'Hôpital Louis Mourier.

Bibliographie

1. Savanheimo N, Vehkalahti MM. Preventive aspects in children's caries treatments preceding dental care under general anaesthesia. *Int J Paediatr Dent*. 2008;18(2):117-23.
2. Dadure C, Sola C, Castanié J, Coruble L. Gestion de l'anxiété périopératoire en anesthésie pédiatrique. 2019;19. Disponible sur : https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/gestion_de_l_anxiete_perioperatoire_en_pediatrie_christophe_dadure_montpellier_.pdf
3. Banchs RJ, Lerman J. Preoperative anxiety management, emergence delirium, and postoperative behavior. *Anesthesiol Clin*. 2014;32(1):1-23.
4. Wismeijer AAJ, Vingerhoets AJJM. The use of virtual reality and audiovisual eyeglass systems as adjunct analgesic techniques : a review of the literature. *Ann Behav Med*. 2005;30(3):268-78.
5. Réalité virtuelle. Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9alit%C3%A9_virtuelle&oldid=192583946
6. Jilucorg. Réalité virtuelle - Définition et explications [Internet]. *Techno-science.net*. 2022 [cité 25 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Realite-virtuelle.html>
7. Mestre D. Immersion and presence [Internet]. 2005 [cité 5 avr 2022]. Disponible sur : http://www.ism.univmed.fr/mestre/projects/virtual%20reality/Pres_2005.pdf
8. Équipe d'Artefacto. Qu'est-ce que la réalité mixte ? [Internet]. *Artefacto*. 2018 [cité 5 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.artefacto-ar.com/realite-mixte/>
9. Bardon L. Des opérations chirurgicales plus sûres grâce à la réalité mixte et à l'IA [Internet]. *Paris singularity : deeptech, startups et prospective*. 2022 [cité 6 sept 2022]. Disponible sur : <https://paris-singularity.fr/des-operations-chirurgicales-plus-sures-grace-a-la-realite-mixte-et-a-lia/>
10. Tom's Hardware. L'histoire réelle de la réalité virtuelle [Internet]. 1955 – Le Sensorama. 2016 [cité 5 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.tomshardware.fr/lhistoire-reelle-de-la-realite-virtuelle/>
11. Tom's Hardware. L'histoire réelle de la réalité virtuelle [Internet]. 1965 – L'Ultimate Display HMD. 2016 [cité 5 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.tomshardware.fr/lhistoire-reelle-de-la-realite-virtuelle/>
12. Bastien L. L'histoire de la VR en 7 étapes : de la science-fiction à votre salon [Internet]. *Réalité-virtuelle.com*. 2017 [cité 5 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.realite-virtuelle.com/histoire-vr-7-etapes-1511/>
13. Kentbye. 50 years of VR with Tom Furness : The Super Cockpit, Virtual retinal display, hit Lab, & virtual world society [Internet]. *Voices of VR*. 2015 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur : <https://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/>
14. Tom's Hardware. L'histoire réelle de la réalité virtuelle [Internet]. *Naza view*. 2016 [cité 12 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.tomshardware.fr/lhistoire-reelle-de-la-realite-virtuelle/>

15. Tom's Hardware. L'histoire réelle de la réalité virtuelle [Internet]. 2012, Oculus Rift la révolution. 2016 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur : <https://www.tomshardware.fr/lhistoire-reelle-de-la-realite-virtuelle/>
16. Grâce à la thérapie par exposition à la réalité virtuelle (TERV) [Internet]. Phobie.com. 2018 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur : <https://www.phobie.com/grace-aux-terv/>
17. Bliznakova M. La réalité virtuelle dans le domaine de la santé [Internet]. MBA MCI. 2022 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur : <https://mbamci.com/realite-virtuelle-sante/>
18. Simon Chodorge. L'une des premières opérations chirurgicales avec la réalité mixte a été réalisée à Bobigny [Internet]. Usine-digitale.fr. 2015 [cité 16 mai 2022]. Disponible sur : <https://www.usine-digitale.fr/article/l-une-des-premieres-operations-chirurgicales-avec-la-realite-mixte-a-ete-realisee-a-bobigny.N623673>
19. Le Hen. Un casque de réalité virtuelle utilisé pour la première fois par des chirurgiens pendant une opération [Internet]. Franceinfo. 2021 [cité 12 avr 2022]. Disponible sur: https://www.francetvinfo.fr/sante/soigner/on-peut-avoir-jusqu-a-trois-images-dans-le-champ-de-vision-a-nimes-un-casque-de-realite-virtuelle-utilise-pour-la-premiere-fois-pendant-une-operation_4621435.html
20. American academy of pediatric dentistry. Behavior guidance for the pediatric dental patient. In : the reference manual of pediatric dentistry [Internet]. Chicago : American Academy of Pediatric Dentistry.; 2021 [cité 27 oct 2022]. p. 306-24. Disponible sur : https://www.aapd.org/globalassets/media/policies_guidelines/bp_behavguide.pdf
21. Custódio NB, Costa FDS, Cademartori MG, da Costa VPP, Goettens ML. Effectiveness of virtual reality glasses as a distraction for children during dental care. *Pediatr Dent*. 2020;42(2):93-102.
22. Dhanu GR, Raghavendra H et al. Assessment of efficacy of virtual reality distraction in reducing pain perception and anxiety in children aged 6-10 years : a behavioral interventional study. *int J Clin pediatr dent* [Internet]. 2019 [cité 6 oct 2022];12(6). Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7229378/pdf/ijcpd-12-510.pdf>
23. Equipe d'Aniwaa. Types de casques VR – VR pour PC, VR autonome et VR pour smartphones [Internet]. Aniwaa. 2021 [cité 12 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.aniwaa.fr/guide/vr-ar/types-de-casques-vr-vr-pour-pc-vr-autonome-et-vr-pour-smartphones/>
24. Meta platforms technologies. Mise en garde en matière de santé et sécurité [Internet]. [cité 12 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.aniwaa.fr/guide/vr-ar/types-de-casques-vr-vr-pour-pc-vr-autonome-et-vr-pour-smartphones/>
25. Bastien L. Effets secondaires VR : risques et dangers d'un abus de réalité virtuelle [Internet]. Réalité-Virtuelle.com. 2018 [cité 18 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.realite-virtuelle.com/effets-secondaires-vr/>
26. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Réalité virtuelle, réalité augmentée : quels risques ? quelles bonnes pratiques adopter ? [Internet]. Anses. 2021 [cité 27 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/r%C3%A9alit%C3%A9-virtuelle-r%C3%A9alit%C3%A9-augment%C3%A9-quels-risques-quelles-bonnes-pratiques-adopter>
27. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien K, Colquhoun H, Kastner M, et al. A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. *BMC Medical Research Methodology*. 2016;16(1):15.

28. Eijlers R, Utens EMWJ, Staals LM, de Nijs PFA, Berghmans JM, Wijnen RMH, et al. Systematic review and meta-analysis of virtual reality in pediatrics : effects on pain and anxiety. *Anesth Analg*. 2019;129(5):1344-53.
29. Ryu JH, Park JW, Nahm FS, Jeon YT, Oh AY, Lee HJ, et al. The effect of gamification through a virtual reality on preoperative anxiety in pediatric patients undergoing general anesthesia : a prospective, randomized, and controlled trial. *J Clin Med*. 2018;7(9):284.
30. Park JW, Nahm FS, Kim JH, Jeon YT, Ryu JH, Han SH. The effect of mirroring display of virtual reality tour of the operating theatre on preoperative anxiety : a randomized controlled trial. *IEEE J Biomed Health Inform*. 2019;23(6):2655-60.
31. Kerimoglu B, Neuman A, Paul J, Stefanov DG, Twersky R. Anesthesia induction using video glasses as a distraction tool for the management of preoperative anxiety in children. *Anesth Analg*. 2013;117(6):1373-9.
32. Ryu JH, Park SJ, Park JW, Kim JW, Yoo HJ, Kim TW, et al. Randomized clinical trial of immersive virtual reality tour of the operating theatre in children before anaesthesia. *Br J Surg*. 2017;104(12):1628-33.
33. Eijlers R, Legerstee J, Dierckx B, Staals L, Berghmans J, van der Schroeff M, et al. Development of a virtual reality exposure tool as psychological preparation for elective pediatric day care surgery : methodological approach for a randomized controlled trial. *JMIR Res Protoc*. 2017;6:e174.
34. Jung MJ, Libaw JS, Ma K, Whitlock EL, Feiner JR, Sinskey JL. Pediatric distraction on induction of anesthesia with virtual reality and perioperative anxiolysis : a randomized controlled trial. *Anesth Analg*. 2021;132(3):798-806.
35. Eijlers R, Dierckx B, Staals LM, Berghmans JM, van der Schroeff MP, Strabbing EM, et al. Virtual reality exposure before elective day care surgery to reduce anxiety and pain in children : a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2019;36(10):728-37.
36. Taylor JS, Chandler JM, Menendez M, Diyaolu M, Austin JR, Gibson ML, et al. Small surgeries, big smiles: using virtual reality to reduce the need for sedation or general anesthesia during minor surgical procedures. *Pediatr Surg Int*. 2021;37(10):1437-45.
37. Libaw JS, Sinskey JL. Use of augmented reality during inhaled induction of general anesthesia in 3 pediatric patients : a case report. *AA Pract*. 2020;14(7):e01219.

Table des figures

Figure 1 : Schéma du continuum Réalité-Virtualité	5
Figure 2 : Application HypnoVR, méditation en VR	6
Figure 3 : Pokémon Go, divertissement en réalité augmentée	6
Figure 4 : Photo du sensorama de Morton Heilig.....	7
Figure 5 : Épée de Damoclès d'Ivan Sutherland.....	8
Figure 6 : « Super Cockpit » de Thomas Furness	9
Figure 7 : Casque de VR « Nasa View »	9
Figure 8 : Chirurgie vasculaire avec casque de VR.....	11
Figure 9 : Casque de VR, support PC.....	13
Figure 10 : Casque VR pour smartphone	14
Figure 11 : Casque autonome oculus GO.....	14

Table des tableaux

Tableau 1 : Diagramme des résultats.....	19
Tableau 2 : Articles de la revue de portée	24

Annexes

Score d'anxiété préopératoire "YALE"

A remplir au bloc opératoire par un observateur indépendant, une IADE ou une IBODE de préférence à l'insu de l'enfant, à l'entrée de l'enfant au bloc opératoire, à l'installation de l'enfant sur la table d'opération ou au début de l'anesthésie au masque.

Entourer un chiffre pour chaque activité.

ITEMS	NOTE
A. ACTIVITE	
1. Regarde autour de lui, curieux, peut explorer les objets, ou reste calme	1
2. N'explore pas, peut regarder vers le bas, peut remuer nerveusement les mains ou sucer son pouce (son doudou)	2
3. Se tortille, bouge sur la table, peut repousser le masque	3
4. Tente activement de s'échapper, repousse avec les pieds et les mains, peut bouger tout le corps	4
B. VOCALISATIONS	
1. Pose des questions, fait des commentaires, babille	1
2. Répond aux questions des adultes mais à voix basse, « baby talk », ou ne fait que des signes de tête	2
3. Silencieux, aucun son, ne répond pas aux adultes	3
4. Pleurniche, se plaint, gémit	4
5. Pleure, peut crier « non »	5
6. Pleure et crie de façon continue (audible continuellement à travers le masque)	6
C. EXPRESSION EMOTIONNELLE	
1. Manifestement heureux, souriant	1
2. Neutre, pas d'expression faciale visible	2
3. Inquiet (triste) ou effrayé ; yeux effrayés, tristes, ou pleins de larmes	3
4. En détresse, pleure, totalement bouleversé, peut avoir les yeux écarquillés	4
D. ETAT D'EVEIL APPARENT	
1. Alerte, regarde occasionnellement autour de lui, observe ce que l'anesthésiste lui fait	1
2. Renfermé sur lui-même, tranquillement assis, peut sucer son pouce, ou visage tourné vers l'adulte	2
3. Vigilant, regarde rapidement tout autour de lui, peut sursauter aux bruits, yeux grands ouverts, corps tendu	3
4. Etat de panique, pleurniche, peut pleurer ou repousser les autres, se détourne	4
TOTAL	/ 18

Référence : Kain ZN, Mayes LC, Cichetti DV, Bagnall AL, Finley JD, Hofstadter MB, The Yale Preoperative Anxiety Scale : how does it compare with a « Gold standard » ?, *Anesthesia Analgesia*, 1997 ; 85 : 783-88.

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de l'UFR d'Odontologie

Docteur Pierre-Jean Bérat

Professeur Vianney DESCROIX

Vu, le Président d'Université Paris Cité

Professeur Christine CLERICI

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Vianney DESCROIX

Élaboration d'un protocole d'utilisation de la réalité Virtuelle au bloc opératoire en odontologie pédiatrique au travers d'une revue de portée

Thibaud Gibier. Élaboration d'un protocole d'utilisation de la réalité Virtuelle au bloc opératoire en odontologie pédiatrique au travers d'une revue de portée. 2023. 37 p. : ill., graph., tabl. Réf. bibliographiques p. 30-34.

Sous la direction de M. le Docteur Pierre-Jean Bérat

Université Paris Cité
UFR d'Odontologie
1, rue Maurice Arnoux - 92120 Montrouge
5, rue Garancière - 75006 Paris