UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2020 N° 3

**THESE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 6 janvier 2020

par

BERTAGNOLIO Lucie

née le 31 octobre 1994 à STRASBOURG

# INTÉRÊTS DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LA PRISE EN CHARGE BUCCO-DENTAIRE DES ENFANTS ANXIEUX : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET ÉTUDE PILOTE

Président : Professeur MEYER Florent

Assesseurs : Professeur MANIÈRE Marie-Cécile

Professeur CLAUSS François

Docteur JUNG Sophie

Liste des enseignants

**REMERCIEMENTS**

Au Pr François Clauss,

Je vous remercie tout d'abord d'avoir accepté de diriger cette thèse, et d'y avoir été si engagé et intéressé. Je vous remercie pour votre confiance, votre réactivité et votre patience. Enfin, je vous remercie pour tout ce que vous avez pu me transmettre, vous avez largement contribué à mon attrait pour la discipline de l'odontologie pédiatrique.

Au Pr Florent Meyer,

Je vous remercie d’avoir accepté la présidence de mon jury de thèse. Je remercie l’enseignant, le chercheur et le praticien que vous êtes pour ce que vous avez pu me transmettre, mais je remercie également le vice-doyen pour votre engagement dans le bien-être des étudiants, pour votre disponibilité, votre écoute et pour le temps que vous investissez à faire développer notre faculté.

Au Pr Marie-Cécile Manière,

Je vous remercie d'avoir accepté d'être membre de mon jury. Merci pour votre partage de connaissances et d'expérience dans le milieu de l'odontologie pédiatrique, vous m'avez beaucoup appris.

Au Dr Sophie Jung,

Je vous remercie d'avoir accepté d'être membre de mon jury. Merci à vous pour l'enseignement que vous avez pu m'apporter pendant mes études, pour votre douceur, votre gentillesse et votre pédagogie.

Aux Drs Chloé Chauvin et Denis Graff,

Je vous remercie de m’avoir fait confiance avec votre si beau projet, et de vous être toujours rendus disponibles pour faire avancer nos travaux. Je vous souhaite d’aller loin dans cette aventure qui va sans aucun doute révolutionner la prise en charge médicale.

Au Pr Corinne Taddéi,

Je ne vous remercierai jamais assez pour votre soutien, votre confiance, votre écoute, et votre compréhension, qui ont rendu mes années d'étudiante et de représentante des étudiants bien plus agréables. Merci à vous d'avoir toujours su m'accompagner et m'encourager, quelles qu'en soient les conséquences. Vous êtes un modèle d'engagement et je vous remercie de m'avoir tant appris. Je garderai toujours énormément de respect pour vous et pour vos valeurs.

A ma maman, toi qui fait que j'en suis là aujourd'hui, merci pour tout ce que tu as pu faire pour moi, tous ces sacrifices, ces investissements, ces conseils... Toi qui me dit chanceuse, ma plus grande chance est d'être tombée sur toi comme maman. Je t'aime mutty.

A ma famille, ma Chloé d'amour, mon Vivi-chou, ma petite Chlochlo, Papa, Philippe, Mamama, Mamie Nicole, Liliane, Papet, Jean-Claude, ma marraine la meilleure assistante du monde, mes oncles, mes tantes, mes cousins, mes cousines (parce que la famille est beaucoup trop nombreuse pour pouvoir tous vous citer haha...), les Zehnacker ma famille de coeur. Merci à vous pour tout ce que vous avez pu m'apporter, et même si vous êtes tous éparpillés aux quatre coins de la France, de l'Europe et même du monde, et que je ne peux pas vous voir tous les jours, cela ne veut pas dire que je ne pense pas à vous.

A Corentin, mon kiki, mon binôme d'aventures, mon acolyte, mon alter ego, mon frère, mon Gilles Lellouche dans les petits mouchoirs, mon meilleur ami. Tu es la meilleure chose qui me soit arrivée ces dernières années, sans aucun doute possible.

A Lise, parce que même si nos quelques mois d'écart font que je te considère comme mon petit bébé, tu as été présente dès cette terrible PACES, tu as toujours été un soutien sans faille et je sais que je peux compter sur toi, tout comme tu peux compter sur moi pour toujours.

Au Crew, Corentin, Cyrille, Justine, Laura, Lise, Manini, Mélina, Noémie et Valou, parce que ces 6 dernières années n'auraient pas eu la même saveur sans vous, et je veux que ma vie continue à avoir cette saveur-là.

A mes copains de longue date, Ben, Mayoul et Alizée, vous qui n'avez jamais tenu rigueur de mon peu de temps libre ces dernières années, c'est toujours un tel plaisir de vous retrouver, peu importe le temps passé entre chacun de ces moments.

A Juju, mon âme-soeur associative, toi avec qui je peux parler par la pensée, et avec qui j'ai partagé tellement de choses, merci d'avoir toujours été à l'écoute et de bons conseils, tu es un modèle.

A Victo, mon bad bad boy, merci pour ta confiance, merci d'être un si bon ami et merci pour toutes ces choses qu'on a déjà vécu ensemble, la liste est déjà longue et n'est pas prête de s'arrêter là.

A la famille associative, tout d'abord la famille AAECDS, Victo mon mentor, Enrique et Antoine mes collègues dès le début #polematos, Kiki (encore toi) mon partenaire de gala, (Maître) Guy(ms), toi qu'il faudrait inventer si tu n'existais pas, Margot la meilleure des pièces rapportées, Nico, Salomé, Jules et Rebecca, la plus incroyable des relèves possibles, et bien sur tous les autres qui ont partagé mon quotidien et avec qui on a pu faire des trucs vraiment géniaux grâce à votre investissement. Vous qui m'avez tout appris, je ne vous remercierai jamais assez pour votre confiance et toutes ces belles aventures.

A la famille UNECD, ma famille adoptive, vous qui avez pris une telle grande part à ma vie pendant 2 ans, ma binôme Juju, mon acolyte Kiki (oui, tu es partout), Tyber mon petit fou au grand cœur préféré, mon bébé Alban, Balas, Nico, Doudou, Vince, Camille les secrétaires, Maxence, Arthus, Léa, Raph, Clémence, Pierre, Natalia, Alyette, Margot, Ewen et puis tous les autres, vous même vous savez qu'il serait trop long de nommer tout le monde tellement les rencontres ont pu être nombreuses et enrichissantes. Cette expérience aura été la meilleure de mes études, j'en garderai des souvenirs innombrables et inoubliables, et vous serez pour toujours des personnes qui ont marqué ma vie et qui m'ont fait grandir.

A tous ces amis qui marquent mon quotidien et que je retrouve toujours avec plaisir, les chouchs <3, Igor, Marwane, mon équipe de basket, et tous ceux que je n'aurais pas cité.

A tous ceux qui m'ont accompagnée, accueillie, et qui font que j'en suis là aujourd'hui, Aurélie, Dr Grollemund, Sandrine, Laura et Dr Grosman.

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2020 N° 3

**THESE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 6 janvier 2020

par

BERTAGNOLIO Lucie

née le 31 octobre 1994 à STRASBOURG

# INTÉRÊTS DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LA PRISE EN CHARGE BUCCO-DENTAIRE DES ENFANTS ANXIEUX : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET ÉTUDE PILOTE

Président : Professeur MEYER Florent
Assesseurs : Professeur MANIÈRE Marie-Cécile
Professeur CLAUSS François
Docteur JUNG Sophie

# Table des matières

**LISTE DES FIGURES ET DES ABREVIATIONS ..... 4**
1. Figures ..... 4
2. Abréviations ..... 5

**INTRODUCTION ..... 6**

**Partie 1. Prises en charge cognitivo-comportementales et pharmacologiques de l'anxiété dentaire ..... 7**
**I. Définitions et aspects épidémiologiques ..... 7**
A. La peur ..... 7
B. L'anxiété ..... 7
C. La phobie ..... 8
**II. Evaluation de l'anxiété ..... 8**
A. Échelles d'hétéro-évaluation de l'anxiété et du comportement ..... 8
1. Echelle de Frankl ..... 9
2. Echelle de Venham ..... 9
3. Echelle de Houpt ..... 10
B. Echelles d'auto-évaluation ..... 11
1. Echelle visuelle analogique ..... 11
2. Echelle dentaire adaptée de l'échelle Corah CDAS (Corah Dental Anxiety Scale développée par NL Corah en 1969) ..... 11
3. Echelle APAIS (Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale) ..... 12
**III. Prise en charge de l'anxiété ..... 12**
A. Les techniques de communication ..... 12
1. Préparation de l'enfant ..... 12
2. Tell-show-do ..... 13
3. Communication non verbale ..... 13
4. Communication verbale ..... 14
5. Distraction ..... 14
B. L'hypnose ..... 14
1. Principe ..... 14
2. Avantages ..... 15
3. Inconvénients ..... 15
C. La sédation ..... 15
1. Prémédication sédative ..... 17
2. Sédation par inhalation de mélange équimolaire oxygène/protoxyde d'azote (MEOPA) 18
3. Midazolam ..... 20
4. Anesthésie générale ..... 21

**Partie 2. Principes, indications et procédures de prise en charge sous réalité virtuelle ..... 24**
**I. Définition ..... 24**
**II. Domaines d'application de la réalité virtuelle ..... 26**
A. Les jeux vidéo ..... 26
B. L'immobilier ..... 26
C. L'industrie ..... 26
D. L'éducation et pédagogie médicale ..... 26
E. La culture ..... 27
F. L'événementiel ..... 27
G. Le sport ..... 27
**III. Le domaine de la santé ..... 27**
A. Formation et pédagogie ..... 27
B. Pathologies psychiatriques ..... 29
C. Prise en charge des troubles moteurs ..... 31
D. Gestion de la douleur ..... 32

1. Douleurs aigues ..... 32
2. Douleurs chroniques ..... 34
3. Douleurs expérimentales ..... 35
4. RV et neurobiologie ..... 36
E. Prise en charge de l'anxiété ..... 37
F. Applications en odontologie ..... 39
G. Applications de la RV en pédiatrie ..... 40
H. Association RV-hypnose ..... 42

**Partie 3. Etude pilote d'utilisation de la RV en odontologie pédiatrique : protocole, critères d'inclusion-exclusion, échelles d'évaluation du comportement et de la satisfaction, résultats préliminaires ..... 46**
**I. Objectifs de l'étude et critères d'évaluation ..... 47**
**II. Méthodes ..... 47**
A. Matériel ..... 47
B. Participants ..... 50
1. Critères d'inclusion ..... 50
2. Critères d'exclusion ..... 50
3. Patients inclus ..... 50
C. Mesures ..... 51
D. Procédure ..... 52
1. Modalités de recrutement ..... 52
2. Modalités d'information et de recueil du consentement ..... 52
3. Description des visites ..... 52
4. Critères d'arrêt de la participation ..... 54
E. Résultats préliminaires ..... 54
**III. Discussion ..... 66**

**CONCLUSIONS ..... 71**

**Références bibliographiques ..... 74**

**Liste des annexes ..... 82**

# LISTE DES FIGURES ET DES ABREVIATIONS

1. Figures

**Fig 1** : Echelle de Venham, modifiée par Veerkamp

**Fig 2** : Echelle dentaire adaptée de l'échelle Corah

**Fig 3** : Echelle APAIS et sa traduction validée en français

**Fig 4 :** Vue clinique d'une patiente après mise en place du casque de réalité virtuelle

**Fig 5 :** Etudiante utilisant un système de RV dans le cadre d'une application pédagogique médicale

**Fig 6 :** Aperçu du vécu du patient exposé en RV à une situation anxiogène

**Fig 7 :** Scores de douleur évalués chez les patients des groupes RV-film et témoins

**Fig 8** : Vue clinique d'un patient portant les lunettes de RV

**Fig 9** : Vues de deux séquences du scénario de balade en forêt développé par Hypno-VR®

**Fig 10** : Vue de l'installation du matériel de RV dans la salle de soin

**Fig 11 :** Vue de la réalisation d'un soin sous RV

**Fig 12** : Résultats à la question "quand cela est possible recommencerais-tu l'hypnose en réalité virtuelle lors d'une prochaine intervention ?"

**Fig 13** : Résultats à la question "recommanderais-tu l'hypnose en réalité virtuelle à tes amis, ta famille ?"

**Fig 14** : Résultats à la question "durant cette séance d'hypnose en réalité virtuelle, t'es-tu senti bien confortable et détendu ?"

**Fig 15** : Résultats à la question "durant cette séance d'hypnose en réalité virtuelle t'es-tu senti en toute sécurité ?"

**Fig 16** : Résultats à la question "as-tu ressenti des nausées durant cette séance d'hypnose en réalité virtuelle ?"

**Fig 17** : Résultats à l'affirmation "le masque est confortable"

**Fig 18** : Résultats à l'affirmation "le casque est confortable"

**Fig 19** : Résultats à l'affirmation "le texte est agréable"

**Fig 20** : Résultats à l'affirmation "la voix est agréable"

**Fig 21** : Résultats à l'affirmation "la musique est agréable"

**Fig 22** : Résultats à l'affirmation "l'ambiance générale est agréable"

2. Abréviations

**ADF** : Association Dentaire Française

**AG** : Anesthésie Générale

**AL** : Anesthésie Locale

**APAIS** : Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale

**ASA** : American Society of Anesthesiologists

**HAS** : Haute Autorité de Santé

**INSERM** : Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale

**IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique

**IV** : Intra-Veineuse

**MEOPA** : Mélange Equimolaire Oxygène Protoxyde d'Azote

**RV** : Réalité Virtuelle

# INTRODUCTION

L'anxiété dentaire est un concept connu de tous, et l'univers des enfants n'est pas épargné par la stigmatisation, les idées pré-conçues et stéréotypes concernant notre profession : certains se souviendront par exemple du dentiste dans "Némo" qui se réjouit d'arracher des dents et retient les pauvres petits poissons prisonniers, ou encore le traumatisme de Willy Wonka dans Charlie et la chocolaterie. De ce fait, nombreux sont les enfants qui appréhendent le rendez-vous chez le chirurgien-dentiste et arrivent anxieux sur notre fauteuil. Leur prise en charge peut ainsi se révéler difficile pour le clinicien.
De nombreuses techniques ont déjà été élaborées pour leur venir en aide et rendre la consultation et les soins le plus ludique et moins traumatisant possible, qu'il s'agisse d'approches comportementales ou pharmacologiques.

Par ailleurs, les évolutions numériques se développent de manière exponentielle et la nouvelle génération grandit avec. Il est donc important pour le milieu médical de s'adapter aux nouveaux outils numériques arrivant sur le marché, notamment dans le domaine de la réalité virtuelle. En effet, la réalité virtuelle est une technologie qui permet de plonger une personne dans un monde artificiel créé numériquement, en immersion multi-sensorielle via un masque porté sur les yeux, et donc la dissocier de l'environnement médical ou dentaire.

Nous allons tout d'abord faire un état des lieux des techniques existantes et déjà pratiquées régulièrement en cabinet dentaire pour la prise en charge des enfants anxieux. Puis nous décrirons les multiples utilisations de la réalité virtuelle dans le milieu médical et pédiatrique. Les résultats préliminaires d'une étude pilote portant sur la faisabilité clinique et l'utilisation du programme Hypno-VR® et menée au sein de l'Unité Fonctionnelle d'Odontologie Pédiatrique du Pôle de Médecine et de Chirurgie Bucco-Dentaire de Strasbourg seront abordés dans une dernière partie.

# Partie 1. Prises en charge cognitivo-comportementales et pharmacologiques de l'anxiété dentaire

Le traitement des enfants anxieux constitue un défi clinique pour le chirurgien-dentiste et de nombreuses techniques ont été développées pour réduire les manifestations somatiques et mentales de l'anxiété, que ce soit pour le patient ou l'équipe soignante (1, 2).

Tous les enfants étant différents, il est possible qu'une technique fonctionne avec un enfant et pas avec un autre. C'est pourquoi, plus nous avons de connaissances sur toutes les méthodes existantes et leurs applications, plus nous pouvons être efficaces dans la prise en charge des patients avec un haut niveau d'anxiété.
Dans tous les cas, il est important de reconnaître la peur, de ne pas la minimiser, d'essayer de la comprendre, et de la prendre en charge (3).

## I. Définitions et aspects épidémiologiques

### A. La peur

Du latin pavor, elle est définie comme un sentiment d'angoisse éprouvé en présence ou à la pensée d'un danger, réel ou supposé, d'une menace. Cette appréhension pousse à fuir ou à éviter la situation (4). C'est un phénomène de courte durée disparaissant lorsque le danger et la menace sont passés.
Les soins dentaires regroupent plusieurs types de peur, comme la peur de la douleur, de l'inconnu, de la perte de contrôle, de l'atteinte physique ou encore de mourir (5).
Cette addition de peurs provoque chez les patients des réactions parfois inappropriées, pouvant aller jusqu'à éviter de se faire soigner (2, 3).

### B. L'anxiété

Du latin anxietas, elle est définie comme un inquiétude pénible, tension nerveuse, causée par l'incertitude, l'attente. C'est un trouble émotionnel se traduisant par un sentiment indéfinissable d'insécurité (4).
Elle peut se traduire sous différentes formes : tremblements, sudation, mydriase, augmentation de la pression artérielle et du rythme cardiaque ou encore perte de voix (5). Se différenciant de la peur, l'anxiété est une réponse acquise à la suite d'une

expérience personnelle ou relatée par d'autres. Elle est omniprésente chez un nombre important de patients devant bénéficier de soins dentaires (5).

D'après une étude épidémiologique menée en France entre 2004 et 2005 sur une population de 2725 sujets, la prévalence de l'anxiété dentaire s'élève à 13,5% (6). L'anxiété du soin dentaire peut potentialiser (en intensité et/ou en durée) d'éventuelles douleurs post-opératoires, alors difficilement prises en charge par l'administration d'antalgiques (7, 8).

### C. La phobie

Du grec phobia, elle est définie comme une crainte angoissante et injustifiée d'une situation, d'un objet ou de l'accomplissement d'une action (4). La phobie du chirurgien-dentiste est aussi nommée stomatophobie (9). Elle fait partie des phobies les plus fréquentes dans notre société (10).

| Différences entre les peurs normales et les peurs phobiques | |
|---|---|
| **Peurs normales** | **Peurs phobiques** |
| Il existe un danger plus ou moins réel. | Il n'y a pas forcément de danger. |
| On peut faire face, malgré la peur. | La peur impose la fuite ou la sidération. |
| On est tendu. | La panique nous submerge. |
| On peut être rassuré. | Rien ne peut nous rassurer. |

**Tableau I** : Différences entre peurs normales et peurs phobiques, d'après André et Muzo (2002) (11)

## II. Evaluation de l'anxiété

L'anxiété peut être quantifiée par des échelles d'auto-évaluation et d'hétéro-évaluation. Cette mesure guide le diagnostic initial et sa prise en charge.

### A. Échelles d'hétéro-évaluation de l'anxiété et du comportement

Ces échelles sont plus adaptées pour les patients non compliants, les jeunes enfants ou les patients présentant des déficiences, car l'anxiété n'est pas évaluée par le patient lui-même mais par une personne extérieure.

1. Echelle de Frankl

C’est une échelle à quatre niveaux, qui évalue le comportement du patient pendant les soins (12).

Niveau 1 : comportement résolument négatif, le patient refuse tout traitement.

Niveau 2 : comportement négatif, le patient est réticent à accepter le traitement, n’est pas coopératif.

Niveau 3 : comportement positif, le patient accepte le traitement, montre de la bonne volonté à coopérer malgré quelques réticences.

Niveau 4 : comportement résolument positif, le patient n’oppose aucune réticence et est même intéressé.

Son intérêt est assez limité car la corrélation avec d’autres échelles est difficile et elle est aussi peu sensible (12).

2. Echelle de Venham

Modifiée par Veerkamp, c'est l’échelle d’hétéro-évaluation la plus fréquemment utilisée. Elle a été validée par de nombreuses études cliniques. Elle est hautement fiable et fournit une mesure indépendante de l'expérience et de l'investigateur (13).

**Score 0 : Détendu**, souriant, ouvert, capable de converser, meilleures conditions de travail possibles. Adopte le comportement voulu par le dentiste spontanément ou dès qu'on le lui demande. *Bras et pieds en position de repos. Attentif.*

**Score 1 : Mal à l'aise**, préoccupé. Pendant une manœuvre stressante, peut protester brièvement et rapidement. Les mains restent baissées ou sont partiellement levées pour signaler l'inconfort. Elles sont parfois crispées. Expression faciale tendue. Pâleurs, sueurs. Respiration parfois retenue. Capable de bien coopérer avec le dentiste. *Regards furtifs sur l'environnement.*

**Score 2 : Tendu**. Le ton de la voix, les questions et les réponses traduisent l'anxiété. Pendant une manœuvre stressante, protestations verbales, pleurs (discrets), mains tendues et levées, mais sans trop gêner le dentiste. Pâleurs, sueurs. Inquiet de tout nouvel événement. Le patient obéit encore lorsqu'on lui demande de coopérer. La continuité thérapeutique est préservée. *Cherche un contact corporel rassurant (main, épaule).*

**Score 3 : Réticent** à accepter la situation thérapeutique, a du mal à évaluer le danger. Protestations énergiques mais sans commune mesure avec le danger ou exprimées bien avant le danger, pleurs. Pâleurs, sueurs. Utilise les mains pour essayer de bloquer les gestes du dentiste. Mouvements d'évitement. Parvient à faire face à la situation, avec beaucoup de réticence. La séance se déroule avec difficultés. *Accepte le maintien des mains.*

**Score 4 : Très perturbé** par l'anxiété et incapable d'évaluer la situation. Pleurs véhéments sans rapport avec le traitement, cris. Importantes contorsions nécessitant parfois une contention. Le patient peut encore être accessible à la communication verbale mais après beaucoup d'efforts et de réticence pour une maîtrise relative. *La séance est régulièrement interrompue par les protestations.*

**Score 5 : Totalement déconnecté** de la réalité du danger. Pleure à grands cris, se débat avec énergie. Le praticien et l'entourage ne contrôlent plus l'enfant. Inaccessible à la communication verbale. Quel que soit l'âge, présente des réactions primitives de fuite : tente activement de s'échapper. *Contention indispensable.*

**Fig 1** : Echelle de Venham, modifiée par Veerkamp (12)

3. Echelle de Houpt (12, 13)

Elle est basée sur l'étude rétrospective du comportement du patient lors de la séance à l'aide d'enregistrements vidéo. Les items évalués concernent :

- les pleurs
- la coopération
- l'appréhension, l'attention
- l'évaluation de l'efficacité clinique du MEOPA

Score 1 : séance "blanche" - aucun traitement n'a pu être réalisé, la continuité thérapeutique n'est pas maintenue

Score 2 : un traitement partiel a pu être réalisé mais il a dû être interrompu

Score 3 : traitement presque achevé mais interrompu à la fin du traitement

Score 4 : traitement achevé mais difficile

Score 5 : mouvements très limités, en général au moment de l'anesthésie

Score 6 : excellent - pas de pleurs ni de mouvements

B. Echelles d'auto-évaluation

Dans le cadre de ces échelles, c'est le patient qui va évaluer lui-même son anxiété, par diverses méthodes.

1. Echelle visuelle analogique (11)

Sur une échelle graduée de 0 à 10, le patient peut déplacer le curseur et indiquer le niveau d'anxiété ressenti entre ces deux limites :

- 0 : aucun trouble ressenti
- 10 : anxiété maximale

2. Echelle dentaire adaptée de l'échelle Corah CDAS (Corah Dental Anxiety Scale développée par NL Corah en 1969)

Elle consiste en 4 questions à choix multiples sur l'appréhension ressentie :

- à la maison, avant d'aller au rendez-vous chez le chirurgien-dentiste
- dans la salle d'attente
- sur le fauteuil, avant de commencer les soins
- lors des soins

Ce matin au réveil, tu t'es souvenu que tu allais chez le dentiste aujourd'hui, comment étais-tu ?

*Pas inquiet ni effrayé 0* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| *10 inquiet et effrayé*

Comment es-tu dans la salle d'attente ?

*Pas inquiet ni effrayé 0* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| *10 inquiet et effrayé*

Que ressens-tu, assis sur le fauteuil et prêt à être examiné par le dentiste ?

*Pas inquiet ni effrayé 0* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| *10 inquiet et effrayé*

Les soins de tes dents vont commencer.
Que ressens-tu lorsque le dentiste tient la turbine dans sa main ?

*Pas inquiet ni effrayé 0* |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_| *10 inquiet et effrayé*

**Fig 2** : Echelle dentaire adaptée de l'échelle Corah (12)

Un score de 1 à 5 est attribué à chaque réponse. Le score total se situe donc entre 4 (score pour lequel le patient n'exprime pas d'anxiété) et 20 (score pour lequel le patient est extrêmement anxieux). Quand le score est inférieur à 8, cela signifie que le patient est faiblement anxieux, entre 8 et 12, il est considéré comme moyennement anxieux et quand il est supérieur à 12, il est fortement anxieux (13).

3. Echelle APAIS (Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale)

Le score calculé grâce à l'échelle APAIS est simple et reproductible et a spécifiquement été développé pour l'évaluation de l'anxiété préopératoire (14).

Chaque item se cote de 1 (absence) à 5 (extrême). Les items 1, 2, 4, 5 cotent l'anxiété. Pour obtenir le score d'anxiété, on additionne ces 4 items. Les sujets sont considérés comme anxieux lorsqu'ils ont un score strictement supérieur à 11 pour ces 4 items. Les items 3 et 6 cotent le désir d'information. Pour obtenir le score de désir d'information, on additionne ces 2 items. Un score de 2 à 4 impliquerait un « refus d'information », un score entre 5 et 7 un « désir moyen d'information », un score supérieur à 7 un « désir avide d'information ». Il existe une corrélation entre les plus anxieux et ceux qui demandent le plus d'information. Cette échelle est validée en français (15).

| # | French items | Original items |
|---|---|---|
| 1 | Je suis inquiet(ète) à propos de mon anesthésie | *I am worried about the anaesthesia.* |
| 2 | Je pense continuellement à mon anesthésie | *The anaesthesia is constantly on my mind.* |
| 3 | Je désire savoir tout ce qui est possible à propos de mon anesthésie | *I would like to know as much as possible about the anaesthesia.* |
| 4 | Je suis inquiet à propos de mon opération | *I am worried about the procedure.* |
| 5 | Je pense continuellement à mon opération | *The procedure is constantly on my mind.* |
| 6 | Je désire savoir tout ce qui est possible à propos de mon opération | *I would like to know as much as possible about the procedure.* |

**Fig 3** : Echelle APAIS et sa traduction validée en français (15)

## III. Prise en charge de l'anxiété

### A. Les techniques de communication

1. Préparation de l'enfant

Chez les jeunes patients (enfants d'âge pré-scolaire), préalablement à une première consultation chez le chirurgien-dentiste, il est possible de préparer le premier rendez-vous en les conditionnant préalablement, de façon à ce qu'ils sachent à quoi s'attendre et appréhendent le moins possible. Il existe notamment des images, des livres ou

encore des vidéos qui ont été créés spécialement à cet effet et sont ainsi adaptés à la petite enfance (16).
Il est également possible de les faire assister à un rendez-vous auprès d'un autre patient, pourquoi pas un membre de leur famille, afin qu'ils se familiarisent avec le contexte du cabinet dentaire et ne soient pas dans l'inconnu lors de la consultation ; c'est ce qui est appelé la modélisation (3, 17).

2. Tell-show-do (12, 17, 18, 19)

Cette technique, traduite *"dire-montrer-faire"*, consiste à réduire l'anxiété en dissipant la crainte de l'inconnu. C'est l'outil congnitivo-comportemental de base et de référence pour la prise en charge des jeunes patients, il permet l'utilisation des 5 sens de la perception :

- la vue, en regardant les instruments utilisés
- le toucher, en manipulant l'instrument autant que possible, sur soi puis sur le patient
- l'audition, en écoutant le bruit des instruments rotatifs avant de les approcher du patient
- le goût, en faisant goûter les produits au patient au préalable
- l'odorat, en faisant sentir les produits utilisés

Cette technique est réalisée en tenant compte du niveau de compréhension. Elle est efficace chez les patients ayant une anxiété légère ou modérée, et si toutes les étapes sont enchaînées rapidement. Elle est souvent insuffisante chez les patients phobiques (11).

3. Communication non verbale (12, 17, 19)

La gestuelle, la posture, l'expression faciale ou encore le ton de la voix du praticien sont sans cesse analysées par le patient ; c'est pourquoi il est préférable de réaliser des gestes lents et avec le sourire, afin d'instaurer un climat de confiance. L'adaptation de la communication non verbale permet également d'augmenter l'impact des autres techniques, ainsi que de maintenir, voire gagner, l'attention et la coopération du patient.

4. Communication verbale

Le choix des mots est important lors de la prise en charge de patients anxieux. Il faut utiliser des phrases positives, et non des tournures négatives, afin de les rassurer (12). Par exemple, il vaut mieux dire que “tout va bien se passer” plus que de dire qu’il “ne faut pas s’inquiéter”.

Par ailleurs, il faut savoir mettre en évidence et valoriser toutes les réactions positives du patient, même les plus minimes, en le félicitant par exemple, afin d’en augmenter les récurrences ; c’est ce qu’on appelle le renforcement positif (19). Le renforcement négatif quant à lui consiste à ignorer ou peu prendre en compte les comportements négatifs pour ne pas leur donner d’importance et que le patient comprenne qu’ils sont inappropriés (19).

De plus, il a été montré que l’anxiété chez les enfants diminuait lorsque les termes cliniques étaient évités et que les techniques utilisées étaient imagées, par exemple en parlant de baguette magique et non de seringue (17).

5. Distraction

La distraction permet de diminuer une perception désagréable ou stressante en focalisant l’attention du patient sur des événements extérieurs aux soins lors d’un acte pouvant être perçu comme déplaisant ou anxiogène (12).

Elle peut être obtenue de différentes façons, notamment via la musique (2, 20), la télévision (2, 7, 21), une animation (7, 21), ou encore la parole (3).

De récentes études cliniques ont montré que la distraction est une méthode très populaire pour réduire la réaction douloureuse ainsi que le stress lors de procédures courtes (1, 3, 7).

Cependant, cette technique est limitée et n’est pas suffisante chez les patients très anxieux (3).

B. <u>L’hypnose</u>

1. Principe

L’hypnose est une technique ancienne (22). Par la parole, l’hypnothérapeute induit chez le patient un état de conscience particulier caractérisé par une indifférence à l’extérieur et une hyper-suggestibilité. Cet état de conscience modifiée, ou état de conscience « hypnotique », peut être utilisé en odontologie à visée sédative (hypnosédation) pour lutter contre l’anxiété (23).

Un rapport de l'INSERM de 2015, intitulé « Evaluation de l'efficacité de la pratique de l'hypnose », note que les résultats de l'hypnose sont variables mais qu'il existe néanmoins suffisamment d'éléments pour pouvoir affirmer que l'hypnose a un intérêt thérapeutique potentiel (23).

2. Avantages

- apporte de la relaxation et diminue l'anxiété sans recourir à des médicaments, indépendamment de l'âge du patient (3, 24)
- diminue la douleur ressentie, opératoire et post-opératoire (22, 25)
- facilite les effets de l'anesthésie (22)
- utilisation de moins de produits pharmaceutiques et ainsi diminution des risques d'effets secondaires et de la pollution environnementale associée (22, 26)
- pas de matériel supplémentaire nécessaire (26)
- le patient reste conscient (26)

3. Inconvénients

- nécessite une formation supplémentaire (3)
- la motivation, la coopération et la confiance du patient dans le thérapeute sont indispensables (27)
- la susceptibilité à la suggestion hypnotique est très variable dans la population (27)

C. <u>La sédation</u>

L'American Society of Anesthesiologists (ASA) définit 4 stades de sédation (11, 12) :

- La sédation minimale

Elle induit par voie pharmacologique une dépression minimale de la conscience. Le patient est apte à répondre normalement, conserve le contrôle réflexe de ses voies aériennes supérieures, sans modification des fonctions cardiovasculaires et respiratoires.

Les fonctions cognitives et la coordination psychomotrice peuvent être altérées.

- La sédation modérée

Elle entraine une dépression de la conscience grâce à une administration pharmacologique. Le patient est apte à répondre normalement, conserve le contrôle de ses voies aériennes supérieures, sans modification des fonctions cardiovasculaire et respiratoire.

Les fonctions cognitives et la coordination sont altérées, on observe une diminution des réactions aux stimuli associée ou non à une amnésie partielle pendant la période de sédation.

- La sédation profonde

La dépression de la conscience est installée, le retour à l'état vigile est difficile. Elle est induite par l'administration d'une drogue. Le patient ne répond pas de façon claire à la stimulation verbale et tactile. Il perd certains réflexes de protection, il est donc nécessaire d'assister la fonction ventilatoire et de maintenir artificiellement la liberté des voies aériennes supérieures. Les fonctions cardiovasculaires ne sont classiquement pas altérées.

- L'anesthésie générale

La perte de conscience totale est provoquée par l'administration d'une drogue. Il n'y a plus aucune réponse de la part du patient aux stimuli verbaux et tactile. Les réflexes de protection sont abolis, une assistance respiratoire ainsi qu'un maintien artificiel de la liberté des voies aériennes sont nécessaires. Les fonctions cardiovasculaires sont altérées.

On observe une amnésie, une analgésie, et une relaxation musculaire proportionnelles aux doses administrées.

| | Sédation minimale Anxiolyse | Sédation modérée/analgésie Sédation consciente | Sédation profonde/analgésie | Anesthésie générale |
|---|---|---|---|---|
| **Etat de conscience** | *Réponse normale à une stimulation verbale ou tactile* | *Réponse appropriée à une stimulation verbale ou tactile* | *Réponse appropriée après une stimulation répétée ou douloureuse* | *Pas de réponse* |
| **Maintien de la liberté des voies aériennes** | *Pas affecté* | *Sans intervention* | *Une intervention peut s'avérer nécessaire* | *Intervention requise* |
| **Ventilation spontanée** | *Pas affectée* | *Adéquate* | *Peut être inadéquate* | *En général inadéquate* |
| **Fonctions cardio-vasculaire** | *Pas affectées* | *Habituellement maintenue* | *Habituellement maintenue* | *Peut être altérée* |
| **Compétence** | *Cabinet dentaire, odontologiste seul* | *Cabinet dentaire ou hôpital selon les pays* | *Hôpital (médecin anesthésiste)* | *Hôpital (médecin anesthésiste* |
| **Exemple de médications utilisées** | *Prémédications : Anxiolytiques, sédatifs : Ex : hydroxyzine* | *Anxiolytiques, sédatifs : Ex : MEOPA Midazolam (milieu hospitalier)* | *Anesthésiques généraux : Propofol, Kétamine* | *Anesthésiques généraux.* |

**Tableau II** : Continuum de sédation, selon Berthet et coll., 2007 (12)

Certaines méthodes de sédations sont plus généralement utilisées en odontologie.

1. Prémédication sédative

a. Principe

La prémédication sédative peut être définie comme l'administration le plus souvent pré-opératoire d'un sédatif pris par le patient pour réduire son anxiété. La prémédication neuro-sédative peut être associée à une autre forme de sédation. La voie orale est la plus utilisée (5).

Les médicaments visant à réduire l'anxiété constituent un complément et non un substitut aux techniques psycho-comportementales. Ces molécules peuvent s'avérer insuffisantes selon le niveau de sédation requis (8).

Parmi les molécules utilisées, nous retrouvons :

- les antihistaminiques H1 anticholinergiques : hydroxyzine (Atarax®, Vistaril®)

Il s'agit des molécules les plus prescrites en odontologie. Elles sont notamment utilisées pour des manifestations mineures de l'anxiété ou pour une prémédication à l'AG (8).

- les benzodiazépines : diazépam (Valium®)

Elles sont utilisées pour le traitement symptomatique des manifestations anxieuses sévères et/ou invalidantes. Leur utilisation doit rester exceptionnelle, notamment car la demi-vie d'élimination plasmatique est longue (entre 32 et 47 heures) (8).

b. Avantages

La prémédication sédative est simple et les médications sont disponibles sur simple prescription (5). Les allergies, effets indésirables et surdosages sont rares, le coût peu élevé et aucun plateau technique médical n'est requis pour l'administration (11).

c. Inconvénients

Les patients ne sont pas toujours compliants et les effets pharmacologiques sont aléatoires (5). De plus, le temps d'apparition des effets recherchés est important (de 30min à 1h) en fonction de la pharmacocinétique de la molécule, la durée de la sédation est généralement plus longue que celle des soins et la titration n'est pas possible (11).

d. Indications

La prescription d'anxiolytiques permet la prise en charge de patients présentant une anxiété mineure et a pour but de réaliser des soins de qualité dans de bonnes conditions (sécurité, confort physique et psychique du patient et du praticien) (8).

e. Contre-indications

Ses contre-indications sont celles associées à l'agent sédatif lui-même (5).

2. Sédation par inhalation de mélange équimolaire oxygène/protoxyde d'azote (MEOPA)

a. Principe

Le MEOPA (Mélange Equimolaire Oxygène Protoxyde d'Azote) est un gaz incolore et inodore, composé d'un mélange d'oxygène 50 % et de protoxyde d'azote 50 % administré par inhalation. Ce mélange est anxiolytique, sédatif et procure une analgésie de surface (28). C'est un médicament réservé à l'usage professionnel (Liste 1) (8). Bien qu'une récente revue systématique de la littérature du groupe Cochrane n'accorde une efficacité du MEOPA qu'avec un faible niveau de preuve, ce

médicament permet l'obtention d'un état de sédation consciente qui augmente le plus souvent la coopération du patient et permet une anxiolyse (8). L'autorisation de prescription en France n'est délivrée à un chirurgien-dentiste qu'après une formation spécifique, reconnue par le Conseil National de l'Ordre des Chirurgiens-Dentistes (8).

b. Avantages (5, 8, 13)

- effet et élimination rapide
- pas ou peu d'effets secondaires et effets indésirables contrôlables
- sédation prévisible et modulable
- amnésie antérograde
- facilité d'administration
- minimum d'interférence avec les soins
- temps de sédation qui ne dépasse pas le temps de soins
- le jeûne n'est pas indiqué, même s'il vaut mieux privilégier un repas léger si la sédation doit avoir lieu dans les 2 heures pour prévenir le risque de nausées-vomissements

c. Inconvénients (5, 8, 13)

- nécessité de formation spécifique du personnel soignant
- coût et stockage du dispositif
- risque de pollution environnementale de l'air et d'effets secondaires sur le personnel soignant encore mal connus
- une administration prolongée et/ou répétée peut entraîner la survenue d'une certaine dépendance et d'effets secondaires à type de neuropathie périphérique
- coopération nécessaire du patient, notamment en terme de respiration nasale

d. Indications

Le MEOPA est utilisé pour des soins dentaires n'excédant pas 60 minutes en continu (8). Il peut être utilisé chez tout patient ASA I et II, chez les jeunes enfants à partir de l'âge de 4 ans, les patients anxieux et phobiques, les patients déficients mentaux et cognitifs, avec certaines réserves quant à la ventilation nasale et la coopération à l'induction, ou encore selon l'acte envisagé (actes très invasifs par exemple) (13).

Il est cependant à noter que le taux de succès chez les enfants de moins de 3 ans est plus faible (concentration alvéolaire minimale efficace supérieure à celle des enfants plus âgés) (8).

e. Contre-indications (5, 8)

Les contre-indications strictes sont rares, du fait de la pharmacocinétique du MEOPA. La plupart sont liées à ses propriétés physico-chimiques de diffusion au sein des cavités closes, rigides ou extensibles, du corps humain.

- déficit connu et non substitué en vitamine B12 ou en folates
- contre-indications en cas d'épisodes transitoires d'obstruction rhino-pharyngée (rhinite, allergie…), de non-perméabilité de la trompe d'Eustache (risque d'otalgie par augmentation de la pression au niveau de la caisse du tympan)

3. Midazolam

a. Principe (8)

Le midazolam est une benzodiazépine hydrosoluble, hypnotique et sédative à action rapide, sur le plan pharmacocinétique. La sédation consciente par administration de midazolam est une procédure sûre permettant d'optimiser la réalisation de soins dentaires chez un enfant initialement opposant ou anxieux, à condition de respecter ses indications et de tenir compte des risques. L'association avec le MEOPA est possible sous certaines conditions.

b. Avantages (8)

Le midazolam a une latence d'action courte sur le plan pharmacocinétique, en particulier par voie transmuqueuse (rectale, nasale ou sublinguale), qui permet un passage direct du médicament dans le système circulatoire. Son élimination est rapide et il a une faible toxicité.

Suite à la prise, nous observons une amnésie antérograde, ce qui permet d'avoir moins de difficultés comportementales lors des séances de soins suivantes.

c. Inconvénients (8)

En France, l'utilisation du midazolam est réservée au milieu hospitalier. De ce fait, seuls peu de praticiens l'utilisent, et les délais peuvent être longs.

d. Indications (8)

- patient très jeune ou opposant
- jeune enfant ayant besoin d'un traitement d'urgence et en attente d'une anesthésie générale
- patient présentant une contre-indication ou une inefficacité aux autres formes de sédations

e. Contre-indications (8)

- enfant de moins de 6 mois (ou de moins de 10 kg)
- hypersensibilité aux benzodiazépines ou à tout excipient du produit
- toute forme de pathologie neuromusculaire (myopathies, myasthénies…)
- affections aiguës des voies aériennes supérieures
- diamètre réduit des voies aériennes, amygdales hypertrophiques
- apnées du sommeil
- insuffisance respiratoire
- dysfonctions métaboliques hépatiques ou rénales
- patient classé ASA II ou plus

En cas de doute, il ne faut pas hésiter à adresser le patient à un anesthésiste.

4. Anesthésie générale

a. Principe (8)

Plusieurs jours avant l'acte (hors situation d'urgence), deux consultations sont de règle : consultation pré-anesthésique et consultation dentaire préopératoire.

Le patient est ensuite admis à l'hôpital pour la réalisation du ou des actes sous anesthésie générale. Les soins sont généralement réalisés en ambulatoire.

b. Avantages

Le praticien peut réaliser tous les actes nécessaires chez le patient, même s'ils sont nombreux et compliqués, en une seule séance (11).

c. Inconvénients

Le choix des actes est plus restreint, avec des contraintes en termes de temps opératoire et les délais d'attente sont parfois longs (11). Il ne faut pas non plus négliger les risques liés à l'anesthésie générale elle-même.

d. Indications (8)

Selon la HAS, l'AG peut être indiquée pour les soins "courants" en odontologie en fonction de :

- l'état général du patient, par exemple s'il y a un échec de soins lié au comportement non coopérant, à des réflexes nauséeux ou encore une nécessité de mise en état buccal lourde et pressante avant thérapeutiques médico-chirurgicales spécifiques urgentes
- l'intervention : urgence infectieuse ou traumatique, nombre et complexité des actes
- si l'anesthésie locale est insuffisante, voire contre-indiquée

e. Contre-indications

L'AG peut être contre-indiquée si le rapport bénéfice/risque est défavorable, médicalement parlant, ou encore si le patient ou son responsable légal refusent le consentement (8).

# Partie 2. Principes, indications et procédures de prise en charge sous réalité virtuelle

## I. Définition

La réalité virtuelle (RV, ou en anglais *virtual reality* ou *VR*) est une technologie qui permet de simuler la présence physique dans un environnement tridimensionnel virtuel créé numériquement (1). Ce monde peut être une reproduction du monde réel mais aussi un univers totalement imaginaire.

Cette technologie se fait au moyen d'un casque de réalité virtuelle qui place un système d'affichage 3D stéréoscopique sur le nez, devant les yeux (29). Certains modèles sont équipés de capteurs qui détectent les mouvements de la tête pour permettre à l'utilisateur de regarder autour de lui. Les images sont alors re-calculées en temps réel pour se synchroniser avec la direction du regard (30).

**Fig 4 :** Vue clinique d'une patiente après mise en place du casque de réalité virtuelle (iconographie personnelle, UF Odontologie Pédiatrique, Strasbourg)

L'expérience est avant tout visuelle, mais également auditive et parfois tactile. Elle permet donc une immersion multi-sensorielle et tridimensionnelle, permettant une dissociation de l'utilisateur et une abolition des stimulis anxiogènes (30).

La réalité virtuelle est une technologie émergente dont la plus grande différence avec les autres médias ou systèmes de communication s'apparente à une sensation "d'être là" (7, 31). C'est ce sentiment de présence qui est considéré comme l'essence de l'efficacité de la RV et qui permet de nombreuses indications dans les domaines de l'anesthésiologie, la neuro-psychologie pédiatrique ou la pédagogie médicale notamment (10).

Même si la qualité, le graphisme et d'autres détails peuvent varier d'une plateforme à une autre, la nature des environnements immersifs de la RV et la présence de stimulis visuels et auditifs permettent de vivre des expériences similaires (31). Par ailleurs, les dispositifs de RV devenant de plus en plus abordables financièrement, la RV a un potentiel de développement majeur auprès du grand public.

Cependant, la puissante nature transformative et immersive de la RV peut aussi exposer à des risques ou des intolérances, et se doit d'être utilisée avec précaution.

| | PC-Based VR | | Mobile-Based VR | | | Console-Based VR | Stand-alone | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| System | Oculus Rift | HTC VIVE | Samsung Gear VR | Google Cardboard | Google Daydream | PlayStation VR | Allwinner VR | Snapdragon 820 VR |
| Cost, US$ | 599 | 799 | 99 | 10–50 | 69–149 | 399 | 99–249 | 399–450 |
| Hardware requirements (US$) | High-end PC (>1000) | High-end PC (>1000) | High-end Samsung phone (>600) | Middle or high-end Android phone or iPhone (>299) | High-end Android phone (>499) | PS4 (299) or PS4 Pro (399) | None | None |
| Resolution | 2160 × 1200 | 2160 × 1200 | 2560 × 1440 | Depends on the phone (minimum 1024 × 768) | Depends on the phone (minimum 1920 × 1080) | 1920 × 1080 | 1920 × 1080 | 2560 × 1440 |
| Refresh rate | 90 Hz | 90 Hz | 60 Hz | 60 Hz | 90 Hz minimum | 120 Hz | 60 Hz | 70 Hz |
| Field of view | 110° | 110° | 101° | from 70° | 96° | 100° | 90° | 92° |
| Body tracking | Medium or high: head tracking (rotation) and positional tracking (forward and backward) | High: head tracking (rotation) and volumetric tracking (full room size is 15 × 15 ft for movement) | Medium: head tracking (rotation) | Medium: head tracking (rotation) | Medium: head tracking (rotation) | Medium or high: head tracking (rotation) and positional tracking (forward and backward) | Medium: head tracking (rotation) | Medium or high: head tracking (rotation) and positional tracking (forward and backward) |
| User interaction with VR | High (by using a joystick or controllers) | High (by using controllers) | Medium (by using gaze, a built-in pad, or a joystick) | Low (by using gaze or a button) | Medium (by using gaze or a joystick) | High (by using a joystick or controllers) | Medium (by using gaze, a built-in pad, or a joystick) | Medium (by using gaze, a built-in pad, or a joystick) |
| Software availability | Oculus store | Steam store | Oculus store | Google Play or iOS store | Google Play | PlayStation store | Google Play | Google Play |

**Tableau III :** Comparaison des différents systèmes de RV (31)

Il arrive que la réalité virtuelle soit confondue avec la réalité augmentée. Il s'agit d'une technologie similaire, qui permet d'intégrer des éléments virtuels au sein d'un environnement réel cette fois-ci (31). Le principe est de combiner le virtuel et le réel pour donner l'illusion d'une intégration parfaite à l'utilisateur, alors que la RV est entièrement virtuelle (31).

## II. Domaines d'application de la réalité virtuelle

### A. Les jeux vidéo

L'utilisation de la réalité virtuelle par le grand public a connu son essor il y a peu, avant tout dans le domaine des jeux vidéo (1). Le joueur est immergé dans le monde du jeu et peut interagir de façon novatrice grâce à des systèmes haptiques (30). Cependant, le prix des casques et du matériel, les freins techniques (espace nécessaire, mouvements réduits) et l'offre de jeux limitée ont finalement mené à d'autres voies de développement. C'est dorénavant le monde professionnel et médico-chirurgical qui adopte ces casques immersifs.

### B. L'immobilier

La réalité virtuelle dans l'immobilier s'est peu à peu démocratisée, en effet celle-ci donne la possibilité de s'immerger dans un projet immobilier, améliorant alors grandement la capacité de projection des clients (32).

### C. L'industrie

L'industrie s'est également emparée de la réalité virtuelle pour la visite de chaînes de production, d'usine ou de maquette d'une future construction d'usine : les normes de sécurité ou d'hygiène n'empêchent ainsi plus la visite. Plus rarement, certaines entreprises utilisent aussi la RV à des fins de transparence vis-à-vis du consommateur (32).

### D. L'éducation et pédagogie médicale

La formation par la réalité virtuelle tend à se développer grâce à de nombreuses applications dans différents domaines pédagogiques. En effet, l'intégralité d'un poste de travail peut être modélisé en 3 dimensions de façon réaliste, immergeant l'apprenant qui peut ainsi réaliser des manipulations ou des tutoriels scénarisés. De ce fait, des situations impossibles à simuler dans le réel peuvent être intégrées à la

scénarisation (32). Le fait de pouvoir répéter autant que voulu la formation en RV est également un gain non négligeable dans une phase d'apprentissage (30).

### E. La culture

Dans le domaine des musées, châteaux, sites archéologiques ou autres lieux d'intérêts culturels, beaucoup se mettent à utiliser la réalité virtuelle immersive afin de proposer différentes manières de visiter ou de faire découvrir des lieux inaccessibles et ainsi développer l'attrait à la culture de façon ludique (32).

### F. L'événementiel

L'événementiel est également impacté par la réalité virtuelle : de la promotion d'événements au suivi d'un match de sport ou d'un spectacle à 360° de chez soi, un nouveau type de divertissement connaît son essor (32).

### G. Le sport

Une activité physique régulière est largement recommandée pour se maintenir en bonne santé. Certains sports comme le vélo d'appartement ou le rameur, attractif car réalisable chez soi, peuvent se montrer très répétitif et lasser l'utilisateur. C'est pour augmenter la motivation et rendre l'activité sportive plus ludique que certaines sociétés ont maintenant développé des scénarios pour des casques de réalité virtuelle à utiliser sur différentes machines, permettant de jouer, ou donner l'impression de faire du sport en extérieur par exemple (33).

Cette liste ne peut pas être exhaustive, tant la technologie par réalité virtuelle est en pleine expansion et les domaines d'utilisation se multiplient chaque jour.

## III. Le domaine de la santé

Dans cette ère de changement rapide dans la civilisation et dans les progrès de la science, les professionnels de santé utilisent les nouvelles technologies plus souvent. Ces nouvelles technologies incluent évidemment la réalité virtuelle.

### A. Formation et pédagogie

Comme nous l'avons déjà vu, la réalité virtuelle est utilisée de façon exponentielle dans le cadre de la pédagogie. Ceci concerne également les études de santé pour

lesquelles nous retrouvons des programmes pédagogiques de réalité virtuelle simulant des actes chirurgicaux afin d'entraîner les futurs chirurgiens à certaines interventions avant de les réaliser *in vivo* (30). Cette méthode est plus réaliste qu'avec des animaux ou des vidéos, grâce aux structures anatomiques intuitives exposées dans les graphiques 3D. Il a d'ailleurs été montré que cet enseignement basé sur la RV permet aux étudiants de réaliser ensuite les chirurgies plus rapidement et avec moins de lésions corporelles ou d'échec (34).

Dans le domaine odontologique, certaines entreprises ont déjà développé des programmes de réalité virtuelle afin de permettre aux étudiants de soigner des dents virtuelles. C'est notamment le cas avec les Simodont Dental Trainer, utilisés aujourd'hui dans certaines facultés aux Etats-Unis ou bien à Amsterdam. Il s'agit d'une machine basée sur la technologie de la RV, dotée d'une pièce à main avec un retour de force haptique très réaliste permettant de fournir une sensation exacte des instruments et des objets ainsi que des différents matériaux qui sont préparés (35). Des scanners intra-buccaux réels peuvent être importés et travaillés pour qu'un étudiant puisse ainsi travailler sur un cas spécifique avant de le traiter en clinique. Les étudiants peuvent de ce fait développer leurs compétences cliniques et leurs connaissances à l'aide d'un simulateur attrayant, réaliste, sans gaspillage et avec une répétition illimitée (35).

**Fig 5 :** Etudiante utilisant un système de RV dans le cadre d'une application pédagogique médicale (35)

B. Pathologies psychiatriques

Dans le domaine psychiatrique, l'utilisation de la réalité virtuelle est en pleine expansion (36).

L'une de ses utilisations les plus populaires permet le traitement des phobies par désensibilisation (30). En effet, la réalité virtuelle permet la mise en place d'une psychothérapie cognitivo-comportementale de la phobie avec exposition progressive au stimulus anxiogène, selon les capacités du patient, et à la vitesse du patient. Cette thérapie s'est d'ailleurs montrée aussi voire plus efficace que la technique standard d'exposition *in vivo* (qui est actuellement considérée comme la référence pour le traitement des peurs et phobies spécifiques) pour la réduction de l'anxiété et de l'évitement (30, 36). Cette méthode basée sur la RV présente de nombreux avantages, dont le fait de permettre des expositions à des situations qui peuvent être coûteuses, chronophages ou difficiles à anticiper dans la vie réelle. De plus, le thérapeute peut contrôler la situation et créer l'exposition parfaite pour le patient, graduellement selon son avancée thérapeutique et dans des endroits qui peuvent être considérés comme "émotionnellement sûrs" pour le patient, tels que le domicile ou le cabinet privé d'un praticien (37). L'exposition par réalité virtuelle peut également être répétée, quand on veut, et pour le nombre de fois nécessaire, sans imposer des coûts supplémentaires.
Une entreprise française a d'ailleurs été créée afin de développer cette pratique : C2care, qui traite non seulement des phobies, mais également des addictions, des troubles du comportement alimentaire, de la dépression ou encore des troubles fonctionnels (38).

La pratique de la thérapie par exposition via la RV est également développée en odontologie, afin de traiter l'anxiété dentaire, très fréquente sur le plan épidémiologique. Une étude a été menée à ce sujet : deux patientes phobiques ont été exposées à un rendez-vous étape par étape (s'asseoir sur le fauteuil, utilisation d'un miroir, puis d'une seringue, puis d'une fraise sans son, puis d'une fraise avec du son) et prendre tout leur temps avant de passer à l'étape suivante (10).

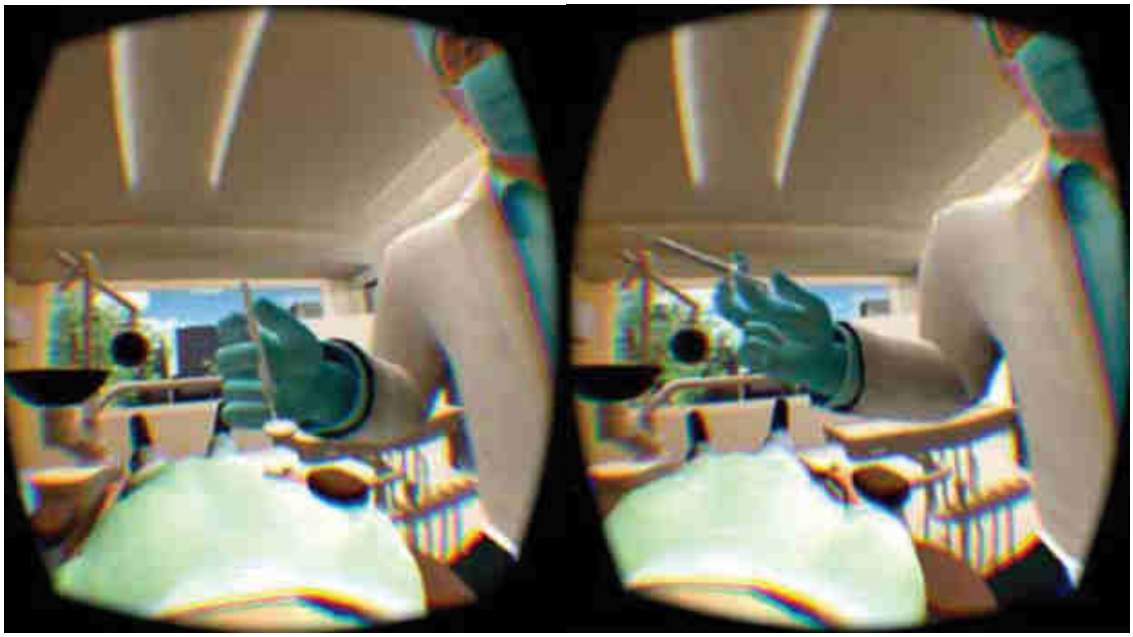


**Fig 6 :** Aperçu du vécu du patient exposé en RV à une situation anxiogène (37)

Les résultats se sont révélés très positifs puisqu'après une évaluation à 6 mois, les deux patientes n'étaient plus considérées comme phobiques, les bénéfices du traitement ont été maintenus même après un nouveau rendez-vous, et leur tendance à éviter les traitements dentaires a disparu (37).
Cette technologie présente également un avantage considérable : la réalité virtuelle ne nécessite pas la disponibilité d'une salle de soin ou encore d'un soignant formé spécifiquement, ce qui peut permettre de réaliser des séances à moindre coût, afin d'exposer progressivement le patient au contexte du cabinet dentaire. Toutefois, une bonne connaissance par le praticien des indications, contre-indications et de la procédure de RV est indispensable.

La réalité virtuelle est également utilisée dans le domaine neurologique afin de traiter des syndromes post-traumatiques (36) ou encore en neuropsychologie pédiatrique car elle permet une amélioration des méthodes d'apprentissage et d'évaluation chez l'enfant atteint de déficience cognitive ou de trouble du spectre autistique (39).

Nous retrouvons également la RV dans le domaine de la dyslexie (40). En effet, les soins conventionnels de réhabilitation sont souvent contraignants et exigeants pour les enfants atteints de cette pathologie chronique (40). L'utilisation de la RV s'est

montrée prometteuse car elle permettrait d'aider les enfants de manière ludique et accessible (40) à s'engager dans le traitement, afin qu'il soit efficace.

Le traitement de pathologies psychologiques est très chronophage. Ainsi, la RV fournissant de nombreux contenus est une grande aide pour les patients atteints de ce type de troubles (36).

C. Prise en charge des troubles moteurs

La réalité virtuelle peut également être utilisée en tant que soin directement, notamment via une association physiothérapie-RV pour la prise en charge des troubles moteurs (41).

Comme le soulève Anna Binkiewicz-Glinska, la réhabilitation psycho-motrice chez les enfants atteints de maladies rares doit faire partie intégrante du processus de traitement (41). Il est alors envisagé d'inclure la réalité virtuelle pour aider à la thérapie physique, à l'indépendance de l'enfant et à son intégration sociale.

S. El-Shamy et R. Alsharif ont mené une étude sur les effets de la réalité virtuelle sur la fonction des membres supérieurs chez des enfants atteints de lésion obstétricale du plexus brachial (42). Il a pu être conclu que le groupe utilisant la réalité virtuelle (via l'"Armeo spring" qui combine une assistance robotisée avec de la réalité virtuelle) a fait des progrès significativement plus importants que le groupe utilisant la physiothérapie conventionnelle, notamment sur des mesures de forces musculaires (42). En effet, il a été soulevé que la réalité virtuelle est un moyen divertissant et motivant pour engager un enfant dans une thérapie, de par son environnement ressemblant à un jeu. Elle permet également une participation active du patient, contrairement à la réhabilitation passive conventionnelle. De plus, la RV permet d'atteindre des objectifs de réhabilitation via l'utilisation d'un retour d'information en temps réel et la possibilité d'adapter la stratégie thérapeutique avec différents degrés de difficulté tout en alliant uniformité et rapidité (42).

Le traitement de l'obésité infantile et de l'inactivité physique par entraînement neuro-musculaire basé sur la RV est également étudié (43). En effet, l'entraînement avec la

RV pourrait servir de précurseur pour l'entraînement neuro-musculaire réel, mais son utilisation de façon efficiente nécessite encore d'être approfondie.

D. Gestion de la douleur

Même si les analgésiques à base d'opioïdes ont prouvé leur efficacité dans le soulagement de la douleur (44), les analgésiques les plus puissants ne peuvent pas toujours permettre un contrôle de la douleur chez tous les patients et sont à l'origine d'effets secondaires. L'utilisation de la RV constitue une potentielle alternative au traitement pharmacologique de la douleur; c'est pourquoi de nombreuses études sont réalisées depuis le début du 21ème siècle sur cette nouvelle technologie, qui fait ses preuves, que ce soit pour les douleurs aiguës, chroniques, procédurales ou encore des douleurs expérimentales chez des patients sains (45).

1. Douleurs aigues

a. Les brûlures

L'utilisation de la RV pour atténuer la douleur et l'anxiété pendant les procédures de soins et de réadaptation des patients atteints de brûlures sévères est l'une des utilisations les plus largement étudiées de la technologie de RV. De toute évidence, les soins des brûlures causent énormément de douleur, d'anxiété et d'inconfort aux patients (45).

En 2000, Hoffman et *al*. ont rapporté une étude de cas examinant l'efficacité de la RV comparée à celle d'un jeu vidéo standard pour deux adolescents (16 et 17 ans) ayant subi des brûlures (46). Les auteurs ont constaté que la RV diminuait significativement les niveaux de douleur, l'anxiété et le temps passé à penser à la douleur.

Das et *al.* ont mené un essai comparatif randomisé, comparant une analgésie à une association analgésie-RV chez des enfants (5-18 ans) pendant les procédures de soins des brûlures (47). L'analgésie associée à la RV était plus efficace pour réduire la douleur et la détresse comparativement à l'analgésie seule. Les parents ont également témoigné de leur satisfaction, rapportant qu'il était perceptible que le niveau d'anxiété de leur enfant était moindre pendant les soins avec la RV.

Shararar et *al.* ont rapporté les résultats de trois études et ont conclu que la RV, en plus de l'analgésie standard, réduisait l'intensité de la douleur, l'inconfort lié aux soins et le temps passé à penser à la douleur (48).

Carrougher et *al.* ont décrit des résultats similaires chez les patients brûlés en physiothérapie-réadaptation, avec des améliorations cliniques non significatives dans l'amplitude des mouvements (49).

Finalement, une revue systématique (50) a montré que la RV constitue une stratégie complémentaire qui s'est montrée bénéfique pour le traitement des patients brûlés, en diminuant la douleur et certaines de ses conséquences, telles que l'anxiété. Elle permet également un aspect ludique et favorise l'épithélialisation de la blessure. De plus, très peu d'effets secondaires ont été signalés.

b. RV et cancer

La technologie de la RV a également été étudiée comme un moyen de réduire la douleur, le désagrément et l'anxiété associés aux procédures et aux traitements douloureux et courants du cancer, comme la chimiothérapie, la ponction lombaire ou la pose d'un cathéter veineux central (45).

Une étude de Schneider et Workman a examiné 11 enfants (âgés de 10 à 17 ans) traités par chimiothérapie avec ou sans RV (51). Un total de 82 % des enfants ont déclaré que le traitement avec la RV était plus supportable que les traitements précédents et qu'ils aimeraient utiliser la RV lors de traitements futurs.

Sander Wint et *al.* ont étudié l'utilisation de la RV pendant une ponction lombaire avec un échantillon de 30 adolescents, âgés de 10 à 19 ans (52). Bien que les scores de douleur aient été plus faibles avec la RV, les différences n'étaient pas statistiquement significatives.

Une étude de Gershon et *al.* portant sur des enfants et les adolescents a comparé les distractions par RV, les distractions non-RV (ordinateur) et la procédure standard (53). Les résultats ont indiqué que la distraction RV était significativement meilleure que la procédure normale en termes de réduction de la fréquence cardiaque et d'évaluation

de la douleur. Il a également été démontré que la RV diminuait la détresse et le temps perçu passé à recevoir une chimiothérapie (54, 55).

c. Procédures médicales de routine

De nombreuses interventions médicales de routine, comme une ponction veineuse ou une vaccination peuvent être douloureuses et provoquer de l'anxiété.

Gold et *al.* ont étudié l'utilisation de la RV chez 20 enfants (âgés de 8 à 12 ans) nécessitant l'injection d'un agent de contraste intraveineux pour un examen d'imagerie IRM (56). Les enfants ont été randomisés dans les groupes correspondant à la procédure normale (anesthésie topique-injection IV) ou à la RV. La douleur a quadruplé chez les enfants du groupe témoin tandis que les enfants du groupe RV n'ont signalé aucun changement significatif de l'intensité de la douleur entre les phases pré- et post-injection intraveineuse. De plus, les enfants et les soignants étaient plus satisfaits de l'utilisation de la RV pour la prise en charge de la douleur pendant l'intervention.

Piskorz et *al.* ont obtenu des résultats confirmant l'hypothèse selon laquelle la distraction par RV était efficace pour minimiser l'intensité de la douleur et de l'anxiété lors des prises de sang chez les enfants (7). En effet, les scores de douleur et d'anxiété évalués selon des échelles validées étaient significativement réduits dans le groupe d'enfants ayant bénéficié de l'approche par RV.

Finalement, une méta-analyse a conclu que la RV pouvait avoir un effet positif dans le cadre des procédures douloureuses, mais les études incluses dans cette méta-analyse étaient cliniquement et statistiquement hétérogènes (57). D'autres recherches qualitatives s'avèrent nécessaires pour valider les résultats, établir le rapport coût-efficacité et les contextes cliniques optimaux d'utilisation.

2. Douleurs chroniques

Bien qu'il existe un nombre croissant d'études décrivant l'efficacité de la RV dans la prise en charge des douleurs procédurales et aiguës, peu d'études traitent de l'utilisation de la RV dans le traitement des douleurs chroniques ou pour la

réadaptation dans le cadre de douleurs neuropathiques et idiopathiques, avec des données cliniques préliminaires pour le moment.

Sarig-Bahat et *al.* ont étudié la capacité de la RV à traiter la douleur chronique cervicale chez 67 patients (22-65 ans) (58). Les chercheurs ont utilisé un environnement de RV qui encourageait les patients à augmenter leur amplitude de mouvement en "pulvérisant" des mouches avec une bombe de pulvérisation virtuelle. Les chercheurs ont constaté qu'une seule séance de RV a entraîné une augmentation de l'amplitude des mouvements cervicaux et une diminution des douleurs cervicales.

Hoffman et *al.* ont recherché si la RV immersive pouvait aider à réduire la douleur lors de séances de physiothérapie répétées pour les victimes de brûlures (59). Au cours de trois séances, sept patients (âgés de 9 à 32 ans) sont venus faire des exercices d'amplitude de mouvement sous la direction d'un ergothérapeute. Les participants ont passé autant de temps pendant la séance avec et sans distraction RV. Les chercheurs ont constaté que les évaluations de la douleur étaient significativement plus faibles lorsque les patients étaient immergés dans la RV et que l'ampleur de la réduction de la douleur ne diminuait pas lors de séances itératives. Ces résultats sont prometteurs, car ils suggèrent que la RV pourrait être appliquée à la physiothérapie à long terme.

3. Douleurs expérimentales

Un axe de recherche fondamentale est l'examen de la douleur expérimentale avec utilisation de la RV chez les participants en bonne santé. Ces études permettent aux chercheurs d'examiner les effets de la RV tout en contrôlant les différents facteurs tels que la pathologie, l'exposition à la douleur ou aux médicaments d'appoint, l'environnement hospitalier et diverses autres caractéristiques des patients et des maladies.

Rutter et *al*. ont ainsi mené un essai clinique de 8 semaines sur une distraction par RV hebdomadaire avec une douleur de pression froide, sur 28 adultes âgés de 18 à 23 ans (60). Les résultats indiquent que la distraction par RV a entraîné une augmentation significative du seuil de douleur et de tolérance à la douleur, ainsi qu'une diminution significative de l'intensité de la douleur, du temps passé à penser à la douleur et de l'anxiété auto-évaluée. Des résultats uniques propres à cette étude ont

démontré que les effets de la RV sont demeurés stables pendant les huit séances, ce qui indique que l'exposition répétée n'a pas modifié l'efficacité de la RV.

Hoffman et *al.,* quant à eux, ont comparé la réduction de la douleur chez des sujets sains recevant une stimulation douloureuse thermique dans quatre groupes différents : patients sans analgésie, patients avec administration d'opioïdes, patients avec utilisation de RV, et patients avec administration d'opioïdes associés à l'utilisation de la RV (61). Cette étude a permis de conclure que l'utilisation d'opioïdes associée à la RV réduisait le ressenti de la douleur par le patient, ainsi que l'activité cérébrale due à la douleur plus efficacement que les opioïdes seuls (61). De plus, la quantité de plaisir rapportée pendant la stimulation thermique était significativement plus élevée pendant l'utilisation de la RV, peu importe la prise ou non d'opioïdes (61).
Dans une autre étude, Hoffmann a également décrit un effet analgésique accru sur la douleur thermique, mesuré par l'évaluation subjective de la douleur, lorsque les composantes audio, vidéo et interactives de l'expérience de RV étaient optimisées (c'est à dire RV hautement immersive) (62). Ceci a été associé à une augmentation du nombre de cas de "présence" signalés par les utilisateurs.

4. RV et neurobiologie

Bien qu'il ait été montré que la distraction permettait une modulation descendante de la signalisation de la douleur par des processus corticaux frontaux, les mécanismes neurobiologiques sous-jacents à l'efficacité de la RV ne sont pas encore élucidés.

Melzack et Wall ont proposé la théorie du contrôle des vannes (63), qui suggère que des facteurs tels que le niveau d'attention accordé à la douleur, l'émotion associée à la douleur ainsi que l'expérience passée de la douleur jouent un rôle dans la façon dont la douleur sera interprétée. Cette théorie montre bien la dimension subjective de la douleur, sur laquelle la RV peut avoir un effet considérable. Comme la distraction permet de créer une compétition pour l'attention du patient, et donc un détournement de l'attention du stimulus nocif qui déclenche la perception de la douleur, le seuil nociceptif a tendance à augmenter lors de l'utilisation de la RV (64). De plus, l'intensité de la douleur, l'anxiété ainsi que le temps passé à penser à la douleur diminuent également lors de la distraction par RV.

Plus récemment, Gold et *al.* ont émis l'hypothèse que l'analgésie induite par la RV provient de la modulation corticale des voies de signalisation impliquées dans la douleur, en jouant sur l'attention, l'émotion, la mémoire et différents sens (par exemple tactile, auditif et visuel), produisant ainsi de l'analgésie (65).

Les recherches ont montré que la réalité virtuelle est plus efficace comme analgésique qu'un jeu vidéo ou qu'un film, grâce notamment à l'importante attention que l'environnement virtuel nécessite et à l'immersion induite (66).

En fin de compte, l'objectif des recherches actuelles dans le domaine de la RV est de développer des environnements flexibles ciblant des conditions de douleur aiguës et chroniques spécifiques, et de promouvoir la prise en charge de la douleur par la réadaptation à long terme.
Etant donné que l'équipement en RV se démocratise, cette approche pourrait devenir suffisamment abordable pour être utilisée en outil d'auto-gestion pour le soulagement de la douleur par des patients en milieu hospitalier ou en hospitalisation à domicile.

E. Prise en charge de l'anxiété

L'anxiété intense est émotionnellement traumatisante et peut avoir de nombreuses manifestations, aussi bien neurophysiologiques que comportementales, obligeant parfois les professionnels de santé à reporter ou interrompre un soin (67).
Bien que certaines études soient disponibles concernant l'efficacité de la RV dans la prise en charge de la douleur comme nous avons pu le voir plus haut, l'anxiolyse induite par la RV constitue également un domaine d'intérêt croissant, sur les plans de la recherche clinique et du soin (68). C'est pourquoi, en plus de la douleur, l'effet de la RV est également recherché dans la prise en charge de l'anxiété, qu'elle soit pré ou per-opératoire. Elle constitue une approche cognitivo-comportementale non pharmacologique via la distraction notamment (69).

Kate Wolitzky a mené une étude portant sur l'utilisation de la RV chez des enfants atteints de cancer lors d'un soin, en évaluant leur niveau d'anxiété via des mesures subjectives, mais également objectives et comportementales (21). La RV a permis une réduction significative des scores d'anxiété (21). Par ailleurs, les résultats ont montré que les enfants ayant bénéficié de la RV ont été capables de se remémorer

des détails de leur visite médicale et de commenter davantage leurs pensées et émotions comparativement aux enfants du groupe sans RV (21). Ces résultats suggèrent que la baisse du niveau d'anxiété facilite également la prise en charge sur la plan cognitif et émotionnel.

La RV a également été validée et utilisée à des fins explicatives, dans le but de réduire l'anxiété pré-opératoire (67, 70). Elle a par exemple déjà été employée pour réaliser une visite virtuelle du bloc opératoire avant une anesthésie générale, pour fournir aux patients une expérience la plus réaliste possible et éviter qu'ils ne soient dans l'inconnu le jour de l'opération (67, 70). Une étude a montré une baisse du niveau d'anxiété et une augmentation de la coopération pendant l'induction anesthésique chez les enfants ayant réalisé une visite virtuelle par RV du bloc opératoire et de la salle de surveillance post-interventionnelle (67). Cette méthode peut également être utilisée dans d'autres contextes : elle permet de remplacer l'explication portant sur un procédé opératoire par une explication en RV visuelle et non verbale, pour des personnes qui pourraient ne pas comprendre un texte explicatif, comme un enfant ou encore un patient allophone (70).

Par ailleurs, certains auteurs se sont intéressées au scénario utilisé lors de la séance de RV, notamment en étudiant l'impact de la présence de scènes représentant des environnements naturels sur la réduction du niveau d'anxiété pré-opératoire (71). Le score VAS (Visual Analog Scale), ainsi que le taux de cortisol salivaire ont tous deux été réduits après la séance de RV (71). Il a été conclu que le fait d'être immergé dans un environnement relaxant, naturel et paisible via la RV correspond à une méthode non-invasive et non-pharmacologique pour réduire l'anxiété en phase pré-opératoire, sans effet secondaire négatif majeur et sans besoin médical ou paramédical supplémentaire (71).

Plus spécifiquement, la RV a aussi trouvé son indication dans d'autres troubles neuro-psychologiques, tels que le désordre d'anxiété généralisée (72). Cette pathologie est pour le moment traitée via la relaxation, avec une efficacité et des réponses variables (72). C'est pourquoi il est aujourd'hui proposé d'utiliser la RV pour faciliter le processus de relaxation, ce qui s'est révélé être une approche prometteuse (72). La RV peut

donc faciliter la réduction de l'anxiété, même chez des patients atteints de troubles d'anxiété généralisés (72).

Enfin, Jeffrey et *al.* ont réalisé une étude chez des enfants lors de ponctions veineuses, montrant tout d'abord que la réalité virtuelle aidait à réduire la douleur, mais également l'anxiété des patients (73). Ils ont également montré que la RV était plus efficace chez les enfants présentant des niveaux d'anxiété élevés (73). Plus précisément, les enfants qui utilisaient la RV et qui présentaient des manifestations physiologiques de l'anxiété marquées ont éprouvé beaucoup moins d'anxiété (73). Les différences inter-individuelles en termes de réceptivité et d'anxiété, ainsi que les caractéristiques psychologiques et cognitives des patients semblent avoir un impact sur les effets de la RV.

### F. Applications en odontologie

Même si la réalité virtuelle n'en est qu'à ses débuts dans les domaines médico-chirurgicaux et pédagogiques, elle n'en est pas moins largement utilisée en odontologie. En effet, des études ont porté sur l'utilisation de la RV dans le contexte des soins dentaires, et certains praticiens l'utilisent déjà comme moyen de distraction en cabinet, car l'anxiété et les troubles comportementaux associés peuvent affecter la qualité de la prise en charge thérapeutique, l'observance, la coopération et la santé bucco-dentaire (74).

Furman et *al.* ont comparé la RV avec le visionnage de films comme forme alternative d'analgésie chez 38 patients pendant une procédure parodontale de type détartrage-surfaçage (74). Les scores de douleur étaient significativement plus faibles dans le groupe RV comparativement au groupe film et aux témoins (74).

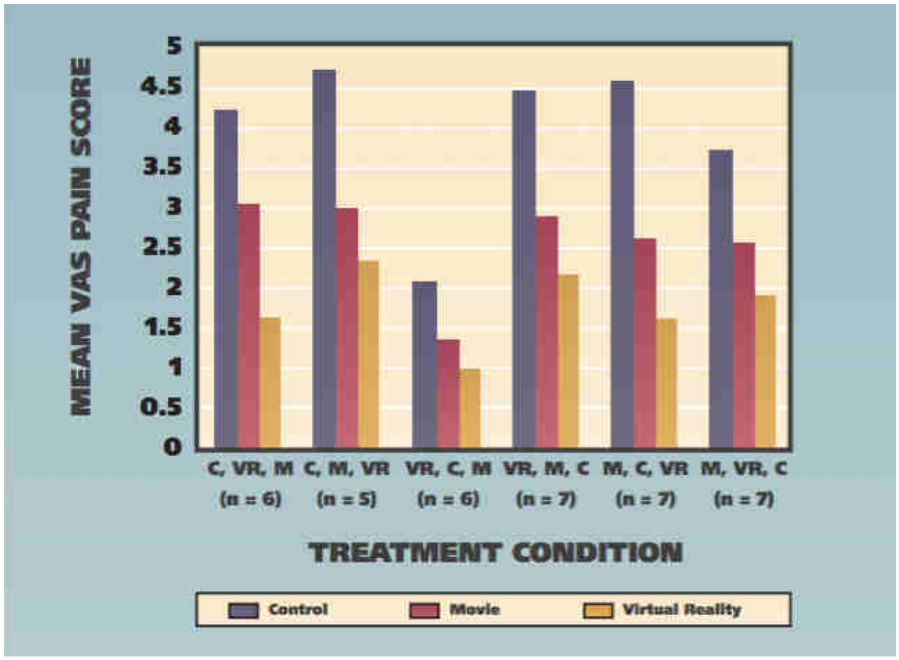



**Fig 7 :** Scores de douleur évalués chez les patients des groupes RV-film et témoins (74)

Alshatrat et *al.* ont également étudié l'effet de la RV immersive sur la douleur pendant un détartrage et surfaçage et ont conclu que cette méthode a un fort potentiel pour le contrôle de la douleur pendant ces soins (75).

Plus récemment, c'est dans le cadre de thérapeutiques pulpaires chez des enfants de 4 à 8 ans n'ayant jamais eu de soins dentaires auparavant que la RV a été testée par Niharika et *al*. L'étude a montré une diminution significative de la perception de la douleur et du score d'anxiété lors de l'utilisation du casque immersif et une forte acceptation par les enfants et par les parents (1).

G. Applications de la RV en pédiatrie

Les enfants nécessitent une adaptation constante du traitement et des approches cognitivo-comportementales adaptées à leur degré de maturité et d'anxiété (76). Certains patients par exemple peuvent présenter des contre-indications aux agents pharmacologiques sédatifs traditionnels et des solutions alternatives s'avèrent donc nécessaires.

De nombreuses études portant sur l'utilisation de la RV ont été réalisées en pédiatrie (69). Cette technique s'est révélée être une excellente alternative, que ce soit pour la réduction de la douleur, ou encore de l'anxiété (69). En effet, les caractéristiques intrinsèques de la RV, telles que la présence, l'interactivité, l'immersion, la personnalisation, l'interaction sociale et l'incarnation lui permettent d'être acceptée par les enfants et les adolescents et s'intègrent positivement à leurs thérapies médicales existantes (77).

Il a par exemple été montré chez un enfant atteint d'infirmité motrice-cérébrale que les douleurs post-chirurgicales peuvent être contrôlées par la RV (26). Sa mère a d'ailleurs noté que l'enfant paraissait moins anxieux et plus relaxé durant les séances de RV (26).
Pour les protocoles de traitements de brûlures chez les enfants, l'utilisation de la RV est également très prometteuse, comme le suggère l'étude de Scapin et *al.* En effet, lors d'un changement de pansement chez des enfants de 8 et 9 ans, l'utilisation de la RV a permis de réduire l'utilisation de molécules analgésiques, ainsi que le risque d'effets secondaires liés aux soins (78).

Une revue systématique et méta-analyse s'est penchée en 2018 sur les indications de la RV en pédiatrie (69). Elle démontre que la recherche sur la RV en pédiatrie s'est principalement concentrée sur la distraction. L'ampleur de l'effet mis en évidence indique que la RV constitue une intervention de distraction efficace pour réduire la douleur et l'anxiété chez les patients pédiatriques bénéficiant d'une grande variété d'interventions médicales (69).
Par ailleurs, les résultats ont montré que l'utilisation de la RV pour la prise en charge de la douleur et de l'anxiété était potentiellement plus efficace chez les enfants plus jeunes comparativement aux enfants plus âgés (69).
Une explication possible est que les jeunes enfants ont tendance à présenter des niveaux d'anxiété plus élevés avant les procédures médicales, avec un bon niveau de réceptivité (79, 80). En effet, la RV est particulièrement engageante pour les jeunes enfants, car ils sont souvent plus impliqués dans la pensée magique et sont vraiment captivés par l'environnement imaginatif virtuel (81).

Cependant, des recherches supplémentaires portant sur l'effet de l'exposition à la RV dans le cadre de différentes procédures médicales, ses indications et ses intérêts médico-économiques sont nécessaires.

La réalité virtuelle présente de nombreux avantages, mais aussi des inconvénients qui ne doivent pas être négligés lors de l'application en pédiatrie.

| | |
|---|---|
| Bénéfices | - fournit une distraction de la douleur<br>- favorise le mouvement<br>- favorise l'imagination<br>- favorise le remodelage cortical (potentiellement) |
| Effets secondaires | - nausées ou vertiges peuvent être induits visuellement<br>- collisions avec des objets proches<br>- risque d'isolation sociale<br>- chez les plus jeunes enfants, possible induction de "faux souvenirs" |

**Tableau IV :** Synthèse des avantages et inconvénients de la RV en pédiatrie (77)

H. Association RV-hypnose

Un nouveau concept commence à émerger, il s'agit de l'hypnosédation en réalité virtuelle (82). L'hypnose a un effet positif sur la réduction de l'anxiété et de la douleur lors de soins médicaux chez les patients bon-répondeurs et son utilisation dans le contexte médical est fréquente (82). Cependant, la réalisation de l'hypnose est limitée par plusieurs facteurs, comme l'expertise en hypnose nécessaire, le temps et l'effort demandés au praticien pratiquant l'hypnose ainsi que l'effort cognitif demandé au patient pour réussir à se faire hypnotiser (83). En outre, il existe une forte variabilité inter-individuelle des réponses à l'induction hypnotique (82).

Une étape logique pour augmenter l'impact de l'hypnose est de rendre l'induction hypnotique moins pénible pour les patients. Le développement de nouvelles technologies comme la réalité virtuelle pourrait permettre de faciliter l'induction hypnotique grâce à l'immersion tri-dimensionnelle multisensorielle qu'elle procure, ce qui permettrait plus facilement au patient de se concentrer sur l'induction hypnotique (84).

De plus, la procédure pourrait se montrer également très prometteuse pour les patients malentendants, car des suggestions écrites peuvent être intégrées au programme.

Une question raisonnable est de savoir si le paradigme de l'hypnose en réalité virtuelle répond à la définition formelle de l'hypnose. La définition de l'hypnose de Kihlstrom (1985) indique qu'il s'agit d'"une interaction sociale dans laquelle une personne, désignée le sujet, répond aux suggestions d'une autre personne, désignée l'hypnotiseur, pour des expériences impliquant des altérations de la perception, de la mémoire et de l'action volontaire" (82). L'intervention par réalité virtuelle peut être définie comme une hypnose pour le patient car elle contient des suggestions de changement de perception, notamment de la douleur. Cependant, la personne qui pratique l'hypnose n'est pas présente, en ce sens que l'induction est faite sur une bande audio synchronisée avec un monde de réalité virtuelle. Nous pouvons donc définir l'effet de la RV comme une forme d'hypnosédation, même s'il ne s'agit pas d'hypnose au sens strict.

Patterson et ses collègues ont été les premiers à utiliser la technologie de RV comme moyen d'administrer de l'hypnose aux patients souffrant de brûlures avant le traitement des plaies dans une série de 13 cas cliniques (82). Ces patients ont présenté des niveaux plus faibles de douleur et d'anxiété. Il s'agissait d'une approche novatrice et avant-gardiste de l'intégration de la RV à un traitement pré-existant pour réduire la douleur et l'anxiété (82). Un des patients inclus à l'étude, éprouvait une douleur et une anxiété extrêmes tout particulièrement pendant les périodes où ses plaies étaient nettoyées et débridées, faisant l'objet de crises de panique. Après l'hypnose induite par réalité virtuelle, les scores de douleur et d'anxiété chez ce patient ont été réduits de respectivement 40 et 50%. Il a également été noté que la quantité d'opioïdes administrée a été réduite de 50% (84).

Après le succès de l'intervention par RV dans les contextes de douleur aiguë, l'intérêt de l'application de l'hypnose en réalité virtuelle pour un cas de douleurs chroniques a été explorée (45). Dans cette étude de cas portant sur une patiente âgée de 36 ans présentant des antécédents de douleur neuropathique chronique depuis 5 ans, les chercheurs ont constaté que l'hypnose par réalité virtuelle s'est avérée plus efficace

que l'hypnose seule, en réduisant la douleur et en prolongeant les effets du traitement (45). La patiente a également indiqué qu'elle avait persisté avec ce traitement par hypnosédation en RV, qui a significativement amélioré sa qualité de vie (45).
Tout soulagement de la douleur pour les patients souffrants de douleurs neuropathiques chroniques est un objectif thérapeutique. L'approche par RV est prometteuse dans ces situations cliniques complexes.

Une telle technologie pourrait accroître notre capacité à atteindre un plus grand nombre de patients qui pourraient bénéficier d'une analgésie hypnotique. En effet, les études mentionnées ci-dessus montrent le potentiel de l'hypnose en réalité virtuelle et de l'hypnosédation, toutefois des études plus approfondies s'avèrent nécessaires pour confirmer ces données, d'autant plus que l'ampleur de l'effet du traitement par RV était équivalente à ce qui a été démontré dans des études utilisant un clinicien pour réaliser l'induction hypnotique (85).

## Partie 3. Etude pilote d'utilisation de la RV en odontologie pédiatrique : protocole, critères d'inclusion-exclusion, échelles d'évaluation du comportement et de la satisfaction, résultats préliminaires

L'équipe d'anesthésiologie pédiatrique de Strasbourg (Dr Mayer, Dr Chauvin) et Hypno-VR® ont souhaité associer l'hypnosédation et la réalité virtuelle pour cumuler les bénéfices des deux techniques et miser sur leur complémentarité. Leur démarche a été de proposer au patient un scénario en réalité virtuelle immersive tri-dimensionnelle diffusé dans un masque de réalité virtuelle et associé à un discours d'hypnose conversationnelle pour l'accompagner et le guider au travers les mêmes étapes que l'hypnose, lorsque celle-ci est induite par un hypnothérapeute.

C'est selon la même hypothèse, et en collaboration avec l'équipe d'anesthésiologie de Strasbourg, que nous avons souhaité mettre en place une étude clinique pilote portant sur l'utilisation de la RV au sein de l'Unité Fonctionnelle d'Odontologie Pédiatrique du Pôle de Médecine et de Chirurgie Bucco-Dentaire de Strasbourg. Nous avons donc réalisé des soins conservateurs ou chirurgicaux chez des patients âgés de 8 à 13 ans, équipés d'un masque de réalité virtuelle pendant les procédures.

Un scénario de réalité virtuelle associé à un texte d'hypnose conversationnelle via Hypno-VR® a été réalisé pour une application en anesthésiologie pédiatrique et le matériel a été mis à notre disposition.
Hypno-VR® est une société strasbourgeoise créée en 2016 dans le but de fournir une solution d'hypnose aux praticiens qui n'y seraient pas formés, en proposant un logiciel de scénarios de réalité virtuelle. Cette start-up a notamment gagné le prix de l'innovation de l'ADF en 2018. Elle a commencé à commercialiser ses premiers dispositifs début 2019 auprès de praticiens libéraux et d'établissements de santé, via un abonnement sans engagement à leur logiciel, donnant accès à plusieurs scénarios de réalité virtuelle (86).

## I. Objectifs de l'étude et critères d'évaluation

Les objectifs étaient tout d'abord de déterminer si l'utilisation d'un masque de réalité virtuelle était cliniquement et techniquement envisageable pendant des soins dentaires, notamment par l'encombrement qu'il impose au niveau de la région faciale. Nous souhaitions également évaluer l'efficacité d'un programme associant la réalité virtuelle à l'hypnose visant à augmenter la coopération, réduire le niveau d'anxiété et améliorer l'expérience des enfants lors d'un soin chez le chirurgien-dentiste, afin de pouvoir, dans l'avenir, développer cette technique comme moyen supplémentaire non-pharmacologique d'aide à la prise en charge des patients anxieux.
L'objectif final était de pouvoir utiliser cette nouvelle technologie en remplacement des moyens pharmacologiques existant actuellement, tels que le MEOPA, le midazolam ou encore l'anesthésie générale.
De plus, la satisfaction du praticien a été également recherchée, afin d'apporter un confort supplémentaire lors de soins chez des enfants.

Les critères d'évaluation ont été des critères subjectifs, basés sur la satisfaction du patient et du praticien réalisant l'acte, ainsi que des critères objectifs d'évaluation de l'anxiété du patient et de la faisabilité clinique.

## II. Méthodes

### A. Matériel

Pour réaliser à bien cette étude, les dispositifs spécifiques de RV ont été utilisés. Ce matériel nous a été fourni par la société Hypno-VR®.

Nous avons ainsi pu utiliser des lunettes de réalité virtuelle de la marque Oculus Rift® de Facebook®, fournies avec une housse de protection « Oculus Rift cover » afin de protéger les lunettes et d'éviter toute contamination. Ces lunettes de RV sont adaptables à la morphologie du patient via une sangle avec un velcro, elles sont légères et il est possible de régler l'écart inter-pupillaire. Des modèles plus récents sont disponibles caractérisés par une miniaturisation du dispositif. Il est également possible de porter l'Oculus Rift® en conservant des lunettes de vue, si elles ne sont pas trop encombrantes. Un casque audio de type "Bose" est ajouté afin de permettre un système audio 360° optimisant l'immersion sensorielle.

**Fig 8** : Vue clinique d'un patient portant les lunettes de RV (CRMR ORARES, Strasbourg)

Les lunettes de RV sont ensuite connectées via un fil à un ordinateur puissant équipé du scénario Hypno VR®, sur lequel le soignant peut suivre en direct le scénario projeté dans les lunettes. De plus, un capteur est branché à l'ordinateur et tourné vers les lunettes afin de calculer en temps réel les mouvements de la tête du patient et les harmoniser, de façon à ce que le paysage soit stable et que le patient ait le moins de nausées possible. A noter que les dispositifs plus récents utilisés permettent une connexion bluetooth non filiaire et sont donc plus ergonomiques à utiliser et plus légers.

En effet, les deux autres modèles de lunettes utilisés, moins onéreux, sont un masque de réalité virtuelle Samsung GEAR-VR® branché à un portable Samsung Galaxy S8® (ou équivalent) et un casque audio de bonne qualité type « Bose » ainsi qu'un masque de réalité virtuelle Oculus GO® et un casque audio de bonne qualité de la marque « Bose ».
Il s'agit pour chacun de ces masques d'un système ne nécessitant pas de branchement à un ordinateur, le logiciel Hypno-VR® se trouvant directement dans le casque de réalité virtuelle ou bien dans le téléphone branché aux lunettes. Ceci ajoute un côté pratique, moins encombrant et plus rapide et intuitif à mettre en place.

Cependant, ces solutions ont certains inconvénients, tels qu'une moins bonne qualité de l'image ou encore une autonomie de l'appareil limitée. Par ailleurs, il est tout de même possible de suivre le scénario et de savoir ce que le patient visualise par une connection bluetooth sur un autre téléphone, mais nous n'avons pas profité de cette possibilité lors de notre étude pilote.

Un tutoriel, retrouvé en annexe, a été créé par Hypno-VR® pour l'utilisation du masque Oculus Go à destination des praticiens, ce qui facilite d'autant plus son utilisation.

Différents scénarios de réalité virtuelle sont proposés par le logiciel d'Hypno VR®. Une collaboration entre médecins, programmeurs informatiques et designers 3D a été nécessaire pour la mise au point et le développement de ces scénarios, permettant ainsi une immersion du patient dans un environnement naturel, interactif et apaisant. Parmi les scénarios, nous retrouvons tout d'abord celui qui a été utilisé lors d'une grande partie de l'étude (Fig 9). Il s'agit d'une balade dans une clairière, en forêt, puis dans le ciel au milieu d'oiseaux, d'une durée de 20 minutes, et comprenant 3 minutes de retour afin que le patient puisse sortir de sa transe hypnotique.

**Fig 9** : Vue de deux séquences du scénario de balade en forêt développé par Hypno-VR®

Une narration apaisante est prononcée dans le casque audio durant toute la durée de la balade, accompagnée d'une musique réalisée par des compositeurs selon des principes de musicothérapie, connus pour leur effet relaxant (47). Plus tard, d'autres scénarios ont été développés : une plongée sous-marine en suivant une tortue, une balade sur une plage en bord de mer ou encore un tour dans l'espace.

Tous ces scénarios se développent de la même manière : il s'agit d'une immersion dans un environnement naturel commençant par une induction hypnotique avec décompte des mouvements respiratoires puis une évolution dans l'environnement naturel d'Hypno-VR®. Avec les dernières mises à jour du logiciel, le patient peut maintenant choisir un univers et une musique pour se créer une expérience personnalisée. De plus, le praticien peut choisir une durée de scénario adaptée à la durée estimée du soin, allant de 10 minutes à plus d'1 heure. De nombreuses combinaisons différentes sont ainsi possibles.

B. Participants

1. Critères d'inclusion

Les critères d'inclusions adoptés dans le cadre de l'étude clinique pilote ont été les suivants :

- patients âgés de 8 à 14 ans. En effet, il n'était pas possible pour nous d'inclure des patients plus jeunes du fait du matériel utilisé : l'écart inter-pupillaire utilisé dans les masques de réalité virtuelle, ainsi que leur morphologie et dimension, ne permettent pas leur utilisation chez de jeunes enfants
- patients anxio-phobiques ou avec des antécédents de difficultés de coopération
- consentement parental

2. Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion utilisés ont été les suivants :

- antécédents de nausées-vomissements post-opératoires
- mal des transports
- claustrophobie
- troubles psychotiques

3. Patients inclus

Pour cette étude pilote, huit patients ont été inclus, dont un qui a été soigné deux fois. Parmi ces huit patients, il y a trois filles et cinq garçons, âgés de 8 à 13 ans. L'âge moyen est de 11 ans.

| | Sexe | Âge |
|---|---|---|
| Patient 1 | F | 11 |
| Patient 2 | M | 10 |
| Patient 3 | M | 12 |
| Patient 4 | M | 13 |
| Patient 5 séance 1 | F | 13 |
| Patient 5 séance 2 | F | 13 |
| Patient 6 | M | 12 |
| Patient 7 | F | 8 |
| Patient 8 | M | 11 |

**Tableau V** : Informations sur le sexe et l'âge des patients inclus à l'étude pilote

C. Mesures

Deux critères d'évaluation ont été adoptés dans le cadre de cette étude pilote.

Tout d'abord, un score APAIS, retrouvé en annexe, a été calculé avant l'intervention afin d'évaluer l'anxiété pré-opératoire du patient.

Enfin, après l'intervention, il a été demandé au patient de remplir un questionnaire d'évaluation et de satisfaction (en annexe de cette thèse). Ce questionnaire est le même que celui utilisé par l'équipe d'anesthésiologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg dans le cadre de l'étude "hypnose en réalité virtuelle dans la coloscopie : comparaison avec l'anesthésie générale". En effet, il a été préconisé de conserver un questionnaire validé et standardisé et de pouvoir faire une comparaison avec les résultats obtenus lors d'autres études.
Ce questionnaire se base sur le vécu subjectif du patient, en lui demandant son avis sur l'expérience, le confort, la sécurité ou encore le scénario. Le patient conclut en donnant une note sur 10 à l'expérience globale de l'hypnose en réalité virtuelle.

Pour finir, un ressenti subjectif des praticiens réalisant les interventions a été recueilli à l'oral.

## D. Procédure

### 1. Modalités de recrutement

Les patients ont tous été recrutés au sein de l'Unité Fonctionnelle d'Odontologie Pédiatrique et du Centre de Référence pour les Maladies Rares Orales et Dentaires ORARES du Pôle de Médecine et de Chirurgie Bucco-Dentaire de Strasbourg. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été communiqués à l'ensemble des étudiants de la faculté, afin que les patients correspondant à ces critères puissent être inclus dans l'étude.

### 2. Modalités d'information et de recueil du consentement

Une fois les coordonnées de patients pouvant correspondre aux critères d'inclusion de l'étude recueillies, leurs parents ont été contactés afin de leur expliquer le fonctionnement de l'étude, leur proposer d'y prendre part et faire signer un consentement de participation à l'étude pilote. Il a été explicité que l'utilisation d'un masque de réalité virtuelle ne leur serait pas facturée et qu'il n'y aurait donc pas de frais supplémentaires aux soins nécessaires. Si le patient et ses parents ou responsable légal acceptaient d'intégrer l'étude, un rendez-vous était fixé dans une salle de soin fermée et calme.

### 3. Description des visites

Lors de l'arrivée des patients le jour du rendez-vous fixé, la procédure leur était à nouveau expliquée, ainsi que les objectifs de l'étude. Le questionnaire d'évaluation de l'anxiété APAIS leur était expliqué et fourni afin qu'ils le remplissent avant l'intervention. Le matériel était généralement installé avant l'arrivée du patient, dans la salle de soin.

**Fig 10** : Vue de l'installation du matériel de RV dans la salle de soin (CRMR ORARES, Strasbourg)

Le patient était alors conduit en salle de soin où le masque de réalité virtuelle lui était installé sur le visage. Des informations concernant la procédure de RV et l'intervention étaient données au patient avant de lui faire porter le masque, et aucun accompagnement verbal n'était nécessaire durant l'intervention.

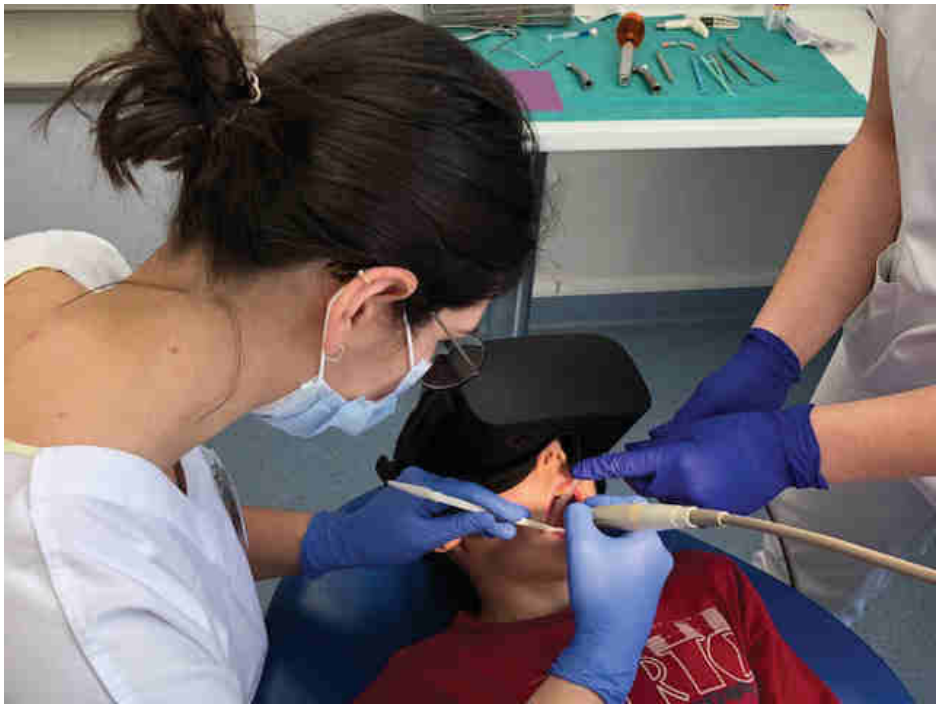


**Fig 11 :** Vue clinique de la réalisation d'un soin sous RV (iconographie personnelle, UF Odontologie Pédiatrique, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg)

A la fin de l'acte, le mode "retour" du scénario était lancé, ce qui permettait de retirer le masque 3 minutes après. Après rangement du matériel, le questionnaire de satisfaction et d'évaluation était remis au patient afin qu'il le remplisse.
Si d'autres soins étaient nécessaires, il était proposé au patient de les réaliser sous réalité virtuelle, dans l'hypothèse d'une bonne tolérance à la RV et d'un haut niveau de satisfaction.

4. Critères d'arrêt de la participation

Il est arrivé que des patients soient contactés et consentent à réaliser les actes prévus chez eux avec la réalité virtuelle, mais qu'ils ne se présentent pas à la séance de soin. Leur participation n'a dans ce cas pas été comptabilisée.
Il est également arrivé que la mise à jour du logiciel soit trop longue et ne nous permette pas d'utiliser le matériel de réalité virtuelle pour le soin le jour prévu. La participation du patient n'a dans ce cas également pas été comptabilisée.

E. Résultats préliminaires

a. Patient 1

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Ouverture de chambre 22 sous AL |
| Score APAIS | 10/3. Peu anxieuse et refus d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Promenade dans un paysage de prairie et de forêt |
| Recommencer l'hypnose en RV si cela est possible | Très probable |
| Recommander à ses proches | Plutôt probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Tout à fait d'accord |
| En sécurité pendant la séance | Tout à fait d'accord |
| Nausées ressenties | Non pas du tout |
| Masque confortable | Tout à fait d'accord |
| Casque confortable | Tout à fait d'accord |

| | |
|---|---|
| Texte agréable | Le casque ne fonctionnait pas |
| Voix agréable | Le casque ne fonctionnait pas |
| Musique agréable | Le casque ne fonctionnait pas |
| Ambiance générale agréable | Plutôt d'accord |
| Choix d'une autre ambiance si possible | La mer |
| Satisfaction globale /10 | 10 |

**Tableau VI** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 1

b. Patient 2

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Scellement de sillons 16, 26, 36, 46 |
| Score APAIS | 12/5. Anxieux et désir moyen d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Promenade dans un paysage de prairie et de forêt |
| Recommencer l'hypnose en RV si cela est possible | Très probable |
| Recommander à ses proches | Très probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Plutôt d'accord |
| En sécurité pendant la séance | Plutôt d'accord |
| Nausées ressenties | Non pas du tout |
| Masque confortable | Plutôt d'accord |
| Casque confortable | Plutôt d'accord |
| Texte agréable | Plutôt d'accord |
| Voix agréable | Tout à fait d'accord |
| Musique agréable | Tout à fait d'accord |

| | |
|---|---|
| Ambiance générale agréable | Tout à fait d'accord |
| Choix d'une autre ambiance si possible | Pokémons ou Harry Potter |
| Satisfaction globale /10 | 7 |

**Tableau VII** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 2

c. Patient 3

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Echec du soin sous RV |
| Score APAIS | 12/7. Anxieux et désir avide d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Promenade dans un paysage de prairie et de forêt |

**Tableau VIII** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 3

d. Patient 4

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Avulsion 24-34 sous AL |
| Score APAIS | 5/5. Peu anxieux et désir moyen d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Promenade dans un paysage de prairie et de forêt |
| Recommencer l'hypnose en RV si cela est possible | Très probable |
| Recommander à ses proches | Très probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Tout à fait d'accord |
| En sécurité pendant la séance | Plutôt d'accord |
| Nausées ressenties | Non pas du tout |

| | |
|---|---|
| Masque confortable | Plutôt d'accord |
| Casque confortable | Plutôt d'accord |
| Texte agréable | Tout à fait d'accord |
| Voix agréable | Tout à fait d'accord |
| Musique agréable | Tout à fait d'accord |
| Ambiance générale agréable | Tout à fait d'accord |
| Choix d'une autre ambiance si possible | Plongée sous-marine |
| Satisfaction globale /10 | 9 |

**Tableau IX** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 4

e. Patient 5 séance 1

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Restaurations 12-11-21-22 sous AL |
| Score APAIS | 6/9. Peu anxieuse et désir avide d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Promenade dans un paysage de prairie et de forêt |
| Recommencer l'hypnose en RV si cela est possible | Plutôt probable |
| Recommander à ses proches | Très probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Plutôt d'accord |
| En sécurité pendant la séance | Moyennement d'accord |
| Nausées ressenties | Non pas du tout |
| Masque confortable | Tout à fait d'accord |
| Casque confortable | Tout à fait d'accord |
| Texte agréable | Tout à fait d'accord |

| | |
|---|---|
| Voix agréable | Tout à fait d'accord |
| Musique agréable | Plutôt d'accord |
| Ambiance générale agréable | Tout à fait d'accord |
| Choix d'une autre ambiance si possible | Terrain de football |
| Satisfaction globale /10 | 8 |

**Tableau X** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 5, séance 1

f. Patient 5 séance 2

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Scellement de sillons 17, 27, 37, 47 |
| Score APAIS | 8/8. Peu anxieuse et désir avide d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Promenade dans un paysage de prairie et de forêt |
| Recommencer l'hypnose en RV si cela est possible | Plutôt probable |
| Recommander à ses proches | Très probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Moyennement d'accord |
| En sécurité pendant la séance | Plutôt d'accord |
| Nausées ressenties | Non, plutôt pas |
| Masque confortable | Plutôt d'accord |
| Casque confortable | Moyennement d'accord |
| Texte agréable | Tout à fait d'accord |
| Voix agréable | Tout à fait d'accord |
| Musique agréable | Tout à fait d'accord |
| Ambiance générale agréable | Plutôt d'accord |
| Choix d'une autre ambiance si possible | Terrain de football |

| | |
|---|---|
| Satisfaction globale /10 | 8 |

**Tableau XI** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 5, séance 2

g. Patient 6

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Avulsion 24-34 sous AL |
| Score APAIS | 4/4. Peu anxieux et refus d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Promenade dans un paysage de prairie et de forêt |
| Recommencer l'hypnose en RV si cela est possible | Très probable |
| Recommander à ses proches | Très probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Tout à fait d'accord |
| En sécurité pendant la séance | Tout à fait d'accord |
| Nausées ressenties | Non pas du tout |
| Masque confortable | Tout à fait d'accord |
| Casque confortable | Tout à fait d'accord |
| Texte agréable | Tout à fait d'accord |
| Voix agréable | Tout à fait d'accord |
| Musique agréable | Tout à fait d'accord |
| Ambiance générale agréable | Tout à fait d'accord |
| Choix d'une autre ambiance si possible | Plage, mer, hiver, course de voiture |
| Satisfaction globale /10 | 10 |

**Tableau XII** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 6

h. Patient 7

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Traitement de racine 26 sous AL |
| Score APAIS | 15/2. Anxieuse et refus d'informations |
| Paysage utilisé pour la séance | La plongée puis la plage |
| Recommencer l'hypnose en RV si cela est possible | Très probable |
| Recommander à ses proches | Plutôt probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Plutôt d'accord |
| En sécurité pendant la séance | Tout à fait d'accord |
| Nausées ressenties | Non pas du tout |
| Masque confortable | Plutôt d'accord, mais un peu lourd |
| Casque confortable | Plutôt d'accord, mais un peu trop grand |
| Texte agréable | Plutôt d'accord |
| Voix agréable | Moyennement d'accord |
| Musique agréable | Plutôt d'accord, mais pas assez fort |
| Ambiance générale agréable | Tout à fait d'accord |
| Choix d'une autre ambiance si possible | Montagne, château et princesse, fées, ski ou poney |
| Satisfaction globale /10 | 10 |

**Tableau XIII** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 7

i. Patient 8

| | |
|---|---|
| Acte réalisé | Soin 55 |
| Score APAIS | 13/8. Anxieux et désir avide |

| | |
|---|---|
| | d’informations |
| Paysage utilisé pour la séance | Plongée sous-marine |
| Recommencer l’hypnose en RV si cela est possible | Très probable |
| Recommander à ses proches | Très probable |
| Confortable et détendu pendant la séance | Plutôt d’accord |
| En sécurité pendant la séance | Plutôt d’accord |
| Nausées ressenties | Non pas du tout |
| Masque confortable | Plutôt d’accord |
| Casque confortable | Moyennement d’accord |
| Texte agréable | Moyennement d’accord |
| Voix agréable | Moyennement d’accord |
| Musique agréable | Tout à fait d’accord |
| Ambiance générale agréable | Plutôt d’accord |
| Choix d’une autre ambiance si possible | Course de voiture |
| Satisfaction globale /10 | 9 |

**Tableau XIV** : Résultats du score APAIS et du questionnaire de satisfaction pour le patient 8

j. Résultats globaux

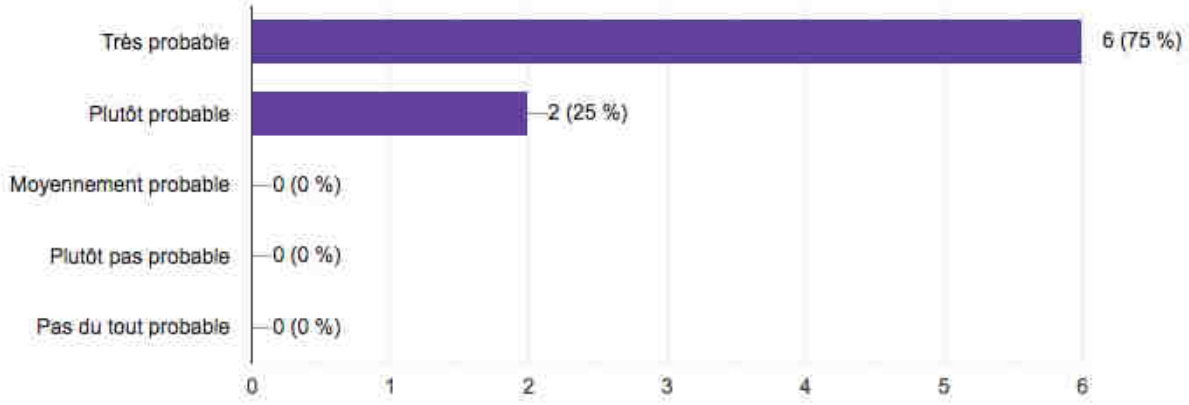



**Fig 12** : Résultats à la question “quand cela est possible recommencerais-tu l’hypnose en réalité virtuelle lors d’une prochaine intervention ?”

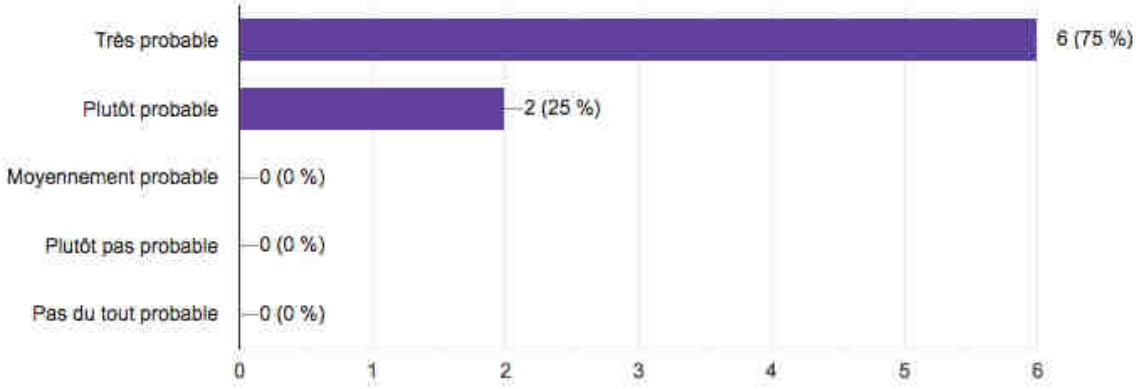



**Fig 13** : Résultats à la question “recommanderais-tu l’hypnose en réalité virtuelle à tes amis, ta famille ?”

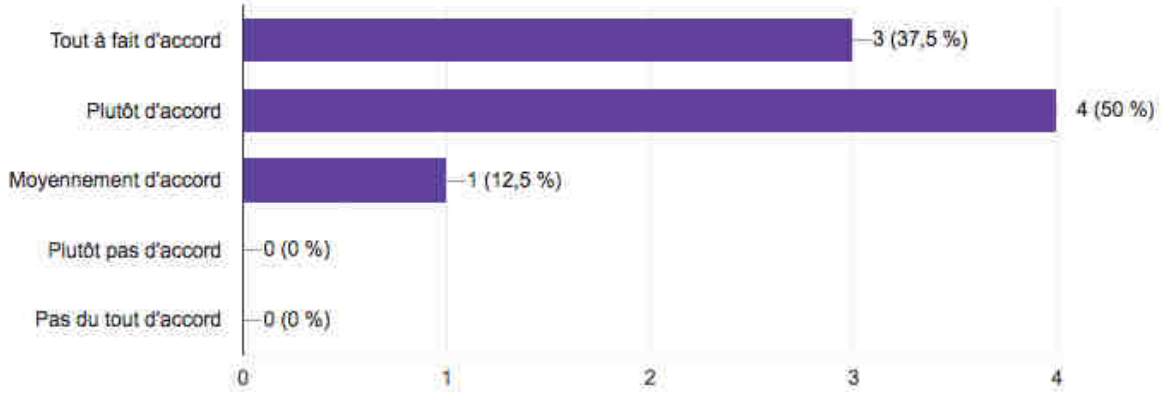



**Fig 14** : Résultats à la question “durant cette séance d’hypnose en réalité virtuelle, t’es-tu senti bien confortable et détendu ?”

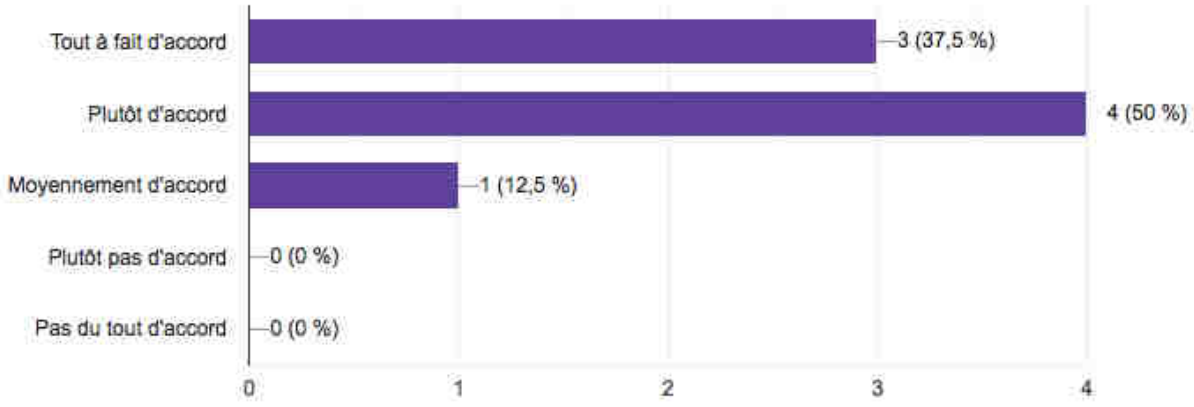



**Fig 15** : Résultats à la question “durant cette séance d’hypnose en réalité virtuelle t’es-tu senti en toute sécurité ?”

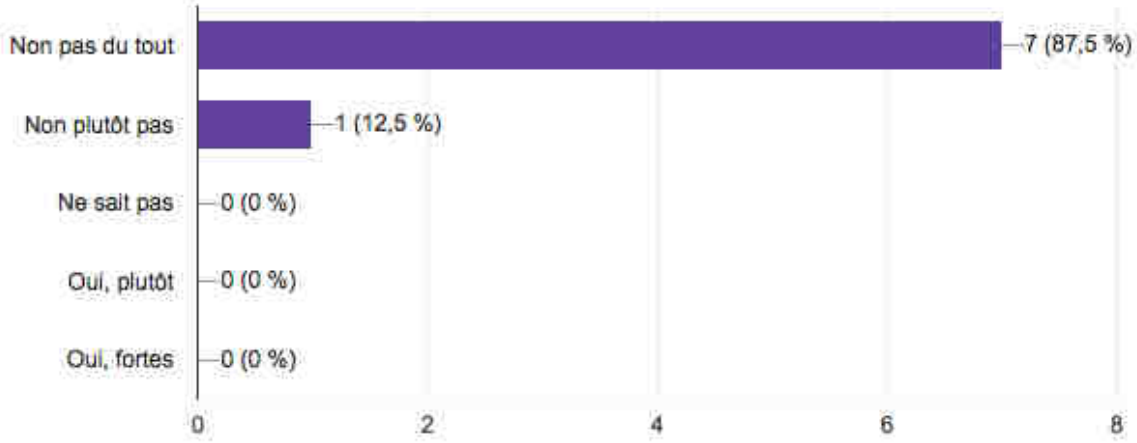



**Fig 16** : Résultats à la question “as-tu ressenti des nausées durant cette séance d’hypnose en réalité virtuelle ?”

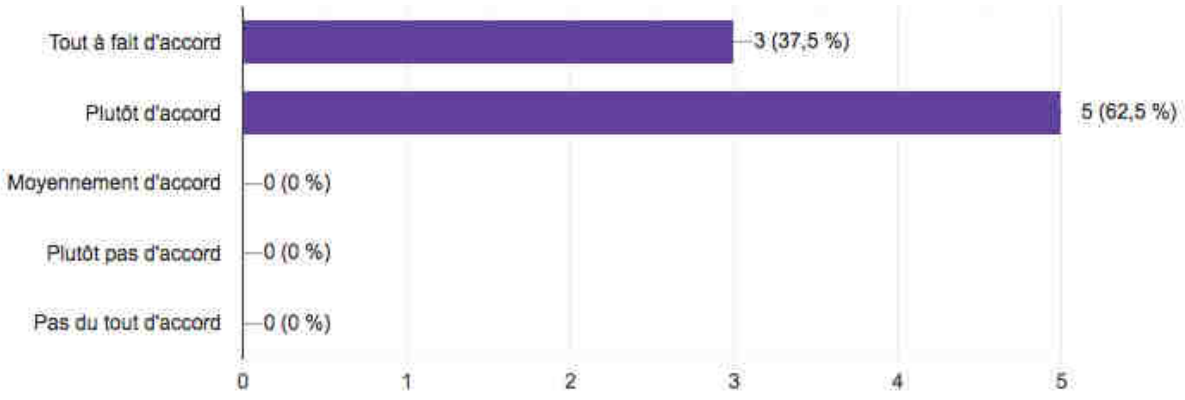



**Fig 17** : Résultats à l’affirmation “le masque est confortable”

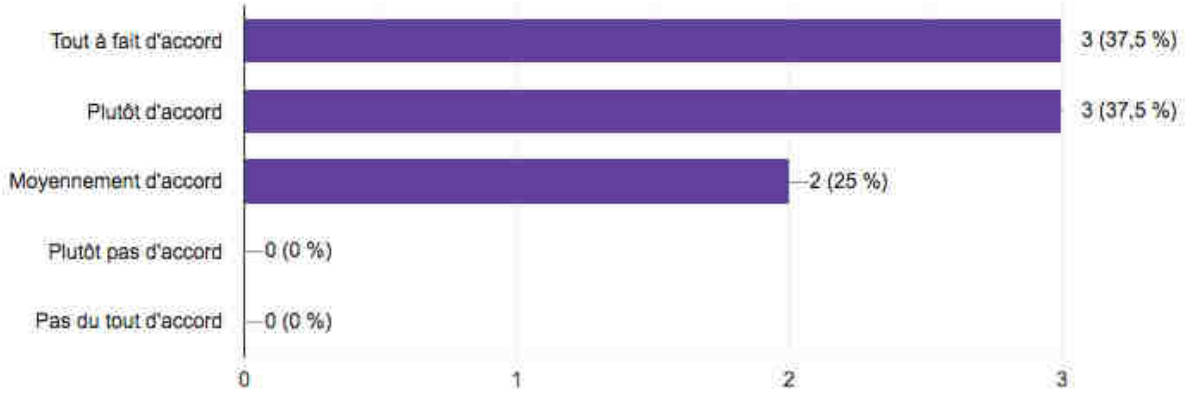



**Fig 18** : Résultats à l'affirmation "le casque est confortable"

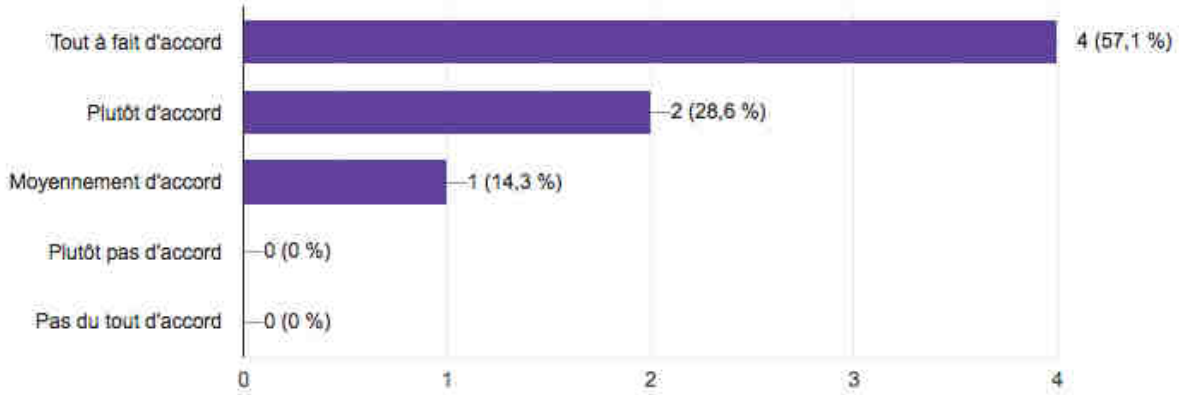



**Fig 19** : Résultats à l'affirmation "le texte est agréable"

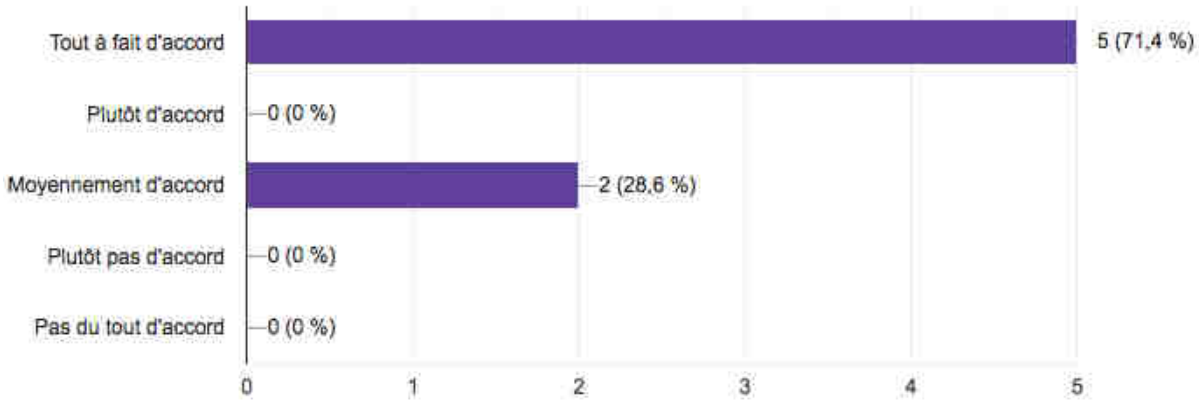



**Fig 20** : Résultats à l'affirmation "la voix est agréable"

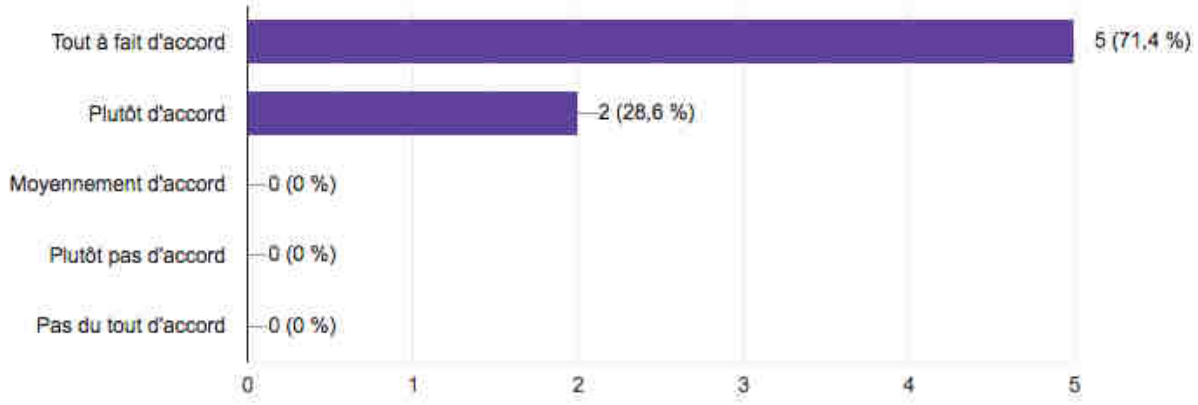



**Fig 21** : Résultats à l'affirmation "la musique est agréable"

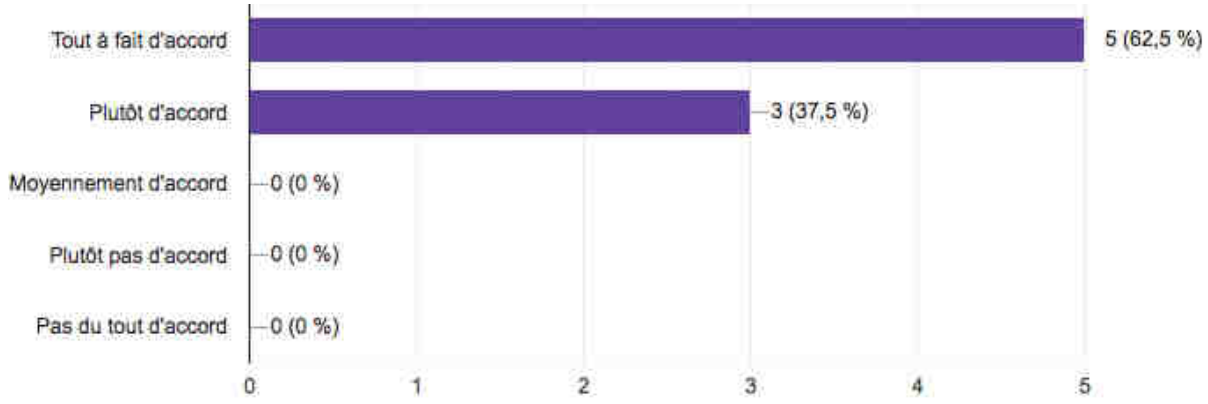



**Fig 22** : Résultats à l'affirmation "l'ambiance générale est agréable"

La moyenne de la satisfaction globale est de 9/10.

Nous pouvons noter un bon niveau de tolérance et une bonne adhésion des patients lors de la prise en charge sous réalité virtuelle, ainsi qu'une absence de complications per ou post-opératoires. Les patients ont apprécié l'expérience, et la recommenceraient si cela était possible.

En ce qui concerne la faisabilité clinique, d'après les praticiens de l'étude, tous les actes de notre pratique sont réalisables, parfois avec une légère interférence selon le secteur soigné (notamment les incisives maxillaires).

De plus, aucun mouvement parasite du patient interagissant avec son environnement virtuel n'a été noté, grâce aux scénarios calmes, les patients évoluant doucement et naturellement.

## III. Discussion

Bien que cette étude portant sur la faisabilité clinique et l'efficacité en termes d'anxiolyse et de satisfaction de la RV ne soit que pilote, avec un échantillon de patients réduit, elle permet toutefois de mener à certaines observations, questionnements et projets ultérieurs.

En effet, il faut tout d'abord relever quelques biais intrinsèques à notre étude. Le premier est un biais de recrutement, s'agissant d'une étude monocentrique, l'ensemble des patients inclus sont pris en charge en milieu hospitalier et par conséquent non représentatifs de la patientèle pédiatrique générale. De plus, les actes sous RV n'ont pas tous été les mêmes et ont été réalisés par trois praticiens différents, ce qui peut mener à une variabilité inter-opérateur. Les procédures de RV ne sont également pas équivalentes, l'étude ayant évolué en même temps que le logiciel, les mises à jour, l'interface des scénarios Hypno-VR® et le matériel. Pour finir, l'échantillon de patients est faible, l'étude et le processus d'inclusion étant toujours en cours.

La première question, fréquemment posée par les praticiens, concernant la prise en charge avec la réalité virtuelle dans le domaine de l'odontologie porte sur l'encombrement du matériel au niveau de la sphère faciale et l'existence d'éventuelles interférences avec les actes cliniques. Cette étude nous a permis de réaliser de nombreux actes courants sous RV, et même si les cliniciens pouvaient ressentir une légère gêne selon les secteurs soignés pouvant nécessiter une petite adaptation du positionnement, tous les soins ont été largement réalisables dans de bonnes conditions cliniques. La miniaturisation des lunettes de RV sur la fin de l'étude a tout de même été appréciable en terme d'ergonomie, il est donc conseillé de s'orienter vers un dispositif de RV le plus petit possible afin de simplifier la prise en charge, différents modèles étant disponibles dans le commerce.
L'encombrement a notamment pu être ressenti lors de l'utilisation du masque Oculus Rift, de par sa connection filiaire avec un ordinateur compliquant légèrement l'organisation du cabinet et de l'équipe soignante. De plus, le logiciel sur ordinateur impliquait régulièrement des mises à jour devant être anticipées afin de ne pas

retarder la séance de prise en charge sous RV. Ces éléments ont pu être améliorés avec la dernière mise à jour sur la fin de l'étude.
Il paraît certain que tous les scénarios de réalité virtuelle ne sont pas adaptés à une prise en charge en odontologie, il est important qu'ils n'induisent pas de mouvement parasites du patient ou soient trop stimulants. En effet, les scénario d'Hypno-VR® sont calmes, relaxants et le patient n'a pas à bouger la tête pour que le paysage évolue, mais ce n'est pas le cas de tous les scénarios de RV existants, notamment ceux créés à visée divertissante.

Concernant le coût du matériel, l'évolution se fait vers des dispositifs de réalité virtuelle plus abordables, ce qui correspond à une démocratisation de cette technologie, rendant l'investissement viable sur le plan médio-économique pour une structure de soins. Un abonnement mensuel d'une centaine d'euros au logiciel doit être contracté, pour avoir un accès aux scénarios d'hypnose en réalité virtuelle d'Hypno-VR®, ce qui correspond à un rapport coût/bénéfice plutôt favorable. Ceci se doit d'être pris en compte, car la prise en charge sous réalité virtuelle n'est pas remboursée par la sécurité sociale, sa facturation doit ainsi se faire sur devis en hors nomenclature, et le dispositif doit idéalement être utilisée assez régulièrement pour rentabiliser l'abonnement.
De plus, il est nécessaire de bien entretenir le matériel, un système de protection à usage unique est mis en place au niveau des lunettes de RV, afin d'éviter tout risque de contamination croisée. Ce système est utilisé en bloc opératoire par les équipes d'anesthésiologie pédiatrique, ce qui montre que ce risque est tout à fait contrôlé.

Nous avons pu observer que l'utilisation de la réalité virtuelle modifie en profondeur les paradigmes de prise en charge comportementale des enfants, car le patient devient acteur de son soin en choisissant lui-même son univers. Ceci lui permet souvent d'avoir une bonne adhésion à la procédure, et par conséquent un bon niveau de satisfaction et d'anxiolyse. Ce changement de paradigme se ressent pour le praticien par une modification notable de l'interaction avec le patient qui est plongé dans son monde, en immersion multi-sensorielle, des instructions simples pouvant toutefois être données au patient. L'approche comportementale inhérente à la RV réside plus dans la présentation du prince de la RV et de la procédure en phase pré-opératoire. Cette technique peut s'avérer déstabilisante pour les praticiens habitués

aux interactions avec le patient, mais elle peut également s'avérer très intéressante pour les praticiens non formés à la prise en charge comportementale ou prenant en charge des patients anxio-phobiques.

La réalité virtuelle trouve ses indications, son intérêt et sa pertinence en odontologie pédiatrique pour différentes raisons. Elle est tout d'abord adaptée pour la prise en charge des patients anxio-phobiques, même s'il faut émettre une réserve pour ce qui est des patients très désireux d'informations au cours de la procédure. Elle peut être tout à fait indiquée pour les séances longues et/ou complexes, afin de relaxer, distraire le patient, et qu'il reste compliant et immobile. Les enfants présentant une contre-indication à une prise en charge pharmacologique correspondent également à une bonne indication de procédure sous RV.
De plus, la réalité virtuelle peut également être un moyen de prévention d'une anxiété dentaire, en l'utilisant pour les premiers soins afin qu'ils soient réalisés dans les meilleures conditions possibles et que le vécu et le ressenti du patient soient positifs. De la même manière, il est possible de réaliser des soins sous RV chez des patients avec une expérience traumatique antérieure afin de les reconditionner, ou dans les cas de saturation par rapport aux soins ou au milieu médical, en leur proposant quelque chose de différent et de ludique. L'objectif reste un retour du patient à un circuit de soin normal.
Le choix de la technique de prise en charge, qu'elle soit pharmacologique, cognitivo-comportementale ou sous RV, va être fonction du patient, du type d'anxiété et du comportement.

Différents axes de développement sont décrits pour l'utilisation de la réalité virtuelle dans le domaine de l'odontologie. Il serait notamment intéressant de comparer les effets de l'hypnose sous réalité virtuelle comparativement au MEOPA ou à l'administration de midazolam en se basant sur une étude clinique avec randomisation, en analysant l'anxiolyse et les scores de douleur. La RV pourrait apparaître dans certains cas comme une alternative à la sédation au MEOPA, un acte réalisé sous RV ne nécessitant pas de surcroît d'assistance, ni de formation complémentaire.
Un protocole est également en cours, visant à identifier les patients bons répondeurs à la technique de la réalité virtuelle, en corrélant différents paramètres, notamment

comportementaux, en se basant sur l'hypothèse que certains patients soient plus répondeurs que d'autres, tout comme pour la suggestibilité hypnotique. De plus, des projets pourront être développés dans le domaine de la pédagogie médicale, en exploitant la possibilité de mise en situation clinique virtuelle, avec utilisation éventuelle de systèmes avec retour de force haptique.

Enfin, un autre axe de développement intéressant pourrait être l'application de la RV aux adultes anxieux, mais aussi aux enfants encore plus jeunes, qui vivent plus intensément le stress et la douleur associés au rendez-vous chez le chirurgien-dentiste. La question de savoir si un masque de RV pourrait être utilisé efficacement dans un groupe d'âge inférieur, cette question pourrait également faire l'objet d'une étude clinique plus approfondie, tout en sachant que les équipes d'anesthésiologie pédiatrique utilisent la RV à partir de l'âge de 6 ans.

# CONCLUSIONS

Les techniques de prise en charge des enfants anxieux sont nombreuses, qu'elles soient pharmacologiques ou comportementales, toutes ayant des limites, des indications et contre-indications spécifiques. Cependant, ces techniques ne sont pas toujours indiquées chez tous les patients pour des raisons d'âge, de tolérance ou de contre-indications médicales. La nécessité d'une formation supplémentaire peut également être un frein pour l'utilisation de certaines techniques par les praticiens, notamment la sédation par inhalation de MEOPA.

La société s'appuyant de plus en plus sur les technologies numériques, l'application de la réalité virtuelle à toute une gamme de questions médicales, y compris le soulagement de la douleur et l'anxiolyse, est une perspective passionnante et à fort potentiel, qui pourrait potentiellement profiter à des millions de personnes.
En effet, la réalité virtuelle est caractérisée par une efficacité significative dans les domaines de la prise en charge de la douleur aiguë et chronique, ainsi que de la réadaptation psychiatrique et neuro-musculaire notamment. Au fur et à mesure que les coûts associés à la technologie de RV diminuent et que la flexibilité et la personnalisation des environnements de jeu augmentent, la RV présente de nombreuses applications pour les patients. Un progrès important est la portabilité de la RV pour la pratique privée et éventuellement l'utilisation à domicile. Ainsi, la RV ne sera plus utilisée uniquement dans un cadre médical pour des procédures douloureuses, mais sera étendue à la prise en charge des douleurs chroniques ou neuropathiques, à la physiothérapie, à la réadaptation à long terme et autres symptômes associés.
De plus, la RV a déjà pu prouver son efficacité pour réduire l'anxiété de certains patients en phases pré- et per-opératoire dans de nombreux domaines. Même si peu d'études avec des résultats significatifs sont disponibles, son utilisation est très prometteuse.

Dans le cadre de notre étude clinique pilote, nous avons vu les évolutions se faire rapidement, notamment en terme de technologie avec des masques moins encombrants et moins coûteux. Il a également été très intéressant de pouvoir choisir

le scénario de RV en fonction du temps opératoire, mais également de la sensibilité et des centres d'intérêt du patient. Nous avons pu observer que le fait de pouvoir choisir l'environnement du scénario a permis plus facilement aux enfant d'adhérer à la prise en charge. Il reste néanmoins important de définir l'indication de prise en charge sous RV en phase pré-opératoire.

Nous pouvons donc conclure, en nous basant sur ces données préliminaires, à un réel intérêt de la réalité virtuelle en odontologie pédiatrique, car elle permet une dissociation du patient, une abolition des stimulis anxiogènes, et une approche comportementale progressive pour patients anxieux, sans effort supplémentaire pour le praticien. Cette technique est cliniquement faisable et permet un bon niveau d'anxiolyse. De plus, l'intérêt majeur de ce type d'approche non pharmacologique réside principalement en l'absence d'effet secondaire majeur, hormis un éventuel état nauséeux en post-opératoire.

Le potentiel de la réalité virtuelle est très intéressant en odontologie, et de nombreuses pistes restent à découvrir. Il est possible que la réalité virtuelle révolutionne la prise en charge des patients anxieux dans les années à venir et constitue un outil supplémentaire dans notre arsenal thérapeutique.

Page des signatures

# Références bibliographiques


1. Niharika P, Reddy NV, Srujana P, Srikanth K, Daneswari V, Geetha KS. Effects of distraction using virtual reality technology on pain perception and anxiety levels in children during pulp therapy of primary molars. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2018;36(4):364-9.

2. Tanja-Dijkstra K, Pahl S, White MP, Andrade J, May J, Stone RJ, et al. Can virtual nature improve patient experiences and memories of dental treatment? A study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2014;15:90.

3. Salim Rayman, Dincer E, Almas K. Managing Dental Fear and Anxiety. The New York State Dental Journal. 2013;25-9.

4. [En ligne]. Larousse É. Larousse.fr : encyclopédie et dictionnaires gratuits en ligne; [cité le 8 déc 2019]. Disponible: https://www.larousse.fr/

5. DOSSIERS DE L'ADF Sédation consciente au cabinet dentaire. Paris, ADF ; 2010, 71 p.

6. Nicolas E, Collado V, Faulks D, Bullier B, Hennequin M. A national cross-sectional survey of dental anxiety in the French adult population. BMC Oral Health. 2007;7:12.

7. Piskorz J, Czub M. Effectiveness of a virtual reality intervention to minimize pediatric stress and pain intensity during venipuncture. J Spec Pediatr Nurs. 2018;23(1).

8. Muller-Bolla M. Guide d'odontologie pédiatrique : la clinique par la preuve. Editions CdP. 2018. 458 p. (2e édition).

9. Bohl J-B, Pirnay P. La peur du dentiste: comprendre et réduire l'anxiété des patients. Rueil-Malmaison: Editions CdP; 2016.

10. Raghav K, Van Wijk AJ, Abdullah F, Islam MN, Bernatchez M, De Jongh A. Efficacy of virtual reality exposure therapy for treatment of dental phobia: a randomized control trial. BMC Oral Health. 2016;16:25.

11. Anthony Meistersheim. La sédation consciente par inhalation de MEOPA: bilan de l'activité en odontologie pédiatrique au CHU de Nancy de 2005 à 2011. Sciences du Vivant [q-bio]. 2014. hal- 01733156

12. BERTHET A, DROZ D, MANIERE MC, NAULEN-IFI C, TARDIEU C. Le traitement de la douleur et de l'anxiété chez l'enfant. Paris : Quintessence Internationale ; 2006. 125 p.

13. Audrey Brenac. Gestion de l'anxiété dentaire chez l'enfant : apport de la chromothérapie à la sédation consciente par MEOPA. Médecine humaine et pathologie. 2014. ffdumas-01019335ff

14. Moerman N, van Dam FS, Muller MJ, Oosting H. The Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale (APAIS). Anesth Analg. 1996;82(3):445-51.

15. Maurice-Szamburski A., Loundou A., Capdevilla X., Bruder N., Auquier P. Validation of the French version of the Amsterdam preoprative anxiety and information scale (APAIS). Health Qual Life Outcomes,2013;11.

16. Aminabadi NA, Vafaei A, Erfanparast L, Oskouei SG, Jamali Z. Impact of pictorial story on pain perception, situational anxiety and behavior in children: a cognitive-behavioral schema. J Clin Pediatr Dent. 2011;36(2):127-32.

17. Karnad MPR. Dental anxiety--how would you manage it? SAAD Dig. 2015;31:26-31.

18. Hamzah HS, Gao X, Yung Yiu CK, McGrath C, King NM. Managing dental fear and anxiety in pediatric patients: A qualitative study from the public's perspective. Pediatr Dent. 2014;36(1):29-33.

19. Ritika S, Nanika M, Shefali T, Bhanu K. Behaviour Management Strategies In Treating Children With Dental Fear. Indian j dent sci. 2014 ;6(1):131-134.

20. Mejía-Rubalcava C, Alanís-Tavira J, Mendieta-Zerón H, Sánchez-Pérez L. Changes induced by music therapy to physiologic parameters in patients with dental anxiety. Complement Ther Clin Pract. 2015;21(4):282-6.

21. Wolitzky K, Fivush R, Zimand E, Hodges L, PhD BOR. Effectiveness of virtual reality distraction during a painful medical procedure in pediatric oncology patients. Psychology & Health. 2005;20(6):817-24.

22. Mackey EF. Effects of hypnosis as an adjunct to intravenous sedation for third molar extraction: a randomized, blind, controlled study. Int J Clin Exp Hypn. 2010;58(1):21-38.

23. Juliette Gueguen, Caroline Barry, Christine Hassler, Bruno Falissard, « Evaluation de l'efficacité de la pratique de l'hypnose ». INSERM, 2015.

24. Lutgendorf SK, Lang EV, Berbaum KS, Russell D, Berbaum ML, Logan H, et al. Effects of age on responsiveness to adjunct hypnotic analgesia during invasive medical procedures. Psychosom Med. 2007;69(2):191-9.

25. Rainville P, Carrier B, Hofbauer RK, Bushnell MC, Duncan GH. Dissociation of sensory and affective dimensions of pain using hypnotic modulation. Pain. 1999;82(2):159-71.

26. Steele E, Grimmer K, Thomas B, Mulley B, Fulton I, Hoffman H. Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: a case study. Cyberpsychol Behav. 2003;6(6):633-8.

27. Griffiths M. Hypnosis for Dental Anxiety. DentalUpdate. 2014;78-83.

28. Jones R. Weak evidence that oral midazolam is an effective sedative agent for children undergoing dental treatment. Evid Based Dent. 2012;13(3):76-7.

29. Futura [En ligne]. Futura. Réalité virtuelle; [cité le 8 déc 2019]. Disponible: https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/technologie-realite-virtuelle-598/

30. L Li, F Yu, D Shi, J Shi, Z Tian,J Yang, X Wang and Q Jiang. Application of virtual reality technology in clinical medicine. Am J Transl Res. 2017; 9(9).

31. Parsons TD, Riva G, Parsons S, Mantovani F, Newbutt N, Lin L, Venturini E, Hall T. Virtual Reality in Pediatric Psychology. Pediatrics. 2017;140:S86-S91.

32. Artefacto [En ligne]. Définition : Qu'est-ce que la réalité virtuelle ?; [cité le 8 déc 2019]. Disponible: https://www.artefacto-ar.com/realite-virtuelle/

33. [En ligne]. Science-et-vie.com. Réalité virtuelle : elle devient enfin réelle - Science & Vie; 18 nov 2016 [cité le 8 déc 2019]. Disponible: https://www.science-et-vie.com/archives/realite-virtuelle-elle-devient-enfin-reelle-36768

34. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. Ann Surg. 2002;236(4):458-63; discussion 463-464.

35. Simodont [En ligne]. Simodont dental trainer - home; [cité le 8 déc 2019]. Disponible: https://www.simodontdentaltrainer.com/

36. Rothbaum BO. Using virtual reality to help our patients in the real world. Depress Anxiety. 2009;26(3):209-11.

37. Gujjar KR, van Wijk A, Sharma R, de Jongh A. Virtual reality exposure therapy for the treatment of dental phobia: two case examples. DentalUpdate. 2017;44:423-35.

38. C2Care [En ligne]. La réalité virtuelle au service de la santé; [cité le 8 déc 2019]. Disponible: https://www.c2.care/

39. Bioulac S, de Sevin E, Sagaspe P, Claret A, Philip P, Micoulaud-Franchi JA, et al. [What do virtual reality tools bring to child and adolescent psychiatry?]. Encephale. 2018;44(3):280-5.

40. Pedroli E, Padula P, Guala A, Meardi MT, Riva G, Albani G. A psychometric tool for a virtual reality rehabilitation approach for dyslexia. Comput Math Methods Med. 2017;2017:7048676.

41. Binkiewicz-Glińska A, Ruckermann-Dziurdzińska K. Pediatric rehabilitation in children with rare diseases--preliminary report. Dev Period Med. 2015;19(4):516-8.

42. El-Shamy S, Alsharif R. Effect of virtual reality versus conventional physiotherapy on upper extremity function in children with obstetric brachial plexus injury. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2017;17(4):319-26.

43. Kiefer AW, Pincus D, Richardson MJ, Myer GD. Virtual reality as a training tool to treat physical inactivity in children. Front Public Health. 2017;5:349.

44. Melzack R. The tragedy of needless pain. Sci Am. 1990;262(2):27-33.

45. Li A, Montaño Z, Chen VJ, Gold JI. Virtual reality and pain management: current trends and future directions. Pain Manag. 2011;1(2):147-57.

46. Hoffman HG, Doctor JN, Patterson DR, Carrougher GJ, Furness TA. Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. Pain. 2000;85(1-2):305-9.

47. Das DA, Grimmer KA, Sparnon AL, McRae SE, Thomas BH. The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial [ISRCTN87413556]. BMC Pediatr. 2005;5(1):1.

48. Sharar SR, Carrougher GJ, Nakamura D, Hoffman HG, Blough DK, Patterson DR. Factors influencing the efficacy of virtual reality distraction analgesia during postburn physical therapy: preliminary results from 3 ongoing studies. Arch Phys Med Rehabil. 2007;88(12 Suppl 2):S43-49.

49. Carrougher GJ, Hoffman HG, Nakamura D, Lezotte D, Soltani M, Leahy L, et al. The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. J Burn Care Res. 2009;30(5):785-91.

50. Scapin S, Echevarría-Guanilo ME, Boeira Fuculo Junior PR, Gonçalves N, Rocha PK, Coimbra R. Virtual Reality in the treatment of burn patients: A systematic review. Burns. 2018;44(6):1403-16.

51. Schneider SM, Workman ML. Virtual reality as a distraction intervention for older children receiving chemotherapy. Pediatr Nurs. 2000;26(6):593-7.

52. Sander Wint S, Eshelman D, Steele J, Guzzetta CE. Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. Oncol Nurs Forum. 2002;29(1):E8-15.

53. Gershon J, Zimand E, Pickering M, Rothbaum BO, Hodges L. A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2004;43(10):1243-9.

54. Schneider SM, Kisby CK, Flint EP. Effect of virtual reality on time perception in patients receiving chemotherapy. Support Care Cancer. 2011;19(4):555-64.

55. Schneider SM, Prince-Paul M, Allen MJ, Silverman P, Talaba D. Virtual reality as a distraction intervention for women receiving chemotherapy. Oncol Nurs Forum. 2004;31(1):81-8.

56. Gold JI, Kim SH, Kant AJ, Joseph MH, Rizzo AS. Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during i.v. placement. Cyberpsychol Behav. 2006;9(2):207-12.

57. Chan E, Foster S, Sambell R, Leong P. Clinical efficacy of virtual reality for acute procedural pain management: A systematic review and meta-analysis. PLoS ONE. 2018;13(7):e0200987.

58. Sarig-Bahat H, Weiss PLT, Laufer Y. Neck pain assessment in a virtual environment. Spine. 2010;35(4):E105-112.

59. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougher GJ, Sharar SR. Effectiveness of virtual reality-based pain control with multiple treatments. Clin J Pain. 2001;17(3):229-35.

60. Rutter CE, Dahlquist LM, Weiss KE. Sustained efficacy of virtual reality distraction. J Pain. 2009;10(4):391-7.

61. Hoffman HG, Richards TL, Van Oostrom T, Coda BA, Jensen MP, Blough DK, et al. The analgesic effects of opioids and immersive virtual reality distraction: evidence from subjective and functional brain imaging assessments. Anesth Analg. 2007;105(6):1776-83, table of contents.

62. Hoffman HG, Sharar SR, Coda B, Everett JJ, Ciol M, Richards T, et al. Manipulating presence influences the magnitude of virtual reality analgesia. Pain. 2004;111(1-2):162-8.

63. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. Science. 1965;150(3699):971-9.

64. Rutter CE, Dahlquist LM, Weiss KE. Sustained efficacy of virtual reality distraction. J Pain. 2009;10(4):391-7.

65. Gold JI, Belmont KA, Thomas DA. The neurobiology of virtual reality pain attenuation. Cyberpsychol Behav. 2007;10(4):536-44.

66. Hoffman, H.G., Prothero, J., Wells, M., et al. (1998). Virtual chess: the role of meaning in the sensation of presence. International Journal of Human–Computer Interaction 10:251–263.

67. Ryu J-H, Park S-J, Park J-W, Kim J-W, Yoo H-J, Kim T-W, 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.

68. Woo AK. Depression and anxiety in pain. Rev Pain. 2010;4(1):8-12.

69. 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.

70. Eijlers R, Legerstee JS, Dierckx B, Staals LM, Berghmans J, van der Schroeff MP, 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(9):e174.

71. Ganry L, Hersant B, Sidahmed-Mezi M, Dhonneur G, Meningaud JP. Using virtual reality to control preoperative anxiety in ambulatory surgery patients: A pilot study in maxillofacial and plastic surgery. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2018;119(4):257-61.

72. Gorini A, Riva G. The potential of virtual reality as anxiety management tool: a randomized controlled study in a sample of patients affected by generalized anxiety disorder. Trials. 2008;9:25.

73. Gold JI, Mahrer NE. Is virtual reality ready for prime time in the medical space? A randomized control trial of pediatric virtual reality for acute procedural pain management. J Pediatr Psychol. 2018;43(3):266-75.

74. Furman E, Jasinevicius TR, Bissada NF, Victoroff KZ, Skillicorn R, Buchner M. Virtual reality distraction for pain control during periodontal scaling and root planing procedures. J Am Dent Assoc. 2009;140(12):1508-16.

75. Alshatrat SM, Alotaibi R, Sirois M, Malkawi Z. The use of immersive virtual reality for pain control during periodontal scaling and root planing procedures in dental hygiene clinic. Int J Dent Hyg. 2019;17(1):71-6.

76. Al-Harasi S, Ashley PF, Moles DR, Parekh S, Walters V. Hypnosis for children undergoing dental treatment. Cochrane Database Syst Rev. 2010;(8):CD007154.

77. Won AS, Bailey J, Bailenson J, Tataru C, Yoon IA, Golianu B. Immersive virtual reality for pediatric pain. Children (Basel). 2017;4(7).

78. Scapin SQ, Echevarría-Guanilo ME, Fuculo PRB, Martins JC, Barbosa M da V, Pereima MJL. Use of virtual reality for treating burned children: case reports. Rev Bras Enferm. 2017;70(6):1291-5.

79. Davidson AJ, Shrivastava PP, Jamsen K, Huang GH, Czarnecki C, Gibson MA, et al. Risk factors for anxiety at induction of anesthesia in children: a prospective cohort study. Paediatr Anaesth. 2006;16(9):919-27.

80. Jay SM, Ozolins M, Elliott CH, Caldwell S. Assessment of children's distress during painful medical procedures. Health Psychol. 1983;2:133.

81. Bolton D, Dearsley P, Madronal-Luque R, Baron-Cohen S. Magical thinking in childhood and adolescence: development and relation to obsessive compulsion. Br J Dev Psychol. 2002;20:479–494.

82. Patterson DR, Wiechman SA, Jensen M, Sharar SR. Hypnosis delivered through immersive virtual reality for burn pain: A clinical case series. Int J Clin Exp Hypn. 2006;54(2):130-42.

83. Milling LS. Is high hypnotic suggestibility necessary for successful hypnotic pain intervention? Curr Pain Headache Rep. 2008;12(2):98-102.

84. Patterson DR, Tininenko JR, Schmidt AE, Sharar SR. Virtual reality hypnosis: a case report. Int J Clin Exp Hypn. 2004;52(1):27-38.

85. Askay SW, Patterson DR, Sharar SR. Virtual reality hypnosis. Contemp Hypn. 2009;26(1):40-7.

86. HypnoVR [En ligne]. HypnoVR - Logiciel d'hypnose médical par réalité virtuelle; [cité le 8 déc 2019]. Disponible: https://hypnovr.io/

# Liste des annexes

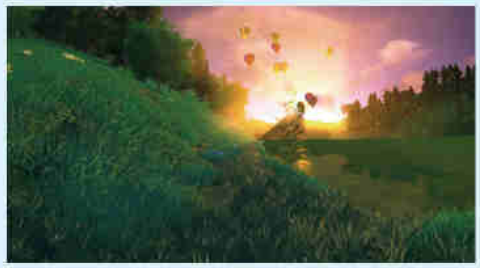
Annexe n°1 : Tutoriel pour l'utilisation du masque de RV Oculus Go avec le logiciel Hypno-VR®

# HYPNOVR

**L'hypnose médicale par la réalité virtuelle**

## Tutoriel d'utilisation rapide

# OCULUS GO



**www.hypnovr.io**

HYPNOVR
15 rue de Griesheimerberg
67450 Lampertheim
FRANCE

CE
2018

# HYPNOVR

**L'hypnose médicale par la réalité virtuelle**

Ce tutoriel contient un Guide d'utilisation rapide qui vous permettra en quelques étapes d'utiliser votre dispositif médical HypnoVR dans le but de réaliser des séances d'hypnose médicale par la réalité virtuelle.

Pour toutes questions, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse:

**support@hypnovr.io**

Et pour plus de tutoriels, rendez vous sur le site:

**https://clients.hypnovr.io**

# www.hypnovr.io

HYPNOVR
15 rue de Griesheimerberg
67450 Lampertheim
FRANCE

CE 2018

# I. Préparer le matériel

1/4

**Chargez votre Oculus à 100%**
À l'aide du **cable USB - Micro USB** présent dans la boite de l'Oculus GO branchez le casque à une **prise USB secteur** (exemple:chargeur Iphone, Android) ou à une **prise USB d'ordinateur**.

**Recharge complète**

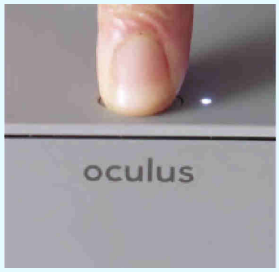
**2H30 minutes**

**pour**

**2H00 d'autonomie**

2/4

**B) Une fois l'Oculus GO chargé à 100% munissez vous de ce dernier et démarrez le :**
- Restez appuyé 5 secondes sur le bouton situé en haut du casque puis relachez.
- Attendez une dizaine de secondes la confirmation sonore et l'allumage de la petite lumière blanche sur le haut du casque pour avoir la certitude que le casque a démarré.




3/4

**C)** Puis munissez vous de votre casque audio (ici le casque BOSE) préalablement chargé et branchez le sur votre casque Oculus Go.

**Une fois le casque audio branché sur le casque Oculus Go, activez le casque audio.**
Pour le casque Bose poussez le bouton du casque vers la droite jusqu'à voir un point vert.
Pour d'autres casques audio, référez vous au manuel d'utilisation propre à chaque marque.

Si vous avez un autre casque, faites les mêmes étapes ou nous contacter en cas de difficultés.

4/4

**Munissez vous de la manette de l'Oculus GO**
Cette manette fonctionne avec une pile et elle se connecte automatiquement au casque lors de l'allumage grâce à un connexion Bluetooth.

**Vous êtes maintenant prêt à sélectionner votre scénario d'hypnose médicale.**

Pour toutes questions, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse **support@hypnovr.io** ou à vous rendre sur le site **https://clients.hypnovr.io** pour des tutoriels vidéos

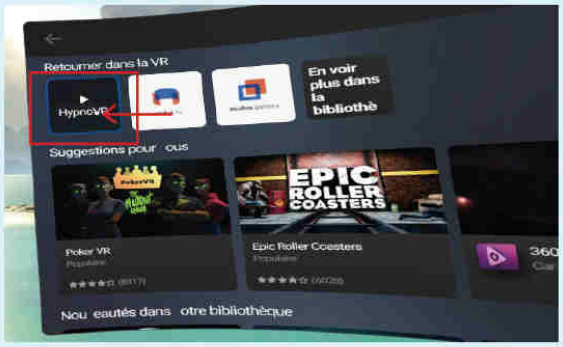
# II. Lancer la séance d'hypnose médicale

## 1/2

**La première étape consiste à sélectionner l'application HypnoVR dans le menu Oculus.**

Pour cela, à l'aide de la manette, visez en direction de l'application préalablement installée (voir tuto Première utilisation) afin de la lancer en appuyant sur la gâchette de la manette.

Assurez vous que la batterie soit bien chargé avant utilisation



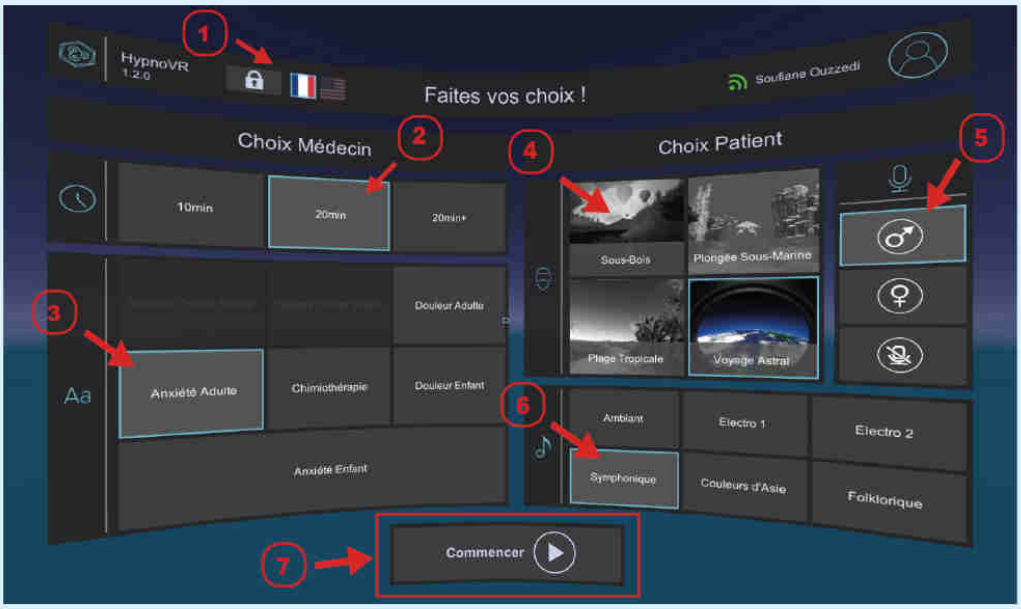

1) Si la manette n'est pas reconnue réinitialisez la connexion en appuyant sur les deux boutons en même temps

2) Si vous ne voyez pas le curseur de la manette, restez appuyé sur le bouton OCULUS afin de réinitialiser la position.

## 2/2

**Vous êtes dans l'interface HypnoVR, il faut à présent sélectionner vos paramètres afin de lancer votre séance d'hypnose médicale personnalisée.**

Attention dans le menu HypnoVR pour sélectionner les paramètres, il faut viser avec les mouvements de votre tête et non avec la manette.
Avec la manette validez votre sélection en appuyant sur la gâchette.




**Choix du praticien**
**Toujours en premier**

1. **La langue**
2. **La durée**
3. **Le texte**

**Choix du patient**

4. L'univers visuel
5. La voix
6. La musique

7. **Commencez la séance**

Pour toutes questions, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse **support@hypnovr.io** ou à vous rendre sur le site **https://clients.hypnovr.io** pour des tutoriels vidéos

# III. Installez le dispositif sur le patient

**Une fois le chargement lancé, vous avez 30 secondes pour mettre en place le dispositif sur la patient préalablement installé dans la position nécessaire à la procédure médicale et une fois les précautions d'hygiènes respectées (voir fiche d'informations praticiens).**

(1/2) Positionnez le casque sur le patient et ajustez la longueur des bandes velcros (pas trop serré et pas trop détendu).

(2/2) Installez le casque audio sur le patient en réglant la hauteur du casque et réglez le volume grâce au bouton situé sur le casque. Demandez au patient son impression et ajustez en fonction de son retour.

Le patient peut porter des lunettes dans le casque.

# IV. Pendant utilisation

**Pendant toute la durée de la séance, il vous est possible de parler au patient.**

3 Secondes

**Recentrez la vue de votre patient pendant la séance**
Vous avez besoin de changer la position de votre patient pendant une procédure ?
Votre patient ne regarde plus dans la même direction qu'au début de la séance ?
En restant appuyé pendant 3 secondes sur le pad situé en haut de la manette, il vous est possible de recentrer la vue de votre patient dans la même direction que celle de l'avancement de son univers visuel.
De cette manière, dans son univers visuel, votre patient pourra voir ce qu'il se passe devant lui et non à coté de lui.

10 Secondes

**Reconnectez la manette au casque**
Il est possible que la manette se désactive pendant l'utilisation si vous appuyez sur les boutons Retour + Oculus en même temps par inadvertanse.
Dans ce cas il suffit de réappuyer sur les deux mêmes boutons (Retour + Oculus) pour que la manette se reconnecte au casque. Vous avez confirmation que la manette est reconnecté grâce au signal lumineux blanc.
Si le manette refuse de se réactiver, verifiez l'etat des piles.

5 Secondes

**Scénario 20+ minutes, sortir de la boucle**
Le scénario 20+minutes, vous permet d'entretenir le séance d'hypnose aussi longtemps que nécessaire grâce à une boucle infinie. Pour faire sortir le patient de la boucle et finir la séance appuyez sur le pad pendant 5 secondes. Le patient verra s'afficher une barre de chargement comme illustré à droite.

# V. Éteindre l'Oculus Go

Pour éteindre l'Oculus GO après utilisation, restez appuyé sur le bouton en haut du casque pendant 10 secondes. Un signal sonore et la desactivation du signal lumineux vous confirmerons que l'appareil est éteint.

**10 Secondes**

⚠ Nous recommandons d'éteindre l'Oculus Go en cas de non utilisation prolongée pour préserver le niveau de charge de la batterie. ⚠

**Pour toutes questions, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse support@hypnovr.io ou à vous rendre sur le site https://clients.hypnovr.io pour des tutoriels vidéos**

Annexe n°2 : Questionnaire APAIS utilisé lors de l'étude pilote

| Item | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Je suis préoccupé par l'anesthésie | | | | | |
| 2 | Je pense continuellement à l'anesthésie | | | | | |
| 3 | J'aimerais en savoir le plus possible sur l'anesthésie | | | | | |
| 4 | je suis préoccupé par l'intervention | | | | | |
| 5 | Je pense continuellement à l'intervention | | | | | |
| 6 | Je voudrais en savoir le plus possible sur l'intervention | | | | | |

Annexe n°3 : Questionnaire d'évaluation et de satisfaction utilisé lors de l'étude pilote

# FORMULAIRE EVALUATION / SATISFACTION

1. **Quand cela est possible recommencerais-tu l'hypnose en réalité virtuelle lors d'une prochaine intervention ?**

☐ très probable ☐ plutôt probable ☐ moyennement probable

☐ plutôt pas probable ☐ pas du tout probable

2. **Recommanderais-tu l'hypnose en réalité virtuelle à tes amis, famille ?**

☐ très probable ☐ plutôt probable ☐ moyennement probable

☐ plutôt pas probable ☐ pas du tout probable

3. **Durant cette séance d'hypnose en réalité virtuelle tu t'es senti bien confortable et détendu :**

☐ tout à fait d'accord ☐ plutôt d'accord ☐ moyennement d'accord

☐ plutôt pas d'accord ☐ pas du tout d'accord

4. **Durant cette séance d'hypnose en réalité virtuelle tu t'es senti en toute sécurité :**

☐ tout à fait d'accord ☐ plutôt d'accord ☐ moyennement probable

☐ plutôt pas d'accord ☐ pas du tout d'accord

5. **As-tu ressenti des nausées durant cette séance d'hypnose en réalité virtuelle**

☐ oui, fortes ☐ oui, plutôt ☐ ne sait pas ☐ non, plutôt pas ☐ non pas du tout

6. **Concernant le scénario proposé, à quel point es-tu d'accord avec les affirmations suivantes :**

| | Tout à fait d'accord | Plutôt d'accord | Moyennement d'accord | Plutôt pas d'accord | Pas du tout d'accord |
|---|---|---|---|---|---|
| Le masque est confortable | | | | | |
| Le casque est confortable | | | | | |
| La musique est agréable | | | | | |
| La voix est agréable | | | | | |
| Le texte est agréable | | | | | |
| L'ambiance générale est agréable | | | | | |
| | | | | | |

**Commentaires :**

_____

_____

_____

7. **Nous t'avons proposé une promenade dans un paysage de prairie et forêt. Si tu avais pu choisir quelle ambiance aurais-tu souhaitée :**

☐ plages ☐ espace ☐ plongée sous-marine ☐ mer ☐ montagne ☐ jardin

☐ forêt ☐ été ☐ hiver ☐ printemps ☐ automne ☐ château et princesse

☐ course de voiture ☐ fées ☐ ski ☐ autre :_____

8. **Quel est le niveau de ta satisfaction globale de l'hypnose en réalité virtuelle après cette intervention ?** (0= pas du tout satisfait, 10= très satisfait) **:**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |

BERTAGNOLIO (Lucie) - Intérêts de la réalité virtuelle dans la prise en charge bucco-dentaire des enfants anxieux : revue de la littérature et étude pilote.
(Thèse : 3ème cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2020 ; N°3).
N° 43.22.20.03


Résumé :

La réalité virtuelle est une technologie qui permet de plonger une personne dans un monde artificiel (créé numériquement) en immersion multi-sensorielle, via un masque porté sur les yeux. Après un travail bibliographique sur l'utilisation des différents moyens de distraction et de sédation utilisés actuellement chez ces patients puis la description de l'utilisation de la réalité virtuelle dans le milieu médical, les résultats préliminaires d'une étude pilote menée au sein de l'Unité Fonctionnelle d'Odontologie Pédiatrique du Pôle de Médecine et de Chirurgie Bucco-Dentaire de Strasbourg, sont décrits.
Cette étude consiste en la réalisation de soins bucco-dentaires chez 8 patients âgés de 8 à 14 ans, équipés d'un masque de réalité virtuelle pendant le soin. Un scénario de réalité virtuelle associé à un texte d'hypnose conversationnelle (Hypno-VR®) a été réalisé et le matériel mis à notre disposition. Le score APAIS a été calculé avant l'intervention pour déterminer l'anxiété des enfants et un questionnaire d'évaluation et de satisfaction a été proposé aux patients.
Ce protocole a déjà fait ses preuves dans bien des domaines et pourrait potentiellement permettre de diminuer l'indication des sédations conscientes, voire même des anesthésies générales.



Rubrique de classement : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Mots clés : Réalité virtuelle, Enfant, Anxiété, Hypnose, Distraction

Me SH : Virtual reality, Children, Anxiety, Hypnosis, Distraction


Jury :

Président : Professeur MEYER Florent

Assesseurs : Professeur MANIÈRE Marie-Cécile

Professeur CLAUSS François

Docteur JUNG Sophie


Coordonnées de l'auteur :
Adresse postale :
L. BERTAGNOLIO
26 rue de Londres
67610 LA WANTZENAU
Adresse de messagerie :
lucie.bertagnolio@gmail.com