

Applicabilité et utilité d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle chez des enfants présentant une déficience auditive, et âgés de 8 à 15 ans

Auteur : Wilmart, Clara

Promoteur(s) : Stassart, Céline

Faculté : par la Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education

Diplôme : Master en sciences psychologiques, à finalité spécialisée

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24517>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative" (BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'œuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-dessus (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

WILMART

Clara

S201256

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de
Master en Sciences Psychologiques

**Applicabilité et utilité d'un exercice de respiration
profonde en réalité virtuelle chez des enfants présentant
une déficience auditive, et âgés de 8 à 15 ans**

Promotrice :

STASSART Céline

Lecteurs :

SCHYNS Michael

DAUVISTER Estelle

Remerciements

Je tiens à remercier ma promotrice, Madame Céline Stassart pour m'avoir offert l'opportunité de travailler et d'apprendre sur un sujet aussi intéressant que celui de ce mémoire. Merci également pour le temps qu'elle m'a consacré ainsi que pour ses conseils précieux, qui ont grandement contribué à la réalisation de ce travail.

J'adresse également mes remerciements à Madame Estelle Dauvister pour son implication et le temps consacrés auprès des enfants. Sans sa participation, cette recherche n'aurait pas été possible.

Je remercie également Michael Schyns et son équipe pour les modifications apportées à l'environnement virtuel.

Merci à eux deux de prendre le temps de lire ce mémoire et d'y porter intérêt.

J'aimerais également remercier toutes les personnes qui m'ont encouragée, de près ou de loin, durant ces longs mois de travail et ces cinq années d'étude.

Merci à mes amis, ceux qui sont là depuis toujours, et ceux qui sont arrivés en chemin. Votre présence m'est indispensable. J'aimerais adresser un merci tout particulier à Eline, qui m'a soutenue durant ces cinq ans à travers toutes mes aventures. Sa présence et son aide représentent beaucoup pour moi.

Enfin, merci à mon grand frère de toujours relativiser à ma place. Et bien sûr, merci à mes parents d'être toujours fiers de moi. Ces cinq ans ont été remplis de beaucoup de défis mais c'est grâce à vous que j'en suis là aujourd'hui.

1. Table des matières

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Introduction..... | 1 |
| 2. | Les troubles auditifs | 2 |
| 2.1 | Types et symptomatologie..... | 2 |
| 2.2 | Etiologie | 3 |
| 2.3 | Prévalence | 4 |
| 2.4 | État émotionnel et qualité de vie dans cette population | 5 |
| 3. | Stress | 6 |
| 3.1 | Définition | 6 |
| 3.2 | Symptômes | 6 |
| 3.3 | Prévalence et Covid-19 | 6 |
| 3.4 | Classification et facteurs de stress..... | 7 |
| 3.5 | La neurophysiologie du stress | 8 |
| 3.6 | Conséquences du stress | 9 |
| 3.6.1 | Conséquences psychologiques et comportementales | 9 |
| 3.6.2 | Conséquences cognitives et scolaires | 9 |
| 3.6.3 | Conséquences physiologiques | 10 |
| 3.7 | La relaxation : une technique de gestion du stress | 10 |
| 3.7.1 | Définition et applications | 10 |
| 3.7.2 | Bienfaits de la relaxation..... | 10 |
| 3.7.3 | Types de relaxation..... | 11 |
| 3.7.4 | Respiration diaphragmatique..... | 12 |
| 3.7.5 | Domaines d'application et efficacité chez les enfants..... | 13 |
| 4. | La réalité virtuelle | 14 |
| 4.1 | Définition et matériel | 14 |
| 4.2 | La propension à l'immersion..... | 15 |
| 4.3 | Le sentiment de présence | 15 |
| 4.4 | Le cybermalaise..... | 16 |
| 4.5 | Attractivité de la réalité virtuelle pour les enfants | 17 |
| 4.6 | Éléments clés lors de la conception d'un environnement virtuel pour enfants | 18 |
| 4.7 | Apport de la réalité virtuelle en santé mentale | 18 |
| 4.8 | La réalité virtuelle comme outil de relaxation | 20 |
| 4.8.1 | La réalité virtuelle comme outil de relaxation chez l'adulte | 20 |
| 4.8.2 | La réalité virtuelle comme outil de relaxation chez les jeunes | 21 |
| 4.8.3 | Les avantages d'utilisation de la RV chez les jeunes | 21 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5. | Question de recherche et hypothèses | 23 |
| 6. | Méthodologie | 24 |
| 6.1 | L'échantillon..... | 24 |
| 6.1.1 | Les critères d'inclusion et d'exclusion..... | 24 |
| 6.1.2 | Les considérations éthiques..... | 24 |
| 6.1.3 | La procédure de recrutement..... | 25 |
| 6.2 | Procédure..... | 25 |
| 6.3 | Environnements de réalité virtuelle..... | 26 |
| 6.3.1 | Matériel de réalité virtuelle | 26 |
| 6.3.2 | Description de l'environnement virtuel..... | 26 |
| 6.4 | Outils de mesure..... | 28 |
| 6.4.1 | Questionnaire sociodémographique | 28 |
| 6.4.2 | State-Trait Anxiety Inventory for Children (STAIC) de Spielberger et al., (1973) | |
| | 28 | |
| 6.4.3 | Facial Affective Scale de McGrath et al., (1996) | 28 |
| 6.4.4 | Simulator Sickness Questionnaire for Children (St-Jacques, 2007) | 29 |
| 6.4.5 | Questionnaire on the Sense of Presence of Gatineau Presence Questionnaire | 29 |
| 6.4.6 | Questionnaire de satisfaction | 30 |
| 6.5 | Analyse statistique..... | 31 |
| 7. | Résultats | 33 |
| 7.1 | Données démographiques | 33 |
| 7.2 | Acceptabilité et faisabilité..... | 34 |
| 7.3 | Efficacité | 37 |
| 7.4 | Retour de la clinicienne concernant la passation des questionnaires | 38 |
| 7.5 | Analyse clinique individuelle..... | 39 |
| 8. | Discussion | 42 |
| 8.1 | Acceptabilité et faisabilité..... | 43 |
| 8.2 | Efficacité | 47 |
| 8.3 | Retour de la clinicienne concernant la passation des questionnaires et analyses cliniques individuelles | 48 |
| 8.4 | Limites..... | 49 |
| 8.5 | Implications pratiques, cliniques et perspectives futures | 50 |
| 9. | Conclusion | 53 |
| 10. | Bibliographie | 55 |
| | Annexes | 67 |

Résumé

Objectif : L'objectif de ce mémoire est d'évaluer l'applicabilité et l'utilité d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle auprès d'enfants présentant une déficience auditive.

Méthodologie : Dans cette étude, 7 enfants âgés entre 8 et 15 ans, ont été recrutés dans le Centre Médical d'Audiophonologie de Montegnée (CMAP). Chaque participant a été immergé pendant dix minutes dans un environnement virtuel relaxant, représentant une forêt. Dans cet univers, une fée communiquait en langue des signes pour guider les enfants dans la réalisation d'exercices de respiration diaphragmatique visant à favoriser la relaxation. Afin d'évaluer l'applicabilité et l'efficacité de l'intervention, les participants ont rempli une batterie de questionnaires évaluant notamment le cybermalaise, le sentiment de présence, la satisfaction et l'anxiété état. Le cybermalaise et l'anxiété état ont été mesuré avant et après l'immersion, le reste des variables uniquement en post-test.

Résultats : Les résultats suggèrent que l'environnement virtuel est applicable et globalement bien toléré, avec peu de cybermalaise, un sentiment de présence modéré et une satisfaction élevée. Une tendance à la diminution de l'anxiété a été observée, bien que celle-ci ne soit pas statistiquement significative, ainsi qu'une variabilité individuelle importante.

Conclusion : Cette étude préliminaire montre que la réalité virtuelle peut constituer un outil pertinent pour favoriser la relaxation chez les enfants sourds et malentendants. L'expérience immersive a été bien acceptée et a généré des effets cliniquement intéressants, malgré l'absence de significativité statistique liée à la taille réduite de l'échantillon. Ces résultats encouragent la poursuite des recherches sur des échantillons plus larges et avec des environnements adaptés, afin d'optimiser l'applicabilité et l'efficacité de ce type d'intervention.

1. Introduction

La prévalence des troubles auditifs chez les enfants ne cesse d'augmenter. Au-delà d'un retard important du langage (Hogan et al., 2011), les répercussions dépassent les effets sur la communication (Crealey & O'Neill, 2018), conduisant à des difficultés comportementales et sociales, une qualité de vie insatisfaisante et des performances académiques inférieures à celles de leurs pairs entendants (Hogan et al., 2011). De plus, il a été prouvé que cette population s'expose à une prévalence plus élevée de troubles de la santé mentale (Aanondsen et al., 2023), notamment en ce qui concerne le stress et l'anxiété.

Par ailleurs, les problèmes émotionnels sont en constante augmentation chez les enfants ayant une perte auditive (Overgaard et al., 2021). Afin de faire face à ces obstacles, des techniques de relaxation, telles que la respiration diaphragmatique, permettent une meilleure régulation émotionnelle, qui est un facteur clé dans le développement et le maintien de la santé physique et du bien-être (Pandey et al., 2018). Ces exercices de relaxation et de respiration contribuent également à atténuer la tension et le stress (Van Rooij et al., 2016) et se veulent donc accessibles et aisés à apprendre (Hopper et al., 2019). Afin d'encourager les patients dans une auto-régulation active (Ahmadpour et al., 2020), les technologies interactives proposées par la réalité virtuelle apparaissent comme des alternatives innovantes. En effet, plusieurs études ont évalué l'efficacité d'exercices de respiration profonde en exploitant la réalité virtuelle (Van Rooij et al., 2016 ; Lan et al., 2021). Malgré des résultats prometteurs et encourageants, son utilisation thérapeutique reste encore limitée (Kjærstad et al., 2022).

Bien que les outils de réalité virtuelle conçus pour les personnes malentendantes soient encore en développement, ces innovations ont déjà impacté divers champs médicaux, notamment l'audiologie (Kwak et al., 2022). C'est pourquoi cette étude vise à évaluer l'applicabilité et l'utilité de la réalité virtuelle comme outil permettant une diminution de l'anxiété grâce à la respiration profonde. Ainsi, la faisabilité et l'accessibilité de l'environnement virtuel relaxant seront étudiées ainsi que son impact sur l'anxiété-état des enfants malentendants ou sourds.

2. Les troubles auditifs

La perception que les humains ont du monde qui les entoure est médiée par des expériences sensorielles, en particulier par l'ouïe (Organisation mondiale de la Santé, 2016). Ce sens est essentiel pour communiquer et interagir avec autrui (Yigider et al., 2020). Cependant, lorsqu'un individu est dépourvu de cette capacité, il se retrouve atteint d'une déficience auditive.

Une personne présentant une déficience auditive n'est pas apte à entendre aussi bien qu'une autre ayant une audition normale. Cette déficience peut être unilatérale, c'est-à-dire qu'elle affecte une seule oreille, ou bilatérale, touchant alors les deux oreilles. Elle peut également provoquer des difficultés à suivre une conversation ou à percevoir les sons de forte intensité (World Health Organization : WHO, 2024a). De plus, la perte auditive se situe sur un continuum allant de l'hypoacusie à la surdité totale. L'hypoacusie, ou malentendance, désigne une diminution, voire une perte de l'ouïe, à la suite d'une altération du mécanisme auditif (Lenka et al., 2012). La déficience peut alors être légère à sévère et les personnes concernées communiquent par la parole, tout en bénéficiant d'aides auditives, d'implants cochléaires ou d'autres dispositifs (World Health Organization : WHO, 2024a). À l'autre extrémité du continuum, les personnes sourdes ont des canaux auditifs qui n'accèdent pas à l'interprétation de la parole (Lenka et al., 2012). La perte auditive est alors profonde et ces dernières communiquent grâce à la langue des signes (World Health Organization : WHO, 2024a).

2.1 Types et symptomatologie

La perte auditive peut être envisagée selon plusieurs critères : la zone atteinte, son intensité et le moment de son apparition.

Premièrement, il existe trois types de perte auditive selon les parties de l'oreille touchées (*Découvrons la Surdité – L'Association des Parents D'Enfants Déficients Auditifs Francophones*, s. d.). La perte auditive conductrice, ou de transmission, résulte d'un problème dans l'oreille externe ou moyenne qui n'achemine pas le son correctement jusqu'à l'oreille interne. Elle est généralement due à des infections de l'oreille, un excès de cérumen ou des malformations congénitales, en d'autres mots, présentes dès la naissance. Elle n'entraîne généralement pas de surdité sévère et peut être traitée médicalement ou chirurgicalement. La perte auditive neurosensorielle, ou de perception, provient, quant à elle, d'une atteinte de l'oreille interne ou du nerf auditif (Fitzpatrick et al., 2020). L'information sonore n'est pas transmise au cerveau, qui ne peut donc pas l'interpréter (*Découvrons la Surdité – L'Association des Parents D'Enfants Déficients Auditifs Francophones*, s. d.). Elle est souvent permanente et

peut être causée par des infections virales, des troubles génétiques ou des traumatismes crâniens. Afin de compenser cette perte, des aides auditives ou des implants cochléaires peuvent être proposés. Enfin, la perte auditive mixte combine les deux types précédents. Elle est généralement due à une infection chronique, et le traitement dépend de la cause sous-jacente, incluant des médicaments, une chirurgie ou des aides auditives (Fitzpatrick et al., 2020).

Deuxièmement, la perte auditive peut être classée selon la moyenne des seuils auditifs (Fitzpatrick et al., 2020), mesurée par la perte de décibels (dB). Une perte auditive légère, comprise entre 21 et 40 dB entraîne des difficultés à percevoir une voix basse ou lointaine. Lors d'une déficience auditive moyenne, située entre 41 et 70 dB, il est nécessaire de regarder son interlocuteur parler pour une meilleure compréhension. Une déficience auditive sévère, entre 71 et 90 dB, permet uniquement de percevoir un son fort et proche. Aucune perception de la parole ne sera perçue pour la déficience auditive profonde, située entre 91 et 110 dB, bien que des bruits très puissants puissent l'être. Enfin, une déficience auditive totale, au-delà de 120 dB, empêche toute perception sonore (*CT 02 Classification des Déficiences Auditives*, 2017).

Pour finir, la perte auditive se différencie selon le moment d'apparition. Elle est dite congénitale et précoce lorsqu'elle se manifeste dès la naissance ou est diagnostiquée au cours des trois premiers mois de la vie. La perte auditive à apparition tardive survient quant à elle après trois mois de vie, à la suite d'un dépistage auditif sans anomalie ou d'une attestation d'une audition normale par une évaluation audiologique. Il est donc important de contrôler les enfants à risque d'un début tardif afin de les identifier et de les traiter le plus rapidement possible (Vos et al., 2019).

Après avoir exploré les différents types et manifestations de la perte auditive, il est essentiel de s'interroger sur ses origines afin d'offrir une prise en charge adaptée.

2.2 Etiologie

Les différentes pertes auditives peuvent résulter de multiples causes. Dans 35% des cas, elles sont acquises au cours de la vie, dans 35 autres pourcents des cas, elles sont d'origine génétique et dans 30% des cas restant, la cause est inconnue (*Découvrons la Surdité – L'Association des Parents D'Enfants Déficients Auditifs Francophones*, s. d.).

Lorsqu'elle est acquise, la perte auditive peut résulter de nombreuses causes qui varient selon les périodes de la vie. Lors de la période prénatale, des infections contractées durant la grossesse peuvent en être responsables. Au cours de la période périnatale, des affections telles qu'une asphyxie, un très faible poids ou une jaunisse sévère peuvent également affecter

l'audition. Chez l'enfant et l'adolescent, des infections comme l'otite moyenne chronique ou la méningite sont des étiologies connues. À tous les âges de la vie, d'autres facteurs peuvent conduire à une perte auditive, tels qu'une exposition prolongée au bruit, une prise de médicaments ototoxiques, c'est-à-dire toxiques pour l'oreille interne, des traumatismes crâniens ou auriculaires, une accumulation de cérumen, ou encore un vieillissement naturel de l'oreille interne (World Health Organization : WHO, 2024a).

Les facteurs génétiques peuvent également être à l'origine de surdités héréditaires congénitales. Certaines surdités peuvent également être liées à des aberrations chromosomiques et s'inscrivent alors dans un tableau clinique typique d'un syndrome, tel que le syndrome de Down (*Découvrons la Surdité – L'Association des Parents D'Enfants Déficients Auditifs Francophones*, s. d.).

Lorsque la cause de la surdité n'est pas clairement identifiée, il est recommandé d'effectuer un bilan génétique (*Découvrons la Surdité – L'Association des Parents D'Enfants Déficients Auditifs Francophones*, s. d.).

Ainsi, un diagnostic précoce permet de limiter les retards de développement et de faciliter la communication, l'éducation et l'intégration sociale (Organisation mondiale de la Santé, 2016). Par ailleurs, selon la Word Health Organization : WHO (2024a), 2.5 milliards de personnes seront concernées par des troubles auditifs d'ici 2050. Ce constat justifie l'importance d'analyser plus en détail la prévalence de ces troubles.

2.3 Prévalence

Dans la population mondiale, plus de 70 millions de personnes souffrent de problèmes auditifs (Mirzaei et al., 2020), dont 32 millions d'enfants présentant une perte auditive à différents degrés (Sayed et al., 2018). Parmi eux, 14.9% rapportent une perte d'au moins 16dB, souvent unilatérale (Hogan et al., 2011). La perte auditive permanente, quant à elle, touche au minimum un à deux nouveau-nés sur mille. Sa prévalence augmente généralement pendant l'enfance, la moitié des enfants affectés expérimentant une détérioration progressive, mais peut aussi survenir plus tard, atteignant jusqu'à 25 à 50% d'entre eux (Vos et al., 2019).

Au-delà des chiffres, les enfants voient leur qualité de vie affectée. En effet, dans cette population, la perte auditive constitue un frein à l'enseignement et à l'insertion sociale (Organisation mondiale de la Santé, 2016). De plus, il existe un lien entre la perte d'audition, les troubles cognitifs, la démence et la détérioration de la santé mentale (Jayakody et al., 2020). Plus spécifiquement, les enfants présentant une déficience auditive présentent des difficultés de

santé mentale deux à quatre fois plus fréquentes que celles rencontrées par leurs pairs entendants (Aanondsen et al., 2023).

2.4 État émotionnel et qualité de vie dans cette population

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la qualité de vie désigne « la perception qu'a un individu de sa position dans la vie, dans le contexte de la culture et des systèmes de valeurs dans lesquels il vit, et en relation avec ses objectifs, attentes, normes et préoccupations » (Aanondsen et al., 2023). Chez les enfants atteints de perte auditive, cette qualité de vie peut être altérée à plusieurs niveaux : stress psychologique, dépression, démence, manque d'autonomie et isolement social, soucis de mobilité et de concentration (Crealey & O'Neill, 2018), insomnies, ou encore dégradation des fonctions cognitives (Sayed et al., 2018). Par ailleurs, leur scolarité se trouve également affectée, en raison de leur retard langagier qui peut atteindre douze mois. Cela augmente le risque d'échec scolaire et, à terme, engendre des désavantages socio-économiques. De plus, les enfants fréquentant des écoles spécialisées pour sourds ont une perception d'eux-mêmes moins positive (Hogan et al., 2021).

L'accès précoce au langage, qu'il soit oral, écrit ou en langue des signes, est donc essentiel au développement affectif, social et cognitif de l'enfant sourd (CT 02 Classification des Déficiences Auditives, 2017). De plus, c'est le niveau de difficulté rencontré dans la communication, et pas le degré de la perte, qui est le plus prédictif d'une limitation de la participation sociale (Hogan et al., 2021). En effet, ces difficultés peuvent se traduire par des complications au niveau des relations sociales de ces enfants (Sayed et al., 2018) et de leurs compétences émotionnelles (Organisation mondiale de la Santé, 2016). Ainsi, les problèmes émotionnels apparaissent deux fois plus fréquemment chez les jeunes malentendants, non pas en raison de la perte auditive elle-même, mais à cause de la réduction de leur qualité de vie (Overgaard et al., 2021).

La régulation émotionnelle fait référence à la capacité d'un individu à reconnaître et moduler ses émotions, afin de répondre de manière appropriée aux événements (Brun, 2015). Deux grandes stratégies sont généralement utilisées : l'évitement, qui consiste à fuir la situation émotionnelle sans la résoudre, et l'approche, dirigée vers la personne ou vers le problème, qui implique une gestion active (Rieffe, 2011). Un exemple de cette gestion active est la réévaluation cognitive qui permet de redéfinir une situation afin de réduire son impact émotionnel. À l'inverse, la suppression expressive consiste à inhiber l'expression des émotions et se veut moins efficace à long terme (Liu et al., 2022). Le choix de la stratégie dépend de

l'intensité et du type d'émotion : une émotion intense favorisera la réévaluation, tandis qu'une émotion moins forte incitera à l'évitement (Moyal et al., 2023). Chez les enfants sourds, cette régulation émotionnelle peut être altérée en raison de difficultés précoces dans la communication émotionnelle dans leur échanges quotidiens (Rieffe, 2011). Ainsi, la régulation émotionnelle est essentielle pour le bien-être psychologique et le bon fonctionnement social des enfants sourds, en fonction de leur capacité à reconnaître et gérer leurs émotions (Rieffe, 2011).

Par ailleurs, la déficience auditive de l'enfant peut être considérée comme une condition de stress chronique et objective dans des contextes où l'audition et la compréhension sont essentielles. Ce stress s'ajoute à d'autres facteurs environnementaux liés à la famille, à l'école ou aux relations avec les pairs. Pourtant, dans cette population, les études à propos du stress font défaut (Eschenbek et al., 2016) et le manque d'interventions précoces efficaces pourrait les amener à rencontrer des problèmes de santé mentale à plus long terme (Hogan et al., 2021). Dans ce contexte, il paraît essentiel de mieux comprendre ce qu'est le stress, en commençant par une définition claire.

3. Stress

3.1 Définition

Le stress peut être défini comme un état d'inquiétude ou de tension psychologique induit par une situation complexe (World Health Organization : WHO, 2023). En d'autres termes, il s'agit d'une réponse émotionnelle habituellement suscitée par un stimulus externe (American Psychological Association, 2022). Cette réaction humaine instinctive nous pousse à affronter les défis et à répondre aux dangers rencontrés tout au long de l'existence (World Health Organization : WHO, 2023). Par ailleurs, il peut se manifester sous différentes formes.

3.2 Symptômes

Le stress provoque des symptômes psychiques ou physiques (American Psychological Association, 2022) qui diffèrent selon les individus. Sur le plan psychologique, il peut entraîner notamment de l'irritabilité et des difficultés de concentration. Sur le plan physique, il se traduit par des maux de tête ou d'estomac, des troubles du sommeil ainsi que par une perte ou un gain d'appétit (World Health Organization : WHO, 2023).

3.3 Prévalence et Covid-19

Le stress affecte environ 350 millions de personnes à travers le monde, ce qui en fait une véritable épidémie mondiale (Hopper et al., 2019). En effet, les troubles anxieux, qui en sont

souvent l'expression, constituent la catégorie de troubles mentaux la plus courante dans le monde (Carl et al., 2012). Leur prévalence est de 4.4% chez les enfants âgés de dix à quatorze ans et de 5.5% chez les adolescents âgés de quinze à dix-neuf ans (World Health Organization : WHO, 2024b). L'apparition de ces troubles est liée aux phases de développement de l'individu, et leur intensité peut varier au fil du temps (Klein et al., 2023). Par ailleurs, il est important de noter que ces données vont encore évoluer en raison de l'impact de la pandémie de Covid-19.

En effet, durant la pandémie de Covid-19, la prévalence des troubles mentaux chez les jeunes a connu une hausse significative (Racine et al., 2021). Au moins un enfant sur sept à travers le monde a été directement affecté par des mesures de confinement (UNICEF BE, 2021). Isolement social, lacunes dans leur développement, augmentation du stress familial, réduction des interactions avec leur pairs (Racine et al., 2021), sont autant de bouleversements pouvant provoquer une détresse psychologique et des problèmes de santé mentale. Aujourd'hui, un jeune sur cinq éprouve des symptômes anxieux cliniquement significatifs, soit deux fois plus qu'avant la pandémie. Ces résultats critiques soulignent l'importance de mener des études longitudinales afin d'analyser l'évolution de la santé mentale des jeunes après la crise sanitaire (Racine et al., 2021). Par ailleurs, il est essentiel d'identifier les différentes formes du stress et les facteurs qui y contribuent.

3.4 Classification et facteurs de stress

L'apparition de facteurs de stress chez les enfants est influencée par plusieurs variables, telles que le sexe, l'âge, le développement social et cognitif, les compétences sociales ou le milieu scolaire (urbain ou rural) (Fernández-Baena et al., 2014).

Trois catégories de facteurs de stress sont distinguées chez les enfants. Premièrement, les événements de vie regroupent les circonstances extraordinaires, traumatisantes, imprévisibles ou incontrôlables ayant un impact important sur la vie, comme un décès ou un accident. Deuxièmement, les facteurs de stress chroniques ou permanents découlent de conditions physiques et sociales laborieuses, comme vivre dans la pauvreté. Enfin, les facteurs de stress quotidiens sont des préoccupations journalières qui viennent agacer ou envahir l'individu, comme les exigences scolaires ou les rendez-vous médicaux. Une exposition répétée à cette dernière catégorie de facteurs augmente le risque de troubles internalisés tels que la dépression, l'anxiété ou une faible estime de soi. Elle est également associée à une mauvaise adaptation à

la vie scolaire se traduisant par de faibles performances, un comportement négatif envers l'école ou encore des comportements offensifs (Fernández-Baena et al., 2014).

Selon la nature et la durée de l'exposition au stress, la réponse de l'enfant peut varier. Il est donc important de distinguer le stress aigu du stress chronique. Le stress aigu définit une réponse provisoire qui mobilise des processus d'adaptation afin de gérer un événement ponctuel, perçu comme physiquement ou psychologiquement menaçant. Cette réponse est suivie d'un retour à l'homéostasie (ou état d'équilibre). Le stress chronique, quant à lui, est un processus où tout facteur de stress entraîne une libération prolongée de médiateurs primaires, augmentant ainsi l'exposition des enfants à des conséquences secondaires. Cette exposition est davantage nuisible pour les enfants, car la vulnérabilité aux effets du stress chronique croît pendant les phases sensibles et cruciales du développement prénatal, de la petite enfance et de l'adolescence (Condon et al., 2018). Afin de mieux saisir les répercussions du stress sur les enfants, il est essentiel d'en explorer les mécanismes biologiques. Les principaux processus neurophysiologiques impliqués sont ainsi présentés dans la prochaine section.

3.5 La neurophysiologie du stress

Le stress entraîne des modifications fonctionnelles interdépendantes, principalement via le système nerveux autonome. Une tension prolongée peut provoquer chez les individus des effets physiologiques, entraînant des conséquences néfastes à long terme (Perciavalle et al., 2016).

Face à un facteur de stress aigu, le cerveau déclenche diverses adaptations comportementales et physiologiques afin de protéger l'individu et de le préparer à réagir par une réponse de combat ou de fuite. Cette réponse d'adaptation physiologique, appelée allostasie, permet à l'organisme de maintenir une stabilité interne (homéostasie) en activant le système nerveux sympathique et l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (Condon et al., 2018). Cela entraîne une élévation de la fréquence respiratoire et cardiaque ainsi qu'une hausse de la pression artérielle, mobilisant alors rapidement l'organisme face à la menace (Hopper et al., 2019). En parallèle, cette activation libère des médiateurs primaires tels les glucocorticoïdes (dont le cortisol), les catécholamines (comme la dopamine) et les cytokines afin de restaurer l'homéostasie. Une fois la menace écartée, le système nerveux parasympathique intervient alors pour réduire l'activité cardiovasculaire et inflammatoire, participant au rétablissement de l'homéostasie grâce à une boucle de rétroaction négative (Condon et al., 2018).

Cependant, lorsque l'exposition aux facteurs de stress persiste dans le temps, les mécanismes d'adaptation physiologiques sont sursollicités, entraînant alors une charge

allostatique. Celle-ci peut induire des altérations cérébrales et des dysfonctionnements physiologiques susceptibles d'affecter la santé et le développement tout au long de la vie. En effet, la libération prolongée des médiateurs primaires peut entraîner des conséquences secondaires au niveau de l'équilibre des systèmes neuroendocrinien, immunitaire, métabolique, cardiovasculaire et respiratoire. Avec le temps, ces conséquences peuvent favoriser l'apparition de maladies chroniques (Condon et al., 2018).

3.6 Conséquences du stress

Le stress peut avoir des effets délétères sur plusieurs plans : psychologique et comportemental, cognitif et scolaire ainsi que sur le plan physiologique.

3.6.1 Conséquences psychologiques et comportementales

Le stress augmente le risque de troubles mentaux comme l'anxiété, la dépression ou les troubles du comportement. Chez l'enfant, il peut nuire à l'adaptation sociale et émotionnelle, entraîner une perte de confiance en soi, des troubles alimentaires (Psychologue.net, s. d.), ou un comportement inhibé ou agressif. En l'absence de facteurs protecteurs, comme le soutien familial, les enfants sont davantage vulnérables à ces effets négatifs du stress (Fernández-Baena et al., 2014). Lorsque celui-ci devient chronique, il peut avoir un impact sévère sur la santé mentale et physique (Psychologue.net, s. d.). Toutefois, tous les enfants ne développent pas de troubles, car leur environnement et les stratégies de coping qu'ils adoptent jouent un rôle clé dans leur capacité d'adaptation (Fernández-Baena et al., 2014).

3.6.2 Conséquences cognitives et scolaires

L'anxiété, la dépression ou le stress peuvent entraver la mémorisation et la maîtrise efficace du temps en classe. Ces difficultés compromettent leur aptitude à assimiler les leçons et à s'impliquer de manière proactive. Une santé mentale fragilisée nuit également aux relations interpersonnelles des étudiants, les isolant socialement et provoquant des frictions avec leurs pairs et les enseignants. Ces interactions négatives peuvent à leur tour renforcer leur sentiment d'isolement et agraver leurs difficultés mentales. De plus, ces élèves tendent à adopter des comportements perturbateurs ou autodestructeurs, dégradant le climat scolaire pour eux-mêmes comme pour leurs camarades. Ces difficultés peuvent aussi provoquer des absences répétées, réduisant le temps en classe et augmentant alors le risque de retard scolaire. Ce décalage peut intensifier leur stress, générant ainsi un cercle vicieux (Mueller, 2025).

3.6.3 Conséquences physiologiques

Le stress représente un facteur de risque majeur pour le développement de maladies chroniques physiologiques telles que les cardiopathies ou les cancers (Perciavalle et al., 2016). Les effets physiologiques comprennent également de l'indécision et de la fatigue (Psychologue.net, s.d.).

Ainsi, le stress quotidien est un facteur important dans le développement de l'enfant car des niveaux trop élevés peuvent avoir des effets négatifs sur son adaptation sociale et émotionnelle. Cela souligne l'importance des interventions préventives et correctives qui visent à renforcer les compétences sociales et d'adaptation (Fernández-Baena et al., 2014). En effet, apprendre à gérer ce stress peut aider à se sentir moins accablés et à favoriser le bien-être mental et physique (World Health Organization : WHO, 2023). Il paraît donc essentiel d'apprendre à ces enfants à développer des techniques de gestion du stress efficaces.

3.7 La relaxation : une technique de gestion du stress

3.7.1 Définition et applications

La relaxation fait référence à un état de tranquillité qui contribue à éliminer la tension présente dans le corps et l'esprit. C'est un processus étroitement lié au stress : plus ce dernier est élevé, plus il devient difficile d'accéder à un état de relâchement (Riches et al., 2021). Pour y parvenir, les individus stressés peuvent adopter différentes techniques de relaxation. Celles-ci visent à induire la « réaction de relaxation » du corps, qui vient contrer la réaction de stress et qui se manifeste par une respiration plus lente et une baisse de la tension artérielle et du rythme cardiaque (National Center for Complementary and Integrative Health, 2021). Ces différentes techniques seront présentées ultérieurement.

Bien que le rythme soutenu de la vie contemporaine puisse freiner l'adoption de pratiques de relaxation et par conséquent accroître davantage le stress, elles présentent de nombreux bienfaits, tant physiques que psychologiques, contribuant à un sentiment de bien-être accru (Smith et al., 2018).

3.7.2 Bienfaits de la relaxation

Les techniques de relaxation demeurent pratiques, peu coûteuses et sécurisées. Elles peuvent être facilement apprises et appliquées pour une meilleure gestion du stress afin d'améliorer la santé mentale (Riches et al. 2021).

Suite à un événement stressant, la relaxation permet notamment de ramener la fréquence cardiaque et la pression artérielle à des niveaux normaux. Elle contribue à modérer l'excitation psychophysiologique en favorisant l'émergence d'émotions positives, ce qui réduit les symptômes psychopathologiques et la détresse psychologique, tout en renforçant le bien-être subjectif. Les bienfaits de la relaxation dépassent le seul cadre du stress et s'étendent à de nombreuses sphères liées à la santé et au fonctionnement global. En effet, des effets positifs ont été observés sur les fonctions cognitives, la respiration, les maladies cardiovasculaires, la gestion du poids (IMC), la pression artérielle, le diabète ainsi que sur les troubles articulaires (Riches et al., 2021).

Les techniques de relaxation peuvent également contribuer à la régulation émotionnelle. Par exemple, la pleine conscience permet de réduire les réponses émotionnelles négatives en renforçant la persévérance et en encourageant des stratégies d'approche plutôt que d'évitement (De la Fuente et al., 2018).

Ces bienfaits varient toutefois selon les techniques utilisées. Il est donc essentiel de distinguer les principaux types de relaxation pour en comprendre les mécanismes et emplois spécifiques.

3.7.3 Types de relaxation

Parmi les différents types de relaxation existants, se trouve la relaxation (musculaire) progressive qui consiste à diriger l'individu par des mouvements successifs de tension et de relâchement des groupes musculaires du corps, des pieds à la tête, dans le but d'atteindre une relaxation globale corporelle (Smith et al., 2018). Le training autogène, quant à lui, induit des exercices mentaux impliquant de la relaxation et des idées suggérées, répétées lentement (*« mon bras droit est chaud »*). Le but est d'introduire des sensations apaisantes dans diverses parties du corps (*Relaxation Techniques For Mental Wellness*, 2024) et de permettre à l'esprit de se concentrer sur l'expérience de relaxation corporelle (National Center for Complementary and Integrative Health, 2021). L'imagerie guidée (ou visualisation) exploite la capacité de l'esprit à influencer l'état physique, émotionnel et spirituel d'une personne. Cette dernière se remémore, via son imagination, un souvenir agréable et apaisant, qui permet d'atténuer une douleur ou de remplacer une sensation désagréable. L'objectif est de décrire un état altéré dans lequel une personne peut activer et utiliser des fonctions corporelles qui ne sont généralement pas accessibles (Smith et al., 2018). Le biofeedback, qui est une méthode prometteuse pour l'évolution future des dispositifs portables ultérieurs, fournit un retour d'informations via un

appareil électronique. Cela permet à l'utilisateur de reconnaître et contrôler la façon dont son corps réagit. De son côté, l'autohypnose permet aux individus d'apprendre à induire une réaction de relaxation en réponse à une « suggestion » verbale ou non verbale qu'ils ont eux-mêmes choisie (National Center for Complementary and Integrative Health, 2021). Le yoga se focalise sur une pratique du corps et de l'esprit. Il peut être utilisé pour des objectifs de santé en associant des postures physiques, des techniques de relaxation et de la méditation (Smith et al., 2018). Enfin, les exercices de respiration, comme la respiration diaphragmatique, favorisent la concentration sur des respirations lentes et profondes (National Center for Complementary and Integrative Health, 2021). Cette technique est davantage détaillée dans la prochaine section.

3.7.4 *Respiration diaphragmatique*

La respiration abdominale, également appelée diaphragmatique ou profonde, est une méthode centrale dans différentes approches de relaxation (Perciavalle et al., 2016). En tant qu'approche non pharmacologique, elle est sécuritaire, peu contraignante et facile à apprendre et à appliquer (Chen et al., 2016). En effet, elle peut être auto-administrée dans divers environnements tels que l'école ou le travail. Plutôt que d'utiliser uniquement l'abdomen ou la cage thoracique (Hopper et al., 2019), cette technique de respiration exploite la contraction du diaphragme pour abaisser l'air dans le corps, ce qui étend la longueur du diaphragme et favorise une expiration plus efficace (Chen et al., 2016). Ainsi, le participant se focalise sur son souffle et sur le ralentissement de son rythme respiratoire en employant un processus tel que le dénombrement des respirations. Il développe alors un schéma de respiration typique : il va inspirer profondément par le nez, faire une pause pour ensuite contracter l'abdomen et expirer lentement et complètement par la bouche (Hopper et al., 2019).

Réel avantage à la santé mentale et physique, cette méthode renforce l'activité vagale tout en diminuant l'activité sympathique (plus précisément le système nerveux autonome) (Hopper et al., 2019). Cela permet d'accroître la concentration, la relaxation et la température corporelle et de réguler le rythme cardiaque et la pression sanguine. Par conséquent, elle serait l'une des méthodes les plus efficaces pour réduire le stress et l'anxiété. L'utilisation du conditionnel présent est de mise car les recherches restent limitées (Chen et al., 2016). Prouver que la respiration diaphragmatique diminue le stress physiologique et psychologique permettrait de la considérer comme une méthode rentable pouvant améliorer les résultats en matière de santé. Davantage de recherches sont donc nécessaires (Hopper et al., 2019).

Dans cette perspective, il est pertinent de s'intéresser à l'application des techniques de relaxation dans différents domaines chez les enfants. Plusieurs d'entre elles, telles que le yoga, la pleine conscience ou encore l'imagerie guidée ont été explorées dans la littérature pour leur contribution à l'amélioration du bien-être dans cette population.

3.7.5 Domaines d'application et efficacité chez les enfants

Les techniques de relaxation peuvent être insérées dans l'accompagnement des enfants pour les aider à gérer le stress et l'anxiété issus de contextes scolaires ou familiaux. Elles visent à réduire la tension corporelle par des exercices simples et ludiques stimulant l'imaginaire de l'enfant, favorisant ainsi sa participation et sa concentration. L'article de Koeppen (1974) a illustré l'efficacité de la relaxation musculaire progressive à travers des cas pratiques. Par exemple, un jeune garçon qui agitait ses bras et ses jambes de manière continue a reconnu une sensation de détente après quelques minutes de pratique. D'autres enfants ont eu recours à ces exercices pour s'endormir ou encore pour se calmer en classe.

L'imagerie guidée constitue une autre technique efficace. En effet, dans l'étude de Vagnoli et al. (2019), elle a contribué à réduire l'anxiété préopératoire et la douleur postopératoire dans un échantillon de 60 enfants âgés de 6 à 12 ans ayant subi une intervention chirurgicale mineure. Cette diminution de l'anxiété est cruciale afin de minimiser les réactions négatives aux traitements médicaux et les comportements inappropriés post-opératoires. L'imagerie guidée procure à l'enfant et à sa famille un sentiment de contrôle, accroît la coopération, favorise la guérison et améliore l'adaptation émotionnelle et comportementale sur le long terme. Cependant, l'effet sur la douleur reste modéré, car celle-ci est liée à des stimuli physiques réels, moins influençables par les techniques psychologiques seules.

Par ailleurs, une revue de la littérature s'est penchée sur les impacts du yoga, de la méditation et de la pleine conscience sur les enfants et adolescents touchés par le cancer. Les études existantes indiquent que ces interventions sont faisables, bien reçues et qu'elles pourraient offrir plusieurs avantages tels que l'amélioration de la qualité de vie, une diminution de la fatigue, un accroissement de l'exercice physique, une amélioration du sommeil et de l'appétit ainsi qu'une réduction de l'anxiété à différents stades de la maladie et du traitement. Néanmoins, malgré ces résultats encourageants, l'efficacité de ces méthodes reste limitée par des contraintes méthodologiques (manque de groupes contrôles solides et de protocoles randomisés). Des études plus rigoureuses sont donc nécessaires afin de valider les effets

constatés et de garantir la sûreté et la validité de ces interventions en oncologie pédiatrique (Stritter et al., 2021).

Afin que ces impacts positifs sur l'état de santé et le bien-être se maintiennent, une pratique régulière de ces techniques de relaxation est de mise. Cependant, cette régularité peut s'avérer difficile à maintenir pour causes de manque de temps, d'absence de feedback sur les progrès réalisés, ou encore d'ennui (Lan et al., 2021). La motivation étant un facteur essentiel à la réussite thérapeutique, la réalité virtuelle apparaît alors comme une alternative intéressante (St-jacques, 2007). En effet, elle propose diverses caractéristiques avantageuses aux enfants, sensibles aux nouvelles technologies (Bioulac et al., 2018). De plus, les technologies interactives permettent de mesurer les comportements sur des périodes plus courtes que celles généralement utilisées dans les sciences du comportement (Van Rooij et al., 2016).

4. La réalité virtuelle

4.1 Définition et matériel

La réalité virtuelle (RV) est une technologie informatique qui conçoit un environnement artificiel simulé en trois dimensions (3D) (Arane et al., 2017) dans lequel le participant est immergé et peut interagir en temps réel via des interfaces comportementales, telles que des capteurs de mouvements (Bioulac et al., 2018).

Les utilisateurs évoluent dans ces environnements virtuels grâce à l'utilisation d'un visiocasque appelé en anglais « *Head Mounted Display* » (HMD). Celui-ci favorise une synchronisation visuomotrice (Cadet & Chainay, 2021) grâce à ses deux lentilles intégrées et à ses capteurs qui détectent les mouvements de la tête, produisant ainsi l'illusion de déplacement dans l'espace virtuel (Arane et al., 2017). Il projette des scènes stéréoscopiques en 3D et bloque la vision vers le monde réel. Les avancées technologiques ont donné lieu à des écrans de haute résolution (Chandra et al., 2022), des dispositifs plus confortables, légers, simples d'utilisation et performants (Servotte et al., 2020). Elles ont également contribué à réduire le coût de l'équipement de la RV, promouvant son emploi dans une cohorte clinique (Arane et al., 2017).

Trois caractéristiques essentielles sont à considérer lorsqu'il est question de réalité virtuelle : la propension à l'immersion, le sentiment de présence et le cybermalaise. Celles-ci seront explorées dans les sections suivantes.

4.2 La propension à l'immersion

La propension à l'immersion, ou « tendance immersive », désigne l'aptitude d'un individu à s'impliquer pleinement dans un flux continu de stimuli sensoriels. Elle est liée à des aspects cognitifs et comportementaux tels que la concentration, l'imagination ou encore l'autocontrôle. Les individus présentant une forte tendance à l'immersion sont capables d'ignorer les distractions extérieures et de se focaliser intensément sur leur propre expérience, parfois au point d'oublier leur environnement proche. Leur profil souvent spontané et créatif amplifie leur engagement dans les environnements virtuels (Wallach et al., 2009).

L'immersion qualifie l'état d'un participant lorsque l'un ou plusieurs de ses sens sont coupés du monde extérieur, ne percevant que les informations provenant de l'ordinateur (Bioulac et al., 2018). Il éprouve alors la sensation d'être physiquement enfoui dans le monde virtuel, car sa capacité à diriger son regard dans toutes les directions (Roy, 2001) lui permet d'explorer, d'interagir avec les personnes présentes et de participer à des actions, comme dans une véritable expérience (Servotte et al., 2020). Une immersion suffisante favorise d'ailleurs des réactions proches, voire plus réalistes que dans une situation réelle ou imaginée (Roy, 2001). Trois piliers sont fondamentaux dans les expériences immersives : la qualité visuelle, la qualité sonore et les interactions intuitives. Se concentrer sur ceux-ci simultanément permet d'acquérir un sentiment d'immersion total (Mirzaei et al., 2020). Par ailleurs, un HMD de haute qualité offre une meilleure fidélité de l'environnement, menant à une immersion supérieure. Cependant, un matériel inconfortable peut nuire à l'expérience. Il est également à noter que l'étude des processus d'immersion est encore limitée et nécessite d'être approfondie (Servotte et al., 2020).

Une fois que l'individu se sent psychologiquement intégré à l'environnement virtuel, un sentiment de présence émerge (Lecouvey et al., 2013). Ces deux notions sont d'ailleurs positivement corrélées : plus l'immersion est forte, plus le sentiment de présence est élevé (Servotte et al., 2020).

4.3 Le sentiment de présence

Dans le contexte de la RV, la présence désigne la sensation d'être plongé dans un environnement virtuel (Cadet & Chainay, 2021). Ce concept renvoie au sentiment de présence qui est la perception subjective d'abandonner son emplacement actuel et d'être conduit dans l'environnement virtuel (Servotte et al., 2020). L'utilisateur se sent ainsi « enveloppé » au sein de cet environnement (Bioulac et al., 2018), discernant les individus et objets virtuels comme s'ils étaient réels (Servotte et al., 2020).

Un sentiment de présence élevé est crucial pour que la RV soit efficace (Wallach et al et al., 2009), notamment dans un cadre thérapeutique (Geraets et al., 2021). La RV favorise par exemple une meilleure distraction pendant les procédures médicales (Ahmadpour et al., 2020), et s'avère pertinente dans le traitement de l'anxiété sociale, via des scénarios virtuels d'interactions (Kothgassner & Felnhofer, 2020).

Par ailleurs, ce sentiment dépend de plusieurs facteurs tels que la perspective à la première personne, l'incarnation d'un avatar complet du corps, la familiarité avec l'environnement (Cadet & Chainay, 2021), la propension à l'immersion (Servotte et al., 2020) mais aussi la possibilité d'explorer l'environnement tout en s'amusant (Bioulac et al., 2018). Le visiocasque qui occupe totalement le champ de vision, offre une immersion de qualité et donc un sentiment de présence plus important (Bioulac et al., 2018). Enfin, d'autres éléments comme le réalisme visuel, les modalités d'interaction (l'utilisation d'un joy-stick ou d'un clavier), ou encore la durée de l'immersion sont également déterminants (Lacouvey et al., 2013).

Un obstacle majeur à cette expérience est le cybermalaise ou « *cybersickness* ». Ce phénomène est négativement corrélé au sentiment de présence : plus les symptômes de cybermalaise sont importants, plus le niveau de sentiment de présence tend à diminuer. Ainsi, une immersion réussie en RV a pour objectif d'obtenir de hauts niveaux de sentiment de présence mais de faibles niveaux de cybermalaise (Servotte et al., 2020).

4.4 Le cybermalaise

Malgré les avancées technologiques, les outils de RV peuvent provoquer des effets physiologiques et psychologiques nocifs, comme le cybermalaise (Chandra et al., 2022). Ce dernier est une conséquence indésirable de la stimulation de plusieurs sens dans un environnement virtuel (Bioulac et al., 2018). Selon la théorie des conflits sensoriels, les symptômes du cybermalaise émergent d'un désaccord entre les trois centres de perception du mouvement, à savoir, la vision, le système vestibulaire (oreille interne) et la proprioception (Bioulac et al., 2018). Concrètement, le cerveau reçoit une information visuelle indiquant un mouvement, tandis que le corps reste physiquement immobile (Chandra et al., 2022). Cela entraîne de l'inconfort voire des malaises (Servotte et al., 2020), apparaissant pendant ou après l'exposition à la RV (Chandra et al., 2022). Les symptômes incluent de la somnolence, de la fatigue oculaire, des maux de tête, une instabilité posturale (Tychsen & Foeller, 2019) ou encore des vertiges et des nausées (Bioulac et al., 2018). Ainsi, le cybermalaise représente l'un des

enjeux majeurs de santé et de sécurité des systèmes de RV totalement immersifs et compromet gravement la facilité d'utilisation et les performances des utilisateurs (Chandra et al., 2022).

Les facteurs influençant le cybermalaise sont multiples et incluent les éléments liés à l'individu (l'âge, le genre, la durée d'exposition, le niveau de contrôle de l'environnement), le type d'affichage (le HMD, les grands écrans ou écrans de bureau), le type de contenu (le niveau d'immersion, le réalisme graphique ou l'angle du champ de vision), ainsi que le design, c'est-à-dire la conception réaliste des environnements (Chandra et al., 2022).

Les données rapportent que 20 à 80% des utilisateurs ont déjà ressenti du cybermalaise ou de l'inconfort au moins une fois. Il est donc crucial de réduire ces effets et d'améliorer l'utilisabilité des environnements virtuels pour que les applications de RV soient plus largement acceptées. Les développeurs d'environnements de RV tentent alors d'améliorer la convivialité des environnements virtuels en intégrant des mouvements réalistes et non brusques, en ajoutant des repères visuels fixes et en concevant des sessions courtes avec une possibilité de pause ou de reprise. Il est également conseillé à l'utilisateur de privilégier des sessions courtes, d'éviter la chaleur excessive et l'usage en cas de maladie ou maux de tête (Chandra et al., 2022).

Malgré ces effets indésirables, la RV présente plusieurs avantages, notamment pour les enfants, qui se montrent de plus en plus familiers avec les technologies immersives (Ahmadpour et al., 2020). Ces dernières leur permettent un apprentissage ludique (Yamada-Rice et al., 2017), un meilleur engagement et une motivation marquée (Bioulac et al., 2018).

4.5 Attractivité de la réalité virtuelle pour les enfants

Les enfants manifestent un intérêt grandissant pour les technologies virtuelles, bien que les effets de la RV restent encore peu explorés dans cette population. Aux États-Unis, plus de la moitié des enfants âgés entre 8 et 15 ans ont déjà entendu parler de la RV. Dans l'étude de Yamada-Rice et al. (2017) ils montrent un engagement élevé et une certaine déception à l'issue des sessions lors des phases d'expérimentation. Ils sont notamment attirés par l'opportunité de réaliser des actions interdites dans la vie réelle, comme allumer un feu virtuel. La RV évoque également des univers qu'ils maîtrisent déjà, tels que les jeux vidéo ou les films 3D, ce qui explique leur motivation supérieure à celle des adultes (Bioulac et al., 2018). Afin de prévenir les effets indésirables, comme les troubles de l'équilibre, il est conseillé de restreindre l'exposition à dix minutes et de s'assurer que l'enfant garde une posture stable (Yamada-Rice et al., 2017).

Aujourd’hui, la RV est de plus en plus utilisée dans le jeu, l’éducation, la formation, mais aussi dans la santé et le bien-être (Yamada-Rice et al., 2017). Face à l’augmentation de l’intérêt et de la sensibilisation des enfants à la technologie virtuelle, il est essentiel de comprendre comment l’exploiter pour maximiser ses bénéfices (Ahmadpour et al. 2020).

4.6 Éléments clés lors de la conception d'un environnement virtuel pour enfants

Ahmadpour et al. (2020) proposent un modèle holistique intégrant trois aspects à considérer pour la création d'environnements de RV afin de réduire l'anxiété et la douleur chez les enfants et les adolescents. Ce modèle unique combine une approche centrée sur l'humain (aspects du produit et aspects de l'expérience) avec une approche médicale (aspects de l'intervention).

Les aspects de l'expérience se réfèrent à un récit personnel défini à travers des interactions, affects et actions. Les aspects du produit concernent les interprétations subjectives de l'utilisateur face au contenu et à la technologie du produit, telles que l'immersion et le sentiment de présence. Ce sont des facteurs clés dans la gestion de la douleur et de l'anxiété dans la RV. Certaines caractéristiques du produit améliorent l'expérience en RV, telles que la façon dont il suscite le plaisir et l'appropriation lors de son utilisation. Cela inclut des aspects comme l'esthétique, le côté ludique, l'aspect aventureux ou encore le sentiment de familiarité. Enfin, les aspects de l'intervention correspondent aux objectifs de santé et aux résultats liés au bien-être de l'utilisateur. La stratégie pour atteindre cet objectif varie d'une simple distraction à l'implication active dans un processus d'auto-régulation (Ahmadpour et al., 2020).

En résumé, les auteurs postulent que la manière dont les utilisateurs perçoivent un produit de RV, associée à l'expérience et aux sentiments qu'il génère, nuance les objectifs d'intervention pour contrôler la douleur ou l'anxiété.

En raison de l'absence de lignes directrices claires pour la conception d'applications de RV efficaces dans le contexte pédiatrique, les propositions de futures interventions de RV devraient favoriser l'acquisition de compétences. Celles-ci sont caractérisées par un feedback dynamique et par des qualités d'expérience et de produit qui permettent aux enfants d'être actifs dans la gestion de leurs propres soins (Ahmadpour et al., 2020). En effet, la RV montre aujourd'hui un potentiel thérapeutique croissant, tant en santé mentale pédiatrique qu'auprès d'enfants sourds ou malentendants.

4.7 Apport de la réalité virtuelle en santé mentale

Initialement conçue à des fins de divertissement (Arane et al., 2017), le progrès a rendu possible l'utilisation de la RV dans le traitement des troubles de santé mentale et dans

l'éducation aux soins de santé (Servotte et al., 2020). En effet, la RV permet de réaliser des actions impossibles dans le monde réel, ouvrant la voie à des stratégies thérapeutiques innovantes (Geraets et al., 2021). D'abord adoptée pour traiter les phobies (Roy, 2001), elle permet à présent de traiter les troubles obsessionnels compulsifs, le trouble de stress post-traumatique, les troubles paniques et les troubles de l'anxiété sociale en proposant une thérapie par exposition (Carl et al., 2018). Cette méthode vise à réduire les symptômes par habituation à la suite d'une exposition répétée au stimulus redouté (Kothgassner & Felnhofer, 2020). Au vu de sa simplicité d'utilisation, les patients préfèrent généralement bénéficier de la thérapie par exposition en RV (TERV) (Carl et al., 2018) qui se présente comme une nouvelle approche prometteuse fondée sur des données probantes (Ahmadpour et al., 2020).

Par ailleurs, la RV est également de plus de plus mobilisée dans le contexte médical. Elle permet aux professionnels de s'exercer à des gestes techniques, parfois rares ou d'urgence, difficilement réalisables dans un cadre institutionnel. Elle permet ainsi de diminuer la douleur ainsi que la médication chez les patients. Bien qu'elle doive encore être démocratisée dans ce contexte, la RV suscite un réel intérêt en tant que méthode alternative dans les pratiques cliniques (Amber et al., 2021).

Dans le contexte pédiatrique, la RV représente une intervention non pharmacologique efficace pour gérer l'anxiété et la douleur lors de traitements médicaux car l'attention de l'enfant est détournée des stimuli douloureux (Ahmadpour et al., 2020). Les résultats obtenus sont encourageants et les outils de RV apparaissent alors comme précieux dans la prise en charge pédiatrique. Cependant, davantage de recherches sont nécessaires afin de vérifier d'une part, son utilisation auprès des enfants et des adolescents (Kothgassner & Flenhofer, 2020), et d'autre part, la généralisation et le transfert des avantages obtenus dans la vie quotidienne (Bioulac et al., 2018). Il reste également à démontrer sa rentabilité et son efficacité auprès des patients ne pouvant pas participer aux thérapies conventionnelles (Bouchard, 2017).

Concernant la population sourde et malentendante, l'utilisation de la RV n'en est qu'à ses débuts. Dans leurs études, Adamo-Villani (2007) et Adamo-Villani et Wright (2007) ont réalisé un projet de recherche intitulé « *SMILE* », auprès d'un échantillon d'enfants entendants et d'enfants sourds âgés de 5 à 10 ans. Les résultats indiquent que le design de l'environnement virtuel était adapté aux enfants sourds (coloré, immersif et inspiré de références visuelles familiaires) et que la langue des signes américaine (ASL) était globalement bien perçue. Cependant, seule une minorité des participants étaient des enfants sourds signants. De futures

recherches sont donc indispensables afin d'étudier l'utilisation et l'efficacité de la RV chez les enfants malentendants ou sourds.

En résumé, malgré quelques lacunes au sein de la recherche, la RV apparaît comme un outil potentiellement révolutionnaire pour le traitement des troubles mentaux, tant chez les adultes que chez les enfants. Elle pourrait être graduellement intégrée à la pratique clinique courante au fil des années (Bouchard et al., 2017). De plus, son efficacité dans l'apprentissage de techniques d'autorégulation telles que la relaxation par la respiration profonde (Ahmadpour et al., 2020) ouvre la voie à une utilisation ciblée de la RV comme outil de relaxation. C'est cette dimension que la section suivante va explorer.

4.8 La réalité virtuelle comme outil de relaxation

La RV peut également être utilisée comme un outil de relaxation, aussi bien chez les adultes que chez les enfants. En effet, elle permet à la population générale de se détendre grâce à la visualisation, l'immersion et l'engagement dans des environnements virtuels agréables (Riches et al., 2021). Chez les plus jeunes, elle sollicite leur engagement (Blum et al. 2020) et contribue à réduire leur anxiété en les plongeant entièrement dans un autre monde et en sollicitant plusieurs de leurs sens (Arane et al., 2017).

4.8.1 La réalité virtuelle comme outil de relaxation chez l'adulte

La revue systématique de Riches et al. (2021) a révélé que, chez les adultes, l'exposition à des environnements virtuels calmes et naturels leur permet d'échapper à des situations stressantes, facilitant ainsi la gestion du stress et la relaxation face aux défis de la vie quotidienne. Ces auteurs soulignent la faisabilité, l'acceptabilité et l'efficacité de la RV comme outil de relaxation. En effet, la RV est un outil pratique, abordable et simple d'utilisation, favorisant le bien-être. De plus, les participants perçoivent les interventions de relaxation comme positives et plaisantes et les recommandent.

Par ailleurs, les avancées récentes en matière de HMD ont permis la conception de casques plus légers et confortables, renforçant leur potentiel en tant qu'outils de soutien à la santé mentale. Ainsi, la combinaison des environnements virtuels immersifs, naturels et agréables augmente significativement la relaxation (Riches et al., 2021).

Après avoir démontré ses effets bénéfiques chez les adultes, la RV s'est également révélée prometteuse comme outil de relaxation chez les enfants et adolescents.

4.8.2 *La réalité virtuelle comme outil de relaxation chez les jeunes*

Chez les plus jeunes, l'association de la RV avec des exercices de respiration diaphragmatique a permis d'augmenter leur motivation et leur engagement (Blum et al., 2020) tout en diminuant leur anxiété (Van Rooij et al., 2016). Par exemple, Van Rooij et al., (2016) ont développé un jeu de RV nommé « *Deep* » permettant de contrôler l'anxiété via la respiration profonde et le biofeedback. Ce dernier se présente comme une méthode permettant à l'individu de contrôler volontairement un processus physiologique (ici, sa respiration), et d'induire des modifications bénéfiques. Cela permet une meilleure immersion dans l'environnement virtuel, favorisant ainsi une meilleure concentration et réduisant la divagation mentale, car l'attention du participant est naturellement attirée vers l'environnement attrayant. Expérimentant de meilleures expériences immersives, l'utilisateur est alors motivé à pratiquer régulièrement le contrôle de sa respiration (Lan et al., 2021).

Par ailleurs, l'intégration du biofeedback montre des conséquences positives telles qu'une expérience satisfaisante, une prise de conscience sur la respiration permettant de promouvoir la respiration diaphragmatique lente en RV. Ainsi, ces méthodes innovantes sont peu coûteuses, non intrusives, faciles à utiliser et efficaces afin d'optimiser la concentration sur la respiration (Blum et al., 2020), contribuant ainsi à améliorer la relaxation chez les jeunes.

Ces effets positifs sur la relaxation s'accompagnent d'un ensemble d'avantages spécifiques à l'utilisation de la RV chez les enfants et adolescents, renforçant son potentiel thérapeutique.

4.8.3 *Les avantages d'utilisation de la RV chez les jeunes*

L'utilisation de la RV chez les enfants et adolescents, bien que récente, comporte de nombreux avantages. Elle offre notamment une immersion dans un environnement contrôlé et réaliste, ainsi qu'une dimension écologique qui mime des fonctions de la vie quotidienne favorisant une meilleure participation des sujets. Elle est également un outil d'aide à la prise en charge ou à l'évaluation de pathologies spécifiques. Par ailleurs, l'intérêt des jeunes pour les jeux vidéo sur ordinateur ou console accroît leur motivation et leur engagement surtout qu'ils ne ressentent pas ou peu d'effets secondaires comme le cybermalaise (Bioulac et al., 2018). Par conséquent, tous ces éléments permettent d'augmenter leur intérêt pour les exercices de respiration (Lan et al., 2021). Malgré les résultats encourageants, la recherche scientifique reste limitée et doit approfondir l'élaboration d'applications de RV efficaces pour accompagner les patients dans le contexte pédiatrique (Bioulac et al., 2018 ; Ahmadpour et al., 2020).

La prévalence croissante des troubles auditifs chez les enfants a un impact important sur leur qualité de vie (Hogan et al., 2011), avec une augmentation des troubles émotionnels (Overgaard et al., 2021), tels que le stress et l'anxiété. Face à ces défis, les techniques de relaxation, en particulier la respiration diaphragmatique, jouent un rôle essentiel dans la régulation émotionnelle et la promotion du bien-être (Pandey et al., 2018). La réalité virtuelle, en tant qu'outil interactif et immersif, offre une alternative innovante pour encourager ces pratiques, notamment via des exercices de respiration profonde (Lan et al., 2021). Bien que prometteuse, son utilisation thérapeutique chez les enfants sourds et malentendants demeure peu explorée (Adamo-Villani, 2007). C'est dans ce contexte que l'étude qui suit cherche à évaluer l'applicabilité et l'utilité d'un environnement virtuel relaxant destiné à cette population spécifique, afin d'en mesurer l'impact sur l'anxiété et la satisfaction des utilisateurs. La question de recherche peut être formulée de cette manière : « Un exercice de respiration abdominal en réalité virtuelle est-il applicable et utile chez les enfants souffrant d'une déficience auditive ? »

5. Question de recherche et hypothèses

Dans cette étude, la question de recherche est la suivante : « Un exercice de respiration abdominale en réalité virtuelle est-il applicable et utile chez les enfants souffrant d'une déficience auditive ? »

Hypothèses

Dans cette étude, nous tenterons de valider les hypothèses suivantes :

H1 : l'environnement virtuel « forêt » n'entraîne pas de symptômes de cybermalaise, tels que des maux de tête, des vertiges, des nausées (Bioulac et al., 2018) ou encore de l'inconfort ou du malaise (Servotte et al., 2022).

H2 : l'environnement virtuel « forêt » entraîne un niveau adéquat de sentiment de présence.

H3 : les enfants voient l'outil de réalité virtuelle et son environnement « forêt » comme satisfaisants en termes de produit, d'intervention et d'expérience, selon le modèle d'Ahmadpour et al. (2020).

H4 : l'environnement virtuel « forêt » permet aux enfants présentant une déficience auditive d'expérimenter un état de relaxation plus élevé après immersion, mesuré par une diminution du niveau d'anxiété état.

6. Méthodologie

6.1 L'échantillon

L'échantillon total se compose de sept enfants âgés de 8 à 15 ans dont la moyenne d'âge est de 12.1 ($ET = 2.27$). Plus spécifiquement, l'échantillon se compose de trois garçons avec une moyenne d'âge de 11.3 ($ET = 3.06$) et de quatre filles avec une moyenne d'âge de 12.8 ($ET = 1.71$).

6.1.1 *Les critères d'inclusion et d'exclusion*

D'une part, deux critères d'inclusion étaient requis : être âgé entre 7 et 16 ans et présenter une déficience auditive. D'autre part, compte tenu des contre-indications à l'utilisation de la réalité virtuelle, telles que de graves problèmes médicaux (Roy, 2001), si un enfant montrait une déficience cognitive ($QI < 70$), des crises d'épilepsie ou un problème visuel, il était exclu de l'étude.

6.1.2 *Les considérations éthiques*

L'accord du Comité éthique de la faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'éducation (FPLSE) a été adressé le 20/12/2024.

Concernant la procédure, les parents ont reçu une lettre d'information et de consentement via leur enfant. Dans cette lettre d'information se trouvait une description détaillée de l'objectif et de la nature de l'étude, c'est-à-dire la durée, le lieu et les méthodes. Ils ont également eu l'occasion d'obtenir des informations supplémentaires par rapport à leurs potentiels questionnements. Les parents ont dû remplir et signer le formulaire de consentement et rendaient leur accord/désaccord dans une enveloppe fermée à destination du chercheur. Une fois la réponse positive obtenue, ces derniers ont été contactés afin de fixer un rendez-vous à l'enfant au Centre Médical d'Audiophonologie de Montegnée (CMAP). Parents et enfants ont été informés sur plusieurs points importants : leur participation est volontaire, ils ont le droit de se retirer de l'étude à n'importe quel moment, sans devoir se justifier et sans que cela ne cause de préjudice à personne. De plus, une explication des potentiels effets secondaires a été donnée, tels que des maux de tête, nausées (Bioulac et al., 2018) ou encore de l'inconfort et du malaise (Servotte et al., 2022). Ils étaient également informés de la présence d'une assurance en cas de dommages suite à la participation à cette étude clinique.

L'attribution d'un code pour chaque participant a permis de rassurer parents et enfants quant à la question de la confidentialité. Les données anonymisées sont conservées indéfiniment à

condition que la clef de codage (reliant les données de recherche aux données à caractère personnel) soit détruite. Les données à caractère personnel ne sont, elles, conservées que le temps utile à la réalisation de l'étude visée, c'est-à-dire pour un maximum de 2 ans et dans un endroit sécurisé différent des données codées (armoire sous clé et/ou disque dur). Les feuilles de consentement ainsi que le listing des participants se situent à des endroits différents des questionnaires. L'accès aux données anonymisées n'était donné qu'aux étudiants et au chercheur responsable afin de réaliser des analyses statistiques. Aucune photocopie des données n'a été opérée.

6.1.3 La procédure de recrutement

Le recrutement s'est déroulé sur base volontaire au Centre Médical d'Audiophonologie de Montegnée (CMAP), via un folder distribué aux enfants (Annexe 1). Nous avons contacté la directrice de l'institution afin de lui expliquer l'étude et son déroulement (Annexe 2). Après avoir obtenu son accord, un formulaire d'informations et une lettre de consentement éclairé ont été transmis aux parents via leur enfant et la psychologue de l'institution (Annexe 3, 4). Les parents avaient tous accès à la lecture et étaient, pour la plupart, entendants. Les enfants ont également reçu un formulaire d'information et de consentement (Annexe 5). Dans le cas où un participant (parents et/ou enfants) non entendant souhaitait poser des questions à la responsable de recherche, celle-ci était assistée par une interprète du centre. Aucune rémunération n'était attribuée suite à la participation à cette étude.

6.2 Procédure

Le recrutement a débuté au début du mois d'avril 2025 et la réalisation des testings a été effectuée du 27 mai 2025 au 24 juin 2025 au sein du CMAP. Chaque enfant a été vu une fois, pour une durée totale d'environ cinquante minutes.

Les participants ont complété une série de questionnaires en phase de pré-test, en présence de la psychologue du Centre, dont le rôle était de faciliter la communication via la langue des signes. Ensuite, ils étaient immergés dans un environnement virtuel intitulé « forêt » dont l'objectif était d'induire un état de relaxation, grâce à une image virtuelle qui permettait de réguler le rythme respiratoire. À l'issue de cette immersion, les participants ont complété une autre batterie de questionnaires. Le protocole d'une séance type se trouve dans l'annexe 6.

6.3 Environnements de réalité virtuelle

6.3.1 *Matériel de réalité virtuelle*

Nous avons utilisé pour cette étude un casque de réalité virtuelle appelé l’Oculus Quest 2. Appelé en anglais « *Head mounted display* », ce casque permet au participant d’explorer l’environnement en trois dimensions (Laboratoire de cyberpsychologie de l’UQO, s. d.). C’est un outil autonome qui n’a pas besoin d’être connecté à un ordinateur durant la participation.

6.3.2 *Description de l’environnement virtuel*

L’environnement virtuel « forêt » utilisé dans cette étude a été développé par l’équipe HEC VR lab de Liège. Le modèle holistique de Ahmadpour et al. (2020) a servi de base à la conception de cet environnement. Les trois composantes de ce modèle sont : le produit, c’est-à-dire les perceptions subjectives de l’utilisateur concernant le contenu et la technologie de ce produit. Ensuite, l’expérience concerne le récit personnel et les émotions du participant. Enfin, l’intervention désigne les objectifs et résultats en matière de bien-être. Dans notre étude, le participant fait l’expérience d’une auto-régulation active par le biais d’exercices de respiration.

Afin d’accentuer le sentiment de présence, divers stimuli visuels sont utilisés, tels que des couleurs variées, des éléments fantastiques ou des animaux. Par ailleurs, l’utilisation d’un compagnon de jeu (ici, le renard), fournit une motivation à participer et améliore le sentiment de bien-être chez les participants (Ahmadpour et al., 2020).

L’expérience dans cet environnement se présente comme suit : l’enfant se trouve à bord d’une barque et descend le long d’une rivière. Sur le devant de la barque se trouve un renard, qui est couché ou qui explore le paysage. Le participant est apparent « comme s’il y était », mais il ne voit pas son corps. Les paysages sont diversifiés. Il s’aventure à travers la forêt magique (Figure 1), la région de cascades (Figure 2), le saule pleureur enchanté (Figure 3), le village champignon (Figure 4), la prairie aux carottes géantes (Figure 5) et enfin, l’arrivée à la maison (Figure 6). En haut à gauche, une fée se manifeste et guide le sujet à travers des exercices de relaxation, comme respirer en fonction de la fréquence des battements de ses ailes. Ainsi, il inspirera à l’ouverture de celles-ci pendant deux secondes, suivi d’une pause d’une seconde et expirera lorsqu’elles se refermeront pendant quatre secondes, terminant par une seconde de pause. Au cours de l’expérience, la barque réalisera trois arrêts, laissant la fée suggérer cet exercice. L’intervention prendra fin au bout de dix minutes.

Des modifications ont été apportées à l’environnement original afin qu’il soit adapté à la population sourde et malentendant. En effet, la fée s’exprime grâce à la langue des signes, qui

a été ajouté minutieusement par-dessus le son audio original. Elle est placée davantage en avant plan près de la barque, la couleur de sa robe a été assombrie et elle porte des gants blancs, permettant une meilleure concentration et compréhension de la part des enfants. La couleur des ailes a également été modifiée. Par ailleurs, les expressions de son visage ont été adaptées dans la mesure du possible.



Figure 1 - La forêt magique



Figure 4 - Le village champignon



Figure 2 - Les cascades



Figure 5 - La prairie aux carottes géantes



Figure 3 - Le saule pleureur enchanté



Figure 6 - L'arrivée à la maison

6.4 Outils de mesure

Ci-après se trouve une description détaillée de chacun des questionnaires auto-administrés. Il est à noter que chaque item de ces différents questionnaires a été traduit en langue des signes par la clinicienne du CMAP.

6.4.1 Questionnaire sociodémographique

Le questionnaire sociodémographique contient des informations personnelles telles que l'âge ou le sexe (Annexe 7). L'année de scolarité, spécialisée ou non, est également demandée. D'une part, il y a des questions concernant la surdité de l'enfant, comme le degré de surdité (de légère à profonde), le type d'aide auditive (appareil conventionnel, implant cochléaire, aucun), la modalité de communication (orale, signée, les deux) ainsi que la langue parlée à la maison. D'autre part, il y a des questions en rapport avec les antécédents médicaux et les troubles associés (trouble de l'apprentissage, autisme) ainsi que les différents suivis potentiels (logopédique pour cause de surdité, psychologique). De plus, chaque enfant recevra un code retranscrit sur ce questionnaire, contribuant à leur anonymat.

6.4.2 State-Trait Anxiety Inventory for Children (STAIC) de Spielberger et al., (1973)

Le *State-Trait Anxiety Inventory for Children* comprend une échelle d'anxiété état (STAIC S-Anxiety) qui indique comment les enfants se sentent à un moment précis, grâce à vingt items, et une échelle d'anxiété trait (STAIC T-Anxiety) qui indique comment ils se sentent généralement, composée également de vingt items (Spielberger et al., 1973). Chacune se complète grâce à une échelle de Likert à trois points (1 pour « très calme », 2 pour « calme » et 3 pour « pas calme »). Dans cette étude, nous considérons uniquement l'échelle d'anxiété état qui a été auto-évaluée avant et après l'immersion (Annexe 8). Plus le score final est élevé et plus la situation/l'événement est vécu.e comme anxiogène. Il a été adapté en canadien-français par Gauthier & Bouchard (1993) et les résultats ont démontré une validité de construit et une fiabilité similaires à celles de l'outil original (APA PsychNet, s. d.). La nouvelle version 1.5 datant de novembre 2021 a permis quelques ajustements de traduction par rapport à celle proposée par Gauthier et Bouchard (1993). En effet, certains mots moins connus et moins utilisés ont été remplacés par d'autres plus compréhensibles (*(STAI-Y) Questionnaires Anxiété État et Trait de Spielberger | Pdf Remplissable*, s. d.).

6.4.3 Facial Affective Scale de McGrath et al., (1996)

La *Facial Affective Scale* a été utilisée dans cette étude pour déterminer le niveau d'anxiété état des participants avant et après l'immersion. Elle se compose de neuf dessins de visages

représentant des degrés d'inconfort que les enfants devaient entourer selon leur état d'esprit du moment (Annexe 9). Elle se mesure grâce à une échelle de Likert à 9 points, allant de 1 (« pas anxieux ») à 9 (« très anxieux »). Plus le score est élevé et plus l'enfant ressent de l'anxiété. McGrath et al. (1996) ont initialement validé la FAS dans un essai clinique auprès de 104 enfants âgés de 5 à 16 ans. Ils ont démontré sa validité discriminante pour évaluer l'affect lié à la douleur. Une adaptation espagnole a proposé des versions abrégées de la FAS, à 3 et 5 visages, destinées à mesurer l'anxiété chez l'enfant. Cette étude a confirmé que la version originale à 9 visages permet de représenter de manière fiable les émotions négatives de l'enfant (Quiles et al., 2013).

6.4.4 *Simulator Sickness Questionnaire for Children* (St-Jacques, 2007)

Le questionnaire *Simulator Sickness Questionnaire for Children* a été utilisé (Annexe 10). Il comporte 10 items extraits du *Simulator Sickness Questionnaire* de Kennedy et ses collègues (1993) et du *Children Simulator Sickness Questionnaire* de Rizzo et ses collègues (2002). Ils sont tous les deux couramment employés dans le cadre de traitements dans un environnement virtuel (St-Jacques, 2007).

Étant donné que les symptômes de cybermalaise peuvent apparaître pendant ou après l'immersion (Bioulac et al., 2018), les enfants ont répondu à ce questionnaire avant et après l'expérience. Il évalue, grâce à une échelle de Likert à trois points (0 pour « non », 1 pour « un peu » et 2 pour « beaucoup »), à quel point l'enfant ressent des symptômes de cybermalaise, causés par son immersion en RV. Plus le score est élevé et plus l'enfant ressent des symptômes de cybermalaise. Un onzième item est présent sous forme de question ouverte (« Ressens-tu d'autres symptômes que je n'ai pas nommés ? Si oui, peux-tu me les dire ? »).

Les propriétés psychométriques de ce questionnaire ont été établies. De plus, la version française présente un coefficient alpha de Cronbach de .84 ($N = 326$) et la version destinée aux enfants a été validée (St-Jacques, 2007).

6.4.5 *Questionnaire on the Sense of Presence of Gatineau Presence Questionnaire*

Nous nous sommes basés sur le questionnaire développé par le laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO qui évalue le sentiment d'être présent dans l'environnement virtuel et nous l'avons adapté pour notre population d'enfants (Annexe 11). Il est donc composé de 16 items et d'une échelle de Likert à 5 points (0 pour « pas du tout d'accord » jusqu'à 4 pour « tout à fait d'accord »). Plus le score est élevé et plus l'enfant rapporte un fort sentiment d'être présent

lors de son immersion. Ce questionnaire adapté ne présente pas encore de moyenne de référence à part les données évoquées lors de sa validation (Vinsous et al., 2025).

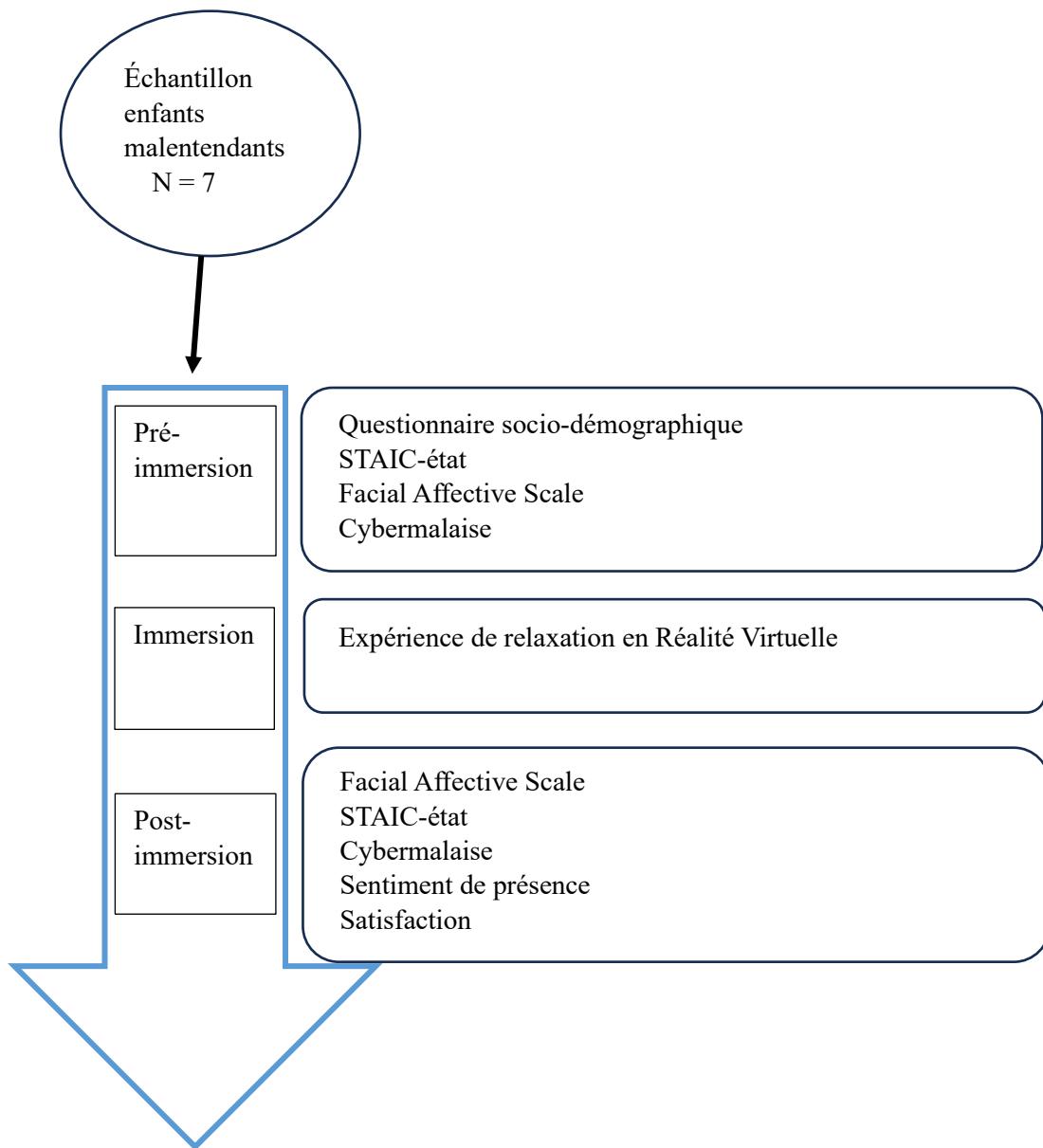
6.4.6 Questionnaire de satisfaction

Le questionnaire de satisfaction a été créé sur la base du modèle holistique à trois composantes d’Ahmadpour et al. (2020) (Annexe 12). Il permet d’apprécier la satisfaction du sujet concernant son expérience, le produit et l’intervention concernant la réalité virtuelle. Le sujet répond à onze questions, selon une échelle de Likert à 4 points : « pas du tout » (0 point), « un peu » (1 point), « moyennement » (2 points), et « beaucoup » (3 points). Trois items concernent le matériel (l’outil) (confort, attrait, esthétique), trois autres l’expérience (émotion positive, relaxation, ennui), et les cinq derniers la tâche (l’intervention) (compréhension, facilité, utilité). Concernant la communication via la fée, deux sous-items ont été ajoutés afin d’obtenir des données sur la langue signée (« via ses signes » / « sans ses signes »). Plus le score est élevé et plus l’enfant se montre satisfait de son expérience. De plus, des réponses dichotomiques (« oui » / « non ») ou plus longues sont attendues selon les questions, mais le participant n’est pas dans l’obligation d’y répondre.

La figure 7 est une représentation schématique du protocole d’évaluation.

Figure 7

Représentation schématique du protocole d'évaluation



6.5 Analyse statistique

Les résultats de cette recherche ont principalement été analysés à l'aide de statistiques descriptives et d'analyses qualitatives. Les données sociodémographiques des participants ont été examinées avec des statistiques descriptives, complétées par des analyses qualitatives, lorsque cela s'avérait pertinent. Certaines réponses aux items du questionnaire de satisfaction ont également fait l'objet d'analyses qualitatives.

La normalité des distributions des scores aux questionnaires d'anxiété-état (STAIC-état), de cybermalaise et de la Facial Affective Scale (FAS) a été évaluée à l'aide du test de Shapiro-Wilk ($p < .05$). Les variables FAS et STAIC-état présentaient une distribution normale, tandis que la variable cybermalaise s'écartait de la normalité (Annexe 13-14-15).

Afin d'évaluer l'acceptabilité et la faisabilité de l'environnement virtuel « forêt », plusieurs variables ont été considérées : le sentiment de présence, le cybermalaise et la satisfaction. Le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon a été utilisé pour comparer les scores moyens en pré-test et post-test pour le questionnaire de cybermalaise. Par ailleurs, pour évaluer l'efficacité de l'outil, les scores aux questionnaires STAIC-état et FAS ont été comparés à l'aide de tests t de Student pour échantillons appariés.

Le seuil de signification statistique retenu pour toutes les analyses était fixé à $p = .05$.

Ces analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel Jamovi (version 2.3.28.0).

7. Résultats

7.1 Données démographiques

L'échantillon est composé de 7 enfants ($n = 7$) âgés de 8 à 15 ans, avec une moyenne d'âge de 12.1 ($ET = 2.27$). Quatre participants (57.1%) sont de sexe féminin et trois sont de sexe masculin (42.9%). Ils sont scolarisés dans l'enseignement primaire ou secondaire, ordinaire et/ou spécialisé. Dans l'enseignement spécialisé, ils sont répartis dans des classes de langage de niveaux différents, avec des niveaux de maturité variés. Le degré de surdité est moyen pour trois participants (42.9%) et profond pour quatre autres (57.1%), avec un cas de surdité moyenne à l'oreille droite et profonde à l'oreille gauche. Concernant l'aide auditive, plusieurs types d'appareillage sont utilisés, tel que l'implant cochléaire (IC) ou l'appareil conventionnel auditif (ACA). La modalité de communication est principalement orale ($n = 4$, 57.1%) mais peut également être signée ($n = 1$, 14.3%), voire les deux ($n = 2$, 28.6%). La langue parlée à la maison est le plus souvent le français seul ($n = 4$, 57.1%), parfois combinée à l'arabe ($n = 2$, 28.6%) ou exclusivement le turc ($n = 1$, 14.3%).

Tous les participants bénéficient d'un suivi logopédique (100%) et trois d'entre eux font l'objet d'un suivi psychologique (42.9%) pour des difficultés telles que de l'anxiété, l'identité familiale, des trouble attentionnels ou encore des fonctions exécutives (inhibition, organisation, planification).

Concernant les antécédents médicaux et les troubles associés, un enfant est né grand prématuré, présente un trouble de l'attention avec hyperactivité et fait l'objet d'une évaluation en cours pour un trouble du spectre de l'autisme. Un autre enfant présente un mutisme sélectif à l'école, un syndrome de Stickler, une anxiété sociale et des difficultés d'élaboration du langage. Un troisième enfant montre un trouble exécutif, avec des suspicions de difficultés praxiques.

Le tableau 1 présente l'ensemble des données sociodémographiques de l'échantillon.

Tableau 1*Données sociodémographiques de l'échantillon*

| Variable | Modalités / Valeurs | n | % | Statistique(s) |
|--|--|----------------------------|---|---------------------|
| Âge (en années) | 8 (1), 11 (1), 12 (2), 13 (1), 14 (1), 15 (1) | 7 | | M = 12.1, ET = 2.27 |
| Sexe | Garçons Filles | 3 4 | 42.9 57.1 | |
| Année scolaire | 1ère secondaire générale P6 ordinaire P2 ordinaire-spécialisée ILV4 maturité 2 ILV 3 P5 ordinaire | 1 1 1 2 1 1 | 14.3 14.3 14.3 28.6 14.3 14.3 | |
| Degré de surdité (1 : légère → 4 : profonde) | 2 : Moyenne 4 : Profonde | 3 4 | 42.9 (Avec un cas asymétrique 2(D), 4(G)) 57.1 | |
| Type d'aide auditive (1 : IC, 2 : ACA) | 1 (D) – 1 (G) 2 (D) – 2 (G) 1 (D) – 2 (G) 2 (D) – 1 (G) | 3 2 1 1 | 42.9 28.6 14.3 14.3 | |
| Modalité de communication | 1 : Orale 2 : Signée 3 : Orale et signée | 4 1 2 | 57.1 14.3 28.6 | |
| Langue parlée à la maison | Français Français - Arabe Turc | 4 2 1 | 57.1 28.6 14.3 | |
| Suivi psychologique | Oui Non | 3 4 | 42.9 57.1 | |
| Suivi de logopédie | Oui Non | 7 0 | 100 0 | |

Note. M = moyenne, ET = écart-type. IC = implant cochléaire, ACA = appareil conventionnel auditif. D = droite, G = gauche. ILV = intégration en milieu de vie. P = primaire.

7.2 Acceptabilité et faisabilité

7.2.1 Participation

Afin de recruter les participants, des folders d'information ont été initialement distribués au CMAP auprès des parents. Cette méthode ne suscitant aucune réponse, des courriels ont alors été envoyés mais ceux-ci ont également généré peu de retours. Ce sont les contacts directs (une dizaine) avec les parents, croisés dans les couloirs, rencontrés sur rendez-vous ou via l'application de communication de l'école en collaboration avec les enseignants, qui se sont révélés les plus efficaces. Cela a permis aux familles de s'engager plus facilement, notamment grâce à la possibilité de traduire le contenu des documents dans leur langue maternelle. Chez les enfants plus âgés, le fait de leur présenter le casque et de leur expliquer le déroulement de l'exercice a contribué à renforcer leur motivation à participer. Au total, sur environ quarante-cinq familles contactées, huit enfants ont accepté de participer à l'étude (17.8%). Toutefois,

seulement sept d'entre eux ont pris part à l'expérience (15.6%), le huitième présentant un taux élevé d'absentéisme, cela aurait compromis le calendrier de collecte de données.

7.2.2 Arrêt en cours de route

Aucun enfant ne s'est retiré de l'étude après avoir donné son consentement, ni avant ni pendant l'expérimentation.

7.2.3 Satisfaction

Le score moyen de satisfaction globale de l'échantillon est de $M = 25.0$ ($ET = 5.74$), ce qui correspond à un ratio de 0.76 par rapport au score maximal de 33.

Le questionnaire de satisfaction a examiné trois aspects : le produit, l'expérience et l'intervention. Le produit et l'expérience ont été évalués grâce à trois items alors que l'intervention a été évaluée grâce à cinq items, le deuxième item étant subdivisé en 2a et 2b.

Concernant l'aspect produit, le score moyen est de 7.71 ($ET = 1.25$), ce qui correspond à un ratio de 0.86 par rapport au score maximal possible de 9.

Le score moyen pour l'aspect expérience est de 7.86 ($ET = 1.21$), ce qui correspond à un ratio de 0.87 par rapport au score maximal de 9.

Le score moyen pour l'aspect intervention est de 9.43 ($ET = 3.82$), ce qui correspond à un ratio de 0.63 par rapport au score maximal de 15.

Les résultats de l'item 10 : « proposerais-tu à d'autres enfants de l'hôpital d'essayer cette technologie pour se détendre ? » indiquent que 6 participants (85.7%) ont répondu positivement, tandis qu'un enfant n'a pas répondu malgré plusieurs explications de la clinicienne (14.3%). Les résultats de l'item 11 : « voudrais-tu réutiliser cette technologie si tu devais rester plus longtemps à l'hôpital ? » indiquent que 100% des enfants interrogés ($n = 7$) ont répondu positivement.

Concernant la première question ouverte : « y a-t-il des choses que tu as beaucoup aimées ? », deux d'entre eux (28.6%) ont déclaré avoir aimé le paysage dans sa globalité. Le premier a également apprécié respirer affirmant se sentir moins stressé. Le deuxième a précisément aimé l'endroit dans lequel il se trouvait. Un troisième enfant a aimé regarder les images (14.3%). Deux autres enfants ont apprécié la réalité virtuelle ou l'aspect virtuel de l'expérience (28.6%). Un autre a spécifiquement aimé certains éléments tels qu'un bateau ou la rivière (14.3%). Un dernier enfant a rapporté avoir tout aimé (14.3%).

Pour la deuxième question ouverte : « y a-t-il des choses que tu as moins aimées ? », un d'entre eux a déclaré ne pas avoir aimé les animaux dans la scène (14.3%). Un autre a signalé la difficulté à comprendre tous les mots et certains signes perçus comme compliqués (14.3%). L'enfant qui avait aimé le bateau et la rivière a rapporté ne pas avoir apprécié la forêt (14.3%). Un dernier enfant a déclaré qu'il n'y avait rien qu'il n'avait pas aimé (14.3%). Les trois enfants restants n'ont pas répondu à cette question (42.9%).

La troisième question ouverte était : « y a-t-il quelque chose que tu voudrais changer dans ce système de réalité virtuelle ? ». Un enfant a suggéré d'améliorer le mouvement des personnages (14.3%), un autre souhaiterait simplifier certains mots (14.3%) tandis qu'un troisième a mentionné vouloir clarifier les signes perçus comme peu compréhensibles (14.3%). Enfin, un enfant a émis le désir de pouvoir accomplir d'autres types d'exercices (boxe, conduite de voiture, piloter un avion) et de voir davantage de bâtiments, tels que des magasins, une église, des maisons ou des mosquées (14.3%). Les trois enfants restants n'ont pas répondu à cette question (42.9%).

La quatrième question s'intitulait : « as-tu ressenti d'autres sentiments pendant que tu utilisais ce système de réalité virtuelle ? ». Un enfant a indiqué s'être senti « un peu drôle » (14.3%), un autre a rapporté être « content » (14.3%). Un enfant a déclaré s'être senti « super apaisé » (14.3%), un autre, « heureux, calme et détendu » (14.3%). Les trois derniers enfants n'ont pas répondu à cette question (42.9%).

La dernière question était : « veux-tu nous dire autre chose ? ». Un d'entre eux (14.3%) a évoqué son désir d'ajouter des bonbons, des gens qui nagent, piquent-niquent ou courrent. Il a également exprimé le souhait que les poissons passent au-dessus de lui et de pouvoir voir ses mains. Un autre enfant, bien qu'il ne l'ait pas spécifié dans cette question, a également été perturbé par l'absence de représentation de ses mains (14.3%). Enfin, un enfant souhaiterait que des sous-titres soient ajoutés (14.3%). Les autres enfants n'ont pas répondu à cette question (57.1%).

7.2.4 *Cybermalaise*

L'échantillon présente un score moyen de cybermalaise avant l'immersion de 0.86 ($ET = .90$), identique à celui mesuré après l'immersion ($M = 0.86$, $ET = 1.07$) qui peut être comparé à celui rapporté par St-Jacques (2007), dans une étude menée auprès de 14 participants, où une moyenne de 3.83 ($ET = 2.41$), avait été révélée. Le score de notre échantillon se situe ainsi à 1.23 écart-type en dessous de cette moyenne.

Un test t pour échantillons appariés a été effectué afin de comparer les scores de cybermalaise avant et après l'immersion. L'hypothèse de normalité de la distribution étant violée (test de Shapiro-Wilk, $p < .05$), le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon a été appliqué. Les résultats indiquent une différence non significative entre les scores en pré-test ($M = 0.86$) et post-test ($M = 0.86$), $W(6) = 3.00$, $p = 1.00$. La taille de l'effet est nulle, avec une corrélation entre rangs bisériés de 0.00.

7.2.5 *Sentiment de présence*

Un enfant n'a pas complété ce questionnaire en raison de difficultés de compréhension malgré l'aide de la clinicienne, ce qui a généré une valeur manquante sur les 16 items. Ainsi, les statistiques descriptives pour les items 1 à 16 sont calculées sur un échantillon de $n = 6$. Le score moyen s'élève à $M = 36.2$ ($ET = 17.1$), et peut être comparé à celui rapporté lors de la validation du questionnaire (Vinsous et al., 2025), menée auprès de 325 participants ($M = 39.57$, $ET = 14.54$). La moyenne observée se situe ainsi à 0.23 écart-type en dessous de cette moyenne de référence.

7.3 Efficacité

7.3.1 *Facial Affective Scale*

La moyenne et l'écart-type de l'échantillon sont de $M = 2.43$, $ET = 1.81$ en pré-test et de $M = 1.57$, $ET = 0.79$ en post-test.

Un test t pour échantillons appariés a été effectué afin d'examiner les différences entre les scores moyens au pré-test et au post-test. L'analyse de la normalité n'indique pas de violation des conditions requises ($p > .05$). Les résultats indiquent une différence non significative entre les scores au pré-test ($M = 2.43$) et au post-test ($M = 1.57$), $t(6) = 1.03$, $p = .34$, ce qui indique que les deux moyennes ne diffèrent pas de manière significative. La taille de l'effet est faible avec un d de Cohen de .39.

7.3.2 *STAIC-état*

La moyenne et l'écart-type de l'échantillon sont de $M = 28.90$, $ET = 3.93$ lors du pré-test, et de $M = 25.30$, $ET = 4.19$ lors du post-test.

Un test t pour échantillons appariés a été réalisé afin d'analyser les différences entre les scores moyens au STAIC-état en pré-test ($M = 28.90$, $ET = 3.93$) et en post-test ($M = 25.30$, $ET = 4.19$). Après avoir vérifié que la normalité de la distribution n'était pas violée ($p > .05$), les

résultats révèlent une différence non significative, $t(6) = 2.12$, $p = .08$. Toutefois, la taille de l'effet est considérée comme grande avec un d de Cohen = .80, ce qui est non négligeable.

7.4 Retour de la clinicienne concernant la passation des questionnaires

Certains commentaires émanant de la clinicienne du CMAP, présente lors de la passation des questionnaires et de l'immersion en réalité virtuelle, permettent de mieux comprendre les conditions et les difficultés rencontrées par les enfants ainsi que de contextualiser les résultats chiffrés.

Tout d'abord, la RV constituait une découverte pour la majorité des enfants. Afin d'évaluer plus précisément l'impact de cette expérience, il serait pertinent de la renouveler sur le long terme.

Un des enfants a choisi la version de l'expérience sans langue des signes. Il a regardé ce qu'il se passait visuellement, sans écouter le contenu oral et les exercices ne semblaient pas l'intéresser. Globalement, les enfants ont jugé que les signes réalisés par la fée n'étaient pas toujours clairs. Les entendants semblaient plus satisfaits, tandis que les sourds signants rencontraient davantage de difficultés de compréhension. Un participant a précisé que la compréhension était facilitée lorsque la fée combinait les modalités orales et signées.

Concernant les exercices de respiration profonde, il est compliqué de savoir si les enfants les réalisent. Certains indices peuvent nous aiguiller (posture corporelle, respiration lente, mettre ses mains sur son ventre, se taire pendant les respirations) mais nous n'avons pas de contrôle dessus.

Par ailleurs, les enfants signants ont un langage oral peu développé et un accès limité à l'écrit. Le caractère abstrait des questions a pu constituer un obstacle supplémentaire pour eux, comparativement à leurs pairs entendants. Par exemple, dans le questionnaire STAIC-état, il a fallu expliquer certains termes tels que « troublé » ou « satisfait ». De plus, la langue des signes se veut très visuelle, ne permettant pas toujours de bien expliquer les nuances liées aux questions de même que le second degré n'est pas toujours présent chez les signants. Les enfants éprouvant des incompréhensions ne parvenaient pas toujours à verbaliser ce qui leur posait problème. Pour cela, une nouvelle immersion aurait pu être bénéfique, si cela se prêtait aux objectifs de cette étude.

Plus spécifiquement, l'item 10 du questionnaire de satisfaction : « proposerais-tu à d'autres enfants de l'hôpital d'essayer cette technologie pour se détendre ? » a été perçu comme abstrait

par certains enfants. En effet, l'un deux n'y a pas répondu malgré des explications supplémentaires. Un autre a recommandé l'expérience en répondant « ça dépend s'ils sont malades ». L'item 11, quant à lui, a été modifié afin d'éviter d'évoquer une hospitalisation prolongée. Il a alors été présenté de cette façon : « si on refaisait le projet l'année prochaine, serais-tu d'accord d'y participer à nouveau ? ».

Concernant le questionnaire de présence, il a également été perçu comme difficile à remplir, en particulier par les enfants sourds. Par exemple, un enfant a exprimé son incompréhension, a fini par se braquer et n'y a pas répondu.

L'enfant présentant un mutisme sélectif a vu l'antenne de son implant cochléaire gauche tomber pour le deuxième exercice. Il ne l'a pas remise correctement mais il reste incertain de savoir si cela relevait d'un inconfort négligeable ou d'une hésitation à intervenir. Par ailleurs, un enfant a rencontré des difficultés à positionner le casque de RV à cause de ses lunettes. Après plusieurs ajustements, il a déclaré que cela lui convenait, bien qu'il ne soit pas possible de confirmer qu'il voyait net et qu'il a profité de l'environnement dans son entièreté.

7.5 Analyse clinique individuelle

Afin de compléter l'analyse descriptive globale, un tableau clinique a été réalisé pour présenter les scores individuels de chaque participant à l'ensemble des questionnaires (satisfaction, sentiment de présence, cybermalaise, FAS, STAIC-état). Ces données se trouvent dans le tableau 2. Cela permet de comparer les profils individuels et d'observer les évolutions entre les temps pré et post intervention, lorsque cela est le cas. Cela permet également de croiser les données chiffrées avec les données sociodémographiques des participants.

Tableau 2

Tableau clinique des participants

| Sujet | Produit | Expérience | Intervention | Satisfaction totale (0-33) | Cybermalaise pré (0-20) | Cybermalaise post (0-20) | Présence (0- 64) | FAS pré (1-9) | FAS post (1-9) | STAIC pré (20-60) | STAIC post (20-60) |
|-------|---------|------------|--------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | 8 | 9 | 12 | 29 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 31 | 27 |
| 2 | 9 | 9 | 12 | 30 | 2 | 2 | 37 | 6 | 1 | 30 | 20 |
| 3 | 9 | 9 | 15 | 33 | 0 | 0 | 60 | 1 | 1 | 28 | 20 |
| 4 | 6 | 7 | 6 | 19 | 1 | 2 | 35 | 3 | 2 | 35 | 30 |
| 5 | 8 | 7 | 8 | 23 | 0 | 0 | 16 | 3 | 1 | 30 | 30 |
| 6 | 8 | 6 | 4 | 18 | 0 | 0 | 50 | 1 | 1 | 24 | 26 |
| 7 | 6 | 8 | 9 | 23 | 1 | 2 | 19 | 2 | 2 | 24 | 24 |

Le premier enfant n'a pas répondu au questionnaire du sentiment de présence, mais son score au questionnaire de satisfaction est élevé. L'anxiété mesurée par le STAIC-état diminue

légèrement, mais son score à la FAS augmente. Le cybermalaise disparaît après l'intervention, plus particulièrement la fatigue et la salivation.

Le deuxième enfant montre une forte satisfaction et une diminution marquée de l'anxiété sur le STAIC-état et sur la FAS. Cet enfant étant suivi psychologiquement, notamment pour de l'anxiété, cela illustre un bon bénéfice de l'outil. Le cybermalaise reste stable, sa fatigue ayant disparue mais ses sensations d'étourdissement ayant augmentées lorsque ses yeux sont fermés. La présence perçue est modérée.

Le troisième enfant présente un score de satisfaction le plus élevé avec un fort sentiment de présence. Il présente une amélioration nette du STAIC-état et un score stable à la FAS, qui n'indique pas d'anxiété. Aucun cybermalaise n'est indiqué. L'intervention a semblé particulièrement bénéfique pour lui.

Le quatrième enfant présente un faible score de satisfaction et un niveau modéré de présence, probablement expliqués par son manque de compréhension de certains mots et signes lors de l'immersion. L'anxiété diminue légèrement sur les deux échelles et le cybermalaise augmente, l'enfant se sentant toujours fatigué mais avec un mal de tête en plus après l'intervention. Cela suggère une expérience ambivalente, peut-être liée à l'anxiété sociale préexistante ou à ses difficultés d'élaboration du langage.

Le cinquième enfant montre un profil neutre dans l'ensemble, avec une absence de cybermalaise, une satisfaction moyenne, une stabilité du STAIC-état et une très faible présence qui peut s'expliquer par ses difficultés de compréhension. En effet, cet enfant trouvait les items du questionnaire du sentiment de présence très abstraits. De plus, c'est le seul à présenter une modalité de communication uniquement signée qui lui donne difficilement accès au langage écrit et qui ne lui permet pas toujours de comprendre les nuances liées aux questions. Les scores à la FAS suggèrent une amélioration en post-test.

Le sixième enfant ne présente pas de cybermalaise mais un score élevé au sentiment de présence. Ce dernier s'explique car il a répondu « d'accord » à toutes les dernières questions. Son score de satisfaction est faible, particulièrement sur l'aspect intervention. Il n'a en effet pas montré d'intérêt pour les exercices de respiration et n'a pas conscience qu'il respire. Il montre une légère augmentation de l'anxiété sur le STAIC-état malgré un score stable à la FAS. Cet enfant présente des troubles exécutifs qui pourraient affecter la compréhension ou l'engagement.

Le dernier enfant montre une satisfaction moyenne, un score de présence faible et une augmentation du cybermalaise, se sentant toujours fatigué mais salivant davantage après l'immersion. Ses scores d'anxiété sont stables.

Les enfants présentant une surdité profonde (sujet 1, 2, 5, 6) rapportent des expériences contrastées. Les sujets 1 et 2 utilisent principalement la communication orale et rapportent une satisfaction élevée, tandis que ceux qui communiquent en langue des signes ou en modalité bimodale (sujet 5 et 6), présentent une satisfaction plus faible. Les scores de sentiment de présence varient fortement, sans lien clair avec le degré de surdité. Concernant l'anxiété, les résultats sont hétérogènes, avec des diminutions, augmentations ou des scores stables. Aucun participant ne présente de cybermalaise important.

8. Discussion

Comme évoqué précédemment, les enfants sourds ou malentendants sont davantage exposés au stress que leurs pairs entendants, ce qui peut engendrer diverses conséquences. Pourtant, les études portant sur le stress dans cette population restent limitées (Eschenbeck et al., 2016). Ainsi, la RV apparaît comme un outil possiblement novateur dans le traitement des troubles mentaux (Geraets et al., 2021). En effet, elle pourrait être une solution prometteuse pour évaluer de façon précise la régulation des émotions (Kjaerstad et al., 2022), notamment grâce à la respiration diaphragmatique (Ahmadpour et al., 2020). L'objectif de cette étude était d'examiner l'applicabilité et l'efficacité d'un exercice de respiration profonde en RV auprès d'enfants présentant une déficience auditive.

Dans le but d'évaluer l'applicabilité de notre intervention, plusieurs hypothèses ont été formulées. La première suppose que l'environnement virtuel « forêt » n'induirait pas de symptômes de cybermalaise chez les participants. La deuxième stipule que cet environnement favoriserait un niveau adéquat de sentiment de présence. La troisième hypothèse pose que les enfants rapporteraient un niveau de satisfaction élevé en ce qui concerne le produit, l'intervention et l'expérience. Enfin, afin d'évaluer l'efficacité de l'intervention, une dernière hypothèse suggère que l'environnement virtuel permettrait une réduction de l'anxiété état, en induisant un état de relaxation accru.

Dans le cadre de cette expérimentation, les participants ont été immergés dans un environnement virtuel relaxant développé par l'équipe HEC VR lab de Liège, conçu selon le modèle holistique proposé par Ahmadpour et al. (2020). L'expérience consistait en une traversée d'une forêt sur une barque, guidée par une fée invitant les participants à réaliser un exercice de respiration diaphragmatique, dans le but d'induire un état de relaxation. L'efficacité et l'applicabilité de l'intervention ont été évaluées à l'aide de plusieurs questionnaires tels que le cybermalaise, le sentiment de présence, la satisfaction et l'anxiété état. Le cybermalaise et l'anxiété état ont été mesurés avant et après l'expérience immersive tandis que le sentiment de présence et la satisfaction ont été évalués uniquement en post-test. La section qui suit discute des résultats obtenus au regard de ces hypothèses, à la lumière de la littérature scientifique existante. Il convient toutefois de souligner que la petite taille de l'échantillon invite à interpréter les conclusions avec prudence.

8.1 Acceptabilité et faisabilité

8.1.1 *Satisfaction*

L'une des hypothèses de cette étude postulait que les enfants rapporteraient un haut niveau de satisfaction concernant le produit, l'expérience et l'intervention en RV. Les résultats confirment globalement cette hypothèse. Les scores moyens sont élevés pour les aspects produit et expérience et plus faibles pour l'aspect intervention, ces aspects étant proposés par Ahmadpour et al. (2020). Le score global de satisfaction est élevé. La majorité des enfants (85.7%) a déclaré qu'ils recommanderaient cette technologie, et tous (100%) ont exprimé le souhait de la réutiliser, ce qui traduit une forte adhésion globale et confirme l'attriance des enfants pour cette technologie, comme l'ont démontré Yamada-Rice et al. (2017).

Pour l'aspect produit (Ahmadpour et al., 2020), l'environnement virtuel a été légèrement modifié afin que l'esthétique plaise aux enfants déficients auditivement. La robe de la fée a été assombrie et contrastée avec l'arrière-plan, sa taille et sa position optimisées pour une meilleure visibilité. Ces choix s'inscrivent dans la lignée des recommandations issues des travaux sur la conception d'environnements virtuels pour enfants sourds, qui préconisent une mise en valeur claire des objets interactifs et des personnages afin de soutenir l'attention et la compréhension (Adamo-Villani, 2007). Les retours qualitatifs confirment l'efficacité de ces ajustements. Plusieurs enfants (57.2%) ont mentionné avoir aimé « les images », « les paysages », ou des éléments précis tels que « le bateau » et « la rivière ». Un enfant a même exprimé un fort enthousiasme face aux paysages, en déclarant « waouh », « c'est trop bien », « j'ai envie de recommencer ». D'autres ont souligné avoir « tout aimé », ou apprécié « l'aspect virtuel » de l'environnement (42.9%). Toutefois, un enfant a signalé ne pas avoir aimé les animaux présents dans la scène. Un autre a exprimé le souhait que le volume sonore soit plus fort, bien qu'il ait été réglé au maximum. Cela pourrait indiquer des limites techniques du dispositif audio ou une perception altérée par des bruits de fond. Cependant, cet enfant est le seul à avoir formulé cette demande, ce qui pourrait s'expliquer par son habitude à toujours augmenter le son au maximum lors d'écoutes. Certains ont également été perturbés par l'absence de représentation de leurs mains (28.6%). Concernant le confort physique, un enfant a évoqué le poids du casque, le décrivant comme « ni lourd ni léger » mais expliquant le ressentir davantage en dehors de la zone d'expérimentation, tandis qu'un autre le percevait comme « lourd ». En effet, le Quest 2 a été initialement conçu pour les adolescents et les adultes. Bien qu'il dispose de réglages permettant de s'adapter aux yeux des utilisateurs, ses possibilités sont limitées. Ainsi, chez les jeunes enfants, le port du casque peut entraîner des contraintes physiques telles qu'une fatigue

du cou et du dos (Cross & Coby, 2023). Ces éléments suggèrent que si l'esthétique est bien perçu, le confort physique d'utilisation reste perfectible.

Les réponses ouvertes confirment l'évaluation positive de l'aspect expérience, avec des verbatims faisant état de ressentis émotionnels forts : un enfant se sentait « super apaisé », un autre « heureux, calme et détendu ». Un seul retour ambivalent a été recueilli, un enfant affirmant s'être senti « un peu drôle », sans précision négative. Un dernier enfant a souligné avoir apprécié le fait de respirer, indiquant un sentiment de relaxation. Cela confirme que l'environnement immersif a su susciter des émotions positives propices à la relaxation, même si une part de subjectivité reste présente.

L'aspect intervention, enfin, a obtenu un score moyen sensiblement inférieur aux deux autres dimensions. À première vue, cette différence pourrait s'expliquer par un nombre plus élevé d'items (cinq contre trois pour les autres aspects), mais cette hypothèse est écartée puisque les scores ont été normalisés, permettant une certaine comparabilité. Il semble plus pertinent d'interpréter cette baisse relative à la lumière du contenu plus exigeant des items évalués, notamment en termes de compréhension des consignes, d'efficacité perçue de l'intervention ou de clarté des signes. Cette lecture est appuyée par les commentaires de certaines enfants, qui ont exprimé des difficultés à comprendre certains mots ou certains signes (28.6%). Un autre enfant a affirmé ne pas avoir effectué l'exercice, suggérant une difficulté d'engagement ou de compréhension, en déclarant : « je ne respire pas » et « rien ne se passe ». Cet enfant n'a en fait pas conscience de sa respiration et n'a pas été capable de réaliser l'exercice. Quelques enfants ont émis des suggestions très concrètes pour améliorer la compréhension du dispositif : l'un souhaiterait simplifier les mots, un autre clarifier les signes, un troisième a proposé l'ajout de sous-titres et un dernier a suggéré d'améliorer les mouvements des personnages.

Par ailleurs, certains enfants ont exprimé le souhait d'une personnalisation accrue de l'expérience. Ils aimeraient pouvoir réaliser d'autres types d'activités (boxe, voiture, avion), et ont proposé d'enrichir l'environnement avec davantage de bâtiments (églises, maisons) ou de scènes de vie (personnes qui nagent) (28.6%). L'un deux a également imaginé des poissons passant au-dessus de lui. Ces propositions montrent que l'engagement des enfants dans l'expérience dépasse la simple relaxation : ils projettent des usages ludiques, dynamiques et créatifs, intégrés à leur propre imaginaire. Cela rejoint les recommandations de la littérature soulignant l'importance d'améliorer les environnements virtuels, le réalisme des interactions et

l'aspect ludique afin de renforcer l'attractivité (Lecouvey et al., 2013) et l'engagement des participants (Yamada-Rice et al., 2017 ; Bioulac et al., 2018).

En résumé, cette étude met en évidence une satisfaction globale positive des enfants vis-à-vis de l'outil de RV, notamment sur les dimensions esthétique et émotionnelle. Toutefois, la dimension « intervention » présente des marges d'amélioration importantes, liées à la clarté des consignes, à l'accessibilité linguistique et à l'interactivité. Ces résultats rejoignent le modèle d'Ahmadpour et al. (2020), selon lequel la qualité perçue du produit et les émotions générées par l'expérience influencent fortement l'atteinte des objectifs d'intervention.

8.1.2 *Cybermalaise*

L'hypothèse selon laquelle l'environnement de réalité virtuelle n'induirait pas de cybermalaise chez les enfants sourds ou malentendant est confirmée : le score moyen est resté stable avant et après l'immersion, avec une taille d'effet nulle. Ces résultats sont en accord avec la littérature scientifique qui suggère que les enfants rapportent peu de cybermalaise lors de l'utilisation de la RV (Tychsen & Foeller, 2019 ; Kothgassner & Felnhofer, 2020 ; Chandra et al., 2022).

Ce constat est d'autant plus significatif que les scores de l'échantillon se révèlent nettement inférieurs à ceux rapportés dans l'étude de St-Jacques (2007), qui signalait déjà un faible niveau de cybermalaise. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cet écart tels que la durée relativement courte de l'exposition ou le type de contenu proposé. En effet, l'environnement virtuel « forêt » est calme, visuel, ne sollicite pas de mouvements amples, et limite probablement la discordance entre les signaux visuels et corporels décrite par la théorie des conflits sensoriels (Chandra et al., 2022). Par ailleurs, chez les personnes sourdes, des adaptations cérébrales renforcent le traitement visuel du mouvement dans des zones normalement auditives (Benetti et al., 2021) et améliorent l'attention visuelle, notamment périphérique (Maurno et al., 2024). Ces changements pourraient réduire ce décalage sensoriel et expliquer la moindre sensibilité au cybermalaise observée.

L'analyse détaillée des items et les observations qualitatives recueillies pendant l'intervention viennent cependant nuancer ce tableau. En effet, certains enfants ont rapporté des sensations physiques légères après l'immersion. Deux d'entre eux (28.6%) ont déclaré avoir transpiré à l'intérieur du casque. Un enfant a mentionné une sensation d'étourdissement lorsqu'il avait les yeux fermés après l'immersion, un autre un mal de tête, et un dernier une salivation. Un participant a également indiqué avoir eu besoin de « reprendre ses marques »

après l'exposition, sans pour autant se sentir étourdi. Par ailleurs, quatre enfants (57.1%) ont signalé être fatigués avant l'exposition, contre deux seulement après (28.6%). Cette variation a pu être partiellement influencée par le moment de la journée auquel les enfants ont participé à l'expérience. Par exemple, les enfants n'ayant rapporté aucun symptôme de cybermalaise ont participé à l'étude en matinée ou au début de l'après-midi. Ces résultats suggèrent que l'expérience en RV n'a pas induit de fatigue excessive et a même pu augmenter leur motivation.

Ainsi, même si le score moyen est faible et constant, les manifestations physiques reportées, mêmes isolées, invitent à rester vigilant quant à la tolérance individuelle à l'outil.

8.1.3 *Sentiment de présence*

Une autre de nos hypothèses postulait que l'environnement virtuel générera un sentiment de présence adéquat chez les enfants sourds ou malentendants. Cette hypothèse est partiellement confirmée par les résultats. En effet, le score moyen de présence observé est modéré et proche de celui obtenu lors de la validation du questionnaire, suggérant une immersion globale satisfaisante.

Néanmoins, la forte variabilité interindividuelle révélée par l'écart-type élevé suggère que l'expérience immersive a été perçue de manière hétérogène. Certains enfants, comme le sujet trois, ont probablement ressenti une immersion intense, tandis que d'autres, comme le sujet cinq, ont rapporté un engagement limité. Cette hétérogénéité n'est pas inhabituelle et a également été observée par Servotte et al. (2020) qui ont montré que le sentiment de présence pouvait être influencé par des facteurs liés à l'affichage, des traits de personnalité ou encore des facteurs sociaux comme les interactions avec les personnages de l'environnement virtuel. Par ailleurs, Cadet et Chainay (2021) ont révélé que les jeunes percevaient l'environnement virtuel comme plus réel en raison d'une maturation incomplète du cortex préfrontal et d'une exposition plus fréquente aux jeux vidéo. Enfin, selon Chandra et al. (2022), un sentiment de présence élevé requiert que tous les sens de l'utilisateur soient optimaux, ce qui n'est pas le cas des enfants sourds et malentendants.

Les observations cliniques apportent un éclairage complémentaire aux données quantitatives. Certains enfants (71.4%) ont présenté des comportements spontanés d'interaction avec l'environnement virtuel, tels que tenter d'attraper des pissenlits, caresser un animal ou passer la main dans l'eau. Un participant a également salué des objets de la scène. Des verbatims illustrent également un sentiment d'immersion sensorielle, comme : « j'ai l'impression que le bateau bouge » ou « j'ai envie de sauter dans l'eau ». Ces comportements traduisent une

présence vécue, allant au-delà des réponses déclarées, et témoignent d'un engagement authentique dans la scène virtuelle.

À l'inverse, des biais de réponse ont été identifiés, en particulier chez un préadolescent qui a coché la même réponse (« d'accord ») à partir de l'item 8, sans tenir compte des questions. Un autre enfant n'a pas pu compléter le questionnaire malgré l'aide apportée, ce qui a généré une valeur manquante sur l'ensemble des items. Ces situations illustrent les limites de certains outils d'auto-évaluation standardisés auprès de jeunes publics déficients auditifs, et soulignent la nécessité d'adaptations futures.

En somme, l'environnement virtuel semble capable de générer un sentiment de présence subjectif comparable à celui observé dans d'autres populations, tout en mettant en lumière des facteurs de variabilité liés aux spécificités de la population pédiatrique déficiente auditive. Ces constats, combinés aux résultats sur la satisfaction et le cybermalaise, confirment la bonne acceptabilité et tolérance de l'outil, tout en ouvrant des pistes d'amélioration concrètes pour renforcer l'expérience de l'utilisateur, qui seront discutées dans une prochaine section.

8.2 Efficacité

8.2.1 *FAS et STAIC-état*

Dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité de l'intervention, l'hypothèse était que l'immersion dans un environnement virtuel relaxant améliorerait l'état de relaxation des participants. Cette hypothèse est supportée par les résultats de la FAS et du STAIC-état. Les résultats de la FAS révèlent une légère diminution du score moyen entre le pré-test et le post-test, suggérant une tendance à l'amélioration de l'anxiété des enfants suite à l'immersion en RV. Cette évolution est cohérente avec l'hypothèse d'un effet relaxant de l'outil. Toutefois, la différence observée grâce au test *t* pour échantillons appariés n'atteint pas le seuil de signification statistique, et la taille de l'effet reste faible, ce qui limite la portée des conclusions que l'on peut en tirer.

Ces résultats suggèrent que certains enfants semblent avoir ressenti une amélioration subjective de leur état émotionnel, sans qu'un effet global marqué ne se dégage au sein de l'échantillon. En effet, certains scores étaient stables et un enfant voyait son score augmenter. Plusieurs facteurs pourraient expliquer cette absence de différence significative, notamment la taille réduite de l'échantillon, qui peut limiter la puissance statistique des analyses et donc la probabilité de détecter un effet réel (Collins & Watt, 2021). En effet, ces auteurs soulignent que dans la recherche psychologique, la puissance est souvent sous-estimée, ce qui contribue à la

production de résultats non significatifs malgré la présence d'effets véritables. La brièveté de l'intervention peut également jouer un rôle, bien que des interventions brèves en RV aient déjà montré des effets immédiats positifs sur l'anxiété. Par exemple, une étude clinique randomisée a démontré qu'une immersion de quelques minutes en RV pouvait entraîner une réduction significative de l'anxiété (Lahti et al., 2020).

En complément, les résultats au questionnaire STAIC-état montrent une diminution du score moyen d'anxiété entre le pré-test et le post-test, indiquant une tendance vers une réduction de l'anxiété immédiatement après l'immersion, conformément à notre hypothèse. Ces résultats rejoignent des travaux ayant démontré que la respiration profonde dans la RV pouvait réduire l'anxiété, notamment chez les jeunes (Van Rooij et al., 2016 ; Cook et al., 2020).

Ici encore, le test *t* pour échantillons appariés ne met pas en évidence de différence statistiquement significative. Néanmoins, la taille de l'effet calculée est élevée, ce qui suggère une diminution cliniquement pertinente de l'anxiété, bien que non détectée statistiquement, possiblement en raison de la petite taille de l'échantillon.

Pris ensemble, les résultats des questionnaires FAS et STAIC-état convergent globalement vers une tendance à la diminution de l'anxiété état chez les enfants suite à l'immersion en RV, en accord avec la littérature scientifique. Toutefois, les analyses statistiques apportent des nuances : si la FAS montre une taille d'effet faible, le STAIC-état révèle une taille d'effet élevée malgré une absence de significativité statistique. Cette différence peut s'expliquer par les spécificités méthodologiques de chaque outil. En effet, le STAIC-état, plus détaillé, permet une mesure plus fine de l'anxiété état, tandis que la FAS repose sur une seule évaluation visuelle du ressenti émotionnel. Par ailleurs, les résultats interindividuels montrent une certaine hétérogénéité. Ensemble, ces données suggèrent un effet potentiellement positif de l'environnement immersif sur l'état anxieux des participants, tout en soulignant la nécessité de confirmer ces observations sur un échantillon plus large.

8.3 Retour de la clinicienne concernant la passation des questionnaires et analyses cliniques individuelles

Les observations de la clinicienne ayant supervisé les passations ont soulevé des interrogations pertinentes quant à la manière dont les enfants présentant une surdité profonde vivaient l'expérience en RV, suggérant qu'elle pourrait être perçue différemment, voire plus difficilement que par les autres enfants. Dans cette optique, une analyse plus qualitative a été menée. Les résultats indiquent que ce n'est pas tant le degré de surdité qui influence

l'expérience immersive, mais plutôt des variables telles que la modalité de communication, les compétences linguistiques ou la présence de troubles associés. Par exemple, les enfants communiquant principalement à l'oral rapportent une satisfaction plus élevée que ceux utilisant une modalité bimodale ou signée, ce qui peut s'expliquer par une plus grande familiarité avec le langage parlé employé dans la narration de l'environnement virtuel. De plus, les analyses individuelles révèlent que les expériences vécues en termes d'anxiété, de présence ou de cybermalaise ne suivent pas une logique linéaire en fonction du degré de surdité, mais présentent une forte variabilité interindividuelle.

Cette hétérogénéité invite à considérer la diversité des profils et à adapter les outils immersifs aux besoins spécifiques de chaque enfant. Elle souligne l'importance d'une approche individualisée dans l'évaluation de l'efficacité et de l'acceptabilité des technologies immersives, particulièrement auprès de populations aux profils sensoriels et communicationnels variés.

8.4 Limites

Cette étude présente plusieurs limites qu'il convient de considérer dans l'interprétation des résultats.

Premièrement, le nombre restreint de participants (sept enfants) limite la généralisabilité des conclusions à une population plus large. Une taille d'échantillon aussi réduite limite la puissance statistique des analyses (Collins & Watt, 2021), augmente le risque de surestimation des effets et compromet la reproductibilité des résultats (Button et al., 2013). Par ailleurs, la diversité individuelle au sein d'un petit groupe peut fortement influencer les résultats, de sorte que des biais liés à des caractéristiques propres à certains participants peuvent altérer les conclusions. En effet, les effets observés dans ce type d'échantillon peuvent être amplifiés ou refléter une variabilité interindividuelle excessive, ce qui en réduit la fiabilité et la reproductibilité des résultats (Netz et al., 2019).

Deuxièmement, comme observé par la clinicienne, il est difficile de s'assurer que tous les enfants adhèrent pleinement aux exercices de respiration profonde proposés par la fée. Un enfant a même exprimé ne pas avoir conscience de sa respiration. Une piste d'amélioration pourrait être l'intégration d'un mécanisme de biofeedback, permettant au participant de recevoir un retour d'information physiologique en temps réel sur sa respiration ou son rythme cardiaque (Lan et al., 202), favorisant ainsi une meilleure prise de conscience de sa respiration (Blum et al., 2020).

Troisièmement, certaines formulations des questionnaires se sont révélées difficiles à comprendre pour cette population. En effet et comme l'illustrent Coppens et al. (2010), les enfants malentendants disposent d'un vocabulaire plus limité et d'une maîtrise moins profonde du sens des mots, même lorsqu'ils les reconnaissent. Dans ce contexte, des questions abstraites ou complexes peuvent être mal interprétées. De plus, les réponses aux questions ouvertes ont parfois manqué de précision. Par exemple, un enfant a évoqué transpirer pendant l'immersion mais ne l'a pas noté dans le questionnaire de cybermalaise. Un autre a exprimé devoir « reprendre ses marques » après l'immersion mais n'a pas écrit être étourdi. Un autre encore a été perturbé de ne pas voir ses mains, sans le signaler sur le questionnaire de satisfaction. Ces remarques peuvent avoir autant de valeur que les données quantitatives, surtout avec des échantillons restreints, et méritent d'être davantage considérées.

8.5 Implications pratiques, cliniques et perspectives futures

Cette étude, menée dans le cadre d'un pré-test, contribue à enrichir le nombre encore limité de recherches portant sur l'utilisation de la RV auprès de la population sourde et malentendante (Adamo-Villani, 2007). En particulier, elle explore l'impact d'un exercice de respiration profonde en RV, une approche également peu documentée dans cette population spécifique. Les résultats suggèrent que l'environnement virtuel « forêt », adapté aux enfants déficients auditivement, est applicable et utile pour améliorer le sentiment de présence, de la satisfaction, ainsi que pour diminuer le stress et l'anxiété, tout en générant peu de symptômes de cybermalaise.

Pour optimiser l'expérience immersive et l'ensemble de l'intervention, plusieurs axes d'amélioration peuvent être envisagés. Au niveau du recrutement, il serait crucial de privilégier les contacts directs avec les parents et les enfants ainsi que la présentation concrète du matériel et de l'environnement utilisé, afin d'augmenter leur motivation à participer à l'étude. Cela permettrait d'augmenter la taille de l'échantillon, améliorant la puissance statistique (Collins & Watt, 2021) et la généralisation des résultats. Par ailleurs, compte tenu des difficultés lexicales rencontrées par les enfants sourds et malentendants (Coppens et al., 2010), il est primordial de simplifier le vocabulaire utilisé dans les questionnaires, en privilégiant des formulations concrètes et accessibles pour garantir la validité et la fiabilité des réponses. Il est également important de rappeler aux enfants de répondre aux questions ouvertes avec leurs opinions et leurs sensations, afin de mieux capter leur vécu.

Concernant l'environnement virtuel, plusieurs améliorations peuvent être apportées, le score de l'aspect intervention étant plus faible que les deux autres (Ahmadpour et al. 2020). Les signes de la fée devraient être rendus plus clairs afin que les enfants puissent mieux les comprendre, leur permettant de se concentrer pleinement sur l'exercice plutôt que sur la compréhension des indications. L'ajout de sous-titres (Mirzaei et al., 2020), comme l'a suggéré un enfant, améliorerait également la compréhension, notamment pour les enfants utilisant différentes modalités de communication. En complément de l'évaluation réalisée par la clinicienne du centre, il serait pertinent de faire valider l'environnement par un panel d'experts (interprètes, spécialistes en surdité) et par un échantillon représentatif d'enfants sourds et malentendants, comme préconisé par Adamo-Villani (2007). Bien qu'un seul enfant ait exprimé le souhait d'augmenter le son, des adaptations pourraient être apportées à cette étude qui vise une population sourde et malentendant. Par exemple, l'intégration d'un système haptique, tel qu'EarVR, traduit les signaux sonores en vibrations directionnelles et pourrait renforcer la perception de la guidance (la voix de la fée) et améliorer l'immersion ainsi qu'optimiser les résultats aux exercices de respiration profonde (Mirzaei et al., 2020).

Il serait également pertinent d'explorer, comme le suggèrent Tychsen et Foeller (2019), les effets du cybermalaise lors d'une exposition prolongée ou dans des environnements davantage interactifs, susceptibles d'accentuer certains symptômes chez des enfants plus sensibles. D'un point de vue général, une intervention plus longue, avec plusieurs séances, permettrait d'évaluer l'efficacité de l'intervention sur la durée et de déterminer si les enfants peuvent développer une compétence d'autorégulation grâce à la RV (Ahmadpour et al., 2020). Cela donnerait également aux enfants l'opportunité de mieux comprendre ce qui leur est demandé et de pouvoir profiter pleinement de l'expérience.

Avec un plus grand échantillon, il serait intéressant d'examiner les effets liés à l'âge et au sexe des participants, qui peuvent influencer la perception, l'engagement et la compréhension de l'environnement virtuel. Par exemple, Chang (2020) a observé que les plus jeunes participants réussissaient mieux certaines simulations que les plus âgés et que parmi les jeunes, les garçons performaient mieux que les filles.

Pour s'assurer de la bonne réalisation des exercices de respiration, l'intégration d'un biofeedback fournirait un retour d'informations en temps réel sur la respiration des participants (Blum et al., 2020 ; Lan et al., 2021). Cela sensibilisera davantage l'enfant à ce processus

physiologique, permettrait d'examiner son implication dans ce genre d'expérience et contribuerait à créer des expériences immersives de meilleure qualité (Lan et al., 2021).

Par ailleurs, les préférences individuelles influencent fortement l'expérience de RV, comme le montrent les différences d'appréciation des paysages (bateau, rivière, animaux). Pardini et al. (2022) ont démontré que les environnements personnalisés génèrent plus de plaisir, d'immersion, d'engagement et de relaxation que les environnements standards. Dans leur étude, les participants pouvaient choisir le contexte (mer, montagne ou campagne), ajouter des éléments visuels (personnes, objets, animaux), sonores (bruits d'animaux, vent, musique) ainsi que le moment de la journée et la météo. Il serait donc pertinent de proposer aux enfants la possibilité de choisir le paysage, les animaux, la fée, voire les techniques de relaxation, afin d'en étudier les effets sur l'applicabilité et l'efficacité de l'intervention.

Enfin, dans de futures recherches, il serait également intéressant d'introduire une condition contrôle en RV, par exemple un environnement similaire mais dépourvu de guidage respiratoire, pour isoler l'effet spécifique de cette composante sur la relaxation. Il pourrait également être pertinent de comparer cette approche immersive à d'autres modalités de relaxation, telles que des exercices réalisés hors RV, afin de déterminer la part exacte de l'immersion virtuelle dans l'efficacité globale de l'intervention.

9. Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'évaluer dans quelle mesure l'environnement virtuel « forêt » pouvait favoriser la relaxation chez les enfants sourds et malentendants. Pour cela, plusieurs hypothèses ont été formulées, portant sur l'applicabilité de l'outil, notamment en termes de cybermalaise, de sentiment de présence et de satisfaction, ainsi que sur l'efficacité de l'intervention à induire un état de détente accru après l'immersion.

Les résultats obtenus confirment que l'environnement virtuel « forêt » est globalement applicable auprès des enfants sourds et malentendants. En effet, l'expérience immersive a été bien tolérée, avec un faible niveau de cybermalaise, un sentiment de présence modéré à satisfaisant, et une satisfaction générale exprimée par la majorité des participants. Ces données suggèrent que la RV peut constituer un outil pertinent pour accompagner ces enfants dans des exercices de relaxation adaptés à leurs besoins spécifiques.

Concernant l'efficacité, une tendance à la diminution de l'anxiété était a été observée, bien que les résultats statistiques n'aient pas atteint la significativité en raison notamment de la taille réduite de l'échantillon. Par ailleurs, cette étude apporte un éclairage sur l'usage de la RV pour enseigner aux enfants des techniques de régulation de l'anxiété. Cette évolution positive, corroborée par des effets cliniquement pertinents, invite à poursuivre les investigations sur un échantillon plus large, afin de mieux cerner le potentiel relaxant de cet environnement immersif.

Enfin, les analyses qualitatives et cliniques ont mis en lumière une forte variabilité individuelle, liée aux spécificités communicationnelles, cognitives et sensorielles des enfants. Ces observations soulignent la nécessité d'adapter les outils immersifs et les protocoles à la diversité des profils, en favorisant notamment la personnalisation des environnements et l'intégration de supports facilitant la compréhension et l'engagement.

Cette étude présente toutefois plusieurs limites à considérer. La taille réduite de l'échantillon restreint la puissance statistique et la généralisation des résultats. De plus, la grande variabilité individuelle complique l'interprétation des données et nécessite une approche personnalisée. Par ailleurs, certains aspects méthodologiques, comme la compréhension partielle des questionnaires par certains enfants ou le manque de contrôle sur l'adhésion aux exercices, peuvent avoir influencé les résultats. Ces éléments appellent à la prudence dans l'interprétation des conclusions et soulignent l'importance de poursuivre les recherches avec des échantillons plus larges et des outils mieux adaptés.

En somme, cette étude préliminaire ouvre des perspectives prometteuses pour l'intégration de la RV dans des interventions thérapeutiques auprès de populations déficientes auditives, tout en pointant les axes d'amélioration et les conditions à réunir pour optimiser son applicabilité et son efficacité.

10.Bibliographie

- Aanondsen, C. M., Jozefiak, T., Lydersen, S., Heiling, K., & Rimehaug, T. (2023). Deaf and hard-of-hearing children and adolescents' mental health, Quality of Life and communication. *BMC Psychiatry*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12888-023-04787-9>
- Adamo-Villani, N. (2007). A virtual learning environment for deaf children: Design and evaluation. *International Journal of Human and Social Sciences*, 2(2), 123–128. <https://www.researchgate.net/publication/242282791>
- Adamo-Villani, N., & Wright, K. (2007). *SMILE: An immersive learning game for deaf and hearing children*. In *ACM SIGGRAPH 2007 Educators Program* (p. 17). ACM. <https://doi.org/10.1145/1282040.1282058>
- Ahmadpour, N., Keep, M., Janssen, A., Rouf, A. S., & Marthick, M. (2020). Design Strategies for Virtual Reality Interventions for Managing Pain and Anxiety in Children and Adolescents : Scoping Review. *JMIR Serious Games*, 8(1), e14565. <https://doi.org/10.2196/14565>
- Amber, M., Benkhaled, M., Pincemail, M., Verebi, E., & Claude, I. (2021). Apports et limites de la réalité virtuelle dans les pratiques médicales en 2020. *IRBM News*, 42(3), 100325. <https://doi.org/10.1016/j.irbmnw.2021.100325>
- American Psychological Association. (2022, 14 février). What's the difference between stress and anxiety? <https://www.apa.org/topics/stress/anxiety-difference>
- Arane, K., Behboudi, A., & Goldman, R. D. (2017). Virtual reality for pain and anxiety management in children. *Canadian Family Physician*, 63(12), 932-934. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5729140/>
- Benetti, S., Zonca, J., Ferrari, A., Rezk, M., Rabini, G., & Collignon, O. (2021). Visual motion processing recruits regions selective for auditory motion in early deaf

individuals. *NeuroImage*, 230, 117816.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117816>

Bioulac, S., De Sevin, E., Sagaspe, P., Claret, A., Philip, P., Micoulaud-Franchi, J., &

Bouvard, M. (2018). Qu'apportent les outils de réalité virtuelle en psychiatrie de l'enfant et l'adolescent ? *L'Encéphale*, 44(3), 280-285.

<https://doi.org/10.1016/j.encep.2017.06.005>

Blum, J., Rockstroh, C., & Göritz, A. S. (2020). Development and Pilot Test of a Virtual Reality Respiratory Biofeedback Approach. *Applied Psychophysiology And Biofeedback*, 45(3), 153-163. <https://doi.org/10.1007/s10484-020-09468-x>

Bouchard, S., Dumoulin, S., Robillard, G., Guitard, T., Klinger, É., Forget, H., Loranger, C., & Roucaut, F. X. (2017). Virtual reality compared within vivoexposure in the treatment of social anxiety disorder : A three-arm randomised controlled trial. *The British Journal Of Psychiatry*, 210(4), 276-283.

<https://doi.org/10.1192/bjp.bp.116.184234>

Brun, P. (2015). Emotions et régulation émotionnelle : une perspective développementale. *Enfance*, N° 2(2), 165-178. <https://doi.org/10.3917/enf1.152.0165>

Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). Power failure : why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews. Neuroscience*, 14(5), 365-376.

<https://doi.org/10.1038/nrn3475>

Cadet, L. B., & Chainay, H. (2021). How preadolescents and adults remember and experience virtual reality : The role of avatar incarnation, emotion, and sense of presence. *International Journal Of Child-Computer Interaction*, 29, 100299.

<https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100299>

- Carl, E., Stein, A. T., Levihn-Coon, A., Pogue, J. R., Rothbaum, B., Emmelkamp, P., Asmundson, G. J., Carlbring, P., & Powers, M. B. (2018). Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders : A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal Of Anxiety Disorders*, 61, 27-36.
<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.08.003>
- Chandra, A. N. R., Jamiy, F. E., & Reza, H. (2022). A Systematic Survey on Cybersickness in Virtual Environments. *Computers*, 11(4), 51.
<https://doi.org/10.3390/computers11040051>
- Chang, W. (2020). The Effects of Age, Gender, and Control Device in a Virtual Reality Driving Simulation. *Symmetry*, 12(6), 995. <https://doi.org/10.3390/sym12060995>
- Chen, Y., Huang, X., Chien, C., & Cheng, J. (2016). The Effectiveness of Diaphragmatic Breathing Relaxation Training for Reducing Anxiety. *Perspectives In Psychiatric Care*, 53(4), 329-336. <https://doi.org/10.1111/ppc.12184>
- Collins, E., & Watt, R. (2021). Using and Understanding Power in Psychological Research : A Survey Study. *Collabra Psychology*, 7(1). <https://doi.org/10.1525/collabra.28250>
- Condon, E. M. (2018). Chronic Stress in Children and Adolescents : A Review of Biomarkers for Use in Pediatric Research. *Biological Research For Nursing*, 20(5), 473-496.
<https://doi.org/10.1177/1099800418779214>
- Cook, N. E., Huebschmann, N. A., & Iverson, G. L. (2020). Safety and Tolerability of an Innovative Virtual Reality-Based Deep Breathing Exercise in Concussion Rehabilitation : A Pilot Study. *Developmental Neurorehabilitation*, 24(4), 222-229.
<https://doi.org/10.1080/17518423.2020.1839981>
- Coppens, K. M., Tellings, A., Verhoeven, L., & Schreuder, R. (2010). Depth of reading vocabulary in hearing and hearing-impaired children. *Reading And Writing*, 24(4), 463-477. <https://doi.org/10.1007/s11145-010-9237-z>

Crealey, G. E., & O'Neill, C. (2018). Hearing loss, mental well-being and healthcare use : results from the Health Survey for England (HSE). *Journal Of Public Health*.
<https://doi.org/10.1093/pubmed/fdy209>

Cross, R. J., & Coby, E. (2023, 15 novembre). VR risks for kids and teens [Explainer]. U.S. PIRG Education Fund. <https://pirg.org/edfund/resources/vr-risks-for-kids/>

CT 02 Classification des déficiences auditives. (2017, 10 juillet). BIAP. Consulté le 20 avril 2025 sur <https://www.biap.org/fr/recommandations/recommandations/ct-02-classification-des-deficiencies-auditives>.

Découvrons la surdité – L'Association des Parents d'Enfants Déficients Auditifs Francophones. (s. d.). APEDAF-ASBL. Consulté le 20 avril 2025, à l'adresse <https://apedaf.be/wordpress/dcouvrons-la-surdite/>

De la Fuente, J., Mañas, I., Franco, C., Cangas, A. J., & Soriano, E. (2018). Differential Effect of Level of Self-Regulation and Mindfulness Training on Coping Strategies Used by University Students. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 15(10), 2230. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102230>

Eschenbeck, H., Gillé, V., Heim-Dreger, U., Schock, A., & Schott, A. (2016). Daily Stress, Hearing-Specific Stress and Coping : Self-reports from Deaf or Hard of Hearing Children and Children With Auditory Processing Disorder. *The Journal Of Deaf Studies And Deaf Education*, 22(1), 49-58. <https://doi.org/10.1093/deafed/enw053>

Fernández-Baena, F. J., Trianes, M. V., Escobar, M., Blanca, M. J., & Muñoz, Á. M. (2014). Daily Stressors in Primary Education Students. *Canadian Journal Of School Psychology*, 30(1), 22-33. <https://doi.org/10.1177/0829573514548388>

Fitzpatrick, E. M., McCurdy, L., Whittingham, J., Rourke, R., Nassrallah, F., Grandpierre, V., Momoli, F., & Bijelic, V. (2020). Hearing loss prevalence and hearing health among

school-aged children in the Canadian Arctic. *International Journal Of Audiology*, 60(7), 521-531. <https://doi.org/10.1080/14992027.2020.1731616>

Gauthier, J., & Bouchard, S. (1993). Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State-Trait Anxiety Inventory de Spielberger. *Canadian Journal Of Behavioural Science/Revue Canadienne des Sciences du Comportement*, 25(4), 559-578. <https://doi.org/10.1037/h0078881>

Geraets, C. N., Van Der Stouwe, E. C., Pot-Kolder, R., & Veling, W. (2021). Advances in immersive virtual reality interventions for mental disorders : A new reality ? *Current Opinion In Psychology*, 41, 40-45. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.02.004>

Hogan, A., Shipley, M., Strazdins, L., Purcell, A., & Baker, E. (2011). Communication and behavioural disorders among children with hearing loss increases risk of mental health disorders. *Australian And New Zealand Journal Of Public Health*, 35(4), 377-383. <https://doi.org/10.1111/j.1753-6405.2011.00744.x>

Hopper, S. I., Murray, S. L., Ferrara, L. R., & Singleton, J. K. (2019). Effectiveness of diaphragmatic breathing for reducing physiological and psychological stress in adults : a quantitative systematic review. *The JBI Database Of Systematic Reviews And Implementation Reports*, 17(9), 1855-1876. <https://doi.org/10.11124/jbisrir-2017-003848>

Jayakody, D. M. P., Horgan, B., Foster, E., Tarawneh, H., Tarawneh, H., & Eikelboom, R. H. (2020). The link between hearing loss, dementia and mental health : A community conversation. *Australasian Journal On Ageing*, 39(2), 156-157.

<https://doi.org/10.1111/ajag.12719>

Kjærstad, H. L., Hellum, K. S., Haslum, N. H., Lopes, M. N., Noer, T. S., Kessing, L. V., & Miskowiak, K. W. (2022). Assessment of the validity and feasibility of a novel virtual reality test of emotion regulation in patients with bipolar disorder and their unaffected

relatives. *Journal Of Affective Disorders*, 318, 217-223.

<https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.09.004>

Klein, B., Rajendram, R., Hrycko, S., Poynter, A., Ortiz-Alvarez, O., Saunders, N., &

Andrews, D. (2023). L'anxiété chez les enfants et les adolescents – partie 1 : le diagnostic. *Paediatrics & Child Health*, 28(1), 37-44.

<https://doi.org/10.1093/pch/pxac101>

Koeppen, A. S. (1974). Relaxation training for children. *Elementary School Guidance & Counseling*, 9(1), 14-21. <https://www.jstor.org/stable/42868346>

Kothgassner, O. D., & Felnhofer, A. (2020). Lack of research on efficacy of virtual reality exposure therapy (VRET) for anxiety disorders in children and adolescents.

Neuropsychiatrie, 35(2), 68-75. <https://doi.org/10.1007/s40211-020-00349-7>

Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO. (s. d.). *Équipements de réalité virtuelle*.

<http://w3.uqo.ca/cyberpsy/index.php/equipements-de-realite-virtuelle/>

Lahti, S., Suominen, A., Freeman, R., Lähteenoja, T., & Humphris, G. (2020). Virtual Reality Relaxation to Decrease Dental Anxiety : Immediate Effect Randomized Clinical Trial.

JDR Clinical & Translational Research, 5(4), 312-318.

<https://doi.org/10.1177/2380084420901679>

Lan, K., Li, C., & Cheung, Y. (2021). Slow Breathing Exercise with Multimodal Virtual Reality : A Feasibility Study. *Sensors*, 21(16), 5462.

<https://doi.org/10.3390/s21165462>

Lecouvey, G., Gonzeaud, J., Eustache, F., & Desgranges, B. (2013). Les apports de la réalité virtuelle en neuropsychologie : l'exemple de la mémoire prospective. *Revue de Neuropsychologie*, Volume 4(4), 267-276. <https://doi.org/10.1684/nrp.2013.0246>

- Lenka, D., & Kant, R. (2012). A study of academic anxiety of special need's children in special reference to hearing impaired and learning disabled. *Zenith International Journal of Interdisciplinary Research*, www.zenithresearch.org.in, 64-72.
- Liu, W., Guo, X., Liu, F., & Sun, Y. (2022). The Role of Emotion Regulation Strategies in the Relationship Between Temperament and Depression in Preadolescents. *Child Psychiatry & Human Development*, 55(2), 439-452. <https://doi.org/10.1007/s10578-022-01423-7>
- Maurno, N. G., Phillips-Silver, J., & González, M. T. D. (2024). Research of visual attention networks in deaf individuals : a systematic review. *Frontiers In Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1369941>
- McGrath, P. A., Seifert, C. E., Speechley, K. N., Booth, J. C., Stitt, L., & Gibson, M. C. (1996). A new analogue scale for assessing children's pain : an initial validation study. *Pain*, 64(3), 435-443. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(95\)00171-9](https://doi.org/10.1016/0304-3959(95)00171-9)
- Mirzaei, M., Kan, P., & Kaufmann, H. (2020). EarVR : Using Ear Haptics in Virtual Reality for Deaf and Hard-of-Hearing People. *IEEE Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 26(5), 2084-2093. <https://doi.org/10.1109/tvcg.2020.2973441>
- Moyal, N., Stelmach-Lask, L., Anholt, G. E., & Henik, A. (2023). Choosing an emotion regulation strategy - The importance of emotional category. *Journal Of Affective Disorders Reports*, 12, 100498. <https://doi.org/10.1016/j.jadr.2023.100498>
- Mueller, L. (2025b, avril 17). *L'impact de la santé mentale sur la réussite scolaire*. Collège Éducacentre. <https://educacentre.com/limpact-de-la-sante-mentale-sur-la-reussite-scolaire-2/>
- National Center for Complementary and Integrative Health. (2021, 8 juin). Relaxation techniques: What you need to know. <https://www.nccih.nih.gov/health/relaxation-techniques-what-you-need-to-know>

Netz, Y., Lidor, R., & Ziv, G. (2019). Small samples and increased variability – discussing the need for restricted types of randomization in exercise interventions in old age. *European Review Of Aging And Physical Activity, 16*(1).

<https://doi.org/10.1186/s11556-019-0224-3>

Organisation mondiale de la Santé. (2016). *Déficience auditive chez l'enfant : marche à suivre pour agir dès maintenant !* <https://iris.who.int/handle/10665/204508>

Overgaard, K. R., Oerbeck, B., Wagner, K., Friis, S., Øhre, B., & Zeiner, P. (2021). Youth with hearing loss : Emotional and behavioral problems and quality of life. *International Journal Of Pediatric Otorhinolaryngology, 145*, 110718.

<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110718>

Pandey, A., Hale, D., Das, S., Goddings, A., Blakemore, S., & Viner, R. M. (2018).

Effectiveness of Universal Self-regulation-Based Interventions in Children and Adolescents. *JAMA Pediatrics, 172*(6), 566.

<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.0232>

Pardini, S., Gabrielli, S., Dianti, M., Novara, C., Zucco, G., Mich, O., & Forti, S. (2022). The Role of Personalization in the User Experience, Preferences and Engagement with Virtual Reality Environments for Relaxation. *International Journal Of Environmental Research And Public Health, 19*(12), 7237. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127237>

Perciavalle, V., Blandini, M., Fecarotta, P., Buscemi, A., Di Corrado, D., Bertolo, L., Fichera, F., & Coco, M. (2016). The role of deep breathing on stress. *Neurological Sciences, 38*(3), 451-458. <https://doi.org/10.1007/s10072-016-2790-8>

Psychologue.net. (s. d.). *Stress - Psychologue.net*. Psychologue.

<https://www.psychologue.net/stress>

- Quiles, J. O., García, G. G., Chellew, K., Vicens, E. P., Marín, A. R., & Carrasco, M. N. (2013). Identification of degrees of anxiety in children with three- and five-face facial scales. *Psicothema*, 4(25), 446-451. <https://doi.org/10.7334/psicothema2012.287>
- Racine, N., McArthur, B. A., Cooke, J. E., Eirich, R., Zhu, J., & Madigan, S. (2021). Global prevalence of depressive and anxiety symptoms in children and adolescents during COVID-19: A meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 175(11), 1142-1150. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2021.2482>
- Relaxation techniques for mental wellness*. (2024, 14 mars). American Psychiatric Association. <https://www.psychiatry.org/news-room/apa-blogs/relaxation-techniques-for-mental-wellness>
- Riches, S., Azevedo, L., Bird, L., Pisani, S., & Valmaggia, L. (2021). Virtual reality relaxation for the general population : a systematic review. *Social Psychiatry And Psychiatric Epidemiology*, 56(10), 1707-1727. <https://doi.org/10.1007/s00127-021-02110-z>
- Rieffe, C. (2011). Awareness and regulation of emotions in deaf children. *British Journal Of Developmental Psychology*, 30(4), 477-492. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835x.2011.02057.x>
- Roy, S. (2001). L'utilisation de la réalité virtuelle en psychothérapie. *Champ Psychosomatique*, 22(2), 39. <https://doi.org/10.3917/cpsy.022.0039>
- St-Jacques, J. (2007). La réalité virtuelle : une solution thérapeutique visant à augmenter l'intérêt et la motivation envers le traitement des phobies spécifiques chez l'enfant ? [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal], <http://archipel.uqam.ca/id/eprint/9611>

- Sayed, S. Z., Mounir, S. M., Mohamed, A. A., Nabil, A. M., & Hassan, M. H. (2018). Assessment of psychological disorders in Egyptian children with hearing impairment. *Sudanese Journal Of Paediatrics*, 25-32. <https://doi.org/10.24911/sjp.106-1531768895>
- Servotte, J., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020). Virtual Reality Experience : Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clinical Simulation In Nursing*, 38, 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
- Smith, C. A., Levett, K. M., Collins, C. T., Armour, M., Dahlen, H. G., & Suganuma, M. (2018). Relaxation techniques for pain management in labour. *Cochrane Library*, 2018(3). <https://doi.org/10.1002/14651858.cd009514.pub2>
- Spielberger, C. D., Edwards, C. D., Lushene, R. E., Montuori, J., & Platzek, D. (1973). State trait anxiety inventory for children: Preliminary manual. Consulting Psychologists Press.
- (STAI-Y) Questionnaires anxiété état et trait de Spielberger | pdf remplissable. (s. d.).
<https://institutneurosport.com/questionnaire-anxiete-spielberger.html#>
- Stritter, W., Everding, J., Luchte, J., Eggert, A., & Seifert, G. (2021). Yoga, Meditation and Mindfulness in pediatric oncology – A review of literature. *Complementary Therapies In Medicine*, 63, 102791. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2021.102791>
- Tychsen, L., & Foeller, P. (2019). Effects of Immersive Virtual Reality Headset Viewing on Young Children : Visuomotor Function, Postural Stability, and Motion Sickness. *American Journal Of Ophthalmology*, 209, 151-159.
<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2019.07.020>
- UNICEF BE. (2021, 5 octobre). *Rapport - La Situation des Enfants dans le Monde 2021*. UNICEF Belgium. <https://www.unicef.be/fr/news/rapport-la-situation-des-enfants-dans-le-monde-2021>

Vagnoli, L., Bettini, A., Amore, E., De Masi, S., & Messeri, A. (2019). Relaxation-guided imagery reduces perioperative anxiety and pain in children : a randomized study.

European Journal Of Pediatrics, 178(6), 913-921. <https://doi.org/10.1007/s00431-019-03376-x>

Van Rooij, M., Lobel, A., Harris, O., Smit, N., & Granic, I. (2016). *DEEP : a biofeedback virtual reality game for children at-risk for anxiety* (p. 1989-1997).

<https://doi.org/10.1145/2851581.2892452>

Vinsous, N., Michaux, R., Gemoets, E., & Stassart, C. (2025, février). *Validation d'un questionnaire sur le sentiment de présence en réalité virtuelle chez des enfants* [Communication par affiche]. 13^e congrès de l'Association Francophone de Psychologie de la Santé, Toulouse, France. Récupéré auprès de l'auteur.

Vos, B., Noll, D., Pigeon, M., Bagatto, M., & Fitzpatrick, E. M. (2019). Risk factors for hearing loss in children : a systematic literature review and meta-analysis protocol. *Systematic Reviews*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-019-1073-x>

Wallach, H. S., Safir, M. P., & Samana, R. (2009). Personality variables and presence. *Virtual Reality*, 14(1), 3-13. <https://doi.org/10.1007/s10055-009-0124-3>

World Health Organization : WHO. (2023, 21 février). *Stress*. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/stress>

World Health Organization : WHO. (2024a, 2 février). *Surdité et perte auditive*.

<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

World Health Organization : WHO. (2024b, octobre 10). *Santé mentale des adolescents*.

<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-health>

Yamada-Rice, D., Mushtaq, F., Woodgate, A., Bosmans, D., Douthwaite, A., Douthwaite, I., Harris, W., Holt, R., Kleeman, D., Marsh, J., Milovidov, E., Mon Williams, M., Parry, B., Riddler, A., Robinson, P., Rodrigues, D., Thompson, S., & Whitley, S. (2017).

Children and virtual reality: Emerging possibilities and challenges. Dubit ; Turner ;WEARVR ; DigiLitEY ; European Cooperation in Science and Technology ; University of Leeds ; The University of Sheffield. <http://digilitey.eu/wp-content/uploads/2015/09/CVR-Final-PDF-reduced-size.pdf>

Yigider, A. P., Yilmaz, S., Ulusoy, H., Kara, T., Kufeciler, L., & Kaya, K. H. (2020). Emotional and behavioral problems in children and adolescents with hearing loss and their effects on quality of life. *International Journal Of Pediatric Otorhinolaryngology*, 137, 110245. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110245>

Annexes

Annexe 1



Étude sur la relaxation en Réalité Virtuelle auprès d'enfants présentant une déficience auditive

Dans le cadre d'un projet de recherche, nous souhaitons étudier l'utilité d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle chez des enfants présentant une déficience auditive.

INFOS PRATIQUES :

- * **Quoi ?** Une immersion en réalité virtuelle + répondre à des questionnaires avant et après (+/- 25 min.)
- * **Où ?** Au sein de l'institution
- * **Qui ?** Enfants entre 7 et 16 ans
- * **Quand ?** A votre meilleure convenance



CONTACT :

Estelle Dauvister, psychologue de l'institution

Promotrice et chercheuse responsable : Stassart Céline (PhD, ULiège)
Email : cstassart@uliege.be

Annexe 2



Université de Liège
Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education
Service de Psychologie clinique de l'Enfant

Responsable de l'étude : Céline STASSART, PhD, chargée de cours

Adresse courriel : estassart@uliege.be

Tél: 04/366.33.63 – 0495/90.67.50

Le XXXX 2024
A l'attention de XXXX
Adresse

Monsieur/Madame le/la Directeur(rice),

Nous sollicitons votre collaboration à une recherche sur le développement et la validation d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle chez des enfants présentant une déficience auditive.

L'anxiété et le stress font partie des émotions souvent rapportées par l'enfant. La respiration relaxante est une technique recommandée pour réduire le stress et l'anxiété. Cette étude a pour objectif de valider et examiner l'efficacité d'un exercice de respiration relaxante en réalité virtuelle sur l'anxiété et le stress d'enfants présentant une déficience auditive, âgés entre 7 et 16 ans. La Réalité Virtuelle (RV) est une technologie informatique qui permet de plonger une personne, à l'aide d'un casque, dans un monde artificiel, créé numériquement. Cet outil permettrait de combiner l'aspect attrayant de la réalité virtuelle et l'apprentissage d'une technique de régulation des émotions.

Avec votre accord, et afin de constituer mon échantillon (+/- 80 enfants de 7 à 16 ans), j'aimerais transmettre une lettre d'information et de consentement aux parents via leur enfant. Celui-ci rendra son accord/désaccord dans une enveloppe fermée à destination du chercheur. Ceux qui auront répondu positivement à cette lettre seront contactés afin de fixer un rendez-vous à l'enfant au sein de votre institution (sous condition d'accord). Durant cet entretien, l'enfant sera immergé dans un environnement virtuel (promenade dans une forêt virtuelle sur l'eau au sein d'une barque), avec l'aide de la psychologue de l'institution. Il sera invité à respirer de façon calme en utilisant la respiration relaxante. Dans l'environnement, une image virtuelle les guidera vers un état de relaxation. Il sera également demandé à l'enfant de répondre à des questionnaires avant et après l'immersion en réalité virtuelle, en présence de la psychologue de l'institution. Ces questionnaires porteront sur le niveau d'anxiété/de stress ressenti avant et après l'immersion, ainsi que le sentiment de présence, de cybermalaise, et de satisfaction ressenti par rapport à l'environnement. Je tiens également à vous informer que cette intervention est gratuite. Aucune rémunération ne sera donnée à la suite de la participation à cette étude. L'administration de l'intervention et le recueil des données seront effectués par la psychologue du CMAP, Madame Estelle Dauvister.

Les renseignements recueillis lors de l'entrevue sont confidentiels, seulement le chercheur et ses représentants y auront accès. Chaque participant se verra attribuer un code qu'il utilisera pour s'identifier sur les questionnaires. La liste des participants, avec leur nom/prénom et leur code associé, figurera sur une feuille à part, connue uniquement du chercheur et ses représentants. Les données seront conservées sous clé au laboratoire du responsable du projet. La liste des participants, ainsi que leur feuille de consentement seront à des endroits différents de celui où seront placés les questionnaires. Aucune photocopie des données ne sera effectuée. Le Comité d'éthique de la Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'éducation (FPLSE) de l'Université de Liège a approuvé le projet de recherche.

D'avance, je vous remercie beaucoup pour votre collaboration, et vous prie de recevoir l'expression de ma considération distinguée.

STASSART Céline
Responsable de recherche

Annexe 3



**Faculté de Psychologie, Logopédie et des Sciences de l'Education
Comité d'éthique**

PRESIDENTE : Sylvie BLAIRY
CO-PRESIDENT : David STAWARCZYK
SECRETAIRE : Anne-Lise LECLERCQ

Formulaire d'information au volontaire

TITRE DE LA RECHERCHE

Applicabilité et utilité d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle chez des enfants présentant une déficience auditive, et âgés entre 7 et 16 ans

CHERCHEUR / ETUDIANT RESPONSABLE

STASSART Céline, Docteur en Psychologie ; cstassart@uliege.be

PROMOTEUR

STASSART Céline

Université de Liège

Département de Psychologie, Service de Psychologie de la Santé

Université de Liège, Place des Orateurs, 1 B33 (Trifacultaire) 4000 Liège

DESCRIPTION DE L'ETUDE

Votre enfant est invité à participer à une étude clinique qui porte sur l'effet d'un exercice de relaxation en réalité virtuelle sur l'anxiété et le stress. Cette intervention est dite expérimentale, c'est-à-dire qu'elle fait encore l'objet d'étude pour évaluer son efficacité. La responsable de l'étude espère que cet outil peut présenter un avantage pour l'enfant. Néanmoins, il n'y a aucune garantie d'en tirer un bénéfice. Avant que vous n'acceptiez que votre enfant y participe, nous vous invitons à prendre connaissance de ses implications en termes d'organisation, avantages et risques éventuels, afin de prendre une décision en toute connaissance de cause. Veuillez poser toutes les questions que vous souhaitez à la responsable de projet, ainsi que sur vos droits en tant que participant de recherche.

Objectif et déroulement de l'étude :

L'anxiété et le stress font partie des émotions souvent rapportées par l'enfant. La respiration relaxante est une technique recommandée pour réduire le stress et l'anxiété. Cette étude a pour objectif de valider et examiner l'efficacité d'un exercice de respiration relaxante en réalité virtuelle sur l'anxiété et le stress d'enfants. Cet outil permettrait de combiner l'aspect attrayant de la réalité virtuelle et l'apprentissage d'une technique de régulation des émotions.

La Réalité Virtuelle (RV) est une technologie informatique qui permet de plonger une personne, à l'aide d'un casque, dans un monde artificiel, créé numériquement. L'intervention consistera à immerger votre enfant dans un environnement virtuel relaxant. Pour cela, un rendez-vous sera fixé au Centre Médical d'Audiophonologie de Montegnée (CMAP). Durant ce rendez-vous, il sera invité à respirer de façon calme en utilisant la respiration relaxante. Dans l'environnement, une image virtuelle les guidera vers un état de relaxation.

Il sera également demandé à votre enfant de répondre à des questionnaires avant et après l'immersion en réalité virtuelle, en présence de la psychologue du Centre Médical d'Audiophonologie de Montegnée

1

Version validée par le comité d'éthique de la Faculté de Psychologie, Logopédie et des Sciences de l'Education le xxxxx

(CMAP), Madame Estelle Dauvister. Ces questionnaires porteront sur des informations personnelles (âge, sexe, ...), le niveau d'anxiété/de stress ressenti, des variables destinées à valider les environnements virtuels, à savoir le sentiment de présence et le cybermalaise, et le sentiment de satisfaction par rapport aux environnements. Il lui sera également demandé de porter une montre durant l'immersion (ainsi que quelques minutes avant et après). Cette montre s'appelle un cardiofréquencemètre, elle permet de mesurer la fréquence cardiaque. La passation des questionnaires durera quinze minutes et l'immersion en réalité virtuelle n'excédera pas 10 minutes. L'administration de l'intervention et le recueil des données seront effectués par la psychologue du CMAP, Madame Estelle Dauvister.

Je tiens à vous informer que cette intervention est gratuite. Vous ne serez pas rémunéré pour participer à cette étude.

Avantages et risques :

Votre participation contribuera à l'avancement des connaissances par une meilleure compréhension de l'effet d'un exercice de relaxation en réalité virtuelle sur l'anxiété et le stress d'enfants. Votre enfant pourra bénéficier d'un outil permettant de réduire son anxiété et son stress. Cependant, même si la responsable de recherche postule que cette intervention présente des avantages, il n'y a aucune garantie qu'il en tirera un bénéfice.

Soyez assurés que la psychologue du CMAP demeurera attentive à toutes manifestations d'inconfort chez votre enfant durant sa participation. Une évaluation de l'apparition d'un quelconque inconfort sera faite à plusieurs reprises durant l'intervention. Si l'enfant manifeste un inconfort, l'intervention sera interrompue immédiatement.

Vos données personnelles (c'est-à-dire les données qui permettent de vous identifier comme votre nom ou vos coordonnées) seront conservées durant la réalisation de l'étude dans un endroit sûr pour un maximum de 2 ans après quoi elles seront détruites.

Votre accord ou désaccord à la participation à cette étude peut être donné via le document « Consentement éclairé ». Document que vous pourrez transmettre au chercheur via l'enveloppe jointe.

Avant de participer à l'étude, nous attirons votre attention sur un certain nombre de points.

Votre participation est conditionnée à une série de droits pour lesquels vous êtes couverts en cas de préjudices. Vos droits sont explicités ci-dessous.

- Votre participation est libre. Vous pouvez l'interrompre sans justification.
- Vos informations personnelles ne seront pas divulguées. Seules les données codées pourront être transmises à la communauté des chercheurs. Ces données codées ne permettent plus de vous identifier et il sera impossible de les mettre en lien avec votre participation.
- Le temps de conservation de vos données personnelles est réduit à son minimum. Par contre, les données codées peuvent être conservées *ad vitam aeternam*.
- Les résultats issus de cette étude seront toujours communiqués dans une perspective scientifique et/ou d'enseignement.
- En cas de préjudice, sachez qu'une assurance vous couvre.
- Si vous souhaitez formuler une plainte concernant le traitement de vos données ou votre participation à l'étude, contactez le responsable de l'étude et/ou le DPO et/ou le Comité d'éthique (cf. adresses à la fin du document).

Tous ces points sont détaillés aux pages suivantes. Pour toute autre question, veuillez-vous adresser au chercheur ou au responsable de l'étude. Si ces informations sont claires et que vous souhaitez participer à l'étude, nous vous invitons à signer le formulaire de consentement. Conservez bien une copie de chaque document transmis afin de pouvoir nous recontacter si nécessaire.

2

Version validée par le comité d'éthique de la Faculté de Psychologie, Logopédie et des Sciences de l'Education le xxxxxx

INFORMATIONS DETAILLÉES

Toutes les informations récoltées au cours de cette étude seront utilisées dans la plus stricte confidentialité et seuls les expérimentateurs, responsables de l'étude, auront accès aux données récoltées. Vos informations seront codées. Seul le responsable de l'étude ainsi que la personne en charge de votre suivi auront accès au fichier crypté permettant d'associer le code du participant à son nom et prénom, ses coordonnées de contact et aux données de recherche. Ces personnes seront tenues de ne JAMAIS divulguer ces informations.

Les données codées issues de votre participation peuvent être transmises dans le cadre d'une autre recherche en lien avec cette étude-ci. Elles pourront être compilées dans des bases de données accessibles uniquement à la communauté scientifique. Seules les informations codées seront partagées. En l'état actuel des choses, aucune identification ne sera possible. Si un rapport ou un article est publié à l'issue de cette étude, rien ne permettra votre identification.

Les modalités pratiques de gestion, traitement, conservation et destruction de vos données respectent le Règlement Général sur la Protection des Données (UE 2016/679), les droits du patient (loi du 22 août 2002) ainsi que la loi du 7 mai 2004 relative aux études sur la personne humaine. Toutes les procédures sont réalisées en accord avec les dernières recommandations européennes en matière de collecte et de partage de données.

Le responsable du traitement de vos données à caractère personnel est l'Université de Liège (Place du XX-Août, 7 à 4000 Liège), représentée par sa Rectrice. Ces traitements de données à caractère personnel seront réalisés dans le cadre de la *mission d'intérêt public* en matière de recherche reconnue à l'Université de Liège par le *Décret définissant le paysage de l'enseignement supérieur et l'organisation académique des études* du 7 novembre 2013, art. 2 ; et, pour les données particulières, sur la nécessité de traiter ces données à des fins de recherche scientifique (RGPD, Art. 9.2.j). Vous bénéficiez des droits suivants sur vos données à caractère personnel : droits d'accès, de rectification et d'effacement de cette base de données, ainsi que du droit de limiter ou de s'opposer au traitement des données. Pour exercer ces droits, vous devez vous adresser au chercheur responsable de l'étude ou, à défaut, au délégué à la protection des données de l'Université de Liège, dont les coordonnées se trouvent au bas du formulaire d'information. Le temps de conservation de vos données à caractère personnel sera le plus court possible, avec une durée de maximum 2 ans. Les données issues de votre participation à cette recherche (données codées) seront quant à elles conservées sans limite de temps.

Si vous changez d'avis et décidez de ne plus participer à cette étude, nous ne recueillerons plus de données supplémentaires vous concernant et vos données d'identification seront détruites. Seules les données rendues anonymes pourront alors être conservées et traitées. Vous disposez également du droit d'introduire une réclamation auprès de l'Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, contact@apd-gba.be).

Une assurance a été souscrite au cas où vous subiriez un dommage lié à votre participation à cette recherche. Le promoteur assume, même sans faute, la responsabilité du dommage causé au participant (ou à ses ayants droit) et lié de manière directe ou indirecte à la participation à cette étude. Dans cette optique, le promoteur a souscrit un contrat d'assurance auprès d'Ethias, conformément à l'article 29 de la loi belge relative aux expérimentations sur la personne humaine (7 mai 2004).

Vous signerez un consentement éclairé avant de prendre part à l'expérience. Vous conserverez une copie de ce consentement ainsi que les feuilles d'informations relatives à l'étude.

Cette étude a reçu un avis favorable de la part du comité d'éthique de la faculté de psychologie, logopédie et des sciences de l'éducation de l'Université de Liège. En aucun cas, vous ne devez considérer cet avis favorable comme une incitation à participer à cette étude.

Personnes à contacter

Vous avez le droit de poser toutes les questions que vous souhaitez sur cette recherche et d'en recevoir les réponses.

Si vous avez des questions ou en cas de complication liée à l'étude, vous pouvez contacter l'investigateur principal du projet :

Céline STASSART

Email : cstassart@uliege.be

Tél : 04/366.35.69 – 0495/90.67.50

Département de Psychologie, Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education Université de Liège, Place des Orateurs, 1 B33 (Trifacultaire), 4000 Liège (Belgique)

Pour toute question, demande d'exercice des droits ou plainte relative à la gestion de vos données à caractère personnel, vous pouvez vous adresser au délégué à la protection des données par e-mail (dpo@uliege) ou par courrier signé et daté adressé comme suit :

Monsieur le Délégué à la protection des données
Bât. B9 Cellule "GDPR",
Quartier Village 3,
Boulevard de Colonster 2,
4000 Liège, Belgique.

Vous disposez également du droit d'introduire une réclamation auprès de l'Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, contact@apd-gba.be).

Annexe 4



Faculté de Psychologie, Logopédie et des Sciences de l'Education
Comité d'éthique

PRESIDENTE : Sylvie BLAIRY
CO-PRESIDENT : David STAWARCZYK
SECRETAIRE : Anne-Lise LECLERCQ

CONSENTEMENT ECLAIRE POUR DES RECHERCHES IMPLIQUANT DES PARTICIPANTS HUMAINS

| | |
|---|--|
| Titre de la recherche | Applicabilité et utilité d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle |
| Chercheur responsable | STASSART Céline, Docteur en Psychologie |
| Promoteur | |
| Service et numéro de téléphone de contact | Département de Psychologie, Service de Psychologie de la santé. <u>Tél</u> : 04/366.35.69 – 0495/90.67.50 |

Je, soussigné(e) en ma qualité de père, mère, tuteur ou tutrice
de..... déclare :

- avoir reçu, lu et compris une présentation écrite de la recherche dont le titre et le chercheur responsable figurent ci-dessus ;
- avoir pu poser des questions sur cette recherche et reçu toutes les informations que je souhaitais.
- avoir reçu une copie de l'information au participant et du consentement éclairé.

Je sais que, en ce qui concerne :

- je peux à tout moment mettre un terme à sa participation à cette recherche sans devoir motiver ma décision et sans que quiconque subisse aucun préjudice ;
- son avis sera sollicité et il pourra également mettre un terme à sa participation à cette recherche sans devoir motiver sa décision et sans que quiconque subisse aucun préjudice ;
- je peux demander à recevoir les résultats globaux de la recherche mais je n'aurai aucun retour concernant ses performances personnelles.
- la présente étude ne constitue pas un bilan psychologique ou logopédique à caractère diagnostic.
- je peux contacter le chercheur pour toute question ou insatisfaction relative à sa participation à la recherche ;
- des données le concernant seront récoltées pendant ma participation à cette étude et que le chercheur/mémorant responsable et le promoteur de l'étude se portent garants de la confidentialité de ces données. Je conserve le droit de regard et de rectification sur mes données personnelles (données démographiques). Je dispose d'une série de droits (accès, rectification, suppression, opposition) concernant mes données personnelles, droits que je peux exercer en prenant contact avec le Délégué à la protection des données de l'institution dont les coordonnées se trouvent sur la feuille d'information qui m'a été remise et qui

contient plus d'information quant au traitement de mes données à caractère personnel. Je peux également lui adresser toute doléance concernant le traitement de mes données à caractère personnel. **Je dispose également du droit d'introduire une réclamation auprès de l'Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, contact@apd-gba.be).**

- les données à caractère personnel ne seront conservées que le temps utile à la réalisation de l'étude visée, c'est-à-dire pour un maximum de 2 ans.

Je consens à ce que, en ce qui concerne :

- les données anonymes recueillies dans le cadre de cette étude soient également utilisées dans le cadre d'autres études futures similaires, y compris éventuellement dans d'autres pays que la Belgique.
- les données anonymes recueillies soient, le cas échéant, transmises à des collègues d'autres institutions pour des analyses similaires à celles du présent projet ou qu'elles soient mises en dépôt sur des répertoires scientifiques accessibles à la communauté scientifique uniquement.
- ses données personnelles soient traitées selon les modalités décrites dans la rubrique traitant de garanties de confidentialité du formulaire d'information.

En conséquence, je donne mon consentement libre et éclairé pour que soit participant(e) à cette recherche. En cas d'autorité parentale partagée, je m'engage à en informer l'autre parent.

Lu et approuvé,

Date et signature :

Chercheur responsable

- Je soussigné, Céline STASSART, chercheur responsable, confirme avoir fourni oralement les informations nécessaires sur l'étude et avoir fourni un exemplaire du document d'information et de consentement au représentant légal du participant. J'ai également fourni les informations oralement et recueilli le consentement du participant dans des termes adaptés à son âge et/ou sa condition.
- Je confirme qu'aucune pression n'a été exercée pour que le participant ou son représentant légal accepte de participer à l'étude et que je suis prêt à répondre à toutes les questions supplémentaires, le cas échéant.
- Je confirme travailler en accord avec les principes éthiques énoncés dans la dernière version de la « Déclaration d'Helsinki », des « Bonnes pratiques Cliniques » et de la loi belge du 7 mai 2004, relative aux expérimentations sur la personne humaine, ainsi que dans le respect des pratiques éthiques et déontologiques de ma profession.

Nom, prénom du chercheur responsable

Date et signature

Annexe 5



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT DE L'ENFANT

Applicabilité et utilité d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle chez des enfants présentant une déficience auditive, et âgés entre 7 et 16 ans

Les responsables de l'étude : STASSART Céline, Docteur en Psychologie, Département de Psychologie

Adresse postale : Université de Liège, Place des Orateurs, 1 B33 (Trifacultaire), 4000 Liège

Adresse courriel : estassart@uliege.be Tél: 04/366.33.63

INFORMATION

Tu es invité à participer à une étude qui évalue si un exercice de relaxation en réalité virtuelle permet de diminuer ton anxiété et ton stress.

Voici un document qui explique ce qui va se passer. Une vidéo interprétée en langage des signes sera également présentée afin que tu comprennes mieux cette étude. Après cela, si tu es d'accord de participer, je te demanderai de signer ce document, ce qui s'appelle donner un « consentement éclairé ».



But de l'étude :

Nous pouvons tous ressentir du stress à un moment donné. Ce n'est pas toujours une expérience agréable. Il peut donc être utile d'apprendre un outil pour diminuer sa peur et se relaxer. Il existe une technique de respiration qu'on appelle « la respiration profonde ». C'est une façon de respirer un peu différente que d'habitude, qui entraîne un état de relaxation et donc diminue le stress. Cette étude a pour but de voir si un exercice de respiration relaxante en réalité virtuelle permettrait de diminuer ton stress.

Un casque de « Réalité Virtuelle » est un casque que l'on place devant les yeux dans lequel tu pourras voir un monde fantastique comme si tu y étais mais qui n'est pas réel. Tu pourras voyager dans un environnement relaxant. Pour cela, nous te proposons de venir à 1 séance (d'environ 30 minutes) au Centre Médical d'Audiophonologie de Montegnée (CMAP). Lors de ces séances, tu seras avec Estelle Dauvister, elle t'aidera à mettre le casque de réalité virtuelle sur tes yeux. Dans l'environnement, une image virtuelle te guidera vers un état de relaxation.

On te demandera aussi de répondre à des questionnaires à plusieurs moments : avant de mettre le casque et juste après. Ces questionnaires permettront de savoir ton niveau d'anxiété/de stress, si tu arrives à te relaxer, si les environnements virtuels sont bons ou pas, et si tu les apprécies. Il te sera également demandé de porter une montre quand tu seras dans les environnements (ainsi que quelques minutes avant et après). Cette montre s'appelle un cardiofréquencemètre, elle permet de mesurer ta fréquence cardiaque, c'est-à-dire la façon dont ton cœur bat. Les questionnaires dureront environ quinze minutes et tu porteras le casque de réalité virtuelle pendant 10 minutes.

Avantages et risques:



Pendant ou après l'intervention, tu pourrais avoir la tête qui tourne ou des nausées. Il est important que tu nous le dises directement.



On fera très attention au fait que tu te senses bien durant ta participation et nous t'apprendrons des techniques que tu pourras utiliser à la maison ou à l'école pour diminuer ton stress. Cette intervention est gratuite.

Confidentialité et participation volontaire



Ta participation est volontaire, c'est-à-dire que tu participes si tu en as envie, personne ne peut t'obliger. Si tu es d'accord de participer, tu devras signer ce document. Même après l'avoir signé, tu as le droit d'arrêter à n'importe quel moment et de ne pas répondre à une question si tu n'en as pas envie, sans devoir dire pourquoi. Si la responsable de projet pense qu'il est préférable pour toi d'arrêter ou si tu ne respectes pas les consignes, il est possible qu'elle te retire de l'étude et arrête ta participation.



Comme le demande la loi belge (30 juillet 2018), la responsable de projet et son équipe seront les seuls à connaître tes réponses, elles seront donc confidentielles. Personne ne pourra savoir que c'est toi qui as répondu aux questions. Sur tes questionnaires, il y aura un code. Seulement la responsable de projet connaîtra ton code. Tes questionnaires seront dans une armoire fermée à clé. La responsable de projet ne te posera que des questions utiles pour cette étude. Tu as le droit de poser des questions sur tes réponses aux questionnaires et savoir à quoi cela va servir. Tu as également le droit de demander à voir tes réponses et de les corriger si tu le souhaites.



Un groupe de personnes (appelé Comité éthique) a vérifié que cette étude était utile et que tout était fait pour que ça se passe au mieux pour toi.

N'oublie pas que tu peux poser toutes les questions que tu souhaites à la responsable de projet.

CONSENTEMENT

Si tu es d'accord de participer à cette étude, tu peux signer ce document, ce qui signifie que tu donnes ton consentement écrit. La responsable de projet signera également le formulaire qui indique qu'elle t'a donné toutes les informations sur l'étude, que tu as reçu la lettre d'information et qu'elle est prête à répondre à toutes tes questions.

J'ai lu et compris ce qu'il y avait dans ce document et je suis d'accord de participer à cette étude.

Nom du participant

Signature du participant

Date

Nom du responsable de projet

Signature du responsable de projet

Date

Annexe 6

Protocole standard de la procédure

Objectif de l'étude :

« Nous avons créé un environnement de réalité virtuelle pour les enfants. Et on aimerait avoir l'avis des enfants sur cet environnement. Savoir ce qu'ils en pensent, s'ils trouvent ça bien ou pas, ...

Il s'agit d'un projet de recherche des hôpitaux et de l'Université de Liège.

Si tu es d'accord de participer à cette recherche, je vais te demander de répondre à quelques questionnaires avant et après avoir porté le casque ».

Lettre de consentement :

« Avant de commencer, je dois vous faire signer un papier qui signifiera que vous êtes d'accord de participer. Il s'agit d'une étape obligatoire d'un point de vue éthique (même si le document à l'air indigeste).

On va le parcourir ensemble ».

Les informations importantes du document ont été données à voix haute aux parents et il leur a été proposé de lire calmement.

Les informations importantes du document ont été données à l'enfant à voix haute et il marquait son accord par une signature.

Consignes RV

1. Calibrer le casque

- Allumer le casque (pression longue sur le bouton sur le côté du casque)

- Oculus demandera probablement de créer un gardian.

- Il y aura un message d'alerte : ok

- Position sol :

- Manette à hauteur du sol et cliquer sur la gâchette
- Zone de jeux :
- Se mettre à côté de l'enfant dans le même sens que lui
 - Créer une zone qui comprend la clinicienne ainsi que l'entièreté du lit
 - Pour créer la zone : appuyer sur la gâchette et tracer en même temps la zone de jeu d'un seul trait.

2. Dans le casque

- Cliquer sur Applications



- En haut à droite : cliquer sur Tous (21)
- Sources inconnues (en haut à droite)
- Lancer la vidéo « ulg pédiatrie magic world ... » ou « ulg pédiatrie forest »

3. Consignes

Passation des questionnaires :

- 1) Socio-démographique
- 2) Cybermalaise
- 3) Anxiété état
- 4) Echelle visage
- 5) Immersion
- 6) Echelle visage
- 7) Anxiété état
- 8) Cybermalaise
- 9) Sentiment de présence
- 10) Echelle de satisfaction

Réalité virtuelle : début

- Introduction : « Maintenant, je vais te mettre le casque sur la tête. Ce casque va te permettre d'explorer l'environnement virtuel. Pour explorer cet environnement, tu peux tourner ta tête dans tous les sens : à gauche, à droite, en haut, en bas. De cette façon, tu peux regarder tout ce dont tu as envie. Tu vas voir une fée qui t'explique et te montre plusieurs choses. Elle parle et elle signe. Je te laisse découvrir par toi-même, on pourra en reparler après si tu veux ».
- Cybermalaises : « Avant de commencer, je vais te rappeler plusieurs consignes de sécurité. »
 - « Premièrement, reste bien assis pendant que tu explores l'environnement. Essaye de ne pas trop bouger. »
 - « Deuxièmement, lorsque tu vas tourner ta tête, ne le fais pas trop vite. Tourne ta tête doucement dans la direction que tu souhaites. »
 - « Troisièmement, si jamais tu as mal à la tête, si tu vois flou ou encore si tu as envie de vomir, n'hésite pas, dis-le-moi, je reste dans la pièce. Les sensations que je viens de te citer ça s'appelle des cybermalaises. Ne t'en fais pas, c'est tout

à fait normal. En fait, tu ressens ça quand tes yeux te donnent l'impression de bouger mais que ton corps ne bouge pas en réalité. »

- Réalité virtuelle : consignes
 - L'enfant se place sur une chaise, au milieu du bureau, écarté des tables et des meubles.
 - Mettre le casque à l'enfant
 - Ajuster pour que la vision soit nette
 - Poser les manettes près de sa main droite et gauche.
 - Appuyer 2 secondes sur le rond oculus de la manette pour s'assurer d'une bonne position dans la barque quand l'enfant a mis le casque et que les manettes sont positionnées correctement à côté de ses mains.
 - Mettre la manette droite dans la main de l'enfant. Demander à l'enfant de traverser le rond du milieu (session 1) avec la main et attendre.
- Réalité virtuelle : fin de l'expérience
 - Retirer le casque
 - Première impression récoltée auprès de chaque participant

Annexe 7

Questionnaire sociodémographique

Code :

Date de naissance :

Sexe :

Année de scolarité spécialisée :

Degré de surdité :

- Légère
- Moyenne
- Sévère
- Profonde

Type d'aide auditive :

- Appareil conventionnel (contour d'oreilles)
- Implant cochléaire
- Aucune

Annexe 8

Questionnaire « comment je me sens »

STAIC Forme C-1

Nom : _____ Age : _____ Date : _____

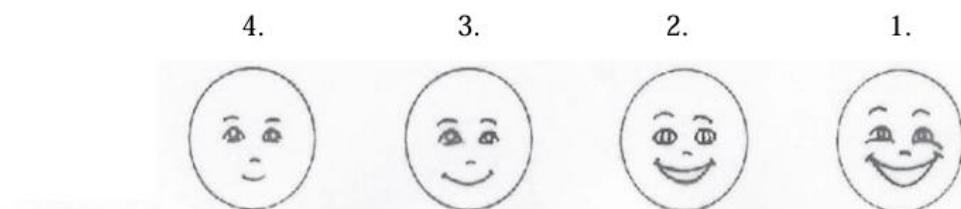
CONSIGNE : Certains énoncés que les garçons et les filles utilisent pour se décrire sont donnés ci-dessous. Lis attentivement chaque affirmation et décides comment tu te sens *juste maintenant*. Ensuite, mets une croix dans la case en face du mot ou de la phrase qui décrit le mieux comment tu te sens. Il n'y a pas de bonnes ni de mauvaises réponses. Ne passes pas trop de temps sur chaque énoncé. Souviens-toi, trouves le mot ou la phrase qui décrit le mieux comment tu te sens juste maintenant, à ce moment-ci.

- | | | | | |
|---|------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très calme | <input type="checkbox"/> calme | <input type="checkbox"/> pas calme |
| 2 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très gêné | <input type="checkbox"/> gêné | <input type="checkbox"/> pas gêné |
| 3 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très aimable | <input type="checkbox"/> aimable | <input type="checkbox"/> pas aimable |

Annexe 9

Facial Affective Scale (FAS ; McGrath et al., 1996)

Entoure le visage qui montre le mieux comment tu te sens en ce moment : pas anxieux (n°1) - très anxieux (n°9).



Annexe 10

Numéro du participant : _____ Date: _____

Mesure sur les cybermalaises pour enfants

Consigne : Je vais maintenant de te poser quelques questions et je voudrais que tu y répondes en me disant comment tu te sens maintenant.

| Liste des symptômes | Non | Un peu | Beaucoup |
|-------------------------------------|------------|---------------|-----------------|
| 1) Est-ce que tu te sens malade ? | | | |
| 2) Est-ce que tu te sens fatigué ? | | | |
| 3) Est-ce que tu as mal à la tête ? | | | |

Annexe 11

Questionnaire de présence (version enfant)

| | | | | | |
|--|----------------------|---------------------|-----------------|----------|----------------------|
| 1. J'avais l'impression d'être « là », dans l'environnement virtuel. | Pas du tout d'accord | Plutôt pas d'accord | Un peu d'accord | D'accord | Tout à fait d'accord |
| 2. L'environnement virtuel me semblait réel. | Pas du tout d'accord | Plutôt pas d'accord | Un peu d'accord | D'accord | Tout à fait d'accord |
| 3. J'ai eu le sentiment d'être en relation ^(en lien) avec d'autres personnes/animaux. | Pas du tout d'accord | Plutôt pas d'accord | Un peu d'accord | D'accord | Tout à fait d'accord |

Annexe 12

Questionnaire de satisfaction

Ce questionnaire a pour objectif d'évaluer la satisfaction que tu ressens par rapport à l'outil que l'on t'a proposé (c'est-à-dire la réalité virtuelle) et par rapport à ce que tu as vécu lorsque tu étais immergé(e) dans l'environnement virtuel. Pour chacune des questions suivantes, je t'invite à entourer la réponse qui te correspond le mieux.

| 1. As-tu trouvé que les lunettes étaient confortables ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
|--|-------------|--------|-------------|----------|
| 2. As-tu facilement compris ce que la fée te communiquait dans l'environnement virtuel ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 2a. Via ses signes | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 2b. Sans ses signes | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |

13. Y a-t-il quelque chose que tu as moins aimé ?

14. Y a-t-il quelque chose que tu voudrais changer dans ce système de réalité virtuelle ?

Annexe 13

Test de normalité Shapiro-Wilk – questionnaire cybermalaise pré-post

| Test | Statistique p | |
|--------------------|----------------------|-----|
| Shapiro-Wilk | 0.79 | .03 |
| Kolmogorov-Smirnov | 0.36 | .33 |
| Anderson-Darling | | |

Note. Le test de *Shapiro-Wilk* indique une déviation significative de la normalité ($p < .05$). Le test d'*Anderson-Darling* n'a pas retourné de valeur.

Annexe 14

Test de normalité Shapiro-Wilk – questionnaire FAC pré-post

| Test | Statistique <i>p</i> | |
|--------------------|-----------------------------|-----|
| Shapiro–Wilk | 0.90 | .36 |
| Kolmogorov–Smirnov | 0.22 | .88 |
| Anderson–Darling | | |

Note. Le test d'Anderson-Darling n'a pas retourné de valeur.

Annexe 15

Test de normalité Shapiro-Wilk – questionnaire anxiété état pré-post

| Test | Statistique <i>p</i> | |
|--------------------|-----------------------------|-----|
| Shapiro–Wilk | 0.94 | .64 |
| Kolmogorov–Smirnov | 0.22 | .90 |
| Anderson–Darling | | |

Note. Le test d'Anderson-Darling n'a pas retourné de valeur.