
Expérience de relaxation en réalité virtuelle : Applicabilité et utilité de l'outil auprès d'enfants sains

Auteur : Thines, Nathalie

Promoteur(s) : Stassart, Céline

Faculté : Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Diplôme : Master en sciences psychologiques, à finalité spécialisée en psychologie clinique

Année académique : 2022-2023

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/19231>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site 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'oeuvre 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-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



**Expérience de relaxation en réalité virtuelle :
Applicabilité et utilité de l'outil auprès d'enfants sains**

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

Promotrice :
STASSART Céline

Lecteurs :
SCHYNS Michael
VIZZINI Aurélie

Année académique 2022-2023

Remerciements

Je tiens à remercier ma promotrice, madame Céline Stassart, pour m'avoir permis de travailler sur ce sujet de mémoire et pour le temps qu'elle a consacré à me transmettre ses conseils et recommandations. Merci de m'avoir aidée et guidée dans la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Je souhaite également remercier monsieur Schyns et madame Vizzini de l'intérêt qu'ils ont manifesté pour ce mémoire.

J'adresse ensuite un immense merci aux enfants, adolescents et parents ayant accepté de participer à cette étude et sans qui ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Je les remercie pour l'attention qu'ils ont portée à cette étude et le temps qu'ils m'ont consacré. Je tiens également à exprimer ma gratitude aux directeurs d'écoles et de centres de jour qui m'ont accueillie dans leurs établissements.

Je voudrais témoigner ma reconnaissance à ma famille et à mes amis pour leur soutien et leurs précieux conseils. Plus particulièrement, merci à Ben pour sa présence et son soutien indéfectible tout au long de ce travail et durant mes cinq années d'études. Il a toujours été là, dans mes moments de réussite, mais aussi dans ceux de doute ou de découragement.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Résumé..... | 6 |
| 1. Anxiété et stress | 8 |
| 1.1 Stress..... | 8 |
| 1.1.1 Signes et symptômes | 8 |
| 1.1.2 Classification et facteurs de stress | 8 |
| 1.1.3 La neurophysiologie du stress | 9 |
| 1.2 Peur, anxiété et troubles anxieux | 10 |
| 1.3 Lien entre anxiété et stress..... | 11 |
| 1.4 Prévalence de l’anxiété et du stress chez les jeunes | 12 |
| 1.4.1 Stress quotidien..... | 12 |
| 1.4.2 Pandémie Covid-19 | 12 |
| 1.4.3 Âge..... | 13 |
| 1.5 Conséquences du stress quotidien | 13 |
| 1.5.1 Santé physique..... | 13 |
| 1.5.2 Performances scolaires | 14 |
| 1.5.3 Problèmes de comportement | 14 |
| 1.5.4 Santé mentale..... | 15 |
| 2. Relaxation | 16 |
| 2.1 Définition et Applications | 16 |
| 2.2 Bienfaits de la Relaxation | 17 |
| 2.3 Respiration Diaphragmatique..... | 17 |
| 2.4 Domaines d’Application chez les Enfants | 18 |
| 3. La réalité virtuelle | 20 |
| 3.1 Différents outils..... | 20 |
| 3.2 Propension à l’immersion..... | 21 |
| 3.3 Sentiment de présence | 21 |
| 3.4 Cybermalaise | 22 |
| 3.5 Relation entre sentiment de présence et cybermalaise | 23 |
| 3.6 Attractivité de la réalité virtuelle pour les enfants..... | 23 |
| 3.7 Conception d’un environnement virtuel pour enfants | 24 |
| 3.8 Apports de la réalité virtuelle dans la psychologie et la santé..... | 24 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4. | La réalité virtuelle comme outil de relaxation | 26 |
| 4.1 | La réalité virtuelle comme outil de relaxation chez l'adulte | 26 |
| 4.2 | La réalité virtuelle comme outil de relaxation chez les jeunes..... | 27 |
| 4.3 | Les avantages d'utilisation de la réalité virtuelle chez les jeunes | 28 |
| 5. | Question de recherche et hypothèses | 30 |
| 5. | Méthodologie | 31 |
| 5.1 | Échantillon..... | 31 |
| 5.1.1 | Critères d'inclusion et d'exclusion | 31 |
| 5.1.2 | Considérations éthiques | 31 |
| 5.1.3 | Procédure de recrutement | 32 |
| 5.2 | Procédure | 32 |
| 5.3 | Environnements de réalité virtuelle | 33 |
| 5.3.1 | Matériel de réalité virtuelle..... | 33 |
| 5.3.2 | Éléments de conception des environnements virtuels | 33 |
| 5.3.3 | Descriptions des environnements virtuels | 34 |
| 5.4 | Outils de mesure: | 36 |
| 5.4.1 | Questionnaire sociodémographique | 36 |
| 5.4.2 | State -Trait Anxiety Index | 36 |
| 5.4.3 | Facial affective scale | 36 |
| 5.4.4 | Cybermalaise | 37 |
| 5.4.5 | Questionnaire de présence | 37 |
| 5.4.6 | Questionnaire de satisfaction..... | 37 |
| 5.4.7 | Mesure de la fréquence cardiaque | 38 |
| 5.5 | Analyse statistique | 39 |
| 6. | Résultats | 40 |
| 6.1 | Données sociodémographiques | 40 |
| 6.2 | Anxiété Trait..... | 41 |
| 6.3 | Acceptabilité et faisabilité | 41 |
| 6.3.1 | Participation..... | 41 |
| 6.3.2 | Arrêt en cours de route | 42 |
| 6.3.3 | Cybermalaise | 42 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.3.4 | Sentiment de présence | 44 |
| 6.3.5 | Satisfaction | 45 |
| 6.4 | Efficacité..... | 47 |
| 6.4.1 | Facial Affective Scale..... | 47 |
| 6.4.2 | STAIC-état..... | 51 |
| 6.4.3 | Fréquences cardiaques | 52 |
| 7. | Discussion | 54 |
| 7.1 | Applicabilité | 54 |
| 7.1.1 | Cybermalaise | 54 |
| 7.1.1 | Sentiment de présence | 56 |
| 7.1.2 | Satisfaction | 57 |
| 7.2 | Efficacité..... | 59 |
| 7.3 | Implication pratiques, cliniques et perspectives futures | 60 |
| 7.4 | Limites | 63 |
| 7.5 | Conclusion..... | 64 |
| | Bibliographie..... | 66 |
| | Annexes..... | 81 |

Résumé

Objectif : L'objectif de ce mémoire est de tester l'applicabilité et l'efficacité de deux environnements virtuels relaxants, savane et forêt, auprès d'enfants sains.

Méthodologie : Au cours de l'étude, les participants âgés de 6 à 15 ans ont été immergés dans les deux environnements virtuels relaxants. Ils ont pu, ainsi, évoluer dans un monde imaginaire qui les a guidés tout au long du voyage sur une barque. Les participants ont été invités à s'engager dans un exercice de respiration diaphragmatique créé pour faciliter un état de détente. Pour évaluer l'efficacité et l'applicabilité de notre intervention, les participants ont rempli une série de questionnaires qui évaluaient divers facteurs, notamment l'anxiété trait, l'anxiété état, le cybermalaise, le sentiment de présence et la satisfaction. L'anxiété d'état et le cybermalaise ont été mesurés avant et après l'intervention, les autres variables uniquement après l'expérience immersive. De plus, la fréquence cardiaque des participants a été enregistrée à l'aide de bracelets avant, pendant et après l'immersion.

Résultats : Les résultats, qui mettent l'accent sur l'environnement savane, confirment nos hypothèses et suggèrent que l'environnement virtuel savane est applicable et efficace : il améliore, notamment, le sentiment de présence, la satisfaction, et peut réduire le stress et l'anxiété, tout en produisant peu d'effets secondaires négatifs tels que le cybermalaise.

Conclusion : Les résultats de cette étude amènent à penser que l'environnement virtuel savane est en capacité de servir d'intervention ludique pour soulager l'anxiété et le stress chez les enfants et les adolescents. Néanmoins, il est nécessaire de réitérer les travaux afin de vérifier la fiabilité des résultats et des conclusions. L'étude met également en évidence les variations potentielles d'applicabilité et d'efficacité en fonction de l'âge et du sexe, ainsi que la nécessité d'approfondir les recherches chez les sous-groupes spécifiques.

Expérience de relaxation en réalité virtuelle:

Applicabilité et utilité de l'outil auprès d'enfants sains

La prévalence de l'anxiété chez les enfants et les adolescents a presque doublé ces dernières années, notamment en raison de la pandémie de COVID-19 et de ses conséquences (Racine et al., 2021). Cette augmentation récente de la prévalence est préoccupante et reflète un besoin urgent d'outils pratiques efficaces dans le domaine de l'anxiété chez les enfants et les adolescents. Les jeunes, toutefois, ont toujours été exposés à divers facteurs de stress qui affectent leur santé mentale (Fernández-Baena et al., 2015). En outre, le stress peut avoir des conséquences néfastes telles que des comportements malsains, des problèmes de comportement, et se répercuter sur les performances scolaires (Hill et al., 2018 ; Wu et al., 2021 ; Goldstein et al., 2015). Dans la mesure où les symptômes d'anxiété et de dépression à l'adolescence sont prédictifs des troubles anxieux et dépressifs à l'âge adulte (Bushnell et al., 2020), le développement d'outils de prévention visant à réduire le stress et l'anxiété chez les enfants et les adolescents est essentiel. Aussi l'apprentissage des capacités d'autorégulation permettrait une réduction des problèmes d'internalisation et d'externalisation futurs (Robson, et al., 2020).

Les techniques de relaxation, qui réduisent l'anxiété et le stress, sont un exemple d'outils d'autorégulation (Hubbard & Falco, 2015). Il existe de nombreuses méthodes traditionnelles comme la respiration diaphragmée ou la relaxation musculaire progressive (Thomas & Centeio, 2020). Par ailleurs, la réalité virtuelle apparaît comme une technologie prometteuse pour faciliter l'apprentissage des techniques de relaxation (Riches et al., 2021).

Cette étude s'attache, par conséquent, à promouvoir l'utilisation de techniques de relaxation véhiculées par la réalité virtuelle. Bien que des recherches aient été menées sur les interventions de réalité virtuelle utilisant la relaxation chez les adultes (Riches et al., 2021), peu d'études se sont concentrées sur les enfants et les adolescents. Cependant, les quelques travaux consacrés à cette population ont montré des résultats prometteurs (Van Rooij et al., 2015 ; Bossenbroek et al., 2020). Cette étude se concentre donc sur l'applicabilité et l'efficacité de réduction de l'anxiété d'une expérience de relaxation immergée dans un environnement virtuel chez des enfants sains.

Ce travail se compose de plusieurs sections. La première partie comprend la recherche littéraire – des thématiques centrales comme l'anxiété, le stress, les techniques de relaxation et la réalité virtuelle y sont abordées –, la deuxième partie cible les hypothèses et la méthodologie, la troisième présente les résultats, et pour terminer la discussion détermine les apports et limites de l'étude.

1. Anxiété et stress

1.1 Stress

Il existe une controverse quant à une définition unique qui rende compte de la complexité du concept de stress. Hans Selye a défini ce dernier comme une réponse physiologique non spécifique à toute demande imposée à l'organisme (Tan & Yip, 2018). Les facteurs de stress, eux, sont décrits comme toute demande qu'un individu ressent comme trop importante pour ses ressources (Lazarus & Folkman, 1984). Par conséquent, le stress est la réponse de l'individu à une grande variété de sollicitations. Il peut être caractérisé par différents symptômes.

1.1.1 *Signes et symptômes*

Il arrive que les enfants présentent des symptômes physiques lorsqu'ils sont stressés (Kaneshiro et al., s. d.). Ces troubles incluent des changements dans les habitudes alimentaires, des maux de tête, une énurésie nouvelle ou récurrente, des troubles du sommeil, des douleurs d'estomac ou d'autres problèmes sans cause identifiable. Outre les manifestations physiques, les enfants peuvent montrer des troubles émotionnels et comportementaux tels que l'inquiétude, des peurs nouvelles ou récurrentes, des pleurs, de la colère, une régression dans leur comportement ou le refus de participer aux activités familiales ou scolaires (Kaneshiro et al., s. d.).

1.1.2 *Classification et facteurs de stress*

Il existe de multiples façons de classer les facteurs de stress. Pour ce qui touche à l'enfance, les auteurs Fernández-Baena et al. (2015) les ont classés en trois catégories : événements de la vie, déclencheurs chroniques et soucis quotidiens. Les événements de la vie sont, par exemple, le décès d'un parent, la naissance d'un frère ou d'une sœur, le divorce des parents ou les accidents. Le stress chronique dans l'enfance et l'adolescence peut être déclenché par des éléments prévalents tels que la pauvreté, l'insécurité alimentaire, le racisme et la discrimination, ou bien des situations extrêmes comme la maltraitance, la négligence ou le placement en institution (Condon, 2018). Les facteurs quotidiens consistent en situations rencontrées chaque jour, et qui dépassent l'enfant – par exemple les exigences de l'école, les conflits avec les enseignants, les pairs, les parents, ou les visites chez le médecin (Fernández-Baena et al., 2015). Cela montre que les enfants peuvent être affectés par différents types de facteurs de stress et que chaque enfant est susceptible d'y être confronté dans sa vie quotidienne.

Le stress peut être qualifié de chronique ou d'aigu (Condon, 2018). Le stress chronique est défini par une libération prolongée de médiateurs primaires et la mise en danger par des conséquences secondaires négatives. Une exposition prolongée à des facteurs de stress peut

déclencher la libération de médiateurs primaires, tels que les glucocorticoïdes comme le cortisol, les catécholamines comme l'adrénaline, et les cytokines, perturbant ainsi le développement et le fonctionnement de multiples systèmes corporels. Ces systèmes englobent le cerveau, le système neuroendocrinien, le système immunitaire, le système métabolique, le système cardiovasculaire et le système respiratoire. Ces bouleversements peuvent avoir un impact sur le bien-être mental et physique tout au long de la vie de l'individu. En revanche, un seul événement psychologiquement ou physiquement effrayant peut déclencher une réponse de stress aiguë qui ne dure que brièvement avant de revenir à l'homéostasie. L'exposition au stress chronique peut être particulièrement néfaste pour les enfants, car ils sont plus vulnérables au cours des phases de développement telles que la période prénatale, la petite enfance et l'adolescence (Condon, 2018). Dans ce qui suit, les voies physiologiques du stress aigu et du stress chronique sont illustrées afin de mieux comprendre les effets sur les enfants.

1.1.3 La neurophysiologie du stress

Le cerveau développe des ajustements comportementaux et physiologiques pour protéger l'organisme et se prépare à une réaction de combat ou de fuite lorsqu'il est confronté à un facteur de stress aigu (Condon, 2018). L'allostase fait référence à ces ajustements physiologiques qui impliquent l'axe hypothalamique pituitaire surrénalien et l'activité du système nerveux sympathique. Cette activation entraîne la libération de glucocorticoïdes, de catécholamines et de cytokines qui interagissent en tant que composants d'un réseau non linéaire et servent de médiateurs primaires de la réponse au stress. L'homéostasie désigne la stabilité des systèmes physiologiques, essentielle à la vie. Elle englobe des variables telles que la température corporelle, le pH, le taux de glucose et la tension d'oxygène, toutes maintenues à un niveau optimal. Dans un effort pour rétablir l'homéostasie, d'autres médiateurs s'ajustent lorsque l'un d'eux augmente ou diminue en réponse au stress. Le système nerveux parasympathique contribue à la boucle de rétroaction négative destinée à rétablir l'équilibre physiologique en diminuant les réponses inflammatoires et cardiovasculaires. L'allostase est adaptative à court terme, et les systèmes physiologiques reviennent à la normale en l'absence de menace (Condon, 2018).

Cependant, la libération prolongée de médiateurs primaires perturbe le développement, le fonctionnement du cerveau et des systèmes neuroendocrinien, immunitaire, métabolique, cardiovasculaire et respiratoire (Condon, 2018). Ces perturbations physiologiques sont des conséquences secondaires de la réponse au stress et peuvent entraîner des maladies qui ont un impact sur la santé mentale et physique à long terme. Ce processus est influencé par des facteurs

environnementaux et des différences individuelles telles que les traits de personnalité et les réponses comportementales – les capacités d'adaptation et le soutien familial, par exemple.

En résumé, dans la mesure où les crises de la vie, les facteurs de stress chronique ainsi que les situations de la vie quotidienne peuvent affecter les enfants, chacun d'eux est susceptible d'être soumis au stress.

1.2 Peur, anxiété et troubles anxieux

L'anxiété est définie par une appréhension et des symptômes physiques de tension qui font qu'une personne anticipe un danger, une catastrophe ou un désastre imminent (American Psychological Association, s. d.-a). Elle s'accompagne souvent de changements physiques comme la tension musculaire, la respiration rapide et l'accélération du rythme cardiaque. L'anxiété et la peur sont fréquemment utilisées de manière interchangeable, bien qu'elles fassent référence à deux concepts différents. L'anxiété est considérée comme une réponse à long terme, axée principalement sur les menaces omniprésentes. La peur, en revanche, est une réponse appropriée à court terme à une menace clairement identifiable (American Psychological Association, s. d.-a).

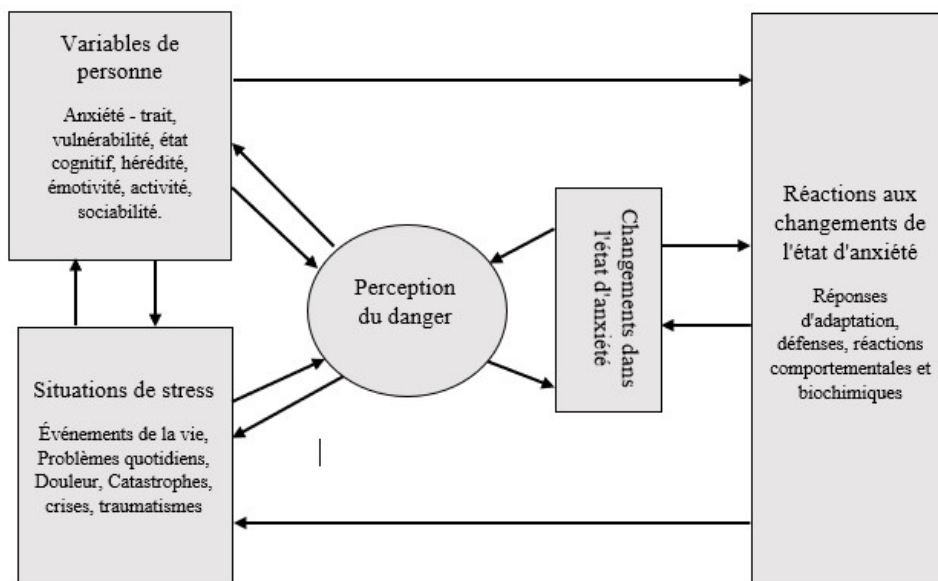
Selon Spielberger (1966a), l'anxiété est caractérisée par deux composantes : l'anxiété de trait et l'anxiété d'état. Spielberger a défini l'anxiété liée aux traits comme la prédisposition d'un individu à répondre de manière anxieuse aux situations, alors que l'anxiété d'état est une émotion transitoire caractérisée par une excitation physiologique et des sentiments d'appréhension, de crainte et de tension perçus consciemment. Ces deux formes d'anxiété peuvent être présentes simultanément ; l'anxiété d'état déclenchée par un événement peut s'ajouter à l'anxiété liée aux traits (Spielberger, 1970). De plus, les réponses d'anxiété d'état et d'anxiété de trait montrent un avantage évolutif pour anticiper et prévenir le danger. L'anxiété peut empêcher l'exposition à des situations dangereuses, mais elle devient inadaptée lorsqu'elle est maintenue ou produite par des stimuli non menaçants (Sylvers et al., 2011).

Il est possible de considérer que l'anxiété se situe sur un continuum (Endler & Kocovski, 2001). Un faible niveau d'anxiété est présent à une extrémité du continuum, un niveau plus élevé se situe au milieu et un niveau sévère se trouve à l'autre extrémité. Les troubles anxieux sont placés à l'extrémité du continuum avec un niveau d'anxiété sévère. Une autre tendance consiste à ne pas inscrire l'anxiété dans un continuum, mais à considérer les troubles de l'anxiété comme étant qualitativement différents du niveau normal (Endler & Kocovski, 2001). Après avoir abordé la classification et les origines du stress et de l'anxiété, nous décrirons, dans la section suivante le lien entre ces deux éléments.

1.3 Lien entre anxiété et stress

Le stress et l'anxiété sont tous deux des réponses émotionnelles, mais le stress a souvent un déclencheur externe (American Psychological Association, s. d.-b). Ce dernier peut se situer à court terme ou à long terme. Par exemple, une échéance professionnelle ou une dispute sont des déclencheurs à court terme, et une incapacité de travail, une discrimination ou une maladie chronique des déclencheurs à long terme. En revanche, l'anxiété se caractérise par des inquiétudes persistantes et excessives qui ne disparaissent pas, même en l'absence d'un facteur externe. L'anxiété et le stress peuvent présenter des symptômes communs tels que des problèmes de sommeil, des tensions musculaires et de l'irritabilité (American Psychological Association, s. d.-b).

Dans ce qui suit, le modèle d'interaction multidimensionnel décrit par Endler (1997) qui intègre le stress, l'anxiété et les capacités d'adaptation fournit une illustration plus détaillée du lien complexe entre le stress et l'anxiété. Il est présenté sur la figure 1 (Rogowska et al., 2022). Le modèle souligne que chacune de ces variables implique des processus complexes et met en évidence qu'ils interagissent. Les capacités d'adaptation sont définies par la réponse à des stimuli stressants. L'adaptation orientée vers la tâche peut être décrite comme la résolution de problèmes et la tentative de changer la situation. L'adaptation orientée vers les émotions consiste en des réponses émotionnelles – frustration et colère, par exemple – tandis que celle vouée à l'évitement cherche à fuir la situation stressante en recherchant un soutien social ou une distraction. Ce modèle comprend également des variables de personne et de situation. Les variables liées à la personne comprennent l'anxiété de trait et la vulnérabilité. Les variables de situation sont les événements stressants, les crises, les douleurs ou les problèmes quotidiens. De plus, les variables liées à la personne interfèrent avec les variables liées à la situation, ce qui entraîne une certaine perception de la menace. Cet élément produit des changements dans l'état d'anxiété et conduit à des réponses d'adaptation. À son tour, une réaction d'adaptation spécifique peut affecter à la fois les variables liées à la personne et celles liées à la situation et conduire à percevoir la situation comme menaçante.

Figure 1*Modèle d'Interaction Multidimensionnel*

Note. Adaptée de « Revisiting the multidimensional interaction model of stress, anxiety and coping during the COVID-19 pandemic: a longitudinal study », par A. M. Rogowska, D. Ochnik et C. Kuśnierz, 2022, *BMC Psychology*, 10(1), p. 2 (<https://doi.org/10.1186/s40359-022-00950-1>). CC-BY-NC.

1.4 Prévalence de l'anxiété et du stress chez les jeunes

1.4.1 Stress quotidien

Une étude a déterminé la prévalence des facteurs de stress quotidien dans un échantillon représentatif d'élèves de l'enseignement primaire âgés de 6 à 13 ans (Fernández-Baena et al., 2015). Dans l'échantillon de 7 354 enfants espagnols, la majorité des élèves ont déclaré ne pas ressentir de stress (68 %) ou seulement un stress léger (23,2 %). Cependant, 8,7 % des enfants ont été classés dans la catégorie de stress sévère. Les résultats soulignent l'importance d'étudier les facteurs de stress quotidien dans l'enfance, ainsi que la nécessité de mettre en œuvre des outils de prévention pour le diminuer.

1.4.2 Pandémie Covid-19

La prévalence des troubles de la santé mentale chez les jeunes a augmenté, particulièrement en raison de la pandémie du COVID-19 (Racine et al., 2021). Une méta-analyse a permis l'estimation des symptômes de dépression et d'anxiété généralisée cliniquement élevés dans le monde entier chez les enfants et les adolescents de moins de 18 ans durant cette période (Racine et al., 2021). Les résultats sur 29 échantillons et 80 879 sujets montrent une prévalence des symptômes de dépression (25,2 %) et d'anxiété cliniquement

élevée (20,5 %). Lorsque ces résultats sont comparés aux résultats pré-pandémiques, les taux sont presque deux fois plus élevés. En conclusion, un adolescent ou enfant sur quatre dans le monde présente des symptômes de dépression cliniquement élevés, et un jeune sur cinq présente des symptômes d'anxiété cliniquement élevée (Racine et al., 2021). Malgré l'isolement de la pandémie et tous les autres problèmes survenus pendant cette période, les jeunes ont toujours été exposés à une série de facteurs de stress ayant un impact sur la santé mentale.

1.4.3 Âge

Les recherches montrent que les facteurs de stress changent avec le temps (Escobar et al., 2013). Pendant l'enfance, ces facteurs sont souvent liés aux contextes familial et scolaire (Byrne et al., 2011). À l'adolescence, ils se concentrent sur les changements personnels et corporels, l'évolution des relations avec les parents et les pairs, et le début des relations amoureuses (Byrne et al., 2007).

1.5 Conséquences du stress quotidien

Les paragraphes suivants décrivent, sur une population d'enfants et d'adolescents, les conséquences potentiellement dangereuses du stress.

1.5.1 Santé physique

Certaines études montrent que le stress affecte les enfants et se manifeste par des comportements préjudiciables en matière de santé. Par exemple, une étude longitudinale de deux ans auprès de 312 enfants belges âgés de 5 à 12 ans a étudié la relation entre le stress et les facteurs liés à un mode de vie malsain de l'enfant (Michels et al., 2015). Les résultats suggèrent qu'un niveau de stress élevé peut contribuer à une consommation accrue d'aliments sucrés, et à un phénomène d'alimentation émotionnelle, restreinte ou externe. L'alimentation émotionnelle désigne le fait de manger en réponse à des émotions négatives, l'alimentation externe consiste à manger en réponse à la vue ou à l'odeur de la nourriture et l'alimentation restreinte consiste à manger moins que souhaité pour perdre ou maintenir le poids corporel. Stress stimule l'alimentation en l'absence de faim, ce qui pourrait mener au surpoids. Les résultats de cette étude vont dans le sens d'une revue systématique et d'une méta-analyse qui ont révélé que le stress était associé à des comportements alimentaires malsains chez les enfants jeunes ou plus âgés (Hill et al., 2018). Ils indiquent que l'impact du stress sur les comportements alimentaires malsains peut commencer dès l'âge de 8 ou 9 ans. Les habitudes alimentaires nocives sont susceptibles de perdurer jusqu'à l'âge adulte et de provoquer l'obésité. Le bilan de l'étude souligne l'importance pour les enfants de trouver des méthodes pour réguler le stress, afin de réduire le risque de conséquences à long terme.

Le stress et la dépression influencent l'activité physique chez les enfants, comme le souligne une étude longitudinale réalisée par Olive et al. (2016). Les résultats indiquent que la dépression affecte directement la condition physique chez les filles, avec une tendance à un effet similaire chez les garçons. En outre, un enfant qui présente plus de symptômes de dépression et de stress est susceptible d'être moins en forme et moins actif physiquement. Cela souligne l'importance du stress et la nécessité de le prendre en compte dans les stratégies visant à augmenter l'activité physique chez les enfants (Olive et al., 2016). Les résultats de ces travaux ne sont que partiellement confirmés par une étude qui a suggéré que le stress augmente l'activité physique chez les enfants les plus jeunes, alors qu'il a tendance à la diminuer chez les plus âgés (Michels et al., 2015). Bien que le stress ait des conséquences chez les enfants, notamment un possible impact sur leur santé, ses facteurs sont souvent négligés dans la recherche sur cette population (Hill et al., 2018).

1.5.2 Performances scolaires

Le stress peut également se répercuter sur les performances scolaires des enfants. Une étude a examiné comment le stress lié au passage de l'école primaire au lycée peut affecter les performances, la motivation et le sentiment d'appartenance à l'école (Goldstein et al., 2015). Les résultats suggèrent que les adolescents qui subissent un stress plus important lors de la transition vers le lycée présentent également un risque accru de voir leurs performances scolaires et leur motivation réduites. Un stress plus important est également associé à une plus grande anxiété face aux tests et aux performances, et à un sentiment d'appartenance à l'école plus faible. Une autre étude soutient ces résultats en soulignant l'importance du stress quotidien dans les futures performances scolaires (Fernández-Martín et al., 2015). En l'évaluant à l'aide de questionnaires d'auto-évaluation et de mesures psychobiologiques, l'étude suggère que le stress quotidien joue un rôle important et est plus influent que les fonctions cognitives de base lorsqu'il s'agit d'envisager les performances scolaires. Ces conclusions indiquent que, pour obtenir des résultats scolaires corrects, les enfants n'ont pas seulement besoin de bonnes fonctions cognitives de base, comme la mémoire et l'attention, mais qu'ils doivent aussi présenter de faibles niveaux de stress quotidien. Les résultats de ces études indiquent que les stratégies visant à réduire le stress pourraient améliorer les performances scolaires des enfants.

1.5.3 Problèmes de comportement

Certains travaux laissent à penser que les facteurs stress quotidien peuvent entraîner des problèmes de comportement chez l'enfant. Les résultats d'une étude chinoise, réalisée après contrôle du sexe et de l'année scolaire (Wu et al., 2021), ont montré que les enfants soumis à un stress quotidien plus élevé affichaient un comportement problématique signalé par les

parents. Ces problèmes affectaient la conduite, entraînaient de l'hyperactivité-inattention, avaient des symptômes émotionnels et provoquaient des tensions avec les pairs. Des résultats similaires ont été observés dans une recherche menée auprès d'enfants espagnols (Fernández-Baena et al., 2015) ; il s'est avéré que des facteurs de stress quotidien plus élevés étaient liés à des comportements socialement inadaptés tels que l'agression et l'inhibition. En effet, certains de ces enfants provoquaient davantage de conflits, se montraient violents et manifestaient une forte réactivité émotionnelle. D'autres présentaient une tendance à s'isoler. Bien qu'il existe une forte corrélation entre le stress quotidien et les problèmes émotionnels et comportementaux, le lien n'est pas évident : il est légitime de se demander si le stress provoque des problèmes de comportement, ou si c'est une faible compétence sociale qui conduit à davantage de stress (Fernández-Baena et al., 2015). Néanmoins, cette étude souligne à nouveau l'importance des facteurs de stress qui accompagnent les expériences quotidiennes des enfants.

1.5.4 Santé mentale

Les facteurs de stress jouent également un rôle sur la santé mentale. Une étude a fourni les preuves d'un lien entre le stress et le trouble anxieux chez l'enfant modulé par des stratégies cognitives de régulation des émotions (Chan et al., 2016). Les stratégies de régulation cognitive sont définies par la façon dont les personnes gèrent les expériences négatives. Cette étude souligne que les facteurs de stress quotidiens sont un prédicteur important de l'anxiété chez les enfants âgés de 9 à 12 ans (Chan et al., 2016). Les facteurs de stress quotidiens, comme l'excès de devoirs, les conflits interpersonnels et les punitions parentales, sont souvent négligés, mais contribuent de manière significative à l'anxiété des enfants. Ces soucis quotidiens peuvent être particulièrement angoissants pour les enfants, compte tenu de leur cercle social et de leurs ressources limitées en matière de résolution de problèmes. En accord avec cette étude, une autre étude longitudinale de cinq années s'est penchée sur la relation entre le stress perçu, les symptômes intériorisés et la tolérance à la détresse, du début à la fin de l'adolescence (Felton et al., 2017). L'incapacité perçue ou réelle à tolérer des états expérientiels négatifs tels que les émotions négatives, l'inconfort et l'incertitude est appelée faible tolérance à la détresse. L'étude a révélé que le stress augmente au cours de l'adolescence et que l'intolérance à la détresse perçue au départ de l'étude présage des niveaux de stress plus élevés, avec pour conséquence une augmentation des symptômes d'intériorisation. Dans la mesure où les symptômes d'anxiété et de dépression à l'adolescence sont prédictifs des troubles anxieux et dépressifs à l'âge adulte (Bushnell et al., 2020), les méthodes de prévention visant à réduire le stress et l'anxiété chez les enfants et les adolescents sont essentielles.

Le stress affecte les enfants de multiples façons. Les conséquences peuvent consister en une dégradation de la santé physique, de la santé mentale et des résultats scolaires. La prévalence et les potentielles conséquences néfastes du stress et de l'anxiété chez les enfants indiquent que l'apprentissage de l'autorégulation de l'anxiété et des réactions au stress est une tâche importante pour les enfants. Compte tenu du possible impact sur le développement des symptômes d'anxiété chez les enfants, il est essentiel que la recherche sur le développement d'outils aille au-delà des enfants confrontés à des événements stressants majeurs et s'intéresse à la population globale des enfants.

2. Relaxation

Compte tenu de la présence de stress et d'anxiété chez les enfants, il convient d'étudier les stratégies visant à gérer et à atténuer leur effet. Parmi ces stratégies, l'utilisation de méthodes de relaxation peut améliorer la capacité d'autorégulation (de la Fuente et al., 2018).

2.1 Définition et applications

Selon l'American Psychological Association (s. d.-c) la relaxation peut être définie comme suit : *Abatement of intensity, vigor, energy, or tension, resulting in calmness of mind, body, or both* – en français : « Diminution de l'intensité, de la vigueur, de l'énergie ou de la tension aboutissant au calme de l'esprit, du corps ou des deux ». Des études ont identifié plusieurs symptômes physiques clés permettant de distinguer un état de relaxation d'un état d'anxiété (Chen et al., 2017). Lorsqu'une personne est détendue, elle présente généralement une diminution du volume d'oxygène, de la fréquence cardiaque, de la tension musculaire, de la pression artérielle, de la fréquence respiratoire et du métabolisme, ainsi qu'une augmentation du flux sanguin périphérique et de la réponse galvanique de la peau.

Les techniques de relaxation servent à atteindre cet état de détente. Plus précisément, elles peuvent être définies ainsi : *Any therapeutic technique to induce relaxation and reduce stress. Also called relaxation training* – en français : « Toute technique thérapeutique visant à induire la relaxation et à réduire le stress » (American Psychological Association, s. d.-d). Également appelé entraînement à la relaxation (American Psychological Association, s. d.-d), les différents types de techniques de relaxation comprennent la relaxation progressive, le training autogène, l'imagerie guidée, le *biofeedback*, l'autohypnose ou les exercices de respiration (National Center for Complementary and Integrative Health, 2021). Les sous-sections suivantes mettent l'accent sur les avantages de l'utilisation de techniques de relaxation et explorent des activités spécifiques telle la respiration diaphragmatique. L'application de ces techniques dans divers domaines est, en outre, illustrée, soulignant ainsi leurs valeurs pratiques.

2.2 Bienfaits de la relaxation

Les techniques de relaxation offrent plusieurs avantages physiques et psychologiques. Ces techniques peuvent favoriser les sentiments de calme et de bien-être (Smith et al., 2018). Elles ont le pouvoir de réduire l'anxiété et d'augmenter les capacités d'adaptation d'un individu lorsqu'il est confronté à des situations stressantes. De plus, elles s'avèrent utiles pour améliorer la qualité du sommeil et lutter contre l'insomnie. Il a été également suggéré que les techniques de relaxation atténuent les symptômes physiques associés à l'anxiété, tels que la diminution du rythme cardiaque et respiratoire, tout en améliorant la concentration et la mémoire (Smith et al., 2018)

Un autre avantage des méthodes de relaxation est l'amélioration de la capacité d'autorégulation (de la Fuente et al., 2018). Cette capacité, chez un enfant, est définie par le contrôle sur ses pensées, ses sentiments et ses comportements (Pandey et al., 2018). Elle est liée aux différents parcours de la population en matière de santé mentale et physique (Pandey et al., 2018). Une revue méta-analytique de 150 études a trouvé plusieurs associations positives, à court et à long terme, avec l'autorégulation (Robson et al., 2020). En particulier, la capacité d'autorégulation à l'âge préscolaire serait synonyme de compétences sociales plus performantes et de meilleurs résultats scolaires. En outre, l'autorégulation serait liée à une réduction des problèmes d'internalisation et d'externalisation au cours des premières années d'école (Robson et al., 2020). Elle serait, ainsi, associée à des niveaux plus faibles de psychopathologie pour la suite de la scolarité (Robson et al., 2020). L'autorégulation pendant l'enfance est un facteur important, gage de nombreux résultats positifs plus tard dans la vie.

2.3 Respiration diaphragmatique

Il existe de nombreuses techniques pour pratiquer la relaxation : la relaxation musculaire progressive, le *biofeedback* et la respiration diaphragmatique en sont des exemples. Pour une définition détaillée de la relaxation musculaire progressive et du *biofeedback*, se référer à l'annexe 1. Dans cette section, nous nous concentrerons principalement sur la respiration diaphragmatique, car elle constitue l'objet de notre étude.

La respiration diaphragmatique est un moyen de diminuer le stress et l'anxiété (Chen et al., 2017). Les exercices apprennent aux personnes à respirer lentement et régulièrement par le diaphragme. Cette technique consiste à utiliser le muscle du diaphragme pour aspirer l'air vers le bas du corps, ce qui améliore l'efficacité de la respiration, augmente la longueur du diaphragme et rend l'expiration plus efficace (Kim et al., 2015). La méthode a un effet calmant et stabilisant sur le système nerveux autonome (Kim et al., 2015).

Ce procédé induit des symptômes physiques de relaxation (Chen et al., 2017). Lorsque l'anxiété agit sur le système nerveux sympathique, des troubles du type rythme cardiaque élevé, muscles tendus et respiration superficielle et rapide peuvent apparaître en raison du contrôle de la respiration par le système nerveux autonome. Par ailleurs, la respiration diaphragmatique stimule le système nerveux parasympathique, ce qui réduit le niveau d'anxiété. Elle peut également augmenter le taux de dioxyde de carbone dans le sang et renforcer l'activité nerveuse parasympathique, ce qui favorise la relaxation, la stabilisation du rythme cardiaque et de la tension artérielle, ainsi que l'augmentation de la température corporelle (Chen et al., 2017).

Les techniques de relaxation telles que la respiration diaphragmatique constituent une approche peu coûteuse, sans danger et non pharmacologique qui peut être utilisée pour autoréguler le stress (Hopper et al., 2019 ; National Center for Complementary and Integrative Health, 2021). Les exercices de respiration constituent un procédé utile pour améliorer le bien-être des individus, en particulier des enfants ; ils sont, assurément, simples à apprendre, ne nécessitent aucun équipement et peuvent être pratiqués en autonomie (Kramer et al., 2022). Cependant, les études sur l'efficacité des exercices respiratoires chez les enfants sont limitées ; la plupart des recherches ont en effet porté sur les adultes (Kramer et al., 2022).

2.4 Domaines d'application chez les enfants

Les techniques de relaxation peuvent être utiles non seulement aux adultes, mais aussi aux enfants et aux adolescents. Elles trouvent une application pratique, notamment, en milieu scolaire. En effet, une étude a révélé qu'une intervention dans une classe d'élèves de troisième année d'école primaire a réduit le stress chez les enfants ; elle consistait en techniques de respiration et de relaxation par le yoga pendant dix semaines (Thomas & Centeio, 2020). Plus de la moitié des enfants (56 %, précisément) ont, alors, déclaré qu'ils utiliseraient les techniques de respiration apprises pour se réguler en situation de colère ou pour s'apaiser (Thomas & Centeio, 2020). Une autre étude a montré que la respiration profonde diminuait l'anxiété et augmentait les résultats scolaires (Khng, 2017). La recherche a porté sur 122 élèves d'école primaire et a utilisé un modèle expérimental avec des mesures avant et après le test, ainsi qu'un groupe d'intervention et un groupe de contrôle. L'étude a créé une situation d'évaluation pour les élèves et, pendant les pauses, le groupe d'intervention a pratiqué la respiration profonde tandis que le groupe de contrôle se reposait sans activité particulière. Le groupe d'intervention a affiché une plus grande diminution de l'anxiété et une augmentation des performances par rapport au groupe de contrôle (Khng, 2017). Enfin, citons une dernière étude ayant mis en évidence le potentiel de cet outil sur l'anxiété liée aux tests avec un échantillon d'enfants âgés ($N = 177$) de 8 à 10 ans – le groupe témoin, quant à lui, ne présentait aucune réduction manifeste

de l'anxiété liée aux tests (Larson et al., 2010). Dans l'ensemble, ces études soutiennent l'idée que les méthodes de relaxation peuvent réduire le stress, l'anxiété liée aux tests et augmenter la performance scolaire chez les enfants. La facilité d'apprentissage et les exigences minimales en matière de ressources associées à ces techniques en font des interventions réalisables dans le cadre scolaire.

Les techniques de relaxation ont également montré leur efficacité dans le contexte médical, en particulier pour réduire la détresse physique et les émotions négatives chez les enfants souffrant d'anxiété dentaire (Levi et al., 2022). L'étude portant sur un échantillon de 20 enfants a indiqué que la respiration diaphragmatique entraînait une relaxation physiologique se manifestant par une diminution de la fréquence cardiaque et de l'amplitude respiratoire. En outre, les participants ont déclaré ressentir moins de douleur, de peur, de tristesse et, dans une moindre mesure, de colère.

Comme l'illustrent les études précédentes, les exercices de relaxation, notamment ceux ayant trait à la respiration, sont prometteurs en tant qu'outils autoadministrés de régulation des émotions, en particulier chez les enfants. Cependant, il existe peu de recherches empiriques sur les effets de ces exercices chez les enfants, et les preuves de leur efficacité immédiate dans des situations de la vie réelle font défaut (Kramer et al., 2022). Pour combler cette lacune, Kramer et al., en 2022, ont mené une étude mettant en évidence les effets de la respiration diaphragmatique à rythme lent sur l'affect négatif et la relaxation dans la vie quotidienne des enfants. Cette étude a concerné 171 enfants âgés de 9 à 13 ans, répartis selon trois conditions et sur une période de 15 jours. La condition expérimentale comprenait la respiration diaphragmatique lente guidée par vidéo, tandis que les conditions de contrôle consistaient à regarder une vidéo de contrôle ou aucune vidéo. Des questionnaires quotidiens en ligne ont été mis en place pour évaluer les résultats. Ces derniers ont révélé que l'exercice de respiration n'avait pas eu d'effet immédiat sur l'affect négatif ou la relaxation. Cependant, lorsque les enfants signalaient des niveaux d'inquiétude plus élevés, la réalisation de l'exercice de respiration entraînait une relaxation plus importante par rapport à la condition de contrôle passif. Aucune différence significative de relaxation n'a été observée entre l'exercice de respiration et la condition de contrôle actif lorsque les enfants étaient plus inquiets que d'habitude. Plusieurs limites de l'étude doivent être prises en compte, notamment la courte durée de l'exercice de respiration et le recours à des mesures d'auto-évaluation. En effet, se fier uniquement aux déclarations des enfants comporte le risque de négliger les cas où les enfants ne respectent pas totalement les instructions, mais ne le signalent pas. L'étude a révélé que dans 12,4 % des cas ($n = 289$), les enfants n'ont pas regardé la vidéo en entier, mais ne l'ont

pas révélé. Ces résultats indiquent que l'exercice de respiration peut, parfois, ne pas être attrayant pour certains enfants (Kramer et al., 2022).

Les exemples mentionnés montrent l'applicabilité des techniques de relaxation dans différents milieux – à l'hôpital, à l'école ou à domicile, par exemple. Avec le développement de nouvelles technologies, l'applicabilité et l'efficacité des techniques de relaxation pourraient même être élargies. Cependant, et comme le suggère l'étude de Kramer et al. (2022), regarder des vidéos peut ne pas plaire à tous les enfants et diminuer ainsi l'adhésion ; de nouveaux moyens technologiques peuvent, en revanche, rendre les exercices de relaxation plus attrayants pour les enfants et les adolescents. La réalité virtuelle en fait partie. Nous l'évoquerons dans le chapitre suivant.

3. La réalité virtuelle

La réalité virtuelle est une technologie conçue pour isoler l'utilisateur de ses perceptions de l'environnement (Bermo et al., 2020). Le but est de donner l'illusion d'une immersion dans un environnement virtuel et de favoriser l'interaction entre l'utilisateur et l'environnement créé par l'ordinateur.

3.1 Différents outils

Il existe plusieurs outils permettant l'usage de la réalité virtuelle : le casque immersif, l'ordinateur simple, la table immersive et la voûte immersive (Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, s. d.), notamment. Le casque immersif utilise un casque de réalité virtuelle appelé en anglais *Head Mounted Display* ainsi que deux télévisions miniatures afin de créer une vue monoscopique. Pour donner l'illusion d'être dans un monde en 3D, l'appareil de suivi des déplacements se situant sur le dessus du casque virtuel réagit aux mouvements de tête de l'individu. L'ordinateur, par conséquent, modifie les informations présentées à la personne en fonction de ses mouvements. Le type d'ordinateur simple utilise un écran conventionnel et des dispositifs de contrôle tels que le clavier, la souris ou le joystick. La table immersive fait appel à des lunettes 3D pour fusionner des données projetées à partir de deux sources différentes et créer l'illusion de la 3D, ce qui permet à l'utilisateur d'interagir avec des objets virtuels en 3D. La voûte immersive, aussi appelée *C-Automatic Virtual Environment*, est la plus performante. L'utilisateur porte des lunettes 3D et se tient au centre de la voûte où l'environnement virtuel est projeté sur chaque mur, plafond et sol, donnant ainsi l'illusion d'une totale immersion. (Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, s. d.).

Ces dernières années, la recherche dans le domaine de la réalité virtuelle s'est rapidement développée ; le casque immersif est devenu facilement disponible, relativement peu coûteuse et facile à utiliser (Bermo et al., 2020).

Pour comprendre le fonctionnement de la réalité virtuelle et évaluer son efficacité, il est essentiel de prendre en compte ses caractéristiques fondamentales. Elles concernent, notamment, la propension à l'immersion, le sentiment de présence et le cybermalaise.

3.2 Propension à l'immersion

Le concept d'immersion fait l'objet d'un débat dans la littérature et peut être considéré sous deux angles principaux : l'état psychologique d'un individu (Witmer & Singer, 1998) et la propriété objective d'une technologie ou d'un système (Slater, 2018). L'immersion psychologique fait référence à l'état d'absorption ou d'engagement. L'immersion en tant que propriété objective d'une technologie est liée à l'immersion perceptive qui consiste à bloquer les stimuli externes et à se concentrer sur le stimulus présenté (Slater, 2018). Plus précisément, les auteurs Agrawal et al. (2020) font la distinction entre l'immersion, le potentiel d'immersion et la tendance à l'immersion. Ces auteurs suggèrent que l'immersion est un phénomène ressenti par un individu lorsqu'il se trouve dans un état d'implication mentale profonde, avec ou sans stimulation sensorielle, provoquant un changement de son état attentionnel. Selon la définition proposée, l'immersion est un état mental ne nécessitant pas de stimulation sensorielle tout comme la rêverie qui peut être une expérience immersive. Le potentiel d'immersion fait référence à la capacité d'un système ou d'un contenu à susciter l'immersion, et la tendance à l'immersion fait référence à la prédisposition d'un individu à faire l'expérience de l'immersion. L'immersion peut être influencée par divers facteurs, notamment le système, la narration, l'environnement, les facteurs individuels et l'interaction entre l'individu et l'expérience. Les facteurs individuels comprennent les états affectifs, l'humeur, les préférences, les compétences, les connaissances antérieures, l'expertise, les objectifs et la motivation. La tendance à l'immersion est supposée rester constante au cours d'une courte expérience (Agrawal et al., 2020). Dans l'ensemble, l'immersion est un phénomène complexe influencé par une série de facteurs.

3.3 Sentiment de présence

Un concept lié à l'immersion, mais cependant distinct est le sentiment de présence. Ce phénomène est souvent décrit comme l'impression de quitter psychologiquement l'endroit réel et d'être déplacé dans un environnement virtuel (Weech et al., 2019). Le sentiment de présence dans un environnement de réalité virtuelle est une impression que les utilisateurs ressentent. Ces derniers perçoivent les objets ou les individus virtuels comme réels, comme s'ils étaient vraiment là. Le sentiment de présence est déterminé par plusieurs facteurs : la manière dont l'affichage est présenté – cadence et champ de vision (Weech et al., 2019) notamment –, des facteurs internes tels que la personnalité d'un individu ou sa tendance à l'immersion dans un

environnement virtuel (Weibel et al., 2010), des facteurs sociaux – l'interaction avec des personnages virtuels (Servotte et al., 2020), par exemple. En outre, l'incorporation d'un avatar contribue à la perception de l'espace virtuel comme authentique plutôt qu'artificiel et elle dépend de la synchronisation des stimuli sensoriels que les utilisateurs rencontrent dans la réalité virtuelle (Weech et al., 2019).

3.4 Cybermalaise

Le cybermalaise désigne un ensemble de symptômes caractérisés par des sentiments d'inconfort et de malaise liés à l'exposition à la réalité virtuelle (Caserman et al., 2021). Les effets indésirables du cybermalaise peuvent prendre la forme de nausées, maux de tête ou étourdissements ; les utilisateurs les ressentent pendant ou après l'immersion dans la réalité virtuelle. Le cybermalaise est une sorte de mal des transports et il se développe généralement dans les 10 à 15 minutes après l'immersion ; il peut cependant survenir plus tôt pendant l'utilisation. La durée de ce malaise n'est pas claire, et certaines études suggèrent que les effets secondaires sont également susceptibles de persister pendant des heures. Lorsque l'utilisateur cesse d'utiliser la réalité virtuelle, les symptômes disparaissent généralement au bout de 15 minutes, mais peuvent réapparaître lors d'une nouvelle immersion (Caserman et al., 2021).

Diverses théories ont été proposées pour expliquer ce phénomène. Parmi elles est apparue l'idée que des périodes prolongées d'instabilité posturale provoquent des symptômes de cybermalaise (Treisman, 1977). La théorie de l'empoisonnement, quant à elle, suggère que les nausées provoquées par le mal de simulation sont la réponse de l'organisme à un décalage entre les informations visuelles et vestibulaires, ce qui peut être similaire à la sensation d'intoxication alimentaire (Riccio & Stoffregen, 1991). Cependant, l'hypothèse la plus largement acceptée est celle du conflit sensoriel (Reason & Brand, 1975). Selon cette thèse, le mal de simulation se produit en raison d'une discordance entre les informations reçues par les systèmes vestibulaire et visuel dans un environnement virtuel. Les informations visuelles suggèrent un mouvement, alors que le système vestibulaire signale que l'utilisateur est immobile, ce qui entraîne un décalage important entre les entrées sensorielles et provoque chez l'utilisateur les symptômes du cybermalaise (Reason & Brand, 1975).

La recherche indique que plusieurs facteurs peuvent influencer le risque d'éprouver les symptômes de cybermalaise, notamment les caractéristiques de l'utilisateur, les facteurs de conception, les types d'affichage et le type de contenu de réalité virtuelle utilisé (Ramaseri Chandra et al., 2022). Pour ce qui est des caractéristiques de l'utilisateur, les études suggèrent que les enfants sont généralement plus résistants que les adultes (Ramaseri Chandra et al., 2022 ; Tychsen & Foeller, 2020). Un autre facteur réside dans la nature du mouvement

(Caserman et al., 2021). Il est suggéré que pour prévenir le cybermalaise, les développeurs doivent éviter les décalages sensoriels en proposant des environnements à la même échelle dans le monde virtuel et dans le monde réel où les utilisateurs peuvent marcher naturellement. En outre, les *Head mounted devices* dotés d'un système de suivi précis de la tête peuvent également contribuer à prévenir le cybermalaise (Caserman et al., 2021).

3.5 Relation entre sentiment de présence et cybermalaise

Il semble y avoir une relation négative entre sentiment de présence et cybermalaise. Les sujets qui font l'expérience d'un fort sentiment de présence ont tendance à éprouver de faibles niveaux de cybermalaise (Weech et al., 2019). La raison de la relation inversement proportionnelle entre le cybermalaise et le sentiment de présence dans la réalité virtuelle n'est pas encore totalement comprise. Certains chercheurs suggèrent que le sentiment de présence peut réduire la probabilité de rencontrer ce problème en détournant l'attention des facteurs susceptibles de provoquer un conflit sensoriel. D'un autre côté, il est également possible que les effets distrayants du cybermalaise inhibent l'attention nécessaire pour s'engager pleinement dans l'environnement virtuel et éprouver un sentiment de présence (Weech et al., 2019).

Les approches visant à minimiser le décalage sensoriel dans les environnements virtuels ont permis d'atténuer les symptômes et d'améliorer le sentiment de présence (Weech et al., 2019). Rendre les interactions plus intuitives et avoir le contrôle de navigation de sa propre locomotion dans l'environnement virtuel peuvent contribuer également à augmenter le sentiment de présence et à réduire ce trouble.

3.6 Attractivité de la réalité virtuelle pour les enfants

Ces dernières années, le casque de réalité virtuelle est devenu toujours plus accessible au grand public. Même les enfants sont de plus en plus sensibles à cette technologie, comme l'a suggéré l'étude de Yamada-Rice et al. (2017). Cette étude s'appuie sur les données recueillies auprès d'un total de 1917 enfants aux États-Unis et 1119 enfants au Royaume-Uni. Les résultats ont montré qu'un faible pourcentage d'enfants aux États-Unis (19 %) n'avait jamais entendu parler de réalité virtuelle. En outre, une proportion importante des enfants s'est montrée très intéressée par cette dernière (44 %). Le niveau de sensibilisation s'est avéré plus faible au Royaume-Uni qu'aux États-Unis, avec 24 % des enfants de 8 à 10 ans et 29 % des enfants de 11 à 15 ans déclarant qu'ils connaissaient cette technologie. Malgré cela, un nombre important d'enfants au Royaume-Uni (19 %) ont exprimé un intérêt extrême pour la réalité virtuelle (Yamada-Rice et al., 2017). Ces statistiques indiquent que les enfants commencent à se familiariser avec la réalité virtuelle et lui manifestent un intérêt certain.

3.7 Conception d'un environnement virtuel pour enfants

Après avoir réalisé une revue de la littérature sur les environnements de réalité virtuelle pour gérer l'anxiété et la douleur chez les enfants et les adolescents, Ahmadpour et al. (2020) proposent un modèle holistique de conception d'environnements de réalité virtuelle. Ce modèle prend en compte les aspects du produit, l'expérience et l'intervention. Il est unique, car il combine une approche centrée sur l'humain avec une approche médicale destinée à gérer la douleur ou l'anxiété. L'utilisation de la réalité virtuelle pour la gestion de la douleur et de l'anxiété implique la narration de l'expérience et les émotions qu'elle suscite. Les aspects du produit sont décrits en termes de perception du contenu et de la technologie du produit par les utilisateurs, l'immersion et le sentiment de présence étant des qualités importantes pour la gestion de la douleur ou de l'anxiété. D'autres éléments sont pris en compte dans la conception du produit afin de le rendre attractif et distrayant ; ce sont l'esthétique, le ludique et l'aventure ou la familiarité. Les aspects de l'intervention font référence aux stratégies utilisées pour atteindre les objectifs de santé et promouvoir le bien-être de l'utilisateur. Ces stratégies sont choisies en fonction des résultats souhaités pour la santé de l'utilisateur. Pour expliquer la relation entre ces composantes, Ahmadpour et al. (2020) proposent un continuum qui résume les différentes stratégies d'intervention pour gérer la douleur et l'anxiété dans la réalité virtuelle ; ces pratiques vont de simples techniques de distraction à des méthodes plus complexes d'acquisition de compétences. Cette classification tient également compte de l'expérience et du rôle du patient ; le comportement de ce dernier peut varier de passif à actif en fonction de l'objectif de l'intervention et de la conception du produit de la réalité virtuelle, y compris le niveau de retour d'informations fourni aux utilisateurs (Ahmadpour et al., 2020).

3.8 Apports de la réalité virtuelle dans la psychologie et la santé

La réalité virtuelle est utilisée depuis quelques années dans le secteur de la santé mentale comme outil d'évaluation ou de gestion de divers troubles mentaux, le syndrome de stress post-traumatique, l'anxiété et les phobies, la douleur chronique et les addictions chez les adultes (Mishkind et al., 2017). L'efficacité de l'utilisation de la réalité virtuelle auprès d'enfants et d'adolescents a été suggérée également, et ce dans de multiples domaines.

L'un des domaines d'application de la réalité virtuelle est la thérapie d'exposition pour traiter l'anxiété et les phobies chez les adultes et les enfants. Bouchard et al. (2017) ont mené une étude démontrant l'efficacité de la réalité virtuelle comme composante de la thérapie d'exposition pour les personnes souffrant de troubles de l'anxiété sociale. Les résultats ont indiqué que la combinaison de l'exposition à la réalité virtuelle avec la thérapie comportementale et cognitive s'avérait être une alternative viable aux méthodes de thérapie conventionnelles. De même,

Kothgassner et Felnhofner (2021) ont examiné l'impact de la thérapie d'exposition à la réalité virtuelle sur les troubles anxieux des enfants et des adolescents. Bien que leurs résultats soutiennent les améliorations cliniques des symptômes d'anxiété, ils ont noté un manque d'essais contrôlés, en particulier dans les populations plus jeunes et dans les cas de troubles d'anxiété sociale.

De surcroît, la réalité virtuelle s'est révélée prometteuse dans le traitement des troubles du spectre autistique. Mesa-Gresa et al. (2018) ont réalisé un examen systématique analysant l'efficacité des programmes de réalité virtuelle chez les enfants et les adolescents atteints d'autisme. L'examen a porté sur des domaines tels que les compétences sociales et émotionnelles, la communication, la formation cognitive, etc. Les conclusions ont indiqué des résultats positifs, en particulier en ce qui concerne la formation aux compétences sociales à l'aide d'avatars et d'environnements virtuels. Toutefois, d'autres études sont nécessaires pour confirmer l'efficacité des interventions de réalité virtuelle sur l'autisme.

Par ailleurs, la réalité virtuelle a été explorée comme outil pour traiter les déficits cognitifs chez les enfants souffrant de troubles de l'attention avec hyperactivité (TDAH). Romero-Ayuso et al. (2021) ont réalisé une méta-analyse de quatre études révélant que les interventions basées sur la réalité virtuelle étaient plus efficaces pour améliorer l'attention soutenue, mais n'avaient pas d'impact significatif sur l'impulsivité. L'utilisation de la réalité virtuelle pour la rééducation cognitive chez les enfants atteints de TDAH reste toutefois limitée.

La réalité virtuelle n'a pas seulement servi d'outil thérapeutique, mais a également trouvé son utilité dans le contexte médical, en particulier dans les domaines de la douleur et de l'anxiété. Elle a été principalement étudiée en santé physique comme tâche distractive durant des soins médicaux en désengageant l'attention du stimulus anxiogène et douloureux (Ahmadpour et al., 2020). Une méta-analyse menée par Eijlers et al. (2019) a examiné l'efficacité de la réalité virtuelle pour réduire la douleur et l'anxiété : 16 enquêtes ont été réalisées, impliquant des participants âgés de 4 à 21 ans. Les études concernaient le domaine des soins dentaires, des brûlures, de l'oncologie et de l'accès veineux, et portaient aussi sur un usage avant une chirurgie électorale sous anesthésie générale. La méta-analyse, basée sur 14 études sur la douleur et 7 sur l'anxiété, a démontré que la réalité virtuelle était un outil efficace pour réduire la douleur et l'anxiété déclarées par les patients (Eijlers et al., 2019).

Bien que la recherche ait affiché des résultats positifs dans les domaines cités ci-dessus, d'autres études et essais contrôlés sont nécessaires pour renforcer la base de preuves et confirmer l'efficacité des interventions de réalité virtuelle. Il est intéressant de noter que la

littérature sur les enfants et la réalité virtuelle a fait l'objet de moins de recherches que pour les adultes.

En effet, au-delà de son potentiel de distraction principalement étudié, certains suggèrent l'utilité de la réalité virtuelle dans l'apprentissage de techniques d'autorégulation telles que la relaxation par la respiration profonde. Cependant, les études examinant un dispositif de réalité virtuelle engageant de jeunes patients dans une autorégulation active de leur anxiété sont rares (Ahmadpour et al., 2020).

4. La réalité virtuelle comme outil de relaxation

La réalité virtuelle s'est imposée comme une technologie polyvalente dans le domaine des soins de santé mentale. Des études récentes se sont plus particulièrement penchées sur le recours à la réalité virtuelle pour favoriser la relaxation (Riches et al., 2021). La recherche propose plusieurs approches. Certaines mettent l'accent sur la visualisation, l'engagement et l'immersion dans des environnements virtuels plaisants (Riches et al., 2021), et d'autres sur l'apprentissage des techniques d'autorégulation (van Rooij et al., 2015). La réalité virtuelle, de fait, offre des moyens accessibles et innovants de promouvoir la relaxation en permettant aux utilisateurs de s'immerger dans des mondes virtuels qui font appel à leurs sens et créent une expérience apaisante (Riches et al., 2021).

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

Riches et al. (2021) ont constaté que la réalité virtuelle était un outil intéressant pour promouvoir la relaxation. Leur analyse de 19 études, dont 4 essais contrôlés randomisés, a démontré de manière cohérente la faisabilité et l'acceptation de la réalité virtuelle dans ce domaine. Les environnements immersifs de la réalité virtuelle présentant des stimuli agréables et naturels, tels que des sons et des images de paysages naturels, ont fait apparaître des améliorations constantes de l'humeur négative, des réductions du stress et une augmentation de la relaxation. La plupart des études ont rapporté que les scores de relaxation étaient significativement plus élevés lorsque les participants utilisaient des casques de réalité virtuelle. Les résultats prometteurs de cette étude ont été renforcés par une autre revue qui incluait plusieurs approches de réalité virtuelle, en particulier la contemplation de scènes naturelles et des méthodes d'autorégulation comme le biofeedback (Velana et al., 2022). Cette étude suggère également que les interventions de réalité virtuelle peuvent réduire les niveaux de stress. Par exemple, Weerdmeester et al. (2017) ont constaté que leur jeu de biofeedback en réalité virtuelle nécessitant une respiration profonde réduisait efficacement l'excitation physiologique induite par le stress chez les adultes. Il est important de prendre en compte les limites méthodologiques identifiées dans ces études, car elles peuvent affecter l'applicabilité plus large des résultats.

Néanmoins, ces résultats indiquent que la réalité virtuelle affiche un grand potentiel dans l'aide à la relaxation et la gestion du stress. Bien que ces études se soient concentrées sur le recours à ces pratiques chez les adultes, il est intéressant d'explorer leur effet chez les enfants.

4.2 La réalité virtuelle comme outil de relaxation chez les jeunes

La réalité virtuelle combinée à des techniques de relaxation a des applications potentielles dans le domaine de l'éducation. O'Meara et al. (2020) ont mené une étude analysant l'impact de l'exposition d'étudiants souffrant d'anxiété liée aux examens à un environnement vert de réalité virtuelle. Les résultats ont révélé une corrélation entre cette intervention et une réduction des émotions négatives chez les étudiants participants, âgés de 18 à 24 ans. L'étude suggère que la réalité virtuelle peut permettre aux étudiants d'atténuer leur anxiété avant les examens de manière efficace ; l'intervention, en effet, a été menée avant une situation d'examen. Alors que ce travail a utilisé un environnement virtuel naturel pour promouvoir la relaxation, d'autres études intègrent la respiration diaphragmatique dans les environnements virtuels.

De même que la respiration diaphragmatique, avérée efficace pour réduire les symptômes liés au stress et améliorer la santé psychologique et physiologique (Blum et al., 2020), ces exercices servent à réduire l'anxiété, les affects négatifs et favorisent la relaxation. La réalité virtuelle pourrait servir de plateforme pour l'apprentissage de techniques d'autorégulation (Ahmadpour et al., 2020). En associant la respiration diaphragmatique à la réalité virtuelle, la motivation et l'engagement dans la pratique des exercices peuvent être augmentés (Blum et al., 2020). En outre, la réalité virtuelle permet un contrôle précis et une personnalisation de l'environnement d'exercice, minimisant les distractions et créant un cadre apaisant et captivant (Blum et al., 2020). Cook et al. (2021) ont examiné la sécurité et la faisabilité de l'utilisation d'un exercice de respiration profonde en réalité virtuelle pour soulager l'anxiété chez les enfants souffrant d'un retard de rétablissement après une commotion cérébrale. Dans l'étude, 15 participants âgés de 11 à 22 ans se sont livrés à un exercice de respiration profonde à rythme rapide de 5 minutes dans un environnement de réalité virtuelle représentant une prairie de montagne. Des repères visuels, sous la forme d'une « bulle respiratoire », guidaient les participants pendant l'inspiration et l'expiration. Les résultats ont été prometteurs, notamment en ce qui concerne la réduction du stress et de la tension ; à la suite de cette expérience, fatigue et confusion ont diminué. Cependant, il est important de noter que cette étude portait sur un échantillon limité, ce qui justifie la prudence lors de la généralisation des résultats.

La réalité virtuelle associée à des techniques de relaxation est envisageable chez les enfants présentant un risque de développer des troubles anxieux (van Rooij et al., 2015). Les

premiers résultats d'une étude montrent qu'un jeu de réalité virtuelle de *biofeedback* peut être considéré comme une intervention contre l'anxiété chez les enfants (van Rooij et al., 2015). Les joueurs sont placés dans un environnement sous-marin fantastique dans lequel ils peuvent se déplacer librement. Le jeu apporte une aide personnelle à la respiration et à la méditation en encourageant la respiration diaphragmatique par le *biofeedback*. Dans cette étude, le *biofeedback* permet de mesurer les expansions du diaphragme des joueurs et de directement réintroduire les données dans le jeu. L'inspiration ou l'expiration, par exemple, déterminent la direction et l'ampleur de la force avec laquelle le joueur se déplace. Les résultats montrent une diminution significative de l'anxiété d'état autorapportée en comparant l'anxiété d'état avant et après l'intervention de réalité virtuelle de sept minutes (van Rooij et al., 2015). Une autre étude s'est penchée sur l'utilisation du même jeu de relaxation en réalité virtuelle pour réduire l'anxiété d'état et le comportement perturbateur en classe chez des adolescents souffrant de troubles du comportement et de troubles psychiatriques (Bossenbroek et al., 2020). L'étude s'est déroulée dans une école secondaire spécialisée. Elle démontre les possibilités du jeu en tant qu'action sur l'anxiété et le comportement perturbateur en classe.

L'examen d'un certain nombre d'études, bien qu'elles soient limitées, sur la réalité virtuelle et la relaxation spécifiquement à destination des enfants indique un potentiel prometteur pour la pratique de cette technique.

4.3 Les avantages d'utilisation de la réalité virtuelle chez les jeunes

Après avoir présenté quelques exemples de l'utilité et de l'applicabilité de la réalité virtuelle pour l'administration de techniques de relaxation, la question de savoir si l'outil de réalité virtuelle est plus efficace que les techniques traditionnelles demeure. Miller et al. (2021) ont conçu, avec 48 étudiants, une étude « avant, après » pour montrer l'efficacité de la réalité virtuelle par rapport aux outils traditionnels. Les étudiants ont participé à une séance de méditation guidée avec et sans réalité virtuelle. Les résultats ont laissé apparaître que la séance de méditation en réalité virtuelle, destinée à induire des expériences affectives positives mesurées par des questionnaires d'auto-évaluation, était plus efficace que les outils traditionnels.

Outre l'efficacité suggérée en matière d'expériences affectives positives, la réalité virtuelle présente de nombreux avantages, notamment lorsqu'elle est utilisée avec les jeunes. Il s'agit d'une technologie qui donne aux utilisateurs la possibilité de s'immerger dans un monde virtuel (Bioulac et al., 2018). L'avantage réside dans un environnement plus réaliste permettant d'isoler l'utilisateur du monde réel et de l'immerger totalement dans un monde virtuel (Bioulac et al., 2018). L'absence de stimuli extérieurs susceptibles de les distraire semble permettre aux

sujets de se concentrer plus facilement sur les exercices de relaxation. La réalité virtuelle peut également constituer un avantage pour les enfants qui s'intéressent de près aux jeux vidéo disponibles sur ordinateur ou sur console (Bioulac et al., 2018). Cet avantage réside dans le fait que les enfants sont incités à participer (Bossenbroek et al., 2020). Ainsi, ils commencent à se familiariser avec la réalité virtuelle et manifestent un intérêt pour cette technologie (Yamada-Rice et al., 2017), ce qui peut augmenter le goût et la motivation à pratiquer les exercices de relaxation. Il est à noter que la littérature laisse apparaître un manque de mesures d'évaluation pour établir l'efficacité des nouvelles interventions de réalité virtuelle chez les enfants et les adolescents (Ahmadpour et al., 2020 ; Bioulac et al., 2018).

En résumé, l'augmentation de prévalence de l'anxiété (Racine et al., 2021) et de stress (Fernández-Baena et al., 2015) chez les jeunes met en évidence le besoin urgent d'interventions efficaces. En outre, les techniques de relaxation utilisées avec la réalité virtuelle semblent représenter un outil utile. Cette technologie est facile à utiliser, relativement peu coûteuse et applicable à de nombreux domaines (Bermo et al., 2020). Bien que la réalité virtuelle présente de nombreux avantages, surtout lorsqu'elle est pratiquée auprès d'une population d'enfants, la littérature semble démunie pour en établir l'efficacité. C'est pourquoi l'étude qui suit explore l'applicabilité et l'utilité d'un outil de relaxation en réalité virtuelle auprès d'enfants sains. L'objectif est de valider un outil efficace, précisément conçu pour une population d'enfants et d'adolescents, qui permet d'apprendre à se réguler et qui est applicable à divers domaines, le contexte scolaire, par exemple. La question de recherche peut donc être formulée ainsi : « Les environnements virtuels relaxants proposant un exercice de respiration diaphragmatique sont-ils applicables et efficaces chez l'enfant sain ? »

5. Question de recherche et hypothèses

La question de recherche peut donc être formulée ainsi : « Les environnements virtuels relaxants proposant un exercice de respiration diaphragmatique sont-ils applicables et efficaces chez l'enfant sain ? »

Hypothèses

À partir de cette question de recherche et en regard de la littérature, quatre hypothèses sont émises :

H1 : Les environnements virtuels *forêt* et *savane* n'entraînent pas d'effet de cybermalaise.

H2 : les environnements virtuels *forêt* et *savane* entraînent un degré de sentiment de présence satisfaisant.

Le sentiment de présence est souvent décrit comme l'impression de quitter psychologiquement l'endroit réel et d'être déplacé dans un environnement virtuel (Weech et al., 2019). L'expérience de la présence dans la réalité virtuelle et le sentiment indésirable de cybermalaise doivent être contrôlés afin d'optimiser l'expérience de la réalité virtuelle. Il semble y avoir une relation négative entre le sentiment de présence et le cybermalaise. Les sujets qui font l'expérience d'un fort sentiment de présence ont tendance à éprouver de faibles niveaux de cybermalaise (Weech et al., 2019).

L'immersion dans un environnement virtuel peut provoquer des effets indésirables comme des cybermalaises (Caserman et al., 2021). Les effets indésirables de ce trouble peuvent être des symptômes comme la nausée, les maux de tête ou des étourdissements ; les utilisateurs les ressentent pendant ou après l'immersion dans la réalité virtuelle (Caserman et al., 2021).

H3 : L'outil de réalité virtuelle et ses environnements *savane* et *forêt* sont perçus par les enfants comme satisfaisants en matière de produit, d'intervention et d'expérience.

H4 : L'exposition aux environnements virtuels *savane* et *forêt* entraînerait un état de détente plus élevé après l'immersion, mesuré par une diminution significative de l'anxiété état ou de la fréquence cardiaque.

En outre, à des fins exploratoires nous analyserons l'effet du sexe et de l'âge dans ces différentes hypothèses.

5. Méthodologie

5.1 Échantillon

5.1.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour cette étude, les critères d'inclusion étaient les suivants : avoir entre 6 et 15 ans et posséder une bonne maîtrise de la langue française. Dans la mesure où il faut éviter d'utiliser la réalité virtuelle en cas d'épilepsie ou migraine, de maladies de l'équilibre ou des yeux (laboratoire de cyberpsychologie de l'Université du Québec en Outaouais [laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO], s. d.), les enfants ou adolescents qui répondaient à ces derniers critères n'ont pas été approchés.

5.1.2 Considérations éthiques

Cette recherche a été soumise au Comité d'éthique hospitalo-facultaire universitaire de Liège (Nr belge B7072021000047). Elle a été approuvée par celui-ci le 24.01.2023. L'accord du Comité éthique de la faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'éducation a été également donné le 12.02.2023. Les parents des enfants ont reçu un formulaire d'information avec la description complète de l'objectif et de la nature de l'étude (durée, lieu, thématique, procédure) et ils ont eu la possibilité de poser des questions sur cette recherche et d'obtenir toutes les informations supplémentaires. Les enfants, les adolescents et leurs parents ont rempli et signé les formulaires de consentement écrit. Les parents et les enfants étaient informés que leur participation à l'étude est volontaire. Les enfants et les parents étaient également avertis de leur droit à se retirer de l'étude à tout moment, sans justificatif et sans que quiconque subisse aucun préjudice. Les parents et les enfants étaient informés des effets secondaires possibles, désorientation ou nausées, suite à une immersion en réalité virtuelle.

La confidentialité a été garantie à chaque parent et à son enfant avec l'attribution d'un code pour le participant ; les données collectées sont utilisées uniquement pour la recherche. Les données codées ont été conservées sous clé au laboratoire du responsable du projet pour la durée totale de l'étude, deux ans tout au plus. Les données à caractère personnel ont, elles, été sauvegardées pour une durée maximale de quatre ans (données d'identification comme nom, coordonnées, etc.) dans un endroit sûr (armoire sous clé du bureau et/ou disque dur) et différent des données codées. La liste des participants, ainsi que leur feuille de consentement, se trouvait à des endroits différents de celui où devaient être placés les questionnaires. Seuls les étudiants et le chercheur responsable de l'étude avaient accès aux données anonymisées permettant la réalisation des analyses statistiques. Aucune photocopie des données n'a été effectuée.

5.1.3 Procédure de recrutement

L'échantillon total se compose de 105 participants, âgés de 6 à 15 ans, avec une moyenne d'âge de 10.99 ans ($ET = 2.59$). Plus spécifiquement, 54 participants (51.43 %) sont de sexe masculin avec un âge moyen de 11.02 ($ET = 2.60$), tandis que 51 participants (48.57 %) sont de sexe féminin avec un âge moyen de 10.96 ($ET = 2.60$).

Le recrutement, sur la base du volontariat, s'est fait par la diffusion d'un flyer reprenant les objectifs, les critères d'inclusion, le déroulement de l'étude et les données de contact, sur les réseaux sociaux comme Facebook (Annexe 2). Une deuxième méthode a consisté à contacter les responsables des écoles primaires, centres de jour et lycées ; ainsi les professeurs ou éducateurs pourraient informer les parents et les enfants du projet (Annexe 3). Les parents intéressés par la recherche recevraient une lettre d'informations (Annexe 4). La lettre d'information expliquait l'objectif et le déroulement de la recherche. Les parents et les enfants qui ont accepté de participer ont reçu chacun un formulaire de consentement écrit (Annexe 5,6,7). Les formulaires de consentement écrit ont été adaptés à l'âge des participants et aux parents afin de garantir leur compréhension. Les parents devaient signer le formulaire de consentement pour indiquer qu'ils autorisaient la participation de leur enfant à la recherche. L'enfant ou l'adolescent était dans l'obligation de signer le formulaire de consentement pour donner son accord écrit. La participation à cette étude n'était pas rémunérée.

5.2 Procédure

Le recrutement et la réalisations des tests ont été réalisés en collaboration avec Vanessa Evrard. Les tests ont été effectués entre février et juin 2023 et ont eu lieu au domicile des enfants, dans les écoles et dans les centres de jour en Luxembourg et en Belgique. Cette étude a utilisé une conception intra-sujet, ainsi tous les participants ont participé à chaque traitement (Bhandari, 2022). Chaque participant était rencontré deux fois, durant une demi-heure environ. Le lieu retenu était le domicile du sujet, l'école ou le centre de jour, en accord avec le sujet et les responsables.

L'intervention a consisté à immerger le sujet dans deux différents environnements virtuels à deux moments différents. Lorsque les sujets reçoivent consécutivement plus d'un traitement dans une expérience, les traitements antérieurs peuvent affecter les résultats observés lors des traitements ultérieurs (Bhandari, 2022). Pour contrôler ce biais d'ordre, un contre balancement était prévu, ainsi l'ordre des traitements variait selon les différents sujets (Bhandari, 2022). De façon aléatoire, la moitié des sujets ont commencé par l'environnement un (forêt) et l'autre moitié par l'environnement deux (savane).

Pendant chaque session, il a été demandé à la personne de répondre seule à des questionnaires avant et après l’immersion en réalité virtuelle, en présence des étudiants responsables. La procédure a commencé avec les questionnaires : sociodémographique, anxiété trait, anxiété état et cybermalaise. Ensuite, le sujet a participé à l’expérience de relaxation en réalité virtuelle qui a duré environ dix minutes. Avant de fournir un casque de réalité virtuelle au sujet, l’étudiant responsable lui a rappelé qu’il pouvait explorer l’environnement en tournant la tête dans toutes les directions (haut – bas – gauche – droite) et qu’une voix se faisait entendre pour le guider. Après l’intervention, il a rempli également quelques questionnaires : anxiété état, cybermalaise, sentiment de présence et satisfaction. La fréquence cardiaque a été mesurée à trois moments pendant la procédure. Le premier enregistrement de la fréquence cardiaque a commencé au début de la distribution des premiers questionnaires et a été interrompu quand ceux-ci étaient remplis. La deuxième période a débuté quand le sujet s’est trouvé immergé en réalité virtuelle et s’est terminée à la fin de l’expérience. Enfin, le troisième enregistrement a démarré avec la mise en place des questionnaires après l’expérience en réalité virtuelle et s’est arrêté lorsqu’ils ont été remplis. Le protocole de la séance se trouve dans l’annexe 8.

5.3 Environnements de réalité virtuelle

5.3.1 *Matériel de réalité virtuelle*

Pour cette étude nous avons disposé d’un casque de réalité virtuelle appelé en anglais *Head mounted display* qui permet au sujet de découvrir l’environnement en trois dimensions (laboratoire de cyberpsychologie de l’UQO, s. d.). Le casque de réalité virtuelle utilisé dans cette recherche est l’Oculus Quest 2. Ce casque est autonome, il n’a pas besoin d’être connecté à un ordinateur pendant l’utilisation.

5.3.2 *Éléments de conception des environnements virtuels*

Les environnements virtuels utilisés dans cette étude ont été développés par l’équipe HEC VR lab (Liège). Cette intervention revêt trois aspects (Ahmadpour et al., 2020). Elle comprend un engagement actif de l’utilisateur. Le sujet est engagé dans une autorégulation active, une relaxation par des exercices de respiration. Cependant, il ne reçoit pas de *feedback*. Donc, il joue un rôle actif, entraîne une compétence, mais ne perçoit pas de retour.

Les créateurs de cet environnement virtuel ont intégré dans leur conception certains éléments comme le sentiment de présence ainsi que le plaisir de l’immersion. Pour augmenter le sentiment de présence, les créateurs ont utilisé divers aspects sensoriels. Par exemple, ils ont joué sur les sens de l’ouïe et de la vue. Plusieurs stimuli visuels sont employés, les environnements comprennent différents paysages aux couleurs variées, des éléments fantastiques, de l’eau et d’autres animaux. En outre, le sens de l’ouïe est pris en compte par la

diffusion d'une musique relaxante et la voix d'une fée. Les auteurs ont également créé un animal compagnon ce qui a pour objectif d'augmenter l'empathie des sujets ainsi que le plaisir de l'immersion (Ahmadpour et al., 2020). L'ensemble de l'expérience se déroule sur un canoë à bord duquel le sujet traverse différents paysages, et cela donne une impression de voyage.

5.3.3 *Descriptions des environnements virtuels*

Dans cette étude, deux environnements virtuels ont été utilisés. L'un avait pour thème la forêt, l'autre se déroulait dans un décor de savane. Dans les deux cas, le sujet est assis dans une barque et explore l'environnement en descendant une rivière. La perspective adoptée est celle des yeux du participant. Le paysage est visible, mais pas le corps. Une fée est présente au-dessus de la barque sur le côté gauche, et un animal de compagnie est situé à l'avant du bateau. Ce dernier est couché ou bien explore le paysage. Le sujet est guidé par la fée qui lui présente, pendant le voyage, quelques exercices de relaxation. Par exemple, à un moment donné, la fée demande au sujet s'il veut respirer en fonction de la fréquence de ses ailes. L'inspiration doit se produire lorsque les ailes s'ouvrent, et l'expiration lorsqu'elles se ferment. La barque effectue, durant le voyage, trois arrêts au cours desquels la fée invite le sujet à respirer avec elle au rythme des ailes. Le rythme de la respiration relaxante proposée est le suivant : deux secondes d'inspiration, une pause d'une seconde, quatre secondes d'expiration et une seconde de pause à la fin. Ce rythme se répète. La fée encourage le participant et le félicite. L'intervention s'achève après environ dix minutes. Pour terminer, la fée remercie le sujet et lui demande de prendre son temps pour dire au revoir au compagnon avant de retirer son casque.

La différence entre les deux mondes virtuels est le paysage et les animaux. La première réalité virtuelle utilisée est un environnement qui place les sujets dans un monde forestier imaginaire. Le sujet traverse différentes zones avec des paysages variés, par exemple le lagon/la forêt magique (Figure 2), sous la cascade (Figure 3), le saule pleureur enchanté (Figure 4), le village champignons (Figure 5), la prairie aux carottes géantes (Figure 6) et l'arrivée à la maison (Figure 7). Le deuxième environnement utilisé dans cette étude est inspiré de la savane. Le participant passe par différentes zones avec des vues différentes. Par exemple, il traverse une région avec des montagnes (Figure 8), sous un pont (Figure 9), à côté d'autres animaux (Figure 10), avant de terminer l'expérience sur une île (Figure 11). En outre, l'animal de compagnie dans l'environnement de la savane est un léopard alors que dans l'environnement forêt, c'est un renard.



Figure 2. Lagon/la Forêt Magique

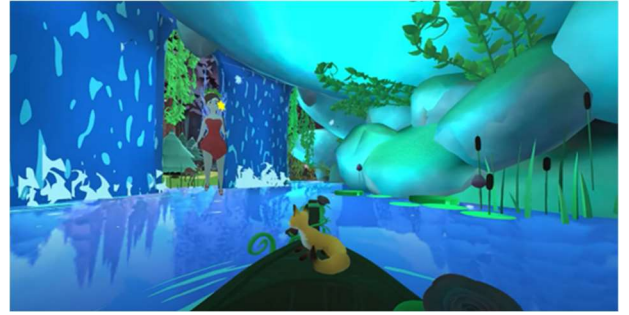


Figure 3. Cascade



Figure 4. Saule Pleureur Enchanté



Figure 5. Village Champignons



Figure 6. Prairie aux Carottes Géantes



Figure 7. Arrivée à la Maison



Figure 8. Montagnes



Figure 9. Sous un pont



Figure 10. Autres animaux



Figure 11. Île

5.4 Outils de mesure:

5.4.1 *Questionnaire sociodémographique*

Le questionnaire sociodémographique reprend plusieurs informations comme le genre, l'âge et l'année de scolarité (Annexe 9). Une partie du questionnement porte sur les antécédents médicaux (présence de maladies chroniques, maladie sévère, problème respiratoire, problème cardiaque, accident, opération, hospitalisation, suivi de logopédie, suivi psychologique).

5.4.2 *State -Trait Anxiety Index*

Spielberger et al. (1973) ont développé le *State-trait anxiety index for children* (STAIC) qui est un questionnaire d'auto-évaluation de l'anxiété pour enfants. Le STAIC se compose de deux échelles de 20 items, avec une échelle Likert à 3 points. L'échelle « état » mesure les réactions anxieuses momentanées face à des situations particulières (Annexe 10). Plus le score est élevé, plus le sujet perçoit les circonstances comme menaçantes. L'échelle « trait » mesure une prédisposition stable à réagir anxieusement indifféremment de la situation (Annexe 11). Plus le score est élevé, plus le sujet a tendance à percevoir des situations comme menaçantes ou dangereuses.

La traduction en français par Turgeon et Chartrand (2003) a démontré, pour les échelles d'anxiété trait et d'anxiété d'état, une cohérence interne excellente avec des coefficients alpha de .89 et .88 respectivement pour l'échantillon canadien-français. Les coefficients de fiabilité test et nouveau test après un intervalle de six mois étaient satisfaisants et similaires à ceux rapportés par Spielberger et al. (1973). La validité concurrente de la version française du STAIC est avérée : cela a été confirmé par une corrélation avec la traduction française du questionnaire *Revised children's manifest anxiety scales* (Turgeon & Chartrand, 2003). En conclusion, la traduction française du STAIC dispose d'une bonne qualité psychométrique.

5.4.3 *Facial affective scale*

Le *Facial affective scale*, à l'origine développé par McGrath et al. (1996), comprend neuf dessins de visages qui illustrent des degrés d'inconfort. Cette échelle est le plus souvent utilisée pour mesurer l'intensité de la douleur chez les enfants hospitalisés, mais elle a également été créée pour évaluer la détresse émotionnelle associée (Ortigosa Quiles et al., 2013). L'étude d'Ortigosa Quiles et al. (2013) a démontré l'efficacité de *Facial affective scale* pour identifier l'anxiété chez les enfants de 6 à 12 ans. L'étude, à partir de l'échelle originale de McGrath et al. (1996), a utilisé une échelle de visages à 3 items et une échelle de visages à 5 items (Annexe 12). Les auteurs recommandent l'échelle de visages à 3 items pour les enfants de 6 à 12 ans, mais, en revanche, l'échelle de visages à 5 et à 9 items avec les enfants de plus de 7 ans (Ortigosa Quiles et al., 2013).

5.4.4 *Cybermalaise*

Cette étude recourt au questionnaire appelé *Simulator Sickness Questionnaire for Children* (St-Jacques, 2007) qui interroge les symptômes éventuels provoqués par l'immersion dans un environnement virtuel. Le questionnaire comprend 11 items évalués grâce à une échelle de Likert à 3 points (Annexe 13). Un des items énonce, par exemple, cette question : « Est-ce que tu as mal au ventre ? » et le degré de présence — « non », « un peu », « beaucoup ». Les items s'inspirent du *Simulator Sickness Questionnaire* (Kennedy et al., 1993) et du *Child Simulator Sickness Questionnaire* (Rizzo et al., 2002). La version française adaptée pour enfants a été rédigée et validée par l'équipe du laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO (St-Jacques, 2007).

5.4.5 *Questionnaire de présence*

Cette étude utilise un questionnaire de présence développé par le laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO : il évalue le sentiment d'être présent ou le celui d'être là dans l'environnement virtuel (Annexe 14). Ce questionnaire est appelé *Questionnaire on the Sense of Presence* et *Gatineau Presence Questionnaire* (Laforest et al., 2016). Il comporte 5 items d'évaluation sur une échelle visuelle analogique à 11 points. Quatre items interrogent le degré de présence – par exemple l'item 2 « Jusqu'à quel point dirais-tu que ce que tu as ressenti dans l'environnement virtuel était réel ? » – le cinquième évalue si la réalité virtuelle a causé des cybermalaises. Le coefficient alpha de Cronbach pour cet instrument est de 0.69 (N = 84, âge moyen 33.5 ans, 76 % femmes). De plus, une analyse factorielle avec rotation Promax a révélé une solution à deux facteurs expliquant 82 % de la variance, avec des éléments conduisant positivement et négativement à des facteurs distincts (être présent/être absent). Le questionnaire appelé *Immersive tendencies questionnaire* (ITQ) et *Gatineau Presence Questionnaire* sont corrélés significativement ($r = 0.26, p < .01$).

5.4.6 *Questionnaire de satisfaction*

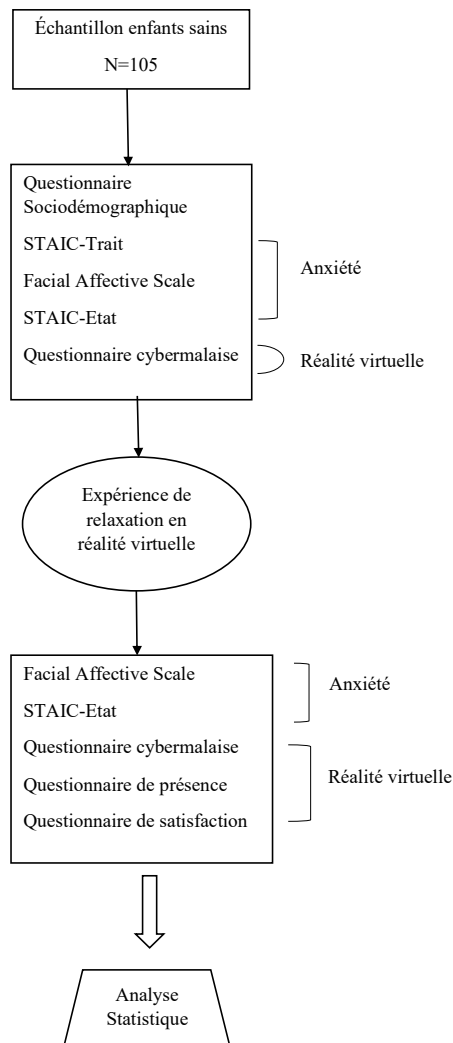
Le questionnaire de satisfaction a été établi pour cette recherche à partir du modèle holistique de Ahmadpour et al. (2020) et évalue la satisfaction du sujet par rapport à la réalité virtuelle (Annexe 15). L'inventaire auto-rapporté comprend neuf questions auxquelles le sujet peut répondre selon l'échelle de Likert : « pas du tout », « un peu », « moyennement », « beaucoup ». Trois des items évaluent le matériel (confort, attrait, esthétique), de plus trois items évaluent l'expérience (émotion positive, relaxation, ennui) et enfin trois évaluent la tâche (compréhension, facilité, utilité). Voici un exemple : « As-tu trouvé que les lunettes étaient confortables ? » S'ensuivent deux questions pour lesquelles une réponse binaire (« oui » ou «

non ») est attendue, ainsi que quatre questions ouvertes comme : « Y a-t-il quelque chose que tu voudrais changer dans ce système de réalité virtuelle ? ».

La figure 12 montre une représentation schématique de la procédure d'une session.

Figure 12

Représentation Schématique de la Procédure d'une Session



5.4.7 Mesure de la fréquence cardiaque

En plus des questionnaires d'auto-évaluation, cette étude se sert d'une mesure physiologique : la fréquence cardiaque. L'anxiété est généralement associée à des manifestations physiologiques telles que l'augmentation de la pression artérielle, un rythme cardiaque rapide – palpitation ou tachycardie – et la transpiration (Spielberger, 1966b). D'autres manifestations consistent en une sécheresse de la bouche, des nausées, des vertiges, de l'hyperventilation et une tension musculaire. Cattell et Scheier (1958) ont étudié les techniques de mesure de l'anxiété. Ils ont inclus des mesures d'anxiété autodéclarées et physiologiques dans une étude analytique des facteurs de différentes mesures d'anxiété dans le temps. Ils ont différencié l'anxiété d'état, un état transitoire influencé par le stress situationnel, et l'anxiété de

trait, une caractéristique de la personnalité stable dans le temps. Les variables physiologiques telles que la fréquence respiratoire et la pression artérielle systolique fluctuent dans le temps et se manifestent de façon marquée sur l'anxiété d'état, mais ne jouent que légèrement sur l'anxiété de trait. Par conséquent, ces travaux utilisent la mesure de la fréquence cardiaque pour fournir une mesure supplémentaire de l'anxiété d'état. Cette étude a eu recours à un bracelet attaché à la partie supérieure du bras pour mesurer la fréquence cardiaque pendant l'expérience. Le modèle utilisé était le Polar Verity Sense Optical Heart Rate Sensor. Le capteur était connecté via bluetooth à un ordinateur portable. Les données ont été traitées grâce à un programme cardio créé par l'équipe HEC VR lab (Liège).

5.5 Analyse statistique

Ce mémoire se concentre sur l'analyse statistique de l'environnement de la savane, tandis que le mémoire de Vanessa Evrard se penche sur l'environnement de la forêt.

Des statistiques descriptives ont été réalisées pour analyser les variables sociodémographiques des participants. La normalité des données issues des différents questionnaires a été évaluée à l'aide du test de Shapiro-Wilk ($p < .05$). Les variables cybermalaise, Sentiment de présence, Satisfaction, FAS, STAIC-état s'écartent d'une distribution normale, à l'exception de la variable fréquences cardiaques (Annexe 16).

Pour évaluer l'acceptabilité et la faisabilité de l'environnement de la savane virtuelle, des variables telles que le taux de participation et de rétention, le cybermalaise, la présence et la satisfaction ont été analysées. L'ANOVA à mesures répétées a été appliquée pour mesurer l'effet du temps, de l'âge et du sexe. Pour tester l'efficacité de l'environnement de la savane virtuelle, le *Facial affective scale*, le STAI-état et la fréquence cardiaque ont été analysés. Nous avons étudié les différences potentielles en fonction du temps, du sexe et de l'âge à l'aide d'une ANOVA à mesures répétées. La fréquence cardiaque a été mesurée à quatre moments, représentant une durée moyenne de trois minutes chacun : avant l'intervention (à la fin des questionnaires), au début, à la fin et après (au début des derniers questionnaires). Pour analyser les différences entre les points temporels, une ANOVA à mesures répétées a été réalisée.

Nous avons utilisé une probabilité de dépassement $p = .05$ lors de toutes nos analyses statistiques. Bien que certaines variables ne présentent pas une distribution normale, des tests paramétriques ont été rapportés en raison de la taille importante de l'échantillon et les résultats des tests paramétriques et non paramétriques ont donné des conclusions similaires.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS Visual Statistics Software.

6. Résultats

6.1 Données sociodémographiques

L'échantillon est composé de 105 enfants ($n = 105$) âgés de 6 à 15 ans avec une moyenne d'âge de 10.99 ($ET = 2.59$). La répartition par sexe révèle que 54 (51.43%) des participants sont de sexe masculin, tandis que 51 (48.57%) sont de sexe féminin. Ils sont scolarisés de la première année primaire à la cinquième année secondaire. Le tableau 1 résume les données sociodémographiques de l'échantillon.

Tableau 1

Données Sociodémographiques de l'Échantillon

| | <i>n</i> | % |
|-----------------------------|----------|-------|
| Tranche d'âge | | |
| 6 - 11 | 58 | 55.24 |
| 12 - 15 | 47 | 44.76 |
| Scolarité | | |
| Primaire | 65 | 61.9 |
| Secondaire | 40 | 38.1 |
| Redoublement | 10 | 9.52 |
| Hospitalisations | 10 | 9.52 |
| Antécédents médicaux | | |
| Maladie chronique | 2 | 1.9 |
| Maladie sévère | 1 | 0.95 |
| Problème respiratoire | 5 | 4.76 |
| Problème cardiaque | 1 | 0.95 |
| Accident | 0 | 0 |
| Opération | 7 | 6.67 |
| Hospitalisation | 10 | 9.52 |
| Suivi logopédique | 7 | 6.67 |
| Suivi psychologique | 9 | 8.57 |

En ce qui concerne leurs antécédents médicaux, quatre participants ont signalé des difficultés avec les végétations et trois souffrent d'asthme. Parmi les autres problèmes, on compte des drains d'oreille, de l'anémie, du strabisme, des kystes et de l'insuffisance rénale. Les hospitalisations des sujets ont diverses causes : la fièvre, la bronchite, le diabète, le

souffle cardiaque et le paludisme au Congo. D'autres cas impliquent des procédures chirurgicales, telles que l'ablation des végétations, des amygdales ou d'un kyste.

Parmi les participants, neuf ont fait l'objet d'un suivi psychologique pour diverses raisons, deux pour un diagnostic de trouble du déficit de l'attention et d'hyperactivité. D'autres ont été assistés pour des problèmes tels que l'anxiété, les peurs, les humeurs dépressives et les situations familiales difficiles. Trois participants ont bénéficié d'un suivi logopédique axé sur la dyslexie. D'autres participants ont eu besoin d'aide pour résoudre des difficultés liées à la production ou à la compréhension du langage oral.

6.2 Anxiété Trait

Les données descriptives de la variable anxiété trait sont reportées dans le tableau 2.

Tableau 2

Données Descriptives de la Variable Anxiété Trait

| Anxiété Trait | <i>n</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> |
|----------------|----------|----------|-----------|
| Total | 105 | 36.04 | 7.53 |
| Filles | 51 | 36.37 | 7.09 |
| Garçons | 54 | 35.72 | 7.97 |

Afin de mieux comprendre les niveaux d'anxiété trait au sein de notre échantillon, nous avons comparé nos résultats aux normes de référence canadiennes et françaises établies par Turgeon et Chartrand (2003). Ces auteurs ont mis en évidence une moyenne de 30.37 ($ET = 7.37$) pour un échantillon de 160 filles, et une moyenne de 28.21 ($ET = 6.82$) pour un échantillon de 128 garçons. En comparant notre échantillon aux moyennes des normes de référence, nous pouvons observer que le score moyen d'anxiété trait pour les filles ($M = 36.37$, $ET = 7.09$) et les garçons ($M = 35.72$, $ET = 7.97$) de notre échantillon dépasse les moyennes des normes de référence. Plus précisément, la moyenne des garçons de notre échantillon se trouve à 1.1 écart-type de la moyenne de la norme masculine, tandis que la moyenne des filles se situe à 0.81 écart-type de la moyenne de la norme féminine.

6.3 Acceptabilité et faisabilité

6.3.1 Participation

Afin de recruter des participants, 350 invitations ont été distribuées dans différents lieux, y compris des écoles et des foyers de jour ; environ un tiers des personnes ont participé.

6.3.2 Arrêt en cours de route

Trois participants sont revenus sur leur consentement avant ou pendant la passation des premiers questionnaires, ce qui représente 2.77% de l'échantillon.

6.3.3 Cybermalaise

6.3.3.1 Questionnaire cybermalaise

La variable cybermalaise a été mesurée par le questionnaire cybermalaise et l'item 5 du questionnaire de présence. Pour ce qui est du questionnaire, l'échantillon présente un score moyen de cybermalaise de 1.72 ($ET = 2.20$) avant l'immersion, et 1.26 ($ET = 1.87$) après. En comparant le score moyen après immersion dans la réalité virtuelle avec celui obtenu dans l'étude de St-Jacques (2007), $M = 3.83$, $ET = 2.41$, réalisée sur un échantillon de 14 participants, nous observons que le score de notre échantillon se situe en dessous de la moyenne de l'étude de St-Jacques, précisément à 1.07 écart-type.

L'analyse de l'ANOVA à mesures répétées avec les variables catégorielles sexe et âge a révélé que l'effet principal du sexe sur les scores de cybermalaise n'est pas statistiquement significatif, $F(1, 101) = 0.03$, $p = .87$. Cependant, l'effet principal de l'âge sur les scores de cybermalaise est, lui, significatif, $F(1, 101) = 5.06$, $p = .03$, $\eta_p^2 = .05$. Le groupe 1 (6 à 11 ans), présente des scores de cybermalaise significativement inférieurs par rapport au groupe 2 (de 12 à 15 ans). L'effet principal du temps sur les scores de cybermalaise est significatif, ce qui indique que ces derniers ont varié de manière significative avant et après l'immersion en réalité virtuelle, $F(1, 101) = 16.67$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .14$. Les sujets présentaient des scores de cybermalaise significativement inférieurs après l'intervention.

En outre, l'interaction entre le temps et le sexe n'est statistiquement pas statistiquement significative, ce qui suggère que la relation entre les scores de cybermalaise et le temps ne varie pas de manière significative selon les sexes, $F(1, 101) = 0.86$, $p = .36$. L'interaction entre le temps et l'âge n'est statistiquement pas significative, $F(1, 101) = 0.1$, $p = .76$. L'interaction entre le temps, le sexe et l'âge n'était pas statistiquement significative, $F(1, 101) = 0.7$, $p = .41$. Les moyennes sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3

Moyennes

| Temps | Âge | Sexe | N | M | ET |
|-------|-----|----------|----|-------|------|
| Avant | 1 | Masculin | 30 | 30.93 | 4.62 |
| | | Féminin | 28 | 29.89 | 4.70 |
| | 2 | Masculin | 24 | 30.75 | 3.52 |
| | | Féminin | 23 | 31.30 | 6.06 |
| Après | 1 | Masculin | 30 | 26.67 | 3.85 |

| Temps | Âge | Sexe | N | M | ET |
|-------|-----|----------|----|-------|------|
| | | Féminin | 28 | 25.64 | 4.30 |
| | 2 | Masculin | 24 | 26.79 | 3.68 |
| | | Féminin | 23 | 26.65 | 4.78 |

4.1.1.1 Item 5 du questionnaire de présence

La variable cybermalaise a été également mesurée après l'intervention en réalité virtuelle à l'aide de l'item 5 du questionnaire de présence. La moyenne de l'échantillon ($n = 105$) est de 0.40 ($ET = 1.23$).

Pour évaluer les différences potentielles selon les sexes, nous avons utilisé un test t pour échantillons indépendants. L'hypothèse d'homogénéité de la variance ayant été rejetée ($F = 2.39, p = .0021$), une autre approche a été utilisée pour tenir compte de cette violation : la statistique de Satterthwaite. Les scores de cybermalaise du groupe de garçons ne présentent pas de différences significatives par rapport au score du groupe de filles, $t(84.86) = -0.41, p = .68$. Les résultats du test t pour échantillons indépendants sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4

Test t pour Échantillons Indépendants sur Cybermalaise entre Filles et Garçons

| Variable | Masculin | | Féminin | | $t(84.86)$ | p | M diff |
|---------------|----------|------|---------|------|------------|-----|--------|
| | M | ET | M | ET | | | |
| Cybermalaises | 0.35 | 0.95 | 0.45 | 1.47 | -0.41 | .68 | -.1008 |

Pour étudier les différences potentielles dans les scores de cybermalaise selon les groupes d'âge, nous avons effectué un test t pour échantillons indépendants. En outre, l'hypothèse d'homogénéité de la variance ($F = 2.82, p = .0002$) étant rejetée, la statistique de Satterthwaite a été utilisée. Le premier groupe (de 6 à 11 ans), et le deuxième groupe (de 12 à 15 ans), ne présentent pas de différences significatives sur la variable cybermalaise, $t(71.45) = -1.11, p = .27$. Les résultats du test t pour échantillons indépendants sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5

Test t pour Échantillons Indépendants de Cybermalaise entre Groupe 1 et 2

| Variable | Groupe1 | | Groupe2 | | $t(71.45)$ | p | M diff |
|--------------|---------|------|---------|------|------------|-----|--------|
| | M | ET | M | ET | | | |
| Cybermalaise | 0.27 | 0.91 | 0.55 | 1.53 | -1.11 | .27 | -.28 |

6.3.4 *Sentiment de présence*

L'échantillon a obtenu une moyenne de 6.85 ($ET = 2.46$) des quatre premiers items, avec un minimum de 0 et un maximum de 10.

Nous avons comparé notre score de sentiment de présence avec le score moyen de 60.26 ($ET = 19.75$) rapporté dans l'étude menée par Laforest et al. (2016). Cependant, une comparaison directe entre ces résultats n'est pas possible, car ils sont mesurés sur des échelles différentes. Notre étude, en effet, a utilisé une échelle allant de 0 à 10, tandis que celle de Laforest et al. va de 0 à 100. Pour que la comparaison soit pertinente, nous avons ajusté le score moyen de l'étude de Laforest et al. en le divisant par 10, ce qui donne un score comparable de 6.03. Notre échantillon a obtenu une moyenne plus élevée de 6.85.

Pour explorer l'évolution de la variable sentiment de présence selon les sexes, nous avons utilisé un t test pour échantillons indépendants. L'hypothèse d'homogénéité de la variance ayant été rejetée ($F = 1.94, p = .02$), la statistique de Satterthwaite a été utilisée à la place. Il apparaît que le score du sentiment de présence du groupe masculin est significativement inférieur à celui du groupe féminin, $t(96.3) = -2.67, p = .01, d$ de Cohen = .52. Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6

T test pour Échantillons Indépendants sur Sentiment de Présence entre Filles et Garçons

| Variable | Masculin | | Féminin | | $t(96.3)$ | p | M diff | d |
|----------|----------|------|---------|------|-----------|-----|----------|-----|
| | M | ET | M | ET | | | | |
| Présence | 6.25 | 2.74 | 7.49 | 1.97 | -2.67 | .01 | -1.24 | .52 |

Pour étudier les différences potentielles du sentiment de présence selon les groupes d'âge, nous avons effectué un test t pour des échantillons indépendants. Le deuxième groupe (de 12 à 15 ans), présente un sentiment de présence significativement inférieur à celui du premier groupe (de 6 à 11 ans), $t(103) = 2.33, p = .02$ avec d de Cohen = .64. Les résultats sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7

T Test pour Échantillons Indépendants sur Présence entre Groupe 1 et 2

| Variable | Groupe1 | | Groupe2 | | $t(103)$ | p | M diff | d |
|----------|---------|------|---------|------|----------|-----|----------|-----|
| | M | ET | M | ET | | | | |
| Présence | 7.35 | 2.42 | 6.24 | 2.4 | 2.33 | .02 | 1.10 | .64 |

6.3.5 Satisfaction

Le questionnaire de satisfaction s'est penché sur trois aspects : l'intervention, le produit et l'expérience. Chaque élément a été évalué à l'aide d'une série de trois items. Les participants ont répondu sur une échelle de Likert en 4 points – de 0 à 3 pour chaque item. Le tableau 8 présente les statistiques descriptives des trois aspects.

Tableau 8
Moyennes et Écarts-types pour chaque Aspect

| | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>Min</i> | <i>Max</i> |
|---------------------|----------|-----------|------------|------------|
| Intervention | 7.71 | 1.41 | 3 | 9 |
| Produit | 7.78 | 1.38 | 4 | 9 |
| Expérience | 7.72 | 1.66 | 2 | 9 |

Dans ce qui suit, nous déterminerons les différences entre les sexes et les groupes d'âge pour l'aspect intervention, produit et expérience.

Pour établir les disparités entre les sexes sur l'aspect intervention, un test t pour échantillons indépendants a été appliqué. Le groupe masculin n'a pas montré de différence statistiquement significative par rapport au groupe féminin, $t(103) = -0.22, p = .83$.

Pour ce qui est de l'aspect produit, un test t pour échantillons indépendants a été appliqué. Le groupe masculin n'a pas montré de différence statistiquement significative par rapport au groupe féminin, $t(103) = -0.31, p = .76$.

Concernant, enfin, l'aspect expérience, un test t pour échantillons indépendants a été appliqué. Le groupe masculin n'a pas montré de différence statistiquement significative par rapport au groupe féminin, $t(103) = -1.19, p = .24$.

Les résultats des tests t par aspect sont repris dans le tableau 9.

Tableau 9
T Tests pour Échantillons Indépendants par Aspects entre Filles et Garçons

| Satisfaction | Masculin | | Féminin | | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>p</i> | <i>M diff</i> |
|---------------------|-----------------|-----------|----------------|-----------|----------|-----------|----------|---------------|
| | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> | | | | |
| Intervention | 7.69 | 1.44 | 7.75 | 1.38 | -0.22 | 103 | .83 | -0.06 |
| Produit | 7.74 | 1.44 | 7.82 | 1.32 | -0.31 | 103 | .76 | -0.08 |
| Expérience | 7.54 | 1.69 | 7.92 | 1.62 | -1.19 | 103 | .24 | -0.38 |

Pour déterminer une différence entre les groupes d'âge sur l'aspect intervention, un test t pour échantillons indépendants a été appliqué. La statistique Satterthwaite était utilisée, car l'hypothèse d'égalité des variances avait été rejetée. Le deuxième groupe a montré un score en aspect d'intervention significativement inférieur à celui du premier groupe, $t(78.59) = 2.87$, $p = .01$ avec d de Cohen = .57.

En ce qui concerne l'aspect produit, un test t pour échantillons indépendants a été utilisé. La statistique Satterthwaite était utilisée, car l'hypothèse d'égalité des variances avait été rejetée. Le premier groupe n'a pas montré de différence statistiquement significative par rapport au deuxième groupe, $t(80.6) = 1.77$, $p = .08$.

Un test t pour échantillons indépendants a servi, enfin, pour l'aspect expérience. La statistique Satterthwaite était utilisée, car l'hypothèse d'égalité des variances avait été rejetée. Le deuxième groupe a affiché un score en aspect expérience significativement inférieur à celui du premier groupe, $t(70.74) = 2.42$, $p = .02$ avec d de Cohen = .49.

Les résultats des tests t pour chaque aspect sont repris dans le tableau 10.

Tableau 10

T Tests pour Échantillons Indépendants par Groupe d'âge

| Satisfaction | Groupe 1 | | Groupe 2 | | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>p</i> | <i>M</i> diff | <i>d</i> |
|--------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|---------------|----------|
| | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> | | | | | |
| Intervention | 8.07 | 1.11 | 7.28 | 1.61 | 2.87 | 78.59 | .01* | 0.79 | .57 |
| Produit | 8 | 1.14 | 7.51 | 1.6 | 1.77 | 80.6 | .08 | 0.49 | / |
| Expérience | 8.09 | 1.19 | 7.28 | 2.03 | 2.42 | 70.74 | .02* | 0.81 | .49 |

* $p < 0.05$

Les résultats des items 10 et 11 du questionnaire de satisfaction les résultats ont indiqué que 103 participants (98.1%) ont déclaré être prêts à recommander l'utilisation de la technologie à d'autres enfants pour se détendre. De plus, 103 participants (98.10%) ont exprimé leur intérêt à utiliser à nouveau cette technologie.

Pour la première question ouverte qui portait sur l'appréciation, 43 participants (40.95%) ont déclaré avoir aimé le paysage en général ou des éléments spécifiques de l'environnement virtuel : le ciel, la rivière, la cascade, les couleurs de l'environnement, la végétation – les fleurs ou les montagnes. Quarante et un participants (39.05%) ont apprécié les animaux comme les léopards, les papillons, les singes, les oiseaux, les perroquets ou plus précisément, pour huit d'entre eux (7.62 %), le léopard sur la barque. Huit participants (7.62%) se sont réjouis

que la promenade se situe sur une barque. Deux autres ont aimé la musique relaxante (1.90%), quatre (3.81%) la voix de la fée et onze (10.48%) le personnage de la fée. Cinq participants (4.76%) ont souligné qu'ils avaient pris du plaisir à pratiquer les exercices de respiration et deux (1.90%) ont dit avoir volontiers utilisé le casque de réalité. Un participant (0.95) a relevé qu'il avait aimé le trésor sur l'île à la fin de l'environnement.

Concernant la deuxième question ouverte qui évalue à nouveau l'appréciation, treize (12.38%) participants ont dénigré la qualité de l'image et huit (7.62%) celle du son qui, d'après eux, manquait de puissance. Une personne n'a pas goûté la musique (0.95%), deux (1.90%) n'ont pas apprécié la barque et ses mouvements, une autre (0.95%) a regretté les mouvements répétitifs du léopard. Trois participants (2.86%) n'ont pas aimé la fée. Trois autres (2.86%), enfin, ont critiqué les exercices de respirations et un dernier (0.95%) a souligné que la durée est trop longue.

La troisième question ouverte s'est penchée sur les propositions de modification du système de réalité virtuelle proposé. Plusieurs participants ont mis en avant le désir d'une plus grande interaction avec l'environnement virtuel ; ainsi huit (7.62%) participants souhaitaient se déplacer en dehors de la barque, trois (2.86%) avaient envie de caresser les animaux, et six (5.71%) auraient voulu utiliser les manettes. Trois autres (2.86%) ont émis le souhait d'accomplir des tâches ou de faire en sorte que cela ressemble plus à un jeu. Un participant (0.95%) a désiré bénéficier d'un feedback pour savoir s'il avait effectué les respirations correctement. Deux jeunes (1.90%) aspiraient à un changement de musique. Huit autres (7.62%) avaient le désir de voir leur propre corps ou leur main. Les autres souhaits étaient les suivants : que la fée comprenne ce qui était dit, que d'autres personnes sur la barque portent aussi un casque de réalité virtuelle, que la barque soit un bateau à voile ou bien une voiture.

La quatrième question ouverte portait sur les sentiments. Trois participants (2.86%) ont rapporté s'être sentis apaisés, deux (1.90%) ont éprouvé un sentiment de nouveauté, de fatigue, ou le besoin de s'endormir.

Les participants ont émis des commentaires comme : « Ça m'a fait du bien. », « Je me suis sentie bien, comme si le monde n'existait plus. », « C'était cool. », « C'était super. » ou « Je veux recommencer. »

6.4 Efficacité

6.4.1 Facial Affective Scale

L'analyse de l'ANOVA à mesures répétées avec la variable catégorielle sexe et âge a révélé que l'effet principal du sexe sur les scores de l'anxiété état n'était pas statistiquement

significatif, $F(1, 101) = 1,26, p = .27$. L'effet principal du groupe d'âge sur les scores de l'anxiété était, lui, statistiquement significatif, $F(1, 101) = 4.72, p = .03$ avec $\eta_p^2 = .05$.

L'effet principal du temps était significatif ce qui indique que les scores d'anxiété état ont varié de manière significative avant et après l'immersion en réalité virtuelle, $F(1, 101) = 56.13, p < .001, \eta_p^2 = .36$. Les sujets présentaient des scores d'anxiété significativement inférieurs après l'intervention ($M = 0.19, ET = 0.17$) en comparaison des scores avant ($M = 0.33, ET = 0.21$).

En outre, l'interaction entre le temps et le sexe n'était statistiquement pas significative, ce qui suggère que la relation entre les scores de l'anxiété état et le temps ne varie pas de manière significative selon les sexes, $F(1, 101) = 0.19, p = .67$. L'interaction entre le temps et l'âge n'était pas statistiquement significative, $F(1, 101) = 2.28, p = .13$, contrairement à l'interaction entre le temps, le sexe et l'âge $F(1, 101) = 5.49, p = .02$ avec $\eta_p^2 = .05$. Les moyennes sont présentées dans les tableaux 11 et dans les figures 13 et 14.

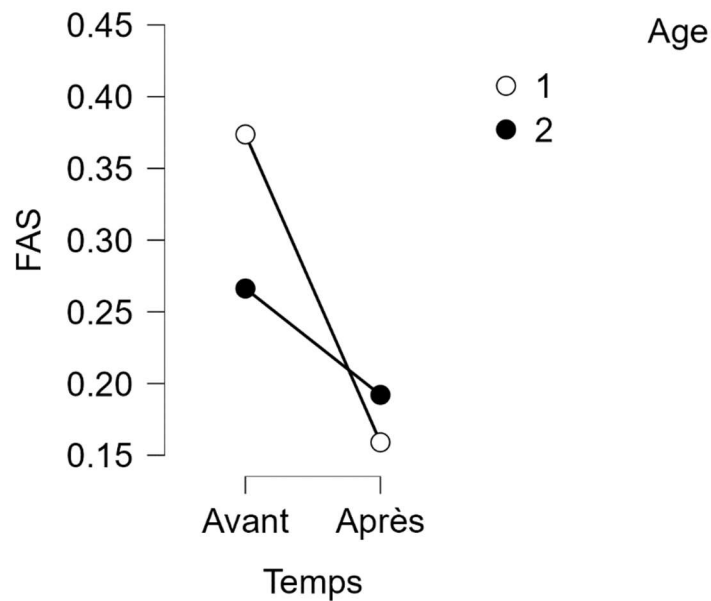
Tableau 11

Moyennes par Groupe d'Âge en Fonction du Genre

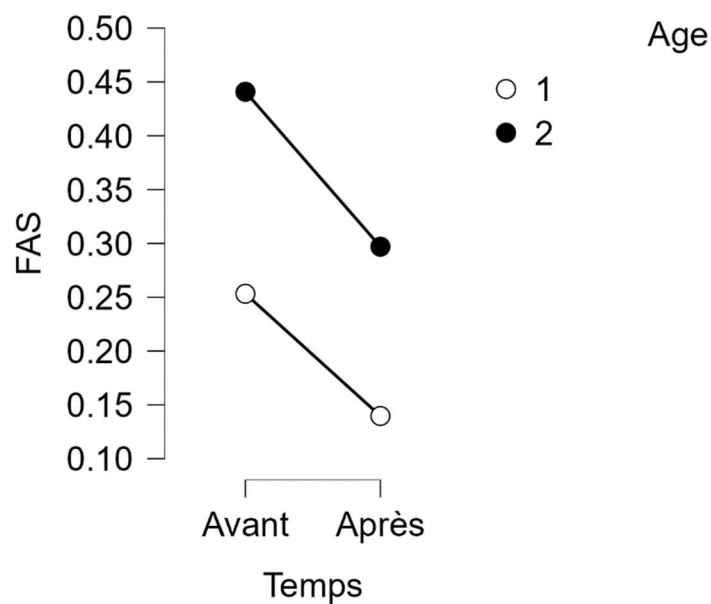
| Temps | Âge | Sexe | N | M | ET |
|--------------|------------|-------------|----------|----------|-----------|
| Avant | Groupe 1 | Masculin | 30 | 0.37 | 0.24 |
| | | Féminin | 28 | 0.25 | 0.18 |
| | Groupe 2 | Masculin | 24 | 0.27 | 0.18 |
| | | Féminin | 23 | 0.44 | 0.18 |
| Après | Groupe 1 | Masculin | 30 | 0.16 | 0.15 |
| | | Féminin | 28 | 0.14 | 0.13 |
| | Groupe 2 | Masculin | 24 | 0.19 | 0.15 |
| | | Féminin | 23 | 0.30 | 0.22 |

Figure 13

Moyennes Avant et Après l'Immersion du Groupe Masculin par Groupe Age

**Figure 14**

Moyennes Avant et Après l'Immersion du Groupe Féminin par Groupe Age



Pour mieux comprendre les interactions significatives, nous avons effectué des tests post hoc.

En ce qui concerne l'interaction significative entre l'âge et le sexe, une différence de score moyen apparaît en fonction de l'âge chez les filles, alors que cette différence n'est pas observée chez les garçons. Les résultats sont montrés dans le tableau 12.

Concernant l'interaction significative entre genre, âge et temps, les analyses post hoc indiquent qu'il y a toujours des différences significatives dans les groupes avant et après l'immersion, sauf dans le groupe masculin et âgés de 12 à 15. Cette interaction montre donc que chez les garçons, l'âge pourrait influencer l'impact de l'intervention ce qui ne serait pas le cas chez les filles. Pour les autres post hoc, les scores diminuent pour tous les autres groupes entre avant et après intervention. Les résultats sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 12*Post Hoc Comparaisons - Sexe * Âge*

| | | <i>M Diff</i> | <i>t</i> | <i>pbonf</i> |
|-----------------|-----------------|---------------|----------|--------------|
| Masculin, âge 1 | Féminin, âge 1 | 0.07 | 1.68 | 0.58 |
| | Masculin, âge 2 | 0.04 | 0.86 | 1.00 |
| | Féminin, âge 2 | -0.10 | -2.33 | 0.13 |
| Féminin, âge 1 | Masculin, âge 2 | -0.03 | -0.74 | 1.00 |
| | Féminin, âge 2 | -0.17 | -3.86 | 0.001* |
| Masculin, âge 2 | Féminin, âge 2 | -0.14 | -3.02 | 0.02* |

Notes. Correction de Bonferroni**Tableau 13***Post Hoc Comparaisons – Temps*Sexe * Âge*

| | | <i>M Diff</i> | <i>t</i> | <i>Pbonf</i> |
|------------------------|------------------------|---------------|----------|--------------|
| Masculin, âge 1, avant | Féminin, âge 1, avant | 0 | 2.49 | 0.38 |
| | Masculin, âge 2, avant | 0.12 | 2.13 | 0.96 |
| | Féminin, âge 2, avant | -0.07 | -1.32 | 1.00 |
| | Masculin, âge 1, après | 0.22 | 6.33 | < .001* |
| | Féminin, âge 1, après | 0.23 | 4.85 | < .001* |
| | Masculin, âge 2, après | 0.18 | 3.61 | 0.01* |
| | Féminin, âge 2, après | 0.08 | 1.51 | 1.00 |
| Féminin, âge 1, avant | Masculin, âge 2, avant | -0.01 | -0.26 | 1.00 |
| | Féminin, âge 2, avant | -0.19 | -3.63 | 0.01* |
| | Masculin, âge 1, après | 0.09 | 1.95 | 1.00 |
| | Féminin, âge 1, après | 0.11 | 3.24 | 0.04* |
| | Masculin, âge 2, après | 0.06 | 1.20 | 1.00 |
| | Féminin, âge 2, après | -0.04 | -0.85 | 1.00 |
| Masculin, âge 2, avant | Féminin, âge 2, avant | -0.18 | -3.26 | 0.04* |
| | Masculin, âge 1, après | 0.11 | 2.13 | 0.97 |
| | Féminin, âge, après | 0.13 | 2.48 | 0.40 |
| | Masculin, âge 2, après | 0.07 | 1.96 | 1.00 |
| | Féminin, âge 2, après | -0.03 | -0.57 | 1.00 |
| Féminin, âge 2, avant | Masculin, âge 1, après | 0.28 | 5.53 | < .001* |
| | Féminin, âge 1, après | 0.30 | 5.82 | < .001* |
| | Masculin, âge 2, après | 0.25 | 4.64 | < .001* |
| | Féminin, âge 2, après | 0.14 | 3.72 | 0.01* |
| Masculin, âge 1, après | Féminin, âge, après | 0.019 | 0.401 | 1.000 |

| | | <i>M Diff</i> | <i>t</i> | <i>p_{bonf}</i> |
|-----------------------|------------------------|---------------|----------|-------------------------|
| | Masculin, âge 2, après | -0.033 | -0.657 | 1.000 |
| | Féminin, âge 2, après | -0.138 | -2.708 | 0.210 |
| Féminin, âge 1, après | Masculin, âge 2, après | -0.052 | -1.026 | 1.000 |
| | Féminin, âge 2, après | -0.157 | -3.041 | 0.077 |
| Masculin, Age2, après | Féminin, âge 2, après | -0.105 | -1.955 | 1.000 |

Notes. Correction de Bonferroni

6.4.2 STAIC-état

L'analyse de l'ANOVA à mesures répétées avec la variable catégorielle sexe et âge a révélé que l'effet principal du sexe sur les scores de l'anxiété état n'est pas statistiquement significatif, $F(1, 101) = 0.29, p = .59$. Celui du groupe d'âge n'était pas statistiquement significatif, $F(1, 101) = 0.60, p = .44$.

Cependant, l'effet principal du temps est, lui, significatif ce qui indique que les scores d'anxiété état ont varié de manière significative avant et après l'immersion en réalité virtuelle, $F(1, 101) = 97.08, p < .001, \eta_p^2 = .49$. Les sujets, en effet, présentaient des scores d'anxiété significativement inférieurs après l'intervention ($M = 26.42, ET = 4.12$) comparés à ceux d'avant l'intervention ($M = 30.70, ET = 4.74$).

Par ailleurs, l'interaction entre le temps et le sexe n'était pas statistiquement significatif, ce qui suggère que la relation entre les scores de l'anxiété état et le temps ne varient pas de manière significative selon les sexes, $F(1, 101) = 0.15, p = .70$. L'interaction entre le temps et l'âge n'est statistiquement pas significatif, $F(1, 101) = 0.003, p = .96$. Celle entre le temps, le sexe et l'âge n'était pas statistiquement significatif $F(1, 101) = 0.17, p = .68$. Les moyennes sont présentées dans les tableaux 14.

Tableau 14

Moyennes par Groupe d'Âge en Fonction du Genre

| Temps | Âge | Sexe | <i>N</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> |
|-------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| Avant | Groupe1 | Féminin | 28 | 29.89 | 4.70 |
| | | Masculin | 30 | 30.93 | 4.62 |
| | Groupe2 | Féminin | 23 | 31.30 | 6.06 |
| | | Masculin | 24 | 30.75 | 3.52 |
| Après | Groupe1 | Féminin | 28 | 25.64 | 4.30 |
| | | Masculin | 30 | 26.67 | 3.85 |
| | Groupe2 | Féminin | 23 | 26.65 | 4.78 |
| | | Masculin | 24 | 26.79 | 3.68 |

6.4.3 Fréquences cardiaques

Les échantillons ont été évalués à quatre moments différents. Une ANOVA à mesures répétées avec les variables âge et genre, a révélé un effet significatif de la fréquence cardiaque sur les mesures temporelles, $F(2,31) = 15.53$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.13$. L'hypothèse de sphéricité étant violée ($W = 0.65$, $p < .0001$), la correction de Greenhouse-Geisser a été appliquée. L'effet principal du sexe sur les scores de la fréquence cardiaque n'était pas statistiquement significatif, $F(1, 101) = 0.23$, $p = .64$. Par contre, l'effet principal du groupe d'âge sur les score de fréquence cardiaque était statistiquement significatif, $F(1, 101) = 11.66$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .10$. Le groupe deux, âgés de 12 à 15, présentait des scores significativement inférieurs par rapport au groupe un, âgés de 6 à 11.

En outre, l'interaction entre le temps et le sexe n'était pas statistiquement significatif, $F(1, 101) = 0.87$, $p = .44$. L'interaction entre le temps et l'âge n'était pas statistiquement significatif, $F(1, 101) = 1.21$, $p = .30$. L'interaction entre le temps, le sexe et l'âge n'était pas statistiquement significatif $F(1, 101) = 1.12$, $p = .34$.

Pour déterminer s'il existe une différence significative entre les variables T1 et T2, T1 et T3, T2 et T3 ainsi que T3 et T4, nous avons appliqué trois tests t pour échantillons appariés. Les statistiques descriptives sont résumées dans le tableau 15. La figure 15 présente les moyennes des fréquences cardiaques par minute durant l'immersion en réalité virtuelle.

Tableau 15

Statistiques Descriptives

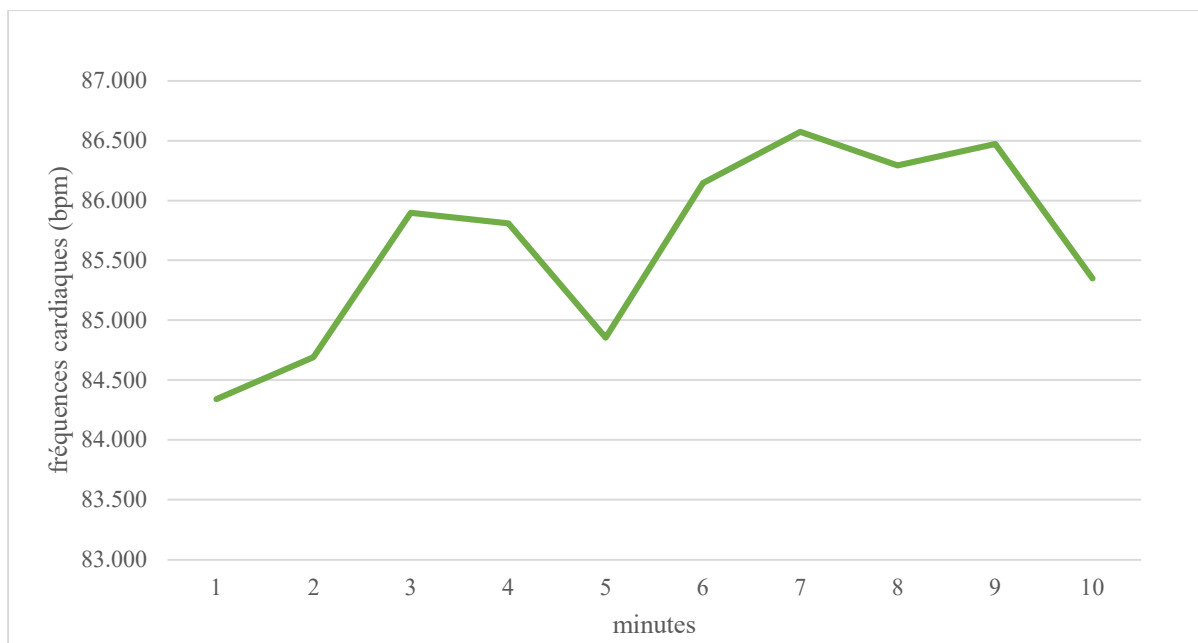
| Variab les | M | ET |
|-------------------|----------|-----------|
| T1 | 88.85 | 12.87 |
| T2 | 84.87 | 11.37 |
| T3 | 86.18 | 10.95 |
| T4 | 88.49 | 9.95 |

Note. $n = 105$

Le score T2 est significativement inférieur au score T1, $t(104) = 5.02$, $p < .0001$ et au score T3, $t(104) = -2.67$, $p = .0089$. Le score T3 est lui significativement inférieur au score T1, $t(104) = -2.67$, $p = .0089$ et au score T4, $t(104) = -4.38$, $p < .0001$. Les résultats sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16*Tests t pour Échantillons Appariés*

| Variable | <i>t</i>(104) | <i>p</i> | <i>M diff</i> | IC95 % | <i>d</i> |
|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| T1-T2 | 5.02 | <.0001* | 3.98 | [2.4 ; 5.55] | .49 |
| T1-T3 | 3.45 | .001* | 2.67 | [1.13; 4.21] | .34 |
| T2-T3 | -2.67 | .01* | -1.31 | [-2.28 ; -0.33] | .26 |
| T3-T4 | -2.31 | <.0001* | -4.38 | [-3.35 ; -1.26] | .23 |

Note. * $p < 0.05$ **Figure 15***Moyennes des Fréquences Cardiaques par Minute durant l'Immersion en Réalité Virtuelle*

7. Discussion

La réalité virtuelle a été principalement étudiée pour son potentiel de distraction ; certains chercheurs ont suggéré qu'elle pourrait être un outil utile pour enseigner des techniques d'autorégulation telles que la relaxation par respiration diaphragmatique. Néanmoins, peu d'études explorent l'utilisation des dispositifs de réalité virtuelle pour enseigner aux enfants et aux adolescents à réguler leur anxiété (Ahmadpour et al., 2020). L'objectif de notre étude était, ainsi, d'examiner l'applicabilité et l'efficacité des environnements de réalité virtuelle – nommés, en l'occurrence, *savane* et *forêt* – dans le domaine de la relaxation chez les enfants. Ce mémoire a analysé l'environnement *savane*.

Afin de vérifier l'applicabilité de notre intervention, nous avons formulé les hypothèses suivantes : premièrement, nous avons émis l'hypothèse que les environnements virtuels n'entraîneraient pas d'effets de cybermalaise ; deuxièmement, nous nous attendions à ce que les environnements virtuels génèrent un sentiment de présence satisfaisant ; pour finir, nous avons émis l'idée que les jeunes se montreraient satisfaits du produit, de l'intervention et de l'expérience. Pour évaluer l'efficacité de notre intervention, nous avons émis l'hypothèse que l'immersion dans des environnements virtuels relaxants augmenterait la sensation de détente.

Au cours de l'étude, les participants ont été immergés dans deux environnements virtuels relaxants développés par le laboratoire de réalité virtuelle des HEC à Liège. Ces environnements virtuels ont été conçus sur la base du modèle holistique proposé par Ahmadpour et al. (2020). Dans les deux cas, les participants étaient placés dans un monde imaginaire qui les guidait tout au long d'un voyage en barque. Les participants étaient invités à s'engager dans un exercice de respiration diaphragmatique créé pour faciliter un état de détente. Pour évaluer l'efficacité et l'applicabilité de notre intervention, les participants ont répondu à une série de questionnaires qui évaluaient divers facteurs, notamment l'anxiété trait, l'anxiété état, le cybermalaise, le sentiment de présence et la satisfaction. L'anxiété d'état et le cybermalaise ont été étudiés avant et après l'intervention, tandis que les autres variables ont été mesurées après l'expérience immersive. De plus, afin d'obtenir une mesure objective de l'anxiété, le rythme cardiaque des participants a été enregistré à l'aide de bracelets avant, pendant et après l'immersion. Dans la section suivante, nous examinerons les résultats obtenus et établirons leur pertinence par rapport à nos hypothèses et à la littérature scientifique existante.

7.1 Applicabilité

7.1.1 Cybermalaise

Les résultats de notre étude confirment notre hypothèse selon laquelle l'environnement virtuel *savane* n'entraînerait pas d'effet de cybermalaise. La comparaison du score moyen du

questionnaire cybermalaise – obtenu après l'immersion en réalité virtuelle pour notre échantillon –, avec le score de l'étude de St-Jacques (2007) a fait apparaître que nos participants avaient manifesté des taux de cybermalaises plus faibles, ce qui est satisfaisant compte tenu du fait que l'étude de St-Jacques (2007) rapportait peu de cybermalaises. En conformité avec ces résultats, le cinquième item du questionnaire de présence administré après l'immersion démontre également un faible niveau de cybermalaise. Ces résultats sont en accord avec la littérature scientifique qui suggère que les enfants rapportent peu de cybermalaises lors de l'utilisation de la réalité virtuelle (Ramaseri Chandra et al., 2022 ; Tychsen & Foeller, 2020).

En outre, les sujets présentaient significativement moins de cybermalaises après l'intervention qu'avant. Ce résultat pourrait s'expliquer par la ressemblance des symptômes de cybermalaise avec ceux du stress et de l'anxiété. Les maux de tête, maux de ventre, la fatigue et les palpitations cardiaques, notamment, sont tous des symptômes associés à l'anxiété et au stress (American Psychological Association, s. d.; Kaneshiro et al., s. d. ;). Ces symptômes sont interrogés dans le questionnaire de cybermalaise (St-Jacques, 2007), ainsi, le questionnaire mesure des symptômes qui se manifestent non seulement dans les cas de cybermalaise, mais aussi dans les situations de stress ou d'anxiété. Nous formulons donc l'hypothèse que le phénomène observé dans notre échantillon – en l'occurrence la réduction significative des symptômes de cybermalaise rapportés avant l'intervention –, pourrait être le résultat de l'intervention.

Concernant l'analyse de l'influence potentielle de l'âge sur le cybermalaise, les résultats du questionnaire suggèrent que les jeunes enfants (6 à 11 ans), présentent moins de symptômes que les enfants plus âgés (12 à 15 ans), avec une taille de l'effet petite. En revanche, l'item 5 du questionnaire de présence ne révèle pas de différences significatives entre les groupes d'âge. Il peut y avoir plusieurs raisons au fait que ces deux mesures produisent des résultats légèrement différents. La différence de conception des questionnaires pourrait être une explication. Le questionnaire de cybermalaise, en effet, comprend 10 items qui portent sur les symptômes spécifiques sur une échelle de Likert à 3 points, tandis que l'item 5 du questionnaire de présence concerne le sentiment général de malaise ou de gêne sur une échelle visuelle analogique de 10. L'ordre de remise des questionnaires peut aussi avoir influencé les scores – le questionnaire cybermalaise a été distribué avant le questionnaire de présence. Bien qu'il ait été suggéré que l'incidence de cybermalaise pourrait être moins importante chez les jeunes enfants que chez les adultes (Ramaseri Chandra et al., 2022 ; Tychsen & Foeller, 2020), le facteur de l'âge reste relativement peu étudié dans le contexte des *head-mounted display* (Tian et al., 2022).

Néanmoins, la littérature existante laisse entendre que la différence d'âge n'est peut-être pas un prédicteur fort du cybermalaise (Tian et al., 2022).

Par ailleurs, les deux questionnaires n'ont pas montré de différences significatives entre les sexes. Bien que les travaux sur la population des enfants soient limités, l'état actuel de la recherche suggère qu'il est prématuré de conclure que les différences entre les sexes ont un pouvoir prédictif dans la susceptibilité du cybermalaise dans la population des adultes (Grassini & Laumann, 2020).

7.1.1 Sentiment de présence

Notre hypothèse selon laquelle l'environnement virtuel *savane* susciterait un sentiment de présence satisfaisant est confirmée par nos résultats. En nous penchant sur la question, nous avons observé que le sentiment de présence de notre échantillon était comparable, voire supérieur, à celui de l'étude de Laforest et al. (2016). Cependant, il est important de noter que l'étude de Laforest et al. portait sur des adultes, ce qui rend les comparaisons directes entre les deux résultats moins concluantes ; le sentiment de présence moyen peut, en effet, différer d'une population à l'autre (Felton & Jackson, 2021). Un débat en cours porte sur la question de savoir s'il existe des différences notables entre enfants et adultes dans la manière dont la vitesse et la qualité du sentiment de présence sont évoquées dans les environnements virtuels (Won et al., 2017). Pour autant, le sentiment de présence de notre échantillon est satisfaisant.

De plus, en comparaison, le deuxième groupe (12 à 15 ans) a montré un sentiment de présence significativement plus faible que le premier groupe (6 à 11 ans) avec une taille d'effet moyen. Les recherches disponibles sur le sentiment de présence et l'âge sont actuellement limitées (Felton & Jackson, 2021). Une étude, par exemple, a constaté une forte corrélation négative entre l'âge de l'utilisateur et son sentiment de présence virtuelle (Van Schaik et al., 2004). De plus, une autre étude a suggéré que le cerveau des enfants traite les expériences virtuelles d'une manière différente de celle des adultes (Baumgartner et al., 2008). Les auteurs ont mis en évidence que les adultes ont tendance à évaluer de manière critique l'environnement de réalité virtuelle et à contrôler activement leur sentiment de présence en utilisant le cortex préfrontal. En revanche, les enfants, dont le cortex préfrontal est sous-développé, ont plus de difficultés à inhiber ou à contrôler leur expérience de la présence virtuelle. Une autre étude a mené des recherches qualitatives qui ont confirmé ces résultats (Liao et al., 2019). Ils ont observé des participants âgés de six à huit ans qui testaient et évaluaient fréquemment le réalisme de leur environnement virtuel. En l'absence de repères externes, l'une de leurs premières réactions était de vérifier si leur corps était toujours présent, ce qui démontre qu'ils distinguent le virtuel du physique. Certains enfants ont même tenté d'interagir avec les animaux

virtuels afin de déterminer si ces créatures possédaient des propriétés physiques (Liao et al., 2019). Ce comportement a également été observé par les étudiantes qui effectuaient les essais lors de cette étude. Les enfants plus jeunes regardaient souvent s'ils avaient encore un corps et essayaient de toucher les animaux ou la barque.

D'autre part, nous avons trouvé une différence significative dans les scores du sentiment de présence chez les filles ou chez les garçons. Le groupe des garçons a montré un score moyen du sentiment de présence plus faible que les filles, avec une taille d'effet moyen. Les recherches sur la différence entre les sexes en matière de sentiment de présence sont limitées, mais elles suggèrent, jusqu'à présent, que les hommes ressentent un plus grand sentiment de présence virtuelle que les femmes (Felnhofer et al., 2012 ; William & Russell, 2022). Toutefois, ces résultats ne sont pas directement utilisables pour notre étude dans la mesure où notre population est composée d'enfants et d'adolescents.

7.1.2 Satisfaction

Les résultats de cette étude soutiennent notre hypothèse selon laquelle les jeunes percevraient l'intervention comme satisfaisante en matière de produit, d'intervention et d'expérience. L'analyse révèle que les participants ont exprimé des niveaux élevés de satisfaction à l'égard des trois aspects. Ces résultats indiquent que la majorité des participants étaient satisfaits du matériel utilisé, des tâches assignées, et qu'ils avaient ressenti de l'émotion et du plaisir pendant l'intervention (Ahmadpour et al., 2020). De plus, la plupart des participants ont manifesté la volonté de recommander cette technologie à d'autres enfants et ont exprimé leur intérêt à la réutiliser à l'avenir. Les résultats sont en accord avec les qualités immersives de la réalité virtuelle (Bioulac et al., 2018) et son attirance pour les enfants (Yamada-Rice et al., 2017). En outre, cet environnement virtuel a été conçu sur la base des recommandations formulées par Ahmadpour et al. (2020).

En ce qui concerne les différences entre les sexes, notre étude n'a pas révélé de variations significatives dans la perception de l'intervention, du produit et de l'expérience chez les garçons ou chez les filles. Cela suggère que les deux sexes ont appréhendé ces trois aspects de manière similaire.

En revanche, en examinant les différents groupes d'âge, nous avons observé une différence significative dans l'aspect de l'intervention. Les participants âgés de 12 à 15 ans, en effet, ont rapporté un score significativement plus faible pour l'aspect intervention que les participants âgés de 6 à 11 ans, avec une taille d'effet moyen. Cela suggère que les participants plus âgés étaient moins satisfaits de la tâche d'autorégulation proposée, la respiration diaphragmatique.

Pour ce qui est de l'expérience, comme de l'intervention, les participants âgés de 12 à 15 ans ont obtenu un score significativement inférieur à celui des participants âgés de 6 à 11 ans, avec une taille d'effet moyen. Cela suggère que les participants plus âgés étaient moins satisfaits de l'expérience émotionnelle et du plaisir suscité par l'environnement virtuel.

En ce qui concerne l'aspect produit, aucune différence statistiquement significative n'a été constatée entre les groupes d'âge. Cela indique que les participants plus jeunes et les plus âgés ont perçu le produit de manière similaire.

L'environnement virtuel utilisé dans cette étude a pris en compte l'aspect produit suggéré par Ahmadpour et al. (2020) en incorporant des qualités esthétiques – un environnement coloré – et en diversifiant l'apport sensoriel – inclusion de la musique et de la voix de la fée. L'analyse qualitative a montré que les participants avaient trouvé de l'intérêt à ces intégrations de conception. En effet, beaucoup ont souligné qu'ils aimaient le paysage incluant les couleurs, la nature ou les fleurs (40.95%), ainsi que les animaux (39.05%). Une minorité (1.90 %) a affirmé aimer la musique et certains (3.81 %) la voix de la fée. Une personne n'a pas pris de plaisir avec la musique. Cependant, il est également important de noter que 12.38 % des personnes interrogées ont indiqué qu'elles souhaitaient une meilleure qualité d'image et 7.62 % une meilleure qualité de son, en particulier une augmentation du volume. Il est important de noter que le volume a toujours été réglé au maximum, mais que certaines conditions de test n'étaient pas idéales pour ce qui est des bruits de fond. Comme les conditions de test variaient d'un participant à l'autre, certains aspects pouvaient ne pas être contrôlés, de sorte que des bruits tels que les jeux d'autres frères et sœurs, les aboiements de chiens ou une personne sonnant à la porte pouvaient être perçus.

L'aspect expérience, l'émotion et le plaisir ont également été pris en compte avec l'introduction du personnage d'un compagnon une narration qui guide l'utilisateur à travers les différents passages du paysage. Certains (10.48 %) ont déclaré explicitement qu'ils étaient séduits par la fée et d'autres (7.62 %) plutôt par le léopard, figurant le compagnon, à bord de la barque ; un individu n'a pas été attiré par le léopard et un petit nombre (2.86) n'ont pas aimé la fée.

En ce qui concerne l'aspect intervention, certains participants ont clairement déclaré qu'ils affectionnaient les exercices de respiration (4.76 %), contrairement à d'autres (2.86 %).

Certains participants ont également émis le souhait d'un environnement plus interactif qui pourrait améliorer l'aspect produit. Plusieurs (7.62 %) voulaient explorer l'extérieur du bateau, interagir avec des animaux (2.86 %) et utiliser des manettes de jeu (5.71 %). D'autres auraient eu envie, également, d'accomplir des tâches ou de vivre une expérience similaire à

celle d'un jeu (2.86 %). En outre, un certain nombre (7.62 %) ont exprimé le besoin de voir leur propre corps ou leurs mains. Un participant a également souhaité que la fée virtuelle comprenne son discours. Sur l'aspect d'intervention, un individu (0.95%) a voulu recevoir un feedback pour savoir s'il avait effectué les respirations correctement. En général, la satisfaction était bonne, bien que plusieurs aspects aient été notés comme étant perfectibles. Ces suggestions ont fourni des indications précieuses pour le développement et l'amélioration futurs des interventions en réalité virtuelle.

En résumé, les résultats indiquent que l'environnement virtuel est applicable en termes de sentiment de présence, de satisfaction et de cybermalaise faible. En outre, le taux d'arrêt en cours est particulièrement faible, ce qui contribue à la conclusion générale. Alors qu'un tiers des participants se sont engagés dans l'étude à la suite d'une invitation, les raisons de la non-participation des autres restent inconnues.

7.2 Efficacité

Pour ce qui est de l'efficacité de notre intervention, nous avons émis l'hypothèse que l'immersion dans un environnement virtuel relaxant améliorerait considérablement l'état de détente. Cette hypothèse est étayée par les résultats du *FAS* et du *STAI-état*. Les analyses statistiques, effectivement, indiquent une réduction significative de l'anxiété état après l'immersion en réalité virtuelle. Outre ces mesures subjectives, la fréquence cardiaque vient également appuyer ces conclusions : une diminution significative de la fréquence cardiaque avant l'immersion (T1) et à la fin de l'immersion (T3) apparaît en effet. Ces résultats viennent corroborer des études antérieures démontrant que la respiration diaphragmatique dans la réalité virtuelle peut réduire l'anxiété et le stress chez les jeunes (Bossenbroek et al., 2020 ; Van Rooij et al., 2016).

Cependant, il convient de noter que la fréquence cardiaque au début de l'expérience en réalité virtuelle a immédiatement chuté, ce qui pourrait être attribué au fait que les participants n'étaient plus tenus de répondre aux questionnaires. Notre échantillon, en particulier, présentait les caractéristiques d'une anxiété trait plus élevée, ce qui indique une tendance à se sentir anxieux dans de nombreuses situations. La situation peu familière du *testing* peut avoir contribué à augmenter les niveaux d'anxiété d'état, en particulier au début lorsque les participants devaient répondre à des questions personnelles, accompagnés par une personne non familière. En outre, il est important de noter que la baisse de fréquence cardiaque observée pendant l'immersion (T3) dans la réalité virtuelle ne persiste pas, et qu'en revanche les scores augmentent de manière significative après l'immersion (T4). Cette augmentation de la fréquence cardiaque est susceptible, également, d'être influencée par la situation de test. Ces

résultats sont peut-être le signe que l'intervention ne produit pas d'effets durables et que le sentiment de relaxation pourrait être limité à la durée de l'utilisation de la réalité virtuelle. Toutefois, les questionnaires subjectifs administrés avant et après l'immersion ont indiqué une diminution significative de l'anxiété.

Bien que le *STAI-état* n'ait pas révélé de différences significatives selon le sexe et l'âge, les données du *FAS* suggèrent une interaction entre temps, âge et sexe qui montre que chez les garçons, et contrairement aux filles, l'âge pourrait être un facteur d'impact sur l'intervention. Les données du *FAS* suggèrent que l'intervention n'est pas efficace dans le groupe des garçons plus âgés, entre 12 et 15 ans. La différence entre les résultats des deux questionnaires autoadministrés mesurant l'anxiété d'état pourrait être attribuée à plusieurs facteurs. Tout d'abord, la conception des questionnaires est différente. L'échelle faciale affective utilise des visages alors que le questionnaire sur l'état d'anxiété utilise 20 items sur une échelle de Likert. Ces différences de conception pourraient entraîner des variations dans la manière dont les participants interprètent les questionnaires et y répondent, ce qui se traduirait par des scores divergents. En outre, les participants à notre étude sont à même de présenter des caractéristiques uniques qui influencent leurs réponses aux questionnaires. Des facteurs tels que l'âge, le sexe et les expériences antérieures seraient de nature à influencer la façon dont les individus perçoivent et expriment leur anxiété, ce qui altérerait les résultats des questionnaires.

De plus, les scores des fréquences cardiaques du groupe plus âgé étaient inférieurs par rapport au groupe plus jeune. Ces résultats sont cohérents avec les données indiquant une diminution de la fréquence cardiaque entre l'enfance et l'adolescence (Ostchega et al., 2011).

7.3 Implication pratiques, cliniques et perspectives futures

Nos travaux contribuent aux quelques études explorant l'utilisation de dispositifs de réalité virtuelle pour apprendre aux enfants et aux adolescents à réguler leur anxiété et le stress. Les résultats suggèrent que notre environnement virtuel sera applicable et efficace dans l'amélioration du sentiment de présence, de la satisfaction, et permettra de réduire le stress et l'anxiété, tout en produisant peu d'effets secondaires négatifs tels que le cybermalaise.

En outre, notre analyse exploratoire du sexe et de l'âge suggère que le sentiment de présence est plus faible dans le groupe des plus âgés que dans le groupe des plus jeunes, et que les garçons ont un sentiment de présence plus faible que les filles. Le cybermalaise a également été moins ressenti par les jeunes enfants que par les adolescents. De plus, le groupe plus âgé était moins satisfait de l'intervention et de l'expérience des émotions que le groupe plus jeune. Pour ce qui est de l'efficacité, l'une de nos mesures subjectives de l'anxiété a suggéré que notre intervention n'était pas apte à réduire l'anxiété chez les garçons plus âgés. Cela suggère que

l'intervention pourrait ne pas se montrer aussi efficace ou applicable dans chaque sous-groupe. Les différences observées fournissent des indications précieuses pour comprendre les variations individuelles dans l'expérience de la réalité virtuelle ; elles soulignent l'importance de prendre en compte, à l'avenir, les facteurs liés à l'âge et au sexe lors de la mise en œuvre d'interventions similaires. Elles mettent en évidence la nécessité d'approfondir les recherches sur les réponses de sous-groupes spécifiques, car la littérature est limitée, en particulier chez les enfants et les adolescents.

Notre analyse qualitative de la satisfaction fournit également des éléments précieux pour optimiser l'intervention en réalité virtuelle à l'avenir.

Un premier élément à modifier dans des études ultérieures serait l'ajout d'un corps ou avatar dans l'environnement virtuel. Des recherches menées sur des adultes et des préadolescents ont montré que l'incarnation d'un corps virtuel, ou avatar peut renforcer le sentiment de présence (Slater et al., 2010 ; Mikropoulos, 2006). En ce qui concerne les populations plus jeunes, la plupart des études se sont concentrées sur les enfants et les adolescents souffrant de troubles du développement neurologique (Cadet & Chainay, 2021). En revanche, une autre étude n'a pu prouver que l'incarnation de l'avatar accroissait le sentiment de présence chez les préadolescents (Cadet & Chainay, 2021). L'incarnation d'un corps virtuel pourrait affecter le sentiment de présence, bien que l'impact de l'utilisation d'un avatar dans la réalité virtuelle doive faire l'objet de recherches plus approfondies, en particulier chez les enfants et les adolescents.

Un deuxième élément à adapter a trait à l'interactivité. Cette dernière pourrait, en effet, être renforcée par la gamification de l'intervention, notamment en permettant d'explorer l'environnement à l'extérieur du navire, d'interagir avec des animaux, d'utiliser les manettes de jeu et d'accomplir des tâches. Cela pourrait rendre l'expérience du participant plus active (Ahmadpour et al., 2020). La gamification, qui consiste à intégrer des éléments de conception de jeux dans des contextes non ludiques, utilise également des stratégies telles que les points et les incitations externes pour promouvoir l'apprentissage (Ryu et al., 2018). Cette approche a donné des résultats positifs dans des contextes thérapeutiques (Primack et al., 2012). En outre, elle a montré qu'elle pouvait renforcer la motivation à des fins éducatives ou thérapeutiques, en particulier chez les enfants et les adolescents (Lüddecke & Felnhofer, 2021). D'autres études pourraient déterminer si elle augmente la satisfaction et la motivation des enfants à utiliser l'environnement virtuel.

Un troisième élément à retenir concerne la demande d'un participant d'avoir confirmation de l'exécution correcte des exercices de respiration. Cela indique la nécessité de

prévoir un retour d'information dans la conception de la réalité virtuelle. Il serait, ainsi, possible d'intégrer le biofeedback, une combinaison explorée dans des études antérieures (van Rooij et al., 2015 ; Bossenbroek et al., 2020). Rappelons que le biofeedback consiste à mesurer les fonctions physiologiques d'une personne – le rythme cardiaque ou la respiration, par exemple – puis à lui transmettre des informations sur ces fonctions (Weerdmeester et al., 2017). Ce retour d'information vise à sensibiliser les participants à leurs processus physiologiques ; avec un peu de pratique, ils peuvent développer la capacité de réguler ces processus (Weerdmeester et al., 2017). Cependant, il convient de vérifier si l'intégration du biofeedback joue sur l'applicabilité et l'efficacité dans l'environnement virtuel utilisé dans cette étude.

La personnalisation des environnements virtuels constitue un quatrième aspect à travailler. Nous observons, en effet, que les participants n'apprécient pas tous les mêmes éléments de l'environnement virtuel – la musique, la barque, les exercices de respiration ou la fée, par exemple. Cela souligne l'influence des préférences individuelles sur l'expérience de la réalité virtuelle. Pour résoudre ce problème, certaines études préconisent une approche de conception centrée sur l'utilisateur. Ainsi, l'étude de Pardini et al. (2022) a permis aux participants de personnaliser les environnements virtuels comme le contexte (mer, montagne ou campagne), les sons (les sons d'animaux et la musique), les aspects visuels (présence de personnes, d'objets ou d'animaux), l'orientation spatiale, l'heure de la journée et les conditions météorologiques. Les individus ayant personnalisé leurs éléments audiovisuels pour créer l'environnement relaxant de leur choix ont fait état d'un sentiment subjectif de relaxation et de plaisir accru par rapport à ceux qui avaient fait l'expérience d'installation de réalité virtuelle standard. Bien que la recherche soit toujours en cours et les preuves relativement limitées (Pardini et al., 2022), de futures investigations pourraient explorer la personnalisation potentielle de notre environnement virtuel, en examinant son impact sur l'efficacité et l'applicabilité. Les choix concernant les composants visuels tels que le paysage, les animaux, la musique, la fée et les techniques de relaxation pourraient exercer une influence significative.

Même si cette étude a donné des résultats encourageants et fourni des pistes pour concevoir de nouveaux environnements virtuels, l'applicabilité et l'efficacité de l'intervention en réalité virtuelle doivent être confirmées par d'autres travaux.

Une étude complémentaire pourrait utiliser une conception longitudinale. Un plus grand nombre de séances et de suivis est essentiel pour vérifier si les effets positifs de la sensation de relaxation peuvent être maintenus. En l'absence de telles données longitudinales, il est difficile de savoir s'il existe des bénéfices durables. Cette approche permettrait d'explorer l'acquisition potentielle de compétences d'autorégulation telles que la respiration diaphragmatique dans un

tel environnement virtuel, comme l'ont suggéré Ahmadpour et al. (2020). Cette exploration donnerait des indications sur le possible transfert des compétences acquises au-delà du contexte immédiat.

Il pourrait également être intéressant d'inclure un environnement virtuel de contrôle. En comparant les effets de l'intervention expérimentale avec ceux d'un environnement de contrôle, il devient possible de définir l'origine des changements observés de manière plus définitive. Un autre environnement virtuel de contrôle pourrait se concevoir sans respiration diaphragmatique, de sorte que la différence entre l'objectif de distraction et l'objectif de développement des compétences pourrait être étudiée en relation avec le niveau de relaxation (Ahmadour et al., 2020). Pour mieux comprendre l'efficacité de la réalité virtuelle, il serait également utile de comparer cet outil avec d'autres interventions comme les méthodes de relaxation classique. De telles conditions de contrôle permettraient de discerner l'impact spécifique de ces éléments sur les résultats de la relaxation.

7.4 Limites

Cette étude a rencontré certaines limites qui méritent d'être prises en compte. Une première limite réside dans la variabilité des conditions de tests selon les participants – facteur qui échappe à notre contrôle. Des bruits de fond, par exemple, sont apparus occasionnellement, ce qui a pu exercer une influence sur la l'expérience de réalité virtuelle.

Une autre limite pourrait résulter de la nécessité d'adapter certains questionnaires à des groupes d'âge spécifiques. Les jeunes enfants, notamment, en raison de problèmes de compréhension de la terminologie, ont eu du mal à remplir le questionnaire sur la présence, en particulier l'item inversé, ainsi que les questionnaires STAIC-état et STAIC-trait. Ainsi, les étudiantes chercheuses, grâce à un langage plus accessible, ont contribué à la compréhension des items.

Le traitement statistique des données relatives à la fréquence cardiaque peut également apparaître comme une limite. La démarche a consisté à calculer les fréquences cardiaques moyennes sur des intervalles de trois minutes et à les évaluer à quatre moments distincts : avant l'immersion, au début, à la fin et après. Il est important de reconnaître qu'il existe d'autres approches pour analyser cet ensemble de données, ce qui offre de nouvelles possibilités d'exploration. De plus, l'utilisation d'une ANOVA à mesures répétées pour l'analyse des données relatives à la fréquence cardiaque pourrait représenter, elle aussi, une limite. Bien que cette méthode d'analyse soit appropriée pour examiner les différences moyennes entre divers points temporels ou conditions, elle ne tient pas explicitement compte de la variabilité individuelle dans les données (Iqbal et al., 2022). Les réponses de fréquence cardiaque peuvent

présenter des variations substantielles entre les participants. L'utilisation d'une analyse basée sur la moyenne pourrait ne pas saisir pleinement les subtilités de ces variations individuelles.

Le moment de mesure de la fréquence cardiaque de base – avant l'intervention, en même temps que les participants répondaient aux questionnaires – constitue une autre limite. Ce choix introduit la possibilité que la fréquence cardiaque des participants soit influencée par le contexte de recherche lui-même, y compris la présence du chercheur et l'engagement dans les activités du questionnaire. Par conséquent, les fréquences cardiaques de base observées pourraient ne pas refléter avec précision les véritables états physiologiques au repos des participants. Il serait envisageable que les études futures prévoient un environnement plus isolé et contrôlé pour les mesures de base afin de réduire l'influence potentielle de facteurs externes sur les relevés de fréquence cardiaque.

Nous avons, également, évalué la variable de l'anxiété trait ; cependant, l'analyse en profondeur de ce facteur n'a pas été réalisée. En accord avec ma promotrice, j'ai pris la décision de ne pas approfondir cette variable, car elle sortait du cadre de ce mémoire. Néanmoins, cet aspect constitue une piste à creuser dans le cadre de prochaines études. Dans le même ordre d'idée, les environnements savane et forêt n'ont pas été comparés dans le cadre de ce mémoire.

La difficulté de confirmer l'adhésion précise des participants aux exercices de respiration proposés dans le cadre de l'intervention en réalité virtuelle constitue, de plus, une autre limite de cette étude. Bien que tout ait été mis en œuvre pour fournir des instructions et des conseils clairs, l'impossibilité de contrôler et de vérifier directement l'exécution correcte de ces exercices introduit un élément d'incertitude. L'efficacité de l'intervention peut avoir été influencée par le degré d'engagement et les différences d'exécution des exercices de respiration chez les différents participants. Pour relever ce défi, l'une des pistes de recherche futures pourrait être l'intégration d'un mécanisme de biofeedback (Van Rooij et al., 2016). Avec un retour d'information physiologique en temps réel – comme la variabilité du rythme cardiaque ou les schémas respiratoires –, l'intervention pourrait offrir des indications immédiates pour optimiser l'exécution des techniques de respiration induisant la relaxation.

7.5 Conclusion

Notre étude visait à évaluer l'efficacité des environnements de relaxation en réalité virtuelle pour promouvoir la relaxation chez les enfants ; ce mémoire a mis l'accent sur l'environnement savane. Afin d'examiner son applicabilité, nous avons formulé des hypothèses concernant les effets de cybermalaise, sentiment de présence et satisfaction. Pour évaluer l'efficacité, nous avons émis l'hypothèse que l'environnement virtuel conduisait à des niveaux de détente plus élevés après l'immersion. Les résultats confirment nos hypothèses et suggèrent

que notre environnement virtuel savane est applicable et efficace : il améliore, notamment, le sentiment de présence, la satisfaction, et réduit le stress et l'anxiété tout en produisant peu d'effets secondaires négatifs tels que le cybermalaise. Bien que cette étude présente des limites et nécessite des recherches supplémentaires et confirmatives, les résultats suggèrent que cet environnement virtuel savane présente la possibilité de servir d'intervention ludique pour soulager l'anxiété et le stress chez les enfants et les adolescents. Toutefois, l'étude met également en évidence les variations potentielles en matière d'applicabilité et d'efficacité selon l'âge et le sexe, ainsi que la nécessité d'approfondir les recherches sur les expériences de sous-groupes spécifiques. En résumé, cette étude permet de mieux comprendre l'utilisation de la réalité virtuelle pour enseigner aux jeunes les techniques de régulation de l'anxiété.

Bibliographie

- Agrawal, S., Simon, A., Bech, S., Bærentsen, K., & Forchhammer, S. (2020). Defining immersion: Literature review and implications for research on audiovisual experiences. *Journal of the Audio Engineering Society*, 68(6), 404–417.
<https://doi.org/10.17743/jaes.2020.0039>
- 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), Article e14565.
<https://doi.org/10.2196/14565>
- American Psychological Association. (s. d.-a). Anxiety [Anxiété]. Dans *APA dictionary of psychology*. Consulté le 10 décembre 2022 sur <https://dictionary.apa.org/anxiety>
- American Psychological Association. (s. d.-b). *What's the difference between stress and anxiety ? Knowing the difference can ensure you get the help you need*. Consulté le 10 janvier 2023 sur <https://www.apa.org/topics/stress/anxiety-difference>
- American Psychological Association. (s. d.-c). Relaxation. Dans *APA dictionary of psychology*. Consulté le 1 février 2023 sur <https://dictionary.apa.org/relaxation>
- American Psychological Association. (s. d.-d). Relaxation technique. Dans *APA dictionary of psychology*. Consulté le 1 février 2023 sur <https://dictionary.apa.org/relaxationtechnique>
- Baumgartner, T., Speck, D., Wettstein, D., Masnari, O., Beeli, G., & Jäncke, L. (2008). Feeling present in arousing virtual reality worlds: prefrontal brain regions differentially orchestrate presence experience in adults and children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.008.2008>
- Bermo, M. S., Patterson, D., Sharar, S. R., Hoffman, H., & Lewis, D. H. (2020). Virtual reality to relieve pain in burn patients undergoing imaging and treatment. *Topics in*

Magnetic Resonance Imaging, 29(4), 203–208.

<https://doi.org/10.1097/RMR.0000000000000248>

Bhandari, P. (2022, 5 décembre). *Within-subjects design | explanation, approaches, examples*.

Scribbr. <https://www.scribbr.com/methodology/within-subjects-design/>

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

Bouvard, M. P. (2018). What do virtual reality tools bring to child and adolescent

psychiatry? *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>

Bossenbroek, R., Wols, A., Weerdmeester, J., Lichtwarck-Aschoff, A., Granic, I., & Van

Rooij, M. (2020). Efficacy of a virtual reality biofeedback game (DEEP) to reduce

anxiety and disruptive classroom behavior: Single-case study. *JMIR Mental Health*,

7(3), Article e16066. <https://doi.org/10.2196/16066>

Bouchard, S., Dumoulin, S., Robillard, G., Guitard, T., Klinger, É., Forget, H., Loranger, C.,

& Roucaut, F. X. (2017). Virtual reality compared with in vivo exposure 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>

Bushnell, G. A., Talati, A., Wickramaratne, P. J., Gameroff, M. J., & Weissman, M. M.

(2020). Trajectories of childhood anxiety disorders in two generations at high risk

[Trajectoires des troubles anxieux de l'enfance chez deux générations à haut risque].

Depression and Anxiety, 37(6), 521-531. <https://doi.org/10.1002/da.23001>

Byrne, D. G., Davenport, S. C., & Mazanov, J. (2007). Profiles of adolescent stress: The

development of the adolescent stress questionnaire (ASQ). *Journal of Adolescence*,

30(3), 393-416. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2006.04.004>

- Byrne, D. G., Thomas, K. A., Burchell, J. L., Olive, L. S., & Mirabito, N. S. (2011). Stressor experience in primary school-aged children: Development of a scale to assess profiles of exposure and effects on psychological well-being. *International Journal of Stress Management, 18*(1), 88-111. <https://doi.org/10.1037/a0021577>
- Cadet, L., & 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>
- Caserman, P., Garcia-Agundez, A., Gámez Zerban, A., & Göbel, S. (2021). Cybersickness in current-generation virtual reality head-mounted displays: Systematic review and outlook. *Virtual Reality, 25*(4), 1153–1170. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00513-6>
- Cattell, R. B., & Scheier, I. H. (1958). The nature of anxiety: A review of thirteen multivariate analyses comprising 814 variables. *Psychological Reports, 4*(3), 351-388. <https://doi.org/10.2466/pr0.1958.4.3.351>
- Chan, S. M., Poon, S. F. O., & Hang Tang, E. M. (2016). Daily hassles, cognitive emotion regulation and anxiety in children. *Vulnerable Children and Youth Studies, 11*(3), 238-250. <https://doi.org/10.1080/17450128.2016.1214887>
- Chen, Y.-F., Huang, X.-Y., Chien, C.-H., & Cheng, J.-F. (2017). 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>
- 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. (2021). 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>
- 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), Article 2230. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102230>
- Eijlers, R., Utens, E. M. W. J., Staals, L. M., de Nijs, P. F. A., Berghmans, J. M., Wijnen, R. M. H., Hillegers, M. H. J., Dierckx, B., & Legerstee, J. S. (2019). Systematic review and meta-analysis of virtual reality in pediatrics: Effects on pain and anxiety. *Anesthesia & Analgesia*, 129(5), 1344–1353.
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004165>
- Endler, N. S. (1997). Stress, Anxiety and coping: the multidimensional interaction model. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 38(3), 136.
<https://doi.org/10.1037/0708-5591.38.3.136>
- Endler, N. S., & Kocovski, N. L. (2001). State and trait anxiety revisited. *Journal of Anxiety Disorders*, 15(3), 231-245. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(01\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(01)00060-3)
- Escobar, M., Alarcón, R., Blanca, M. J., Fernández-Baena, F. J., Rosel, J. F., & Trianes, M. V. (2013). Daily stressors in school-age children: A multilevel approach. *School Psychology Quarterly*, 28(3), 227-238. <https://doi.org/10.1037/spq0000020>
- Felnhofer, A., Kothgassner, O. D., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2012). Is virtual reality made for men only? Exploring gender differences in the sense of presence. *Proceedings of the International Society on Presence Research*, 103-112.
- Felton, J. W., Banducci, A. N., Shadur, J. M., Stadnik, R., MacPherson, L., & Lejuez, C. W. (2017). The developmental trajectory of perceived stress mediates the relations between distress tolerance and internalizing symptoms among youth. *Development and Psychopathology*, 29(4), 1391-1401. <https://doi.org/10.1017/S0954579417000335>

- Felton, W. M., & Jackson, R. E. (2021). Presence: A Review. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 38(1), 1-18.
<https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1921368>
- Fernández-Baena, F. J., Trianes, M. V., Escobar, M., Blanca, M. J., & Muñoz, Á. M. (2015). Daily stressors in primary education students. *Canadian Journal of School Psychology*, 30(1), 22-33. <https://doi.org/10.1177/0829573514548388>
- Fernández-Martín, E., Trianes-Torres, M.-V., Maldonado-Montero, E.-F., Miranda-Páez, J., Ortiz, C., & Engüix, A. (2015). Psychological and psychobiological stress in the relationship between basic cognitive function and school performance. *Annals of Psychology*, 31(1), 120-126. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.1.151451>
- Goldstein, S. E., Boxer, P., & Rudolph, E. (2015). Middle school transition stress: Links with academic performance, motivation, and school experiences. *Contemporary School Psychology*, 19(1), 21-29. <https://doi.org/10.1007/s40688-014-0044-4>
- Grassini, S., & Laumann, K. (2020). Are Modern Head-Mounted Displays Sexist? A Systematic Review on Gender Differences in HMD-Mediated Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, 11, 1604. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01604>
- Hill, D. C., Moss, R. H., Sykes-Muskett, B., Conner, M., & O'Connor, D. B. (2018). Stress and eating behaviors in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *Appetite*, 123, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.11.109>
- 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. *JBIS Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 17(9), 1855–1876. <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2017-003848>
- Hubbard, K., & Falco, F. J. E. (2015). Relaxation techniques. Dans A. D. Kaye, N. Vadivelu, & R. D. Urman (Eds.), *Substance abuse: Inpatient and outpatient management for*

- every clinician* (pp. 337–347). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1951-2_26
- Iqbal, T., Simpkin, A., Roshan, D., Glynn, N., Killilea, J., Walsh, J., Molloy, G. J., Ganly, S., Ryman, H., Coen, E., Elahi, M. A., Wijns, W., & Shahzad, A. (2022). Stress monitoring using Wearable Sensors: a pilot study and Stress-Predict Dataset. *Sensors*, 22(21), 8135. <https://doi.org/10.3390/s22218135>
- Kaneshiro, N. K., Dugdale, D. C., Conaway, B., & A.D.A.M. Editorial team. (s. d.). Stress in childhood. Dans *A.D.A.M. medical encyclopedia*. A.D.A.M. Consulté le 8 décembre 2022 à l'adresse <https://medlineplus.gov/ency/article/002059.htm>
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3
- Keptner, K. M., Fitzgibbon, C., & O'Sullivan, J. (2021). Effectiveness of anxiety reduction interventions on test anxiety: A comparison of four techniques incorporating sensory modulation. *British Journal of Occupational Therapy*, 84(5), 289–297. <https://doi.org/10.1177/0308022620935061>
- Khng, K. H. (2017). A better state-of-mind: Deep breathing reduces state anxiety and enhances test performance through regulating test cognitions in children. *Cognition and Emotion*, 31(7), 1502–1510. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1233095>
- Kim, S., Roth, W. T., & Wollburg, E. (2015). Effects of therapeutic relationship, expectancy, and credibility in breathing therapies for anxiety. *Bulletin of the Menninger Clinic*, 79(2), 116–130. <https://doi.org/10.1521/bumc.2015.79.2.116>
- Kothgassner, O. D., & Felnhofer, A. (2021). Lack of research on efficacy of virtual reality exposure therapy (VRET) for anxiety disorders in children and adolescents: A

- systematic review. *Neuropsychiatrie*, 35(2), 68–75. <https://doi.org/10.1007/s40211-020-00349-7>
- Kramer, A. C., Neubauer, A. B., & Schmiedek, F. (2022). The effectiveness of a slow-paced diaphragmatic breathing exercise in children’s daily life: A micro-randomized trial. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*. Publication en ligne anticipée. <https://doi.org/10.1080/15374416.2022.2084743>
- Laboratoire de cyberpsychologie de l’Université du Québec en Outaouais. (s. d.). *Bienvenue au laboratoire de cyberpsychologie de l’UQO !* <http://w3.uqo.ca/cyberpsy/>
- Laboratoire de Cyberpsychologie de l’UQO. (s. d.). *Équipements de réalité virtuelle*. <http://w3.uqo.ca/cyberpsy/index.php/equipements-de-realite-virtuelle/>
- Laforest, M., Bouchard, S., Crétu, A.-M., & Mesly, O. (2016). Inducing an anxiety response using a contaminated virtual environment: Validation of a therapeutic tool for obsessive–compulsive disorder. *Frontiers in ICT*, 3, Article 18. <https://doi.org/10.3389/fict.2016.00018>
- Larson, H. A., El Ramahi, M. K., Conn, S. R., Estes, L. A., & Ghibellini, A. B. (2010). Reducing test anxiety among third grade students through the implementation of relaxation techniques. *Journal of School Counseling*, 8, Article 19.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company.
- Levi, M., Bossù, M., Luzzi, V., Semprini, F., Salaris, A., Ottaviani, C., Violani, C., & Polimeni, A. (2022). Breathing out dental fear: A feasibility crossover study on the effectiveness of diaphragmatic breathing in children sitting on the dentist’s chair. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 32(6), 801–811. <https://doi.org/10.1111/ipd.12958>
- Liao, T., Jennings, N. A., Dell, L., & Collins, C. (2019). Could the virtual dinosaur see you? Understanding children’s perceptions of presence and reality distinction in virtual

- reality environments. *Journal of Virtual Worlds Research*, 12(2).
<https://doi.org/10.4101/jvwr.v12i2.7361>
- Lüddecke, R., & Felnhofer, A. (2021). Virtual Reality Biofeedback in Health: A scoping review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 47(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1007/s10484-021-09529-9>
- McCallie, M. S., Blum, C. M., & Hood, C. J. (2006). Progressive muscle relaxation. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, 13(3), 51–66.
https://doi.org/10.1300/J137v13n03_04
- 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)
- Mesa-Gresa, P., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J.-A., & Gil-Gómez, J.-A. (2018). Effectiveness of virtual reality for children and adolescents with autism spectrum disorder: An evidence-based systematic review. *Sensors*, 18(8), Article 2486.
<https://doi.org/10.3390/s18082486>
- Michels, N., Sioen, I., Boone, L., Braet, C., Vanaelst, B., Huybrechts, I., & De Henauw, S. (2015). Longitudinal association between child stress and lifestyle. *Health Psychology*, 34(1), 40–50. <https://doi.org/10.1037/hea0000108>
- Mikropoulos, T. A. (2006). Presence: a unique characteristic in educational virtual environments. *Virtual Reality*, 10(3–4), 197–206. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0039-1>
- Miller, M., Mistry, D., Jetly, R., & Frewen, P. (2021). Meditating in virtual reality 2: Phenomenology of vividness, egocentricity and absorption-immersion. *Mindfulness*, 12(5), 1195–1207. <https://doi.org/10.1007/s12671-020-01589-y>

- Mishkind, M. C., Norr, A. M., Katz, A. C., & Reger, G. M. (2017). Review of virtual reality treatment in psychiatry: Evidence versus current diffusion and use. *Current Psychiatry Reports, 19*(11), Article 80. <https://doi.org/10.1007/s11920-017-0836-0>
- National Center for Complementary and Integrative Health. (2021, juin). *Relaxation techniques: What you need to know*. <https://www.nccih.nih.gov/health/relaxation-techniques-what-you-need-to-know>
- O'Meara, A., Cassarino, M., Bolger, A., & Setti, A. (2020). Virtual reality nature exposure and test anxiety. *Multimodal Technologies and Interaction, 4*(4), Article 75. <https://doi.org/10.3390/mti4040075>
- Olive, L. S., Telford, R. M., Byrne, D. G., Abhayaratna, W. P., & Telford, R. D. (2016). Psychological distress leads to reduced physical activity and fitness in children: The Australian longitudinal LOOK study. *Journal of Behavioral Medicine, 39*(4), 587-598. <https://doi.org/10.1007/s10865-016-9723-0>
- Ortigosa Quiles, J. M., García-Banda García, G., Chellew, K., Ponsell Vicens, E., Riquelme Marín, A., & Nicolás Carrasco, M. P. (2013). Identification of degrees of anxiety in children with three- and five-face facial scales. *Psicothema, 25*(4), 446-451. <https://doi.org/10.7334/psicothema2012.287>
- Ostchega, Y., Porter, K. S., Hughes, J. P., Dillon, C., & Nwankwo, T. (2011). Resting pulse rate reference data for children, adolescents, and adults: United States, 1999-2008. *National health statistics reports, 41*, 1-16.
- Pandey, A., Hale, D., Das, S., Goddings, A.-L., Blakemore, S.-J., & Viner, R. M. (2018). Effectiveness of universal self-regulation-based interventions in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics, 172*(6), 566-575. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.0232>
- Pardini, S., Gabrielli, S., Dianti, M., Novara, C., Zucco, G. M., 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>
- Primack, B. A., Carroll, M. V., McNamara, M., Klem, M. L., King, B. E., Rich, M., Chan, C., & Nayak, S. (2012). Role of Video Games in improving Health-Related Outcomes. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(6), 630–638. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.02.023>
- 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>
- Ramaseri Chandra, A. N., El Jamiy, F., & Reza, H. (2022). A systematic survey on cybersickness in virtual environments. *Computers*, 11(4), Article 51. <https://doi.org/10.3390/computers11040051>
- Reason, J. T., & Brand, J. J. (1975). *Motion sickness*. Academic Press.
- Riccio, G. E., & Stoffregen, T. A. (1991). An ecological theory of motion sickness and postural instability. *Ecological Psychology*, 3(3), 195–240. https://doi.org/10.1207/s15326969eco0303_2
- 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>
- Rizzo, A. A., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., Schultheis, M., Matheis, R., Shahabi, C., Neumann, U., Kim, L., & Sharifzadeh, M. (2002). Virtual environments for the assessment of attention and memory processes: The virtual classroom and office. Dans P. Sharkey, C. Sik Lányi, & P. Standen (dir.), *Proceedings of the 4th International*

- Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (pp. 3-11). The University of Reading.
- Robson, D. A., Allen, M. S., & Howard, S. J. (2020). Self-regulation in childhood as a predictor of future outcomes: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, *146*(4), 324–354. <https://doi.org/10.1037/bul0000227>
- Rogowska, A. M., Ochnik, D., & Kuśnierz, C. (2022). Revisiting the multidimensional interaction model of stress, anxiety and coping during the COVID-19 pandemic: a longitudinal study. *BMC psychology*, *10*(1), 255. <https://doi.org/10.1186/s40359-022-00950-1>
- Romero-Ayuso, D., Toledano-González, A., Rodríguez-Martínez, M. D. C., Arroyo-Castillo, P., Triviño-Juárez, J. M., González, P., Ariza-Vega, P., González, A. D. P., & Segura-Fragoso, A. (2021). Effectiveness of virtual reality-based interventions for children and adolescents with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Children*, *8*(2), Article 70. <https://doi.org/10.3390/children8020070>
- Ryu, J. H., Park, J., Nahm, F. S., Jeon, Y. T., Oh, A. Y., Lee, H. J., Kim, J. H., & Han, S. H. (2018). The Effect of Gamification through a Virtual Reality on Preoperative Anxiety in Pediatric Patients Undergoing General Anesthesia: A Prospective, Randomized, and Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, *7*(9), 284. <https://doi.org/10.3390/jcm7090284>
- Servotte, J.-C., 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>
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, *109*(3), 431–433. <https://doi.org/10.1111/bjop.12305>

- Slater, M., Spanlang, B., & Corominas, D. (2010). Simulating virtual environments within virtual environments as the basis for a psychophysics of presence. *ACM Transactions on Graphics*, 29(4), 1–9. <https://doi.org/10.1145/1778765.1778829>
- 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 Database of Systematic Reviews*, 2018(3), Article CD009514. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009514.pub2>
- Spielberger, C. D. (1966a). The effects of anxiety on complex learning and academic achievement. Dans C. D. Spielberger (dir.), *Anxiety and behavior* (pp. 361-398). Academic Press.
- Spielberger, C. D. (1966b). Theory and research on anxiety. Dans C. D. Spielberger (dir.), *Anxiety and behavior* (pp. 413-428). Academic Press.
- Spielberger, C. D. (1970). *Manual for the state-trait anxiety inventory*. Consulting Psychologist.
- 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.
- 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]. Archipel. <https://archipel.uqam.ca/9611>
- Sylvers, P., Lilienfeld, S. O., & LaPrairie, J. L. (2011). Differences between trait fear and trait anxiety: Implications for psychopathology. *Clinical Psychology Review*, 31(1), 122-137. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.08.004>
- Tan, S. Y., & Yip, A. (2018). Hans Selye (1907-1982): Founder of the stress theory. *Singapore Medical Journal*, 59(4), 170-171. <https://doi.org/10.11622/smedj.2018043>

- Thomas, E. M., & Centeio, E. E. (2020). The benefits of yoga in the classroom: A mixed methods approach to the effects of poses and breathing and relaxation techniques. *International Journal of Yoga, 13*(3), 250–254.
https://doi.org/10.4103/ijoy.IJOY_76_19
- Tian, N., Lopes, P., & Boulic, R. (2022). A review of cybersickness in head-mounted displays: raising attention to individual susceptibility. *Virtual Reality, 26*(4), 1409–1441. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00638-2>
- Toussaint, L., Nguyen, Q. A., Roettger, C., Dixon, K., Offenbächer, M., Kohls, N., Hirsch, J., & Sirois, F. (2021). Effectiveness of progressive muscle relaxation, deep breathing, and guided imagery in promoting psychological and physiological states of relaxation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2021*, Article 5924040.
<https://doi.org/10.1155/2021/5924040>
- Treisman, M. (1977). Motion sickness: An evolutionary hypothesis. *Science, 197*(4302), 493–495. <https://doi.org/10.1126/science.301659>
- Turgeon, L., & Chartrand, É. (2003). Psychometric properties of the French Canadian version of the state-trait anxiety inventory for children [Propriétés psychométriques de la version canadienne-française de l'inventaire d'anxiété état-trait pour les enfants]. *Educational and Psychological Measurement, 63*(1), 174-185.
<https://doi.org/10.1177/0013164402239324>
- Tychsen, L., & Foeller, P. (2020). 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>
- van Rooij, M., Lobel, A., Harris, O., Smit, N., & Granic, I. (2015). DEEP: A biofeedback virtual reality game for children at-risk for anxiety. Dans *Proceedings of the 34th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Extended*

- abstracts* (pp. 1989–1997). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/2851581.2892452>
- Van Schaik, P., Turnbull, T., Van Wersch, A., & Drummond, S. (2004). Presence within a mixed reality environment. *Cyberpsychology & Behavior*, *7*(5), 540–552.
<https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.540>
- Velana, M., Sobieraj, S., Digutsch, J., & Rinkenauer, G. (2022). The Advances of Immersive Virtual Reality Interventions for the Enhancement of Stress Management and Relaxation among Healthy Adults: A Systematic Review. *Applied Sciences*, *12*(14), 7309. <https://doi.org/10.3390/app12147309>
- Weech, S., Kenny, S., & Barnett-Cowan, M. (2019). Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: A review. *Frontiers in Psychology*, *10*, Article 158.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00158>
- Weerdmeester, J., Van Rooij, M., Harris, O., Smit, N., Engels, R. C., & Granic, I. (2017). Exploring the Role of Self-efficacy in Biofeedback Video Games. Dans *Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. <https://doi.org/10.1145/3130859.3131299>
- Weibel, D., Wissmath, B., & Mast, F. W. (2010). Immersion in mediated environments: The role of personality traits. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *13*(3), 251–256. <https://doi.org/10.1089/cpb.2009.0171>
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *7*(3), 225–240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- Won, A. S., Bailey, J. O., Bailenson, J. N., Tataru, C., Yoon, I. A., & Golianu, B. (2017). Immersive virtual reality for pediatric pain. *Children (Basel)*, *4*(7), 52.
<https://doi.org/10.3390/children4070052>

Wu, L., Ding, F., Hu, T., Cheng, G., & Chen, X. (2021). Daily stress and behavioral problems in Chinese children: The moderating roles of family functioning and the classroom environment. *Frontiers in Psychology, 12*, Article 742293.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.742293>

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. URL

Yu, B., Funk, M., Hu, J., Wang, Q., & Feijs, L. (2018). Biofeedback for everyday stress management: A systematic review. *Frontiers in ICT, 5*, Article 23.

<https://doi.org/10.3389/fict.2018.00023>

Annexes

Annexes

Annexe 1

La relaxation musculaire progressive

La relaxation musculaire progressive consiste à contracter puis à relâcher différents groupes de muscles de manière systématique et progressive (McCallie et al., 2006). Cette technique a été développée par Edmund Jacobson au début des années 1920 pour aider les personnes à réduire la tension physique et le stress (Toussaint et al., 2021). Cette méthode utilise les concepts de traitement *Top down* et *bottom up* dans le système nerveux (Keptner et al., 2021). Le traitement *Top down* consiste à utiliser les zones supérieures du cerveau, telles que le cortex cérébral et le cervelet, pour contracter les muscles et relâcher progressivement la tension. Le traitement *Bottom up* suppose de maintenir et de relâcher la tension corporelle, ce qui produit une stimulation des muscles périphériques qui monte jusqu'au cerveau via la moelle épinière et le tronc cérébral. En activant ces deux voies de stimulation, la relaxation musculaire progressive peut apporter aux participants un soulagement rapide et instantané (Keptner et al., 2021).

Le biofeedback

Le *biofeedback* est une autre technique utilisable pour gérer le stress et promouvoir la relaxation (Yu et al., 2018). Elle consiste à enseigner aux individus comment réguler leurs activités physiologiques afin de rétablir ou de maintenir un équilibre dans le corps. Une boucle de *biofeedback* typique se compose de quatre éléments : une unité de bio détection, une de transfert de données, une autre de traitement de données et une dernière de retour d'information. Les biocapteurs surveillent des activités physiologiques spécifiques et transmettent les informations correspondantes à l'utilisateur au moyen d'un écran audiovisuel externe, ce qui peut aider les individus à prendre conscience de leur état interne et à acquérir des compétences d'autorégulation pour manipuler des fonctions physiologiques précieuses pour la santé (Yu et al., 2018).



Expérience de relaxation en réalité virtuelle : applicabilité et utilité de l'outil auprès d'enfants sains

Dans le cadre de mon projet de fin de master en psychologie, je recherche des enfants ou adolescents âgés entre 6 et 15 ans pour participer à une étude.

Description de la recherche :

Le but est la validation d'une expérience de relaxation immergée dans un environnement virtuel. Deux séances sont nécessaires qui ne durent pas plus de 30 minutes et ont lieu, si vous l'acceptez, à votre domicile ou un autre endroit. Il sera demandé à votre enfant de répondre à des questionnaires avant et après l'immersion en réalité virtuelle.

Conditions de participation :

- ✅ Bonne maîtrise de la langue française
- ✅ L'enfant ou l'adolescent devra être âgé entre 6 et 15 ans

Vous avez besoin de plus de renseignements sur l'étude en question ? Alors n'hésitez pas à me contacter dès à présent par e-mail (nathalie.thines@student.uliege.be) !

Je vous remercie d'avance !
Nathalie Thines



La responsable de l'étude : STASSART Céline, docteur en psychologie

Annexe 3



Université de Liège
Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation
Service de Psychologie de la Santé

Responsable de l'étude : Céline Stassart, docteur en psychologie

Adresse courriel : cstassart@uliege.be

Tél: 04/366.35.69 – 0495/90.67.50

Nathalie Thines, étudiante en Master, sciences psychologiques

Adresse courriel : nathalie.thines@student.uliege.be

Madame la Directrice/Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de mon mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Psychologiques, je sollicite votre collaboration à une recherche sur le développement d'un exercice de relaxation en réalité virtuelle pour enfants.

La prévalence de l'anxiété chez les enfants et les adolescents a presque doublé ces dernières années, notamment en raison de la pandémie de COVID-19 et de ses conséquences. Cette augmentation récente de la prévalence est préoccupante et reflète un besoin urgent d'outils pratiques efficace dans le domaine de l'anxiété chez les enfants et les adolescents. Un exemple d'outil sont les techniques de relaxation qui sont efficaces pour réduire l'anxiété. Il existe de nombreuses méthodes traditionnelles comme la respiration diaphragmée ou la relaxation musculaire progressive. Par ailleurs, la réalité virtuelle apparaît comme une technologie prometteuse dans la prise en charge thérapeutique.

Mon étude se concentrera donc sur la validation d'une expérience de relaxation immergée dans un environnement virtuel chez des enfants sains.

Avec votre accord, et afin de constituer mon échantillon (+/- 60 enfants de 6 à 15 ans), j'aimerais transmettre, au sein de l'école, une lettre d'information et de consentement aux parents via leur enfant. Ceux qui auront répondu positivement à cette lettre seront contactés afin de fixer deux rendez-vous à leur domicile. Lors de celui-ci, il s'agira de faire passer un certain nombre de questionnaires aux enfants et d'une expérience de relaxation en réalité virtuelle.

Les renseignements recueillis lors de l'entrevue sont confidentiels, seule le chercheur et l'étudiante associés du projet y aura 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 l'étudiante responsable de l'étude. Les données seront conservées sous clé au laboratoire du responsable du projet pour la durée totale de l'étude, une durée maximale de deux ans. 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.

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

Nathalie Thines

Annexe 4



Université de Liège
Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation
Service de Psychologie de la Santé

La responsable de l'étude : STASSART Céline, Docteur en Psychologie
Département : Département de Psychologie, Service de Psychologie de la santé
Adresse postale : Quartier Village 2, Rue de l'Aunaie, 30-32 (B38 b), 4000 Liège
Adresse courriel : estassart@uliege.be Tél : 04/366.35.69 – 0495/90.67.50
Etudiante : Nathalie Thines, étudiante en Master, sciences psychologiques
Adresse courriel : nathalie.thines@student.uliege.be

Chers parents,

J'aimerais vous demander de participer à ma recherche. Celle-ci porte sur le développement d'une expérience de relaxation en réalité virtuelle pour enfants âgés de 6 à 15 ans. Cette lettre a pour but de vous informer de l'objectif et des procédures de mon étude qui s'effectue dans le cadre de mon mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Psychologiques.

La prévalence de l'anxiété chez les enfants et les adolescents a presque doublé ces dernières années, notamment en raison de la pandémie de COVID-19 et de ses conséquences. Cette augmentation récente de la prévalence est préoccupante et reflète un besoin urgent d'outils pratiques efficace dans le domaine de l'anxiété chez les enfants et les adolescents. Un exemple d'outil sont les techniques de relaxation qui sont efficace pour réduire l'anxiété. Il existe de nombreuses méthodes traditionnelles comme la respiration diaphragmée ou la relaxation musculaire progressive. Par ailleurs, la réalité virtuelle apparaît comme une technologie prometteuse dans la prise en charge thérapeutique. La réalité virtuelle est une technologie informatique qui permet de plonger une personne, dans un monde artificiel à l'aide d'un casque créé numériquement. Mon étude se concentrera donc sur la validation d'une expérience de relaxation immergée dans un environnement virtuel chez des enfants.

Pour développer cet outil, j'ai besoin que vous acceptiez que votre enfant participe à cette recherche. J'ai également besoin que votre enfant accepte de participer à cette étude.

Dans le cas où vous accepteriez de participer, veuillez indiquer vos coordonnées (nom, adresse, téléphone) sur la feuille ci-jointe. A votre meilleure convenance (cela peut être fin de journée ou encore le w-e), nous fixerons ensemble deux rendez-vous à votre domicile. Pendant ceux-ci, votre enfant sera plongé dans différents environnements virtuels relaxants (forêt, savane) à l'aide d'un casque. Votre enfant sera également invité à répondre seul à des questionnaires avant et après l'immersion dans la réalité virtuelle. L'intervention prend relativement peu de temps (environ 30 minutes).

Votre participation ainsi que celle de votre enfant est volontaire. Il va de soi que vous pourrez mettre fin à votre participation à n'importe quel moment et que les informations que vous transmettez resteront confidentielles. Votre nom n'apparaîtra nulle part dans l'étude.

D'avance, je vous remercie beaucoup pour votre collaboration.

Nathalie Thines

Annexe 4

Concerne: Etude sur la validation d'une expérience de relaxation immergée dans un environnement virtuel chez des enfants

Nous soussignés et
parents de..... donnons notre accord pour être contacté par
Nathalie Thines.

Numéro de téléphone mère:

et/ou

Numéro de téléphone père:

Adresse :

.....

.....

Date

Signature de l'enfant:

Signature maman:

Signature papa:

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT PARENT

« La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation »

La responsable de l'étude : STASSART Céline, Docteur en Psychologie

Département: Département de Psychologie, Service de Psychologie de la santé

Adresse postale : Quartier Village 2, Rue de l'Aunaie, 30-32 (B38 b), 4000 Liège

Adresse courriel : cstassart@uliege.be **Tél**: 04/366.35.69 – 0495/90.67.50

Comité éthique : Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège

INFORMATION

Votre enfant et vous êtes invités 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 d'enfants. Cette intervention est dite expérimentale, c'est-à-dire qu'elle fait encore l'objet d'études 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 d'y participer, nous vous invitons à prendre connaissance de ses implications en termes d'organisation, avantages et risques éventuels, afin que vous puissiez prendre une décision en toute connaissance de cause. Ceci s'appelle donner un « consentement éclairé ».

Veuillez lire attentivement ces quelques informations et poser toutes les questions que vous souhaitez à la responsable de projet.

Ce document comprend deux parties : l'information essentielle à votre prise de décision, et votre consentement écrit.

Si vous participez à cette étude clinique, vous devez savoir que :

- Cette étude clinique a été évaluée et validée par un comité d'éthique.
- Votre participation est volontaire et doit rester libre de toute contrainte. La signature d'un document exprimant votre consentement est nécessaire. Même après l'avoir signé, vous pouvez encore arrêter votre participation en informant la responsable de l'étude sans aucune conséquence.
- Les données recueillies à cette occasion sont confidentielles et votre anonymat est garanti lors de la publication des résultats.
- Une assurance a été souscrite dans le cas de dommages liés à votre participation à cette étude clinique.
- Aucuns frais ne vous seront facturés, cette intervention est gratuite.
- Vous pouvez, à tout moment, contacter la responsable de l'étude ou un membre de son équipe si vous avez besoin d'informations complémentaires.

Objectifs et déroulement de l'étude:

L'anxiété et la peur font partie des réponses les plus fréquemment rapportées par l'enfant. Dans le domaine de la psychologie, la respiration profonde, dite relaxante, est une technique de régulation recommandée pour réduire le stress et l'anxiété. Cette étude clinique 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 différents environnements virtuels relaxants (forêt, savane). Pour cela, deux rendez-vous seront fixés à votre domicile. Durant ces rendez-vous, il sera invité-e à respirer de façon calme en utilisant la respiration profonde. Il/elle aura reçu préalablement une psychoéducation sur cette technique de respiration. Dans chaque environnement, une image virtuelle et une voix les guidant vers un état de relaxation seront présents.

Il sera également demandé à votre enfant de répondre seul à des questionnaires avant et après l'immersion en réalité virtuelle, en présence de la responsable de projet ou de ses représentants. Ces questionnaires porteront sur le niveau d'anxiété/de stress ressenti, le sentiment d'auto-efficacité par rapport aux compétences de relaxation, des variables destinées à valider les environnements virtuels, à savoir le sentiment de présence et le cybermalaise, et son 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 cardiofréquence-mètre, elle permet de mesurer sa fréquence cardiaque. La passation des questionnaires durera quinze minutes et l'immersion en réalité virtuelle n'excédera pas 10 minutes.

Stassart Céline

Amendement : La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation : gestion de l'anxiété d'enfants hospitalisés. 2^{ème} version 06/01/2023. Référence de l'étude : 2021/200

Annexe 5

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 assuré que la responsable du projet demeurera attentive à toutes manifestations d'inconfort psychologique et physique 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.

Confidentialité et participation volontaire:

Votre participation et celle de votre enfant sont volontaires et doivent rester libres de toute contrainte, ou pression extérieure. Elles nécessitent la signature d'un document exprimant vos consentements. Avant de signer, n'hésitez pas à poser toutes les questions que vous jugez utiles. Prenez le temps d'en parler à une personne de confiance si vous le souhaitez.

Même après signature du document et à tout moment, vous avez le droit de mettre fin à votre participation sans devoir vous justifier. Dans ce cas, les renseignements vous concernant seront détruits. Votre décision de ne pas ou de ne plus participer à l'étude n'aura aucun impact. Il peut être, cependant, utile pour la responsable de l'étude de savoir si la raison de votre retrait concerne les contraintes de l'intervention (par exemple des effets secondaires désagréables). Votre enfant et vous restez également libres de ne pas répondre à une question que vous estimez embarrassante sans avoir à vous justifier.

Il est aussi possible que la responsable de projet ou ses représentants vous retire de l'étude parce qu'il/elle juge ce retrait utile pour la sécurité de votre enfant ou qu'il/elle constate que vous ne respectez pas les consignes données. Enfin, il arrive parfois que les autorités compétentes, le comité d'éthique qui a initialement approuvé l'étude interrompent l'étude parce que les informations recueillies montrent que l'intervention étudiée n'est pas efficace (n'apporte pas assez d'amélioration), ou qu'elle occasionne plus d'effets secondaires ou des effets plus graves que prévus ou pour toute autre raison.

Votre accord implique que vous acceptez que la responsable du projet puisse utiliser les données obtenues à des fins scientifiques (articles, conférences et communications scientifiques).

La responsable de recherche et ses représentants possèdent un devoir de confidentialité vis-à-vis des données recueillies. Cela signifie qu'elle s'engage non seulement à ne jamais révéler votre nom dans le contexte d'une publication ou d'une conférence, mais aussi qu'elle codera vos données (dans l'étude, votre identité sera remplacée par un code d'identification). Seule la feuille de consentement et d'informations contiendra votre identité. La responsable de projet et son équipe seront donc les seuls à pouvoir établir un lien entre les données transmises pendant toute la durée de l'étude et votre identité. Les données personnelles transmises ne comporteront aucune association d'éléments permettant de vous identifier.

La responsable de l'étude (Stassart Céline, ULiège) prendra toutes les mesures nécessaires pour protéger la confidentialité et la sécurité de vos données, conformément aux législations en vigueur. La collecte et l'utilisation de vos informations reposent sur votre consentement écrit. En consentant à participer à l'étude, vous acceptez que certaines données personnelles puissent être recueillies et traitées électroniquement à des fins de recherche en rapport avec cette étude.

La responsable de projet s'engage à ne collecter que les données strictement nécessaires et pertinentes au regard des objectifs poursuivis dans cette étude.

Les données codées seront conservées sous clé au laboratoire du responsable du projet. Les informations seront également stockées dans un système ou disque dur qui sera protégé. Les données codées seront stockées pour une durée maximale de deux ans. Les données à caractère personnel seront sauvegardées en format électronique et papier pour une durée maximale de quatre ans (données d'identification comme nom, coordonnées, etc.) dans un endroit sûr (armoire sous-clé du bureau et/ou disque dur) et différent des données codées. Seule la responsable de l'étude aura accès aux données privées. Seuls les étudiants/chercheurs/doctorants associés aux projets auront accès aux données anonymisées permettant la réalisation des analyses statistiques. Les informations codées seront traitées et analysées électroniquement ou manuellement afin de déterminer les résultats de cette étude.

Vous avez le droit de demander le type de données collectées à votre sujet dans le cadre de l'étude et l'utilité de celles-ci. Pour rappel, vous avez le droit de retirer votre consentement. Vous avez également le droit de vous opposer à la

Annexe 5

manière dont vos données seront traitées, de demander leur suppression, de limiter certains aspects de leur utilisation ou encore de demander à ce qu'un exemplaire de ces données vous soit fourni. Cependant, pour garantir une évaluation correcte des résultats de l'étude, il se peut que certains de ces droits ne puissent être exercés qu'à la fin de l'étude. L'exercice de vos droits se fait via la responsable de l'étude.

En outre, si vous estimez que vos données sont utilisées en violation des lois en vigueur sur la protection des données, vous avez le droit de formuler une plainte à l'adresse contact@apd-gba.be. 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 (Mr Pierre-François PIRLET) par e-mail (dpo@uliege) ou par courrier signé et daté adressé comme suit : Mr le Délégué Pierre-François PIRLET, à la protection des données, Bât. B9 Cellule «GDPR», Quartier Village 3, Boulevard de Colonster 2, 4000 Liège, Belgique. La protection des données personnelles est assurée par la loi du 8 décembre 1992 relative à la protection de la vie privée. Les droits du patient sont décrits dans la loi du 22 août 2002.

Assurance : Toute participation à une étude clinique comprend un risque aussi petit soit-il. En vertu de l'article 29 de la loi du 7 mai 2004 relative aux expérimentations sur la personne humaine, le promoteur assume, même sans faute, la responsabilité du dommage causé au participant ou à ses ayants-droit, dommage lié de manière directe ou indirecte à l'expérimentation. Il a contracté une assurance à cet égard.

Vous êtes donc invité à faire part de tout problème physique ou psychologique à la responsable de l'étude. Elle pourra vous donner des informations complémentaires concernant les traitements possibles.

Si la responsable de projet estime qu'un lien avec l'étude est possible, elle se chargera d'initier la procédure de déclaration à l'assurance. Celle-ci nommera - si elle l'estime nécessaire - un expert pour juger du lien entre vos nouveaux problèmes et l'étude.

Vous pouvez contacter la responsable de l'étude pour des questions ou sur vos droits en tant que participant de recherche.

Ce projet a été approuvé par un Comité d'Éthique indépendant, à savoir le Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège, en date du Les Comités d'Éthique sont chargés de la protection des sujets qui se prêtent à la recherche clinique conformément à la loi du 7 mai 2004 relative aux expérimentations sur la personne humaine et aux directives de Bonnes Pratiques Cliniques établies dans la Déclaration d'Helsinki. Ils s'assurent que vos droits en tant que patient et en tant que participant à une étude clinique sont respectés, qu'au vu des connaissances actuelles, la balance entre risques et bénéfices reste favorable aux participants, que l'étude est scientifiquement pertinente et éthique. Cependant, cet avis du Comité d'éthique ne doit pas être considéré comme une incitation à participer à l'étude.

Une copie de ce document vous sera transmise.

CONSENTEMENT ECLAIRE

Si vous consentez à participer à cette étude, vous serez invité à signer ce formulaire de consentement. Ce faisant vous confirmerez votre intention de collaborer à l'étude. La responsable de l'étude signera également le formulaire et confirmera qu'elle vous a fourni les informations nécessaires sur l'étude, que vous avez reçu la présente lettre d'information et qu'elle est prête à répondre, le cas échéant, à toutes vos questions supplémentaires.

Je déclare que j'ai été informé sur la nature de l'étude, son but, sa durée, les éventuels bénéfices et risques et ce que l'on attend de mon enfant et de moi. J'ai pris connaissance du document d'information.

J'ai eu suffisamment de temps pour y réfléchir et en parler avec une personne de mon choix.

J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions qui me sont venues à l'esprit et j'ai obtenu une réponse satisfaisante à mes questions.

J'ai compris que la participation de mon enfant à cette étude, ainsi que la mienne sont volontaires et que mon enfant et moi, nous sommes libres de mettre fin à notre participation à cette étude sans que cela ne modifie les relations avec l'équipe thérapeutique.

J'ai compris que des données me concernant et concernant mon enfant seront récoltées pendant toute ma participation à cette étude et que la responsable de l'étude et ses représentants se portent garants de la confidentialité de ces données. Je consens au traitement de mes données personnelles et celles de mon enfant selon les modalités décrites dans la rubrique traitant de garanties de confidentialité.

J'ai reçu une copie de l'information au participant et du consentement éclairé.

Nom des parents (caractères d'imprimerie)

Signature des parents

Date

Nom de la personne recueillant le consentement (caractères d'imprimerie)

Signature de la personne recueillant le consentement

Date

DÉCLARATION DE LA RESPONSABLE DE L'ETUDE

Je, soussigné(e) _____, certifie qu'à ma connaissance, la personne signataire de ce formulaire de consentement éclairé du participant, a reçu oralement toutes les informations nécessaires au sujet de cette étude, et un exemplaire du document d'information au participant. Ses demandes ont été examinées et ses questions ont reçu, de ma part, et au mieux de mes connaissances, les réponses nécessaires. La personne comprend la nature de sa participation, ainsi que les risques et les bénéfices associés à cette étude de recherche. Je confirme qu'aucune pression n'a été exercée pour que le patient accepte de participer à l'étude et que je suis prêt à répondre à toutes les questions supplémentaires, le cas échéant. J'ai vérifié que le participant a compris l'étude.

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.

Un exemplaire signé et daté de ce formulaire de consentement sera fourni au/à la participant(e).

Nom et prénom du représentant de la responsable de projet

Date

Signature

Nom de la responsable de projet

Date

Signature

Stassart Céline

Amendement : La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation : gestion de l'anxiété d'enfants hospitalisés. 2^{ème} version 06/01/2023. Référence de l'étude : 2021/200

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT DE L'ENFANT

« La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation »

La responsable de l'étude : STASSART Céline, docteur en psychologie
Département: Département de Psychologie, Service de Psychologie de la santé
Adresse postale : Quartier Village 2, Rue de l'Aunaie, 30-32 (B38 b), 4000 Liège
Adresse courriel : cstassart@uliege.be **Tél**: 04/366.35.69 – 0495/90.67.50
Comité éthique : Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège

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. La responsable de l'étude espère que cet exercice de relaxation permettra de diminuer ton stress, mais ne peut pas en être certaine.

Avant que tu n'acceptes de participer, nous t'invitons à lire attentivement ce document. Celui-ci t'explique de quoi il s'agit, ce que tu vas devoir faire, ce qui pourrait se passer. Ceci te permettra de décider si tu souhaites ou non participer à cette étude, ce qui s'appelle donner un « consentement éclairé ».

Tu peux poser toutes les questions que tu souhaites à la responsable de projet.

Ce document comprend deux parties : les informations sur l'étude et ton accord à participer à l'étude, ce qu'on appelle un consentement écrit.

Si tu participes à cette étude, tu dois savoir que :

- Cette étude a été évaluée par un comité d'éthique, c'est-à-dire un groupe de personnes qui a vérifié que cette étude était utile et que tout était mis en œuvre pour que tout se passe au mieux pour toi.
- Tu participes seulement si tu en as envie, personne ne peut t'obliger. On te demandera alors de signer ce document ce qui signifiera que tu es d'accord de participer. Même après l'avoir signé, tu peux décider d'arrêter de participer. Il te suffit de prévenir la responsable de l'étude. Si tu décides de ne pas participer ou d'arrêter en cours de route, cela n'aura aucune conséquence.
- Les informations que tu donneras seront confidentielles, c'est-à-dire que la responsable de projet sera la seule à connaître tes réponses.
- Cette étude est gratuite.
- Tu peux contacter la responsable de l'étude ou un membre de son équipe si tu as besoin d'informations en plus ou si tu as des questions.

But et procédures du projet

Nous pouvons tous ressentir du stress à un moment donné, que ce soit un peu, moyennement ou beaucoup. 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 plusieurs environnements (une forêt, une savane). Pour cela, nous fixerons deux rendez-vous chez toi en présence de tes parents. Durant ces rendez-vous, tu seras invité·e à respirer de façon calme en utilisant la respiration relaxante. Nous t'apprendrons ce type de respiration juste avant. Dans chaque environnement, une image et une voix que tu entendas t'aideront à faire cette respiration.

Annexe 6

Il te sera également demandé de répondre à des questionnaires avant et après avoir voyagé dans les environnements de réalité virtuelle. 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.

Cette étude est gratuite.

Avantages et risques: Si tu participes, cela permettra de mieux comprendre si un exercice de respiration relaxante en réalité virtuelle permettrait de diminuer ton stress. La responsable de l'étude espère que cet exercice de relaxation permettra de diminuer ton stress, mais ne peut pas en être certaine. A la fin de l'étude, nous pourrons, si tu le désires, te faire parvenir un résumé des résultats de l'étude.

On fera très attention au fait que tu te sentes bien durant ta participation. Si tu ressens une gêne ou si quelques choses te dérangent, l'intervention sera arrêtée immédiatement.

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 tu décides de ne pas participer ou d'arrêter en cours de route, cela n'aura aucune conséquence.

Si la responsable de projet pense qu'il est préférable pour ton bien-être 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 (8 décembre 1992 et 22 août 2002), 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.

Assurance :

Lorsqu'on fait une étude, il peut y avoir des risques ou des inconvénients. Comme le demande la loi (7 mai 2004), la responsable de cette étude a pris une assurance. Ceci qui signifie que si tu as un problème à cause de l'étude, le responsable de projet s'engage à réparer ce problème. Tu peux donc informer la responsable de projet si l'étude t'a causé un ou plusieurs problèmes.

Tu peux contacter la responsable de l'étude si tu as des questions en tant que participant de recherche.

Ce projet a reçu l'accord du Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège, le
Les Comités d'Éthique sont chargés de protéger les personnes qui participent à des études en accord avec la loi (7 mai 2004).

Même si le Comité d'éthique a donné son accord pour cette étude, cela ne doit pas influencer ta décision de participer ou non à celle-ci.

Tu recevras une copie de ce document.

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 et confirmera ainsi qu'elle t'a donné toutes les informations sur l'étude, que tu as reçu cette lettre d'information et qu'elle est prête à répondre à toutes tes questions.

Je suis d'accord pour dire que j'ai eu toutes les informations sur l'étude : le but de celle-ci, ce qu'on me demande de faire, ce qui pourrait se passer. J'ai pris le temps pour lire ce document d'information.

Stassart Céline

Amendement : La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation : gestion de l'anxiété d'enfants hospitalisés. 2^{ème} version 06/01/2023. Référence de l'étude : 2021/200

Annexe 6

J'ai eu suffisamment de temps pour réfléchir si je voulais participer ou non à cette étude. J'ai pu en parler avec des personnes de mon choix.

J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions qui me sont venues à l'esprit et j'ai obtenu une réponse à mes questions.

J'ai compris que je participais que si j'en avais envie, et que je peux à n'importe quel moment décider d'arrêter sans aucune conséquence, sans devoir dire pourquoi.

J'ai compris que mes réponses aux questionnaires seront confidentielles et anonymes, c'est-à-dire que personne ne connaîtra mes réponses à part la responsable de recherche. Personne ne pourra savoir que c'est moi qui ai répondu aux questionnaires.

J'ai reçu une copie de ce document.

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 (caractères d'imprimerie)

Signature du participant

Date

Nom de la personne recueillant le consentement (caractères d'imprimerie)

Signature de la personne recueillant le consentement

Date

DÉCLARATION DE LA RESPONSABLE DE PROJET

Je, soussigné(e) _____, certifie qu'à ma connaissance, la personne signataire de ce formulaire de consentement éclairé du participant, a reçu oralement toutes les informations nécessaires au sujet de cette étude. Ses demandes ont été examinées et ses questions ont reçu, de ma part, et au mieux de mes connaissances, les réponses nécessaires. La personne comprend la nature de sa participation, ainsi que les risques et les bénéfices associés à cette étude de recherche. Je confirme qu'aucune pression n'a été exercée pour que le patient 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. J'ai vérifié que le participant a compris l'étude.

Un exemplaire signé et daté de ce formulaire de consentement sera fourni au/à la participant(e).

Nom de la responsable de projet

Signature de la responsable de projet

Date

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT DE L'ADOLESCENT

« La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation »

La responsable de l'étude : STASSART Céline, docteur en psychologie
Département: Département de Psychologie, Service de Psychologie de la santé
Adresse postale : Quartier Village 2, Rue de l'Aunaie, 30-32 (B38 b), 4000 Liège
Adresse courriel : cstassart@uliege.be **Tél**: 04/366.35.69 – 0495/90.67.50
Comité éthique : Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège

INFORMATION

Tu es invité à participer à une étude clinique qui évalue si un exercice de relaxation en réalité virtuelle permet de diminuer ton anxiété et ton stress. La responsable de l'étude espère que cet exercice de relaxation permettra de diminuer ton stress, mais ne peut pas en être certaine.

Avant que tu n'acceptes d'y participer, nous t'invitons à lire attentivement ce document. Il t'explique le but de l'étude, ce qui va se passer, de ce qui te sera demandé. Ceci te permettra de décider si tu souhaites ou non participer à cette étude en ayant toutes les informations nécessaires pour prendre la décision, ce qui s'appelle donner un « consentement éclairé ».

Lis attentivement ces quelques informations. Tu peux poser toutes les questions que tu souhaites à la responsable de projet.

Ce document comprend deux parties : l'information essentielle concernant l'étude, et ton accord à participer à l'étude, ce qu'on appelle un consentement écrit.

Si tu participes à cette étude clinique, tu dois savoir que :

- Cette étude clinique a été évaluée par un comité d'éthique, c'est-à-dire un groupe de personnes qualifiées qui a vérifié que cette étude était utile et que tout était mis en œuvre pour que tout se passe au mieux pour toi.
- Ta participation est volontaire, c'est-à-dire que tu participes que si tu en as envie, personne ne peut t'obliger. On te demandera alors de signer ce document ce qui signifiera que tu es d'accord de participer. Même après l'avoir signé, tu peux décider d'arrêter de participer. Il te suffit de prévenir la responsable de l'étude. Ta décision de ne pas ou de ne plus participer à l'étude n'aura aucun impact.
- Les informations que tu donneras seront confidentielles, c'est-à-dire que la responsable de projet sera la seule à connaître tes réponses.
- Cette étude est gratuite.
- Tu peux toujours contacter la responsable de l'étude ou un membre de son équipe si tu as besoin d'informations complémentaires, ou si tu as des questions.

But et procédures du projet

Nous pouvons tous ressentir du stress à un moment donné, que ce soit un peu, moyennement ou beaucoup. 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 clinique 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 plusieurs environnements (une forêt, une savane). Pour cela, nous fixerons deux rendez-vous chez toi en présence de tes parents. Durant ces rendez-vous, tu seras invité·e à respirer de façon calme en utilisant la respiration relaxante. Nous t'apprendrons ce type de respiration juste avant. Dans chaque environnement, une image virtuelle et une voix que tu entendas t'aidera à faire cette respiration.

Stassart Céline

— Amendement : La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation : gestion de l'anxiété d'enfants hospitalisés. 2^{ème} version 06/01/2023. Référence de l'étude : 2021/200

Annexe 7

Il te sera également demandé de répondre à des questionnaires avant et après avoir voyagé dans les environnements de réalité virtuelle. Ces questionnaires permettront de savoir ton niveau d'anxiété/de stress, ta capacité à te relaxer, si les environnements virtuels sont bons ou pas et ton sentiment de satisfaction par rapport à ceux-ci. 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. Les questionnaires dureront environ quinze minutes et tu porteras le casque de réalité virtuelle pendant 10 minutes.

Cette intervention est gratuite.

Avantages et risques: Ta participation permettra de mieux comprendre si un exercice de respiration relaxante en réalité virtuelle permettrait de diminuer le stress. La responsable de l'étude espère que cet exercice de relaxation permettra de diminuer ton stress, mais ne peut pas en être certaine.

A la fin de l'étude, nous pourrions, si tu le désires, te faire parvenir un résumé des résultats de l'étude.

Une grande attention sera donnée à ce que tu te sentes bien durant ta participation. Si tu manifestes un inconfort ou une autre gêne, l'intervention sera interrompue immédiatement.

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. Ta participation nécessite la signature de ce document, ce qui signifiera que tu es d'accord de participer. Même après l'avoir signé, et à tout moment, tu as le droit d'arrêter et de ne pas répondre à une question si tu n'en as pas envie, sans avoir à te justifier. Ta décision de ne pas ou de ne plus participer à l'étude n'aura aucun impact. Si la responsable de projet pense qu'il est préférable pour ton bien-être 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 (8 décembre 1992 et 22 août 2002), la responsable de projet et son équipe seront les seuls à connaître tes réponses, elles seront donc confidentielles. Tu te verras attribuer un code sur les questionnaires que tu remplis. De cette façon, personne ne pourra savoir que c'est toi qui as répondu aux questions. 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.

Assurance :

Toute participation à une étude clinique comprend un risque aussi petit soit-il. Comme le demande la loi (7 mai 2004), la responsable de cette étude a pris une assurance. Ceci qui signifie que si tu as un problème à cause de l'étude, le responsable de projet s'engage à réparer ce problème. Tu es donc invité à faire part de tout problème physique ou émotionnel à la responsable de l'étude.

Tu peux contacter la responsable de l'étude si tu as des questions en tant que participant de recherche.

Ce projet a reçu l'accord du Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège, le
Les Comités d'Éthique sont chargés de protéger les personnes qui participent à des études en accord avec la loi du 7 mai 2004 concernant les études sur les humains. Cependant, cet avis du Comité d'éthique ne doit pas être considéré comme une incitation à participer à l'étude. Une copie de ce document te sera transmise.

CONSENTEMENT

Si tu es d'accord de participer à cette étude, tu seras invité à signer ce formulaire de consentement. Tu confirmeras donc que tu es d'accord de participer à l'étude. La responsable de projet signera également le formulaire et confirmera ainsi qu'elle t'a donné les informations nécessaires sur l'étude, que tu as reçu cette lettre d'information et qu'elle est prête à répondre à toutes tes questions supplémentaires.

Je déclare que j'ai été informé sur la nature de l'étude, son but, sa durée, les éventuels bénéfices et risques et ce que l'on attend de moi. J'ai pris connaissance du document d'information.

J'ai eu suffisamment de temps pour y réfléchir et en parler avec une personne de mon choix.

Stassart Céline

Amendement : La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation : gestion de l'anxiété d'enfants hospitalisés. 2^{ème} version 06/01/2023. Référence de l'étude : 2021/200

Annexe 7

J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions qui me sont venues à l'esprit et j'ai obtenu une réponse satisfaisante à mes questions.

J'ai compris que ma participation à cette étude est volontaire, je ne participe que si j'en ai envie. Je suis libre à n'importe quel moment d'arrêter l'étude, sans aucune conséquence, ni justification à donner.

J'ai compris que mes réponses aux questionnaires seront confidentielles et anonymes, c'est-à-dire que personne ne connaîtra mes réponses à part la responsable de recherche. Personne ne pourra savoir que c'est moi qui ai répondu aux questionnaires.

J'ai reçu une copie de ce document

Je reconnais avoir lu et compris le présent document et je suis d'accord de participer à cette étude.

Nom du participant (caractères d'imprimerie)

Signature du participant

Date

Nom de la personne recueillant le consentement (caractères d'imprimerie)

Signature de la personne recueillant le consentement

Date

DÉCLARATION DE LA RESPONSABLE DE PROJET

Je, soussigné(e) _____, certifie qu'à ma connaissance, la personne signataire de ce formulaire de consentement éclairé du participant, a reçu oralement toutes les informations nécessaires au sujet de cette étude. Ses demandes ont été examinées et ses questions ont reçu, de ma part, et au mieux de mes connaissances, les réponses nécessaires. La personne comprend la nature de sa participation, ainsi que les risques et les bénéfices associés à cette étude de recherche. Je confirme qu'aucune pression n'a été exercée pour que le patient 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. J'ai vérifié que le participant a compris l'étude.

Un exemplaire signé et daté de ce formulaire de consentement sera fourni au/à la participant(e).

Nom de la responsable de projet

Signature de la responsable de projet

Date

Annexe 8

Consignes : Standardisation de la procédure

Avant l'immersion : Passation des Questionnaire

- Mesure de la fréquence cardiaque :
 - Placer le bracelet sur le bras de l'enfant
 - Démarrer l'application Cardio.exe
- Passation des questionnaires :
 - Début des questionnaires, enregistrement de la fréquence cardiaque
 - A la fin des questionnaires, arrêter la mesure de la fréquence cardiaque

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. En plus, à certains moments, tu vas entendre une voix. C'est la voix d'une fée qui va t'expliquer et te montrer plusieurs choses. Je ne t'en dis pas plus, je te laisse découvrir cela par toi-même. »

- Cybermalaises :

« Avant de commencer, je vais te rappeler plusieurs consignes de sécurité. »

« Premièrement, reste bien assis pendant que tu explores l'environnement. Essaie 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. 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. »

- Calibrer le casque :
 - L'enfant se place sur une chaise.

- Mettre le casque à l'enfant et 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.
- Reprendre la mesure de la fréquence cardiaque
- **Réalité virtuelle : fin de l'expérience**
 - Arrêter l'enregistrement de la fréquence cardiaque quelques secondes
 - Retirer le casque
 - Reprendre l'enregistrement pendant la passation des questionnaires

Questionnaire sociodémographique

Code:

Date de naissance :

Sexe :

Année de scolarité:

Redoublement :

Antécédents médicaux (préciser le genre et la date) :

- Maladie chronique
- Maladie sévère
- Problème respiratoire
- Problème cardiaque
- Accident
- Opération
- Hospitalisation :
Si oui pour quelle(s) raisons(s) :
.....
.....
- Suivi de logopédie
Si oui pour quelle(s) raison(s) :
.....
.....
- Suivi psychologique
Si oui pour quelle(s) raison(s) :
.....
.....

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 |
| 4 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très nerveux | <input type="checkbox"/> nerveux | <input type="checkbox"/> pas nerveux |
| 5 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très agité | <input type="checkbox"/> agité | <input type="checkbox"/> pas agité |
| 6 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très reposé | <input type="checkbox"/> reposé | <input type="checkbox"/> pas reposé |
| 7 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très apeuré | <input type="checkbox"/> apeuré | <input type="checkbox"/> pas apeuré |
| 8 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très détendu | <input type="checkbox"/> détendu | <input type="checkbox"/> pas détendu |
| 9 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très inquiet | <input type="checkbox"/> inquiet | <input type="checkbox"/> pas inquiet |
| 10 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très satisfait | <input type="checkbox"/> satisfait | <input type="checkbox"/> pas satisfait |
| 11 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très effrayé | <input type="checkbox"/> effrayé | <input type="checkbox"/> pas effrayé |
| 12 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très heureux | <input type="checkbox"/> heureux | <input type="checkbox"/> pas heureux |
| 13 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très sûr | <input type="checkbox"/> sûr | <input type="checkbox"/> pas sûr |
| 14 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très bien | <input type="checkbox"/> bien | <input type="checkbox"/> pas bien |
| 15 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très troublé | <input type="checkbox"/> troublé | <input type="checkbox"/> pas troublé |
| 16 | Je me sens | <input type="checkbox"/> Très embêté | <input type="checkbox"/> embêté | <input type="checkbox"/> pas embêté |
| 17 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très sympathique | <input type="checkbox"/> sympathique | <input type="checkbox"/> pas sympathique |
| 18 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très terrifié | <input type="checkbox"/> terrifié | <input type="checkbox"/> pas terrifié |
| 19 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très embrouillé | <input type="checkbox"/> embrouillé | <input type="checkbox"/> pas embrouillé |
| 20 | Je me sens | <input type="checkbox"/> très gai | <input type="checkbox"/> gai | <input type="checkbox"/> pas gai |

Questionnaire « comment je me sens »

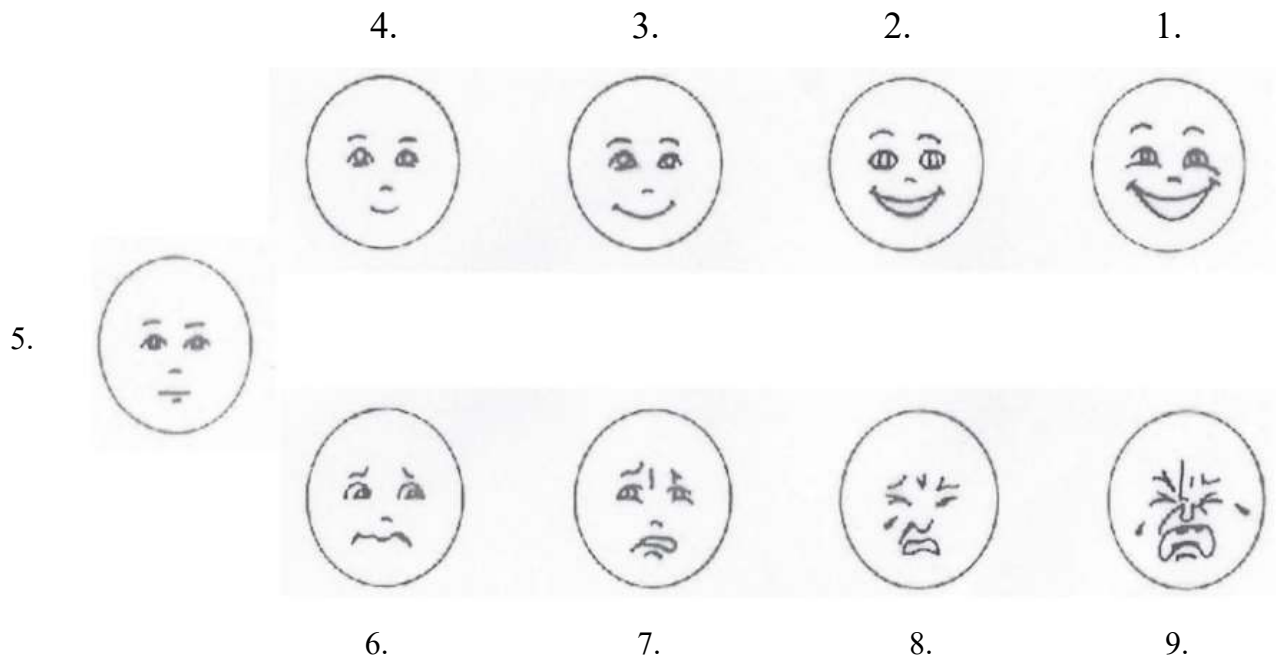
STAIC Forme C-2

CONSIGNE : Certains énoncés que les filles et les garçons utilisent pour se décrire eux-mêmes sont donnés ci-dessous. Lis attentivement chaque affirmation et décides si il ca vaut *presque jamais*, *parfois* ou *souvent* pour toi. Ensuite, pour chaque affirmation, mets une croix dans la case en face du mot qui semble te décrire le mieux. Il n'y a pas de bonnes ni de mauvaises réponses. Ne passes pas trop de temps sur chaque énoncé. Souviens-toi, choisis le mot qui semble décrire comment tu te sens généralement.

- | | | | | | | | |
|----|---|--------------------------|----------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
| 1 | Je me tracasse à l'idée de faire des fautes | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 2 | J'ai envie de pleurer | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 3 | Je me sens malheureux | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 4 | J'ai du mal à me décider | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 5 | J'ai des difficultés à affronter mes problèmes ... | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 6 | Je me tracasse trop | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 7 | Je m'énerve à la maison | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 8 | Je suis timide | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 9 | Je me sens troublé | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 10 | Des pensées sans importance me traversent l'esprit et m'ennuient | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 11 | Je me tracasse à propos de l'école | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 12 | J'ai du mal à décider ce que je dois faire | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 13 | Je remarque que mon cœur bat vite | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 14 | J'ai peur secrètement | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 15 | Je m'inquiète pour mes parents | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 16 | Mes mains deviennent moites | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 17 | Je me tracasse pour ce qui pourrait m'arriver | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 18 | J'ai dur de m'endormir le soir | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 19 | J'ai une drôle de sensation dans l'estomac | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |
| 20 | Je m'inquiète de ce que d'autres pensent de moi | <input type="checkbox"/> | presque jamais | <input type="checkbox"/> | parfois | <input type="checkbox"/> | souvent |

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 13

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 ? | | | |
| 4) Est-ce que tu as mal aux yeux ? | | | |
| 5) Est-ce que tu as mal au ventre ? | | | |
| 6) Est-ce que tu salives plus ? | | | |
| 7) Est-ce que tu as mal au coeur ? | | | |
| 8) Te sens-tu étourdi lorsque tes yeux sont ouverts ? | | | |
| 9) Te sens-tu étourdi lorsque tes yeux sont fermés ? | | | |
| 10) Ressens-tu le besoin de faire des rots ? | | | |

11) Ressens-tu d'autres symptômes que je n'ai pas nommés? Si oui, peux-tu me les dire?

- Si tu as ressenti des malaises après ton expérience en réalité virtuelle, combien de temps après?

Entre 1h et 3h après

Entre 4h et 8 h après

Entre 9h et 13 h après

Entre 14h et 18 h après

- Si tu as ressenti des malaises après ton expérience en réalité virtuelle, combien de temps ont-ils duré ?

Moins d'1h

Entre 1h et 3h

Entre 4h et 8h

9 h et plus

Stassart Céline

La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation : gestion de l'anxiété d'enfants hospitalisés

18 Mai 2021

No dossier _____ Date _____ Session # _____



Questionnaire de présence de l'UQO (QP-UQO)

Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO (2006)

Les questions suivantes portent sur votre dernière immersion en réalité virtuelle et à propos de ce que nous appelons « le sentiment de présence ». Le sentiment de présence correspond au sentiment d'être là dans l'environnement virtuel. Veuillez répondre en utilisant une échelle de 0 à 10 où 0 signifie «pas du tout» et 10 signifie «entièrement».

1. Jusqu'à quel point avais-tu l'impression d'être présent(e) dans l'environnement virtuel?



2. Jusqu'à quel point dirais-tu que ce que tu as ressenti dans l'environnement virtuel était réel?



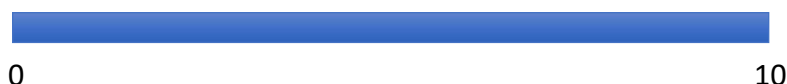
3. Jusqu'à quel point tu savais que ce que tu as vécu dans l'environnement virtuel était créé artificiellement, c'est-à-dire pas réel? (0 j'oubliais totalement que c'était pas réel - 10 je pensais tout le temps que c'était pas réel)



4. Jusqu'à quel point tu arrivais à ne plus penser que tu étais *ici* dans le bureau mais plutôt *là* dans l'environnement virtuel?



5. Jusqu'à quel point la réalité virtuelle t'as causé des malaises ou une gêne?



Annexe 15

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 disait de faire dans l'environnement virtuel ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 3. T'es-tu ennuyé durant ce voyage ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 4. L'exercice de respiration que tu as réalisé dans l'environnement virtuel était-il facile ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 5. As-tu ressenti du plaisir pendant ce voyage ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 6. T'es-tu amusé en utilisant ce casque de réalité virtuelle ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 7. L'exercice de respiration t'a-t-il aidé à te sentir bien ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 8. As-tu aimé le paysage dans lequel tu as voyagé ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |
| 9. T'es-tu senti relaxé lors de ce voyage ? | Pas du tout | Un peu | Moyennement | Beaucoup |

10. Proposerais-tu à d'autres enfants de l'hôpital d'essayer cette technologie pour se détendre ?

OUI – NON

11. Voudrais-tu réutiliser cette technologie si tu devais rester plus longtemps à l'hôpital ?

OUI – NON

Pour terminer, je t'invite à répondre en quelques mots à ces quatre questions.

12. Y a-t-il quelque chose que tu as beaucoup aimé ?

Stassart Céline

Amendement : La réalité virtuelle comme outil d'apprentissage d'une technique de relaxation : gestion de l'anxiété d'enfants hospitalisés. 2^{ème} version 06/01/2023. Référence de l'étude : 2021/200

Annexe 15

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 ?

15. As-tu ressenti d'autres sentiments pendant que tu utilisais ce système de réalité virtuelle ?

16. Veux-tu nous dire autre chose ?

Annexe 16

| Variable | Groupe | <i>W</i> | <i>p</i> |
|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Cybermalaise | Avant, Groupe 1, Masculin | 0.67 | < .0001 |
| | Avant, Groupe 1, Féminin | 0.79 | < .0001 |
| | Avant, Groupe 2, Masculin | 0.87 | .01 |
| | Avant, Groupe 2, Féminin | 0.62 | < .0001 |
| | Après, Groupe 1, Masculin | 0.67 | < .0001 |
| | Après, Groupe 1, Féminin | 0.74 | < .0001 |
| | Après, Groupe 2, Masculin | 0.81 | .0005 |
| | Après, Groupe 2, Féminin | 0.63 | < .0001 |
| Item 5, Cybermalaise | Masculin | 0.42 | < .0001 |
| | Féminin | 0.34 | < .0001 |
| | Groupe 1 | 0.33 | < .0001 |
| | Groupe 2 | 0.42 | < .0001 |
| Sentiment de présence | Masculin | 0.94 | .01 |
| | Féminin | 0.93 | .01 |
| | Groupe 1 | 0.88 | < .0001 |
| | Groupe 2 | 0.96 | .12 |
| Satisfaction, Produit | Masculin | 0.82 | < .0001 |
| | Féminin | 0.82 | < .0001 |
| | Groupe 1 | 0.81 | < .0001 |
| | Groupe 2 | 0.83 | < .0001 |
| Satisfaction, Expérience | Masculin | 0.82 | < .0001 |
| | Féminin | 0.71 | < .0001 |
| | Groupe 1 | 0.77 | < .0001 |
| | Groupe 2 | 0.82 | < .0001 |
| Satisfaction, Intervention | Masculin | 0.83 | < .0001 |
| | Féminin | 0.83 | < .0001 |
| | Groupe 1 | 0.79 | < .0001 |
| | Groupe 2 | 0.88 | .0002 |
| FAS | Avant, Groupe 1, Masculin | 0.92 | .03 |
| | Avant, Groupe 1, Féminin | 0.81 | .0002 |
| | Avant, Groupe 2, Masculin | 0.86 | .003 |
| | Avant, Groupe 2, Féminin | 0.82 | .0008 |
| | Après, Groupe 1, Masculin | 0.76 | < .0001 |
| | Après, Groupe 1, Féminin | 0.74 | < .0001 |
| | Après, Groupe 2, Masculin | 0.81 | .0005 |
| | Après, Groupe 2, Féminin | 0.89 | .01 |
| STAIC-état | Avant, Groupe 1, Masculin | 0.94 | .12 |
| | Avant, Groupe 1, Féminin | 0.97 | .62 |
| | Avant, Groupe 2, Masculin | 0.93 | .08 |
| | Avant, Groupe 2, Féminin | 0.91 | .05 |
| | Après, Groupe 1, Masculin | 0.95 | .22 |
| | Après, Groupe 1, Féminin | 0.87 | .003 |
| | Après, Groupe 2, Masculin | 0.95 | .27 |
| | Après, Groupe 2, Féminin | 0.94 | .19 |
| Temps | T1 | 0.99 | .73 |
| | T2 | 0.98 | .51 |
| | T3 | 0.99 | .99 |
| | T4 | 0.99 | .82 |