

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

QUELLES SONT LES VARIABLES PSYCHOLOGIQUES IMPLIQUÉES DANS  
LA GESTION DE LA DOULEUR AIGUE EN RÉALITÉ VIRTUELLE ?

THÈSE PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE DU DOCTORAT EN  
PSYCHOLOGIE

PAR STÉPHANIE DUMOULIN

AOÛT 2022

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.10-2015). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier mon co-directeur, le professeur Stéphane Bouchard, pour ses encouragements, sa patience, sa disponibilité et toutes les portes qu'il m'a ouvertes au cours des années. Je suis totalement reconnaissante pour toutes les possibilités d'acquisition de connaissance, d'enrichissement et de formation. Il m'a permis de m'épanouir et de devenir la chercheuse et la clinicienne que je suis aujourd'hui.

Mes remerciements vont également à ma directrice de thèse, la professeur Kim Lavoie, de m'avoir pris sous son aile au milieu de mon parcours doctoral. Je suis reconnaissante pour sa patience, ses encouragements et sa rigueur scientifique. Merci de m'avoir permis de terminer ce projet qui me tient à cœur.

Je tiens également à remercier les membres de mon comité de thèse, les professeurs Gilles Dupuis, Claude Bélanger et France Talbot. Merci pour l'intérêt que vous avez porté à mon projet en acceptant de le réviser et de me permettre de l'enrichir par vos commentaires pertinents.

Merci à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la complétion de cette thèse. À tous les étudiants qui m'ont donné du temps et du feedback au cours des années, merci infiniment. Je n'y serais jamais arrivée sans vous.

Je tiens également à remercier mes «tites faces», Tanya Guitard et Mylène Laforest, mes anciennes collègues de laboratoire pour toutes les sessions de «supervision par les

pairs», pour leurs encouragements, pour les nombreux fous rires au cours de toutes ces années. Vous avez d'abord été des collègues mais vous resterez certainement toujours des amies. Je remercie également Geneviève Robillard, ancienne coordonnatrice du laboratoire, pour toute l'aide apportée au cours de toutes ces années. Tu as toujours été là pour répondre à mes questions, mes caprices, ou à mon, toujours grand besoin de rassurance.

Je souhaiterais exprimer ma gratitude envers mes collègues de doctorat, Geneviève Labonté-Chartrand et Marie-Eve Beaudoin, pour tous les aller-retours vers Montréal à des heures impossibles. Votre soutien, votre écoute, vos encouragements m'ont été d'une aide incroyable. Je ne serais pas passée au-travers de tous ces défis sans vous.

Je suis aussi reconnaissante envers mes parents, Normand et Suzanne Dumoulin. Sans votre amour, votre confiance, votre aide, je n'y serais pas arrivée. Merci aussi à mes beaux-parents, Denis Perrier et Estelle Legros, qui m'ont aidé à leur façon au cours de ces nombreuses années. L'appui de mon frère, Simon Dumoulin, même si plus discret, n'est pas à oublier non plus.

Ces remerciements ne seraient pas complet sans mentionner la personne qui a toujours été là pour moi, au fil des années, mon conjoint et meilleur ami, Yan Legros. Merci d'avoir été à mes côtés lors des moments de grandes joies mais aussi de grandes tristesses et remises en question. Merci d'avoir compris à quel point terminer cette thèse avait d'importance pour moi et d'être resté avec moi malgré les embuches.

## DÉDICACE

«Chaque bonne réalisation, grande ou petite, connaît ses  
périodes de corvées et de triomphes; un  
début, un combat et une victoire.»  
Mahatma Gandhi

À tous ceux et celles qui, au travers d'un long  
et fastidieux processus, sortiront  
enfin triomphants



## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	xi
RÉSUMÉ.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
FORMAT DE LA THÈSE.....	xix
CHAPITRE 1	
INTRODUCTION.....	1
1.1 La douleur.....	2
1.2 Modèles théoriques de la douleur.....	4
1.3 Attention et douleur.....	9
1.4 Description de la distraction.....	12
1.5 Le traitement de la douleur à l'aide de la réalité virtuelle...	14
1.6 État actuel de la littérature portant sur l'utilisation de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur aigue.....	16
OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE LA THÈSE.....	21
CHAPITRE II	
ARE COGNITIVE LOAD AND FOCUS OF ATTENTION DIFFERENTIALLY INVOLVED IN PAIN MANAGEMENT: AN EXPERIMENTAL STUDY USING A	

COLD PRESSOR TEST AND VIRTUAL REALITY .....	23
Abstract .....	24
2.1 Introduction.....	25
2.2 Methodology.....	29
2.2.1 Participants.....	29
2.2.2 Equipment and measures.....	30
2.3 Measures.....	33
2.4 Procedure.....	34
2.4.1 Baseline and familiarization.....	35
2.5 Statistical analysis.....	35
2.6 Results.....	36
2.7 Discussion.....	37
2.8 Limitations.....	40
2.9 Conclusion and future researches.....	41
References.....	43

CHAPITRE III	
A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL OF THE USE OF VIRTUAL REALITY FOR NEEDLE-RELATED PROCEDURES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT.....	57
Abstract.....	58
3.1 Introduction.....	59
3.2 Method.....	62
3.2.1 Participants.....	62
3.2.2 Procedure.....	63
3.2.3 Interventions.....	64
3.3 Results.....	66
3.4 Discussion.....	67
3.5 Limitations and strengths.....	70
3.6 Conclusion.....	71

References.....	73
CHAPITRE IV	
DISCUSSION GÉNÉRALE.....	84
4.1    Forces et limites de la thèse.....	91
4.2    Implications de recherche (perspectives) .....	94
4.3    Implications cliniques.....	96
4.4    Stratégies de transfert des connaissances.....	97
CHAPITRE V	
CONCLUSION.....	100
ANNEXE A- RECENSION DE LA LITTÉRATURE.....	105
ANNEXE B –FORMULAIRE DE RECRUTEMENT.....	153
ANNEXE C - APPROBATIONS ÉTHIQUES.....	155
ANNEXE D – FORMULAIRE DE CONSENTEMENT – ÉTUDE 1.....	160
ANNEXE E – MCGILL PAIN QUESTIONNAIRE – SHORT FORM....	165
ANNEXE F – FORMULAIRE DE CONSENTEMENT – ÉTUDE 2.....	167
ANNEXE G – MESURES AUTO-RAPPORTÉES – ÉTUDE 2.....	171
ANNEXE H – QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION.....	175
RÉFÉRENCES.....	178

## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

### Figures

Figure 1.1	Illustration de la théorie du portillon (Melzack & Wall, 1965)	103
------------	--	-----

#### CHAPITRE II

Figure 2.1	A screenshot of the virtual apartment (left) and the participant immersed in the virtual environment with her dominant arm in the cold pressor. Note the webcam providing a live video feed of the immersed hand.....	50
Figure 2.2	Viewpoint of the participant immersed in VR, with the live video feed from the cold pressor overlaid on the virtual apartment and the visual target.....	51
Figure 2.3	Flowchart of the procedure.....	52
Figure 2.4	Visual illustration of the Time X Conditions interaction for pain tolerance (duration of the cold pressor, in seconds).....	56

#### CHAPITRE III

Figure 3.1	Illustration of the differential impact of the distractors on fear of pain.....	82
Figure 3.2	Illustration of the differential impact of the distractors on pain....	83

### Tableaux

#### CHAPITRE II

Tableau 2.1	Illustration of the original experimental design for the first VR immersion.....	49
Tableau 2.2	Means (and standard deviation) for age, sex and baseline cold pressor test.....	53
Tableau 2.3	Means (and standard deviation) for the pain variables in both immersions.....	54

Tableau 2.4	Details of the repeated measures ANCOVAs.....	55
-------------	---	----

### CHAPITRE III

Tableau 3.1	Description of the children recruited in the emergency department and randomly assigned to one of three modes of distraction.....	79
Tableau 3.2	Effect of the three modes of distraction on visual analogue scales in children receiving venipuncture and IV placement.....	80
Tableau 3.3	Children's and parents' satisfaction with the three distraction methods for pain management in the emergency department.....	81

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

CIDN: Contrôles inhibiteurs diffus induits par des stimulations nociceptives

CPT : Cold-Pressor Test (test de pression à froid)

CL : Child Life

ED: Emergency Department

HMD: Head-Mounted Display

IV: Intravenous

PC: Personal computer

RV: Réalité virtuelle

TV : Television

VAS : Visual Analog Scale

VE: Virtual environment

VR: Virtual reality

3D: Trois dimensions

## RÉSUMÉ

La douleur constitue un phénomène complexe, impliquant quatre dimensions soient : sensorielle, motivationnelle, cognitive et émotionnelle. Plusieurs facteurs, individuels, liés à la douleur elle-même ou au traitement, peuvent influencer la perception qu'en aura l'individu ainsi que sa gestion. De nombreuses études font état de l'utilité d'une forme de distraction de plus en plus étudiée, la réalité virtuelle (RV), dans le contrôle et la gestion de la douleur aiguë. Dans un premier temps, cette thèse fait un survol des connaissances sur la RV et la douleur aiguë (voir l'introduction et l'annexe A). Le lecteur sera ainsi mis au fait des principales études ayant évalué l'efficacité de la RV dans la gestion de la douleur expérimentale et clinique ainsi qu'à faire ressortir les variables psychologiques pouvant être impliquées dans ce processus analgésique. Les résultats de la plupart des études montrent une réduction importante et statistiquement significative de la douleur en lien avec la RV. Les facteurs psychologiques potentiellement impliqués dans les mécanismes analgésiques peuvent être regroupés selon trois catégories : (a) les facteurs liés à la tâche, (b) les facteurs liés aux individus et (c) les facteurs liés à la douleur. Dans un deuxième temps, nous avons évalué dans une étude expérimentale si la distraction et la charge cognitive sont impliquées de façon distincte dans l'effet analgésique de la RV lors d'un test de pression à froid (CPT). Pour ce faire, 31 participants ont été assignés aléatoirement à quatre conditions (charge cognitive (1) faible et (2) élevée, avec (3) ou (4) sans un rappel du stimulus douloureux) et devaient subir trois tests de pression à froid (CPT). Les résultats montrent que toutes les immersions en RV furent associées à une diminution de la douleur lorsque comparée à la mesure de base ( $p < .001$ ), mais seules les conditions où la charge cognitive fut augmentée (i.e. passant d'une charge cognitive faible à l'immersion 1 à une charge cognitive élevée à l'immersion 2) virent une amélioration significative à la mesure de tolérance à la douleur. Les résultats suggèrent qu'une augmentation de la charge cognitive puisse jouer un rôle important dans l'effet analgésique de la douleur en RV, bien qu'une combinaison du focus attentionnel et de la charge cognitive puisse être importante. Finalement, dans une seconde étude expérimentale menée en milieu clinique, nous avons regardé l'efficacité de la RV comme forme de distraction lors de prises de sang et de placement intraveineux chez une population pédiatrique. Cette technique fut comparée à deux autres formes de distractions soient : regarder la télévision (contrôle - TV) et une distraction faite par une experte du programme Child Life (CL – condition standard). Un total de 59 enfants provenant du département d'urgence du Centre Hospitalier pour Enfants de l'Est de l'Ontario (CHEEO) furent recrutés et assignés aléatoirement à une des trois conditions nommés ci-haut. Les résultats ont montré une réduction significative en ce qui a trait à la peur de la douleur

et à l'intensité de la douleur pour les trois conditions. Toutefois, une réduction significativement plus importante fut observée en ce qui a trait à la peur de la douleur chez les participants de la condition RV. Ces études sont une préparation pour d'autres études contrôlées à effectuer à partir d'échantillons plus larges, en plus de montrer le potentiel de la RV dans la gestion de la douleur aiguë. De plus, elles permettent de mettre en relief certaines variables psychologiques impliquées plus directement dans le processus analgésique de la RV.

Mots clés : Douleur, douleur aiguë, gestion de la douleur, réalité virtuelle, distraction, variables psychologiques

## ABSTRACT

Pain is considered a sophisticated and complex phenomenon, involving four dimensions: sensory, motivational, cognitive and emotional. Several factors, either individual or related to the pain or treatment, can influence the individual's pain perception and management. Many studies show the efficacy of virtual reality (VR) in the control and management of acute pain, including its ability to distract attention from nociceptive stimuli toward more neutral stimuli. Firstly, this thesis provides an overview of knowledge about virtual reality and acute pain (see Introduction and Appendix A). The reader will be made aware of the main studies evaluating the effectiveness of VR in the management of experimental and clinical pain as well as highlighting the psychological variables that may be involved in this analgesic process. The results of most studies show a clinically and statistically significant reduction in pain related to VR. The psychological factors potentially involved in the analgesic mechanisms can be regrouped in three categories: (a) task related, (b) individuals and (c) pain related. Secondly, we evaluated, in an experimental study, whether focus of attention (distraction) and cognitive load (attention) are differentially involved in the analgesic effect of VR immersions during a cold pressor test (CPT). Thirty-one participants were randomly assigned to four experimental conditions (high and low cognitive load, attention with or without a reminder of the pain stimuli) and performed three CPTs. The statistical analyses revealed that VR immersions were associated with less pain compared to the baseline (all  $p < .001$ ), but only the conditions where there was an increase in cognitive load (i.e., from low cognitive load at Immersion 1 to high cognitive load at Immersion 2) were effective for increasing pain tolerance. The results suggested that increases in cognitive load play an important role in the analgesic effect of VR immersion, although the combination of attentional focus and cognitive load may be important. Finally, in a second study conducted in a clinical setting, we documented the efficacy of VR as a mode of distraction during a medical procedure compared to two comparison conditions: watching television (TV) and distraction provided by the Child Life (CL) program. A total of 59 children were recruited through the emergency department of the Children's Hospital of Eastern Ontario (CHEO) and randomly assigned to one of the three conditions. A significant reduction in fear of pain and pain intensity were reported in all three conditions. A larger and statistically significant reduction in fear of pain was observed among children who used VR distraction compared to the CL and TV conditions, but this effect was not observed for pain intensity. These studies set the table for large randomized controlled trials and support the potential of VR in the management of acute pain. They also allow some of

the psychological variables involved more directly in the analgesic process of VR to be highlighted.

Keywords: Pain, acute pain, virtual reality, distraction, psychological variables,  
pain management

## FORMAT DE LA THÈSE

La présente thèse tentera d'éclaircir les variables psychologiques impliquées dans la gestion de la douleur aigue en réalité virtuelle (RV). Ainsi, dans un premier temps, une introduction générale présentera les thèmes essentiels à la compréhension de la thèse, soit une définition générale de la douleur, une section portant sur l'attention et son rôle central dans la douleur, et une description de la distraction. Une introduction à la RV et à ses avantages dans un contexte de gestion de la douleur sera ensuite abordée. Par la suite, la RV sera discutée plus en détails, de façon générale puis spécifique à la gestion de la douleur. Une présentation des principales études ainsi qu'un état actuel de la recherche dans le domaine de la RV et de la gestion de la douleur aigue basée sur la recension faite dans le cadre de cette thèse (Dumoulin et al., 2007, Annexe A) sera réalisée. Finalement, deux études expérimentales ont été menées et sont présentées sous forme d'articles scientifiques. Dans la première étude, nous évaluerons si la distraction et la charge cognitive sont impliquées de façon distincte dans l'effet analgésique de la RV lors d'un test de pression à froid (CPT). Dans la seconde étude, nous discuterons de l'efficacité de la RV comme forme de distraction lors de prises de sang et de placements intraveineux auprès d'une population pédiatrique. Pour conclure, les deux études empiriques de cette thèse seront résumées en liant leur pertinence aux propos discutés dans cette introduction. Les conclusions en ce qui a trait à la contribution de

la RV dans la gestion de la douleur et à la démocratisation de la réalité virtuelle seront étayées dans une conclusion générale.



## CHAPITRE I

### INTRODUCTION GÉNÉRALE

La douleur est un phénomène universel, pouvant être vécu de la naissance à la mort. La grande majorité des individus expérimenteront, à un moment ou l'autre de leur vie une douleur puisqu'elle est normale voire adaptative. Bien qu'habituellement sans conséquence grave, elle peut devenir intolérable et nécessiter un traitement. En effet, une simple douleur aigue peut devenir chronique et avoir un impact significatif sur la vie de l'individu. Elle se complexifie et devient une condition plus difficile à gérer. Au Canada, la douleur représente environ 80% des motifs de consultation en clinique médicale et il est estimé qu'un individu sur cinq vit avec de la douleur chronique (Canadian Pain Task Force, 2019 ; Choinière, Dion, Peng, Banner, Barton, Boulanger, et al. , 2010 ; Marchand, 2009). Passant des fourmillements temporaires à la douleur aigue, de la douleur causée par une blessure ou une chirurgie à la douleur chronique d'une maladie en phase terminale, le phénomène de la douleur en est un omniprésent dans notre société. Selon le Canadian Pain Task Force (2019), la douleur peut être nociceptive (i.e. découlant de dommages aux tissus corporels, souvent caractéristique de la douleur aigue), neuropathique (i.e. consécutive aux dommages directs du système

nerveux) ou nociplastique (i.e. découlant d'un changement de fonctionnement des nerfs associés à la douleur). De nombreux individus souffrant de maladies chroniques résultant en la présence de douleur (p.ex. cancer, virus de l'immunodéficience humaine (VIH) ou diverses conditions cardiovasculaires) remarquent une diminution marquée de leur qualité de vie (Choinière et al. 2010) et le risque de suicide chez ces populations se voit doublé en comparaison avec celui de la population générale (Tang & Crane, 2006). Les coûts associés au phénomène de la douleur sont nombreux, passant des coûts humains à ceux économiques. La douleur vient également affecter la capacité des individus à participer à la vie professionnelle, communautaire et/ou scolaire (CPTF, 2019). Au Canada, les coûts associés aux soins de santé et à la perte de productivité chez ces individus est estimé à près de 60 milliards de dollars par année (Wilson et al. 2015). Malheureusement, malgré la recherche et les services offerts, il appert que la douleur, sous toutes ses formes, reste difficile à gérer au Canada (Lynch, 2011). Les raisons expliquant ce constat varient entre le manque de connaissance face au problème jusqu'au manque de formation du personnel médical en ce qui a trait à l'évaluation et au traitement de la douleur (Lynch, 2011).

## 1.1 La douleur

La douleur constitue une expérience perceptuelle complexe, à caractère aversif (Janssen, 2002 ; Murphy & Carr, 2000 ; Turk & Okifuji ; 2002), pouvant être

déclenchée par un stimulus nocif interne ou externe (Janssen, 2002). De façon plus spécifique, la douleur constitue une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à la lésion actuelle ou potentielle d'un tissu, ou décrite en terme de telle blessure (International Association for the Study of Pain Task Force on Taxonomy, 2011). Elle représente généralement un danger pour l'organisme (Boureau, 1988). Selon le modèle de Loeser (1980), la douleur est un phénomène circulaire à quatre échelons superposés, présentés de façon séquentielle, soient : la nociception, la douleur, la souffrance et les comportements de douleur. Marchand (2007) est venu modifier le modèle afin de mieux comprendre la circularité du phénomène et les autres relations possibles entre les composantes, faisant également un lien avec la théorie du portillon qui sera présentée plus loin (voir figure 1.1, p. 117). Ainsi, la douleur serait divisée en quatre composantes principales : 1) la composante nociceptive ; 2) la composante sensori-discriminative ; 3) la composante motivo-affective ; 4) la composante cognitive-comportementale (Marchand, 2007). En ce qui a trait à la composante nociceptive, la perception de la douleur implique, premièrement, un phénomène de nociception, où la réception d'un signal parvient au système nerveux central suivant l'activation de récepteurs sensoriels spécialisés en périphérie, appelés nocicepteurs. Ceux-ci fournissent de l'information sur la lésion de tissus corporels (Janssen, 2002). La perception de douleur est donc liée à l'activation de nocicepteurs, mais il n'existe pas de relation unique entre les deux ; c'est-à-dire que toute expérience de douleur ne provient pas obligatoirement d'une blessure et à l'inverse, tout stimulus activant les nocicepteurs n'amène pas nécessairement à une expérience de douleur

(Janssen, 2002). La composante sensori-discriminative, difficile à constater seule, réfère à la perception de douleur et à son expression verbale sans qu'il y ait présence de stimulation nociceptive. La composante motivo-affective traite de la souffrance liée au souvenir d'une situation douloureuse passée et/ou des symptômes psychologiques qui peuvent venir influencer la condition douloureuse (p.ex. dépression). Finalement, la composante cognitive-comportementale est liée aux cognitions et aux comportements de douleur.

## 1.2 Modèles théoriques de la douleur

Dans l'explication du phénomène de la douleur, la théorie du portillon (Gate Control Theory) de Melzack et Wall (1965) s'impose. Melzack et Wall (1965) divisent le processus de la douleur en trois composantes interactives : (a) sensorielle-discriminative (base neurologique de la dimension sensation – discrimination de la douleur ; p.ex. la localisation et les propriétés spatio-temporelles du stimulus nocif), (b) émotionnelle-motivationale (dimension affective de la douleur qui pousse l'individu à l'action ; p.ex. l'attaque ou la fuite (fight or flight)) et (c) cognitive-évaluative (évaluation des influx sensoriels par le système nerveux central supérieur, tenant compte de divers facteurs cognitifs et psychologiques).

Selon eux, le portillon serait en fait l'interaction entre les afférences nociceptives (ad et C) et celles non-nociceptives (Ab) et un interneurone inhibiteur de la substance gélatineuse de la moelle (voir Figure 1.1). Les afférences nociceptives joueraient un rôle excitateur pour le neurone de projection des afférences (second neurone) et inhiberaient l'interneurone inhibiteur dans le but d'ouvrir le portillon et de permettre au message nociceptif de passer. Les neurones non-nociceptifs iraient, au contraire, exciter l'interneurone inhibiteur, ce qui aurait pour effet de réduire le passage de l'information nociceptive et fermer le portillon et ainsi produire une analgésie. Les auteurs ont également proposé que des fibres descendantes en provenance des centres supérieurs puissent venir influencer l'activité de l'interneurone. Ainsi, il est possible pour l'activité du système nerveux central servant à l'attention, aux émotions et à la mémoire d'exercer un contrôle sur l'input sensoriel. Cette évidence suggérerait donc que les influences centrales seraient liées au portillon. Ce système de communication neuronale serait influencé par des facteurs d'ordre sensoriel, émotionnel et cognitif pouvant empêcher ou faciliter la transmission d'informations entre les nocicepteurs et le cerveau.

Cette théorie fut la première à concevoir la perception de la douleur comme étant un processus interprétatif pouvant être influencé par divers facteurs psychologiques (Snyder-Michael, 1998), comme les émotions, la culture, les croyances, les attitudes et/ou les attentes (Turk & Okifuji, 2002). Pour les auteurs, la douleur constituerait le produit final d'un processus évaluatif-interprétatif d'une stimulation nociceptive

comportant un traitement dynamique et complexe des interactions entre les voies ascendantes et descendantes du système nerveux (Melzack & Wall, 1965).

Quelques années plus tard, la découverte des systèmes inhibiteurs descendants est venue ajouter à la compréhension des mécanismes d'analgésie. En effet, en 1969, Reynolds découvrait que, lorsqu'il stimulait une zone précise du système nerveux central, la substance grise périaqueducale chez le rat, il pouvait ensuite procéder à une chirurgie chez ce dernier, sans anesthésie. Cette découverte est venue ajouter à la compréhension de techniques ancestrales (p.ex. acupuncture) ayant comme mécanisme d'action la production d'une douleur localisée (Marchand, 2009). LeBars et ses collègues (1979a ; 1979b) appellent ce type de stimulation analgésique «contrôles inhibiteurs diffus induits par des stimulations nociceptives» (CIDN). Ces stimulations analgésiques semblent être enclenchés par l'activation de mécanismes internes de contrôle de la douleur préexistants dans le système nerveux, des neurones du bulbe rostro-ventral, venant inhiber l'activité des neurones nociceptifs des cornes dorsales de la moelle (Fields & Heinricher, 1985). Selon les auteurs (LeBars et al., 1979a ; 1979b), lorsqu'un stimulus douloureux intense est intégré, les neurones nociceptifs non segmentaires sont activées alors que les autres neurones du même type sont inhibés. Ainsi, la douleur n'est pas simplement créée par des processus excitateurs mais également par la différence entre les activités excitatrices et inhibitrices. Cette découverte est importante puisqu'elle ajoute à la compréhension du fonctionnement de techniques non-pharmacologiques de gestion de la douleur.

Les découvertes précédentes sont importantes en ce sens qu'elles permettent de bien comprendre les différents types de douleur ainsi que les mécanismes de modulation de celle-ci. Toutefois, Melzack (1990a, 1990b) constate que certaines douleurs, notamment fantômes, soit la douleur ressentie dans un membre amputé suite à l'amputation de celui-ci, ne peuvent pas être expliquées par les découvertes précédentes. Ainsi, il élabore une nouvelle théorie du schéma corporel, la neuromatrice, basée sur la similitude entre les sensations ressenties par les patients souffrant de douleurs fantômes et les sensations normales et sur le fait que les sensations de ces patients soient le résultat d'une interprétation du système nerveux central de ce qui devrait être la région du corps (Marchand, 2009). Sa théorie comprend essentiellement une neuromatrice, provenant de notre bagage génétique mais pouvant également être modulée par nos expériences sensorielles (la neurosignature). À partir de là, toutes les nouvelles expériences perceptives (informations sensorielles) se rendront à la conscience via une région du cerveau : le point d'intégration neuronale. Ainsi, nos gènes sont responsables de la neuromatrice, nos expériences, de la neurosignature. La neurosignature peut être modulée tant par nos expériences sensorielles que par des facteurs cognitifs, par exemple, le stress (Melzack & Katz, 2013). Lorsque l'information sensorielle est intégrée et comparée à la neuromatrice, elle passe à la conscience via le point d'intégration neuronale. En outre, il ne s'agit pas d'informations qui proviennent des zones périphériques mais bien des interprétations que nous faisons de cette information. Ce modèle est donc circulaire puisque toutes composantes agissent les unes sur les autres pour générer la douleur.

Ainsi, les théories du portillon, de la neuromatrice ainsi que les CIDN ont permis de passer d'une causalité linéaire de la douleur à une causalité circulaire dans laquelle chaque partie est, et indépendante et modifiée par tous les autres événements (Marchand, 2009).

En ce qui a trait à la théorie du traitement parallèle de l'information élaborée par Leventhal et ses collègues (1979), elle est centrée sur le traitement de la douleur sur le plan cognitif. Selon cette théorie, le traitement et l'interprétation de stimuli nocifs s'effectuent en quatre étapes. Tout d'abord, ces derniers sont transformés en activité neuronale. Ensuite, les stimuli encodés sont élaborés à partir de systèmes moteurs et mnémoniques pour devenir des signaux. Troisièmement, les signaux sont disponibles pour être perçus, à un niveau préconscient. Finalement, des canaux attentionnels sélectionnent et amplifient ces signaux de manière à leur attribuer une connotation sensorielle-informative ou émotionnelle-réactive. Les signaux sélectionnés accèdent par la suite à la conscience.

La théorie propose donc que le traitement d'un stimulus nocif implique l'encodage de celui-ci, où le traitement des émotions et des sensations reliées à l'expérience s'effectue en parallèle. Un traitement schématique a ensuite lieu et l'information mnémonique d'expériences antérieures de douleur sera activée. Les schémas sont définis ici comme des représentations cognitives d'expériences passées, englobant une composante sensorielle et une composante émotionnelle de la douleur, de même que des croyances associées à des stimuli nocifs. Les schèmes seraient, quant à eux, des expériences malléables qui peuvent être formées et modifiées par des informations sensorielles et

émotionnelles inconsistantes avec les schémas de douleur existants. La manière dont un individu réagira à un stimulus nocif dépendra, du moins en partie, du schème (émotionnel ou sensoriel) activé. D'après Leventhal et ses collègues (1979), ces deux voies de traitement de l'information (sensori-discriminative et motivo-affective) compétitionnent jusqu'à ce qu'un traitement de la stimulation douloureuse s'effectue. Cette théorie, tout comme celle de Melzack et Wall (1965), stipule que l'expérience de la douleur est le produit d'un traitement de l'information complexe qui tient compte de plusieurs facteurs, soit l'expérience sensorielle, émotionnelle et affective, l'interprétation cognitive, les attentes et les croyances.

## 1.2 Attention et douleur

Selon la théorie du traitement parallèle de l'information de Leventhal et ses collègues (1979), le traitement de la douleur se ferait sur le plan cognitif. La théorie implique que le traitement d'un stimulus nociceptif comprend l'encodage de celui-ci, où le traitement des émotions et des sensations reliées à l'expérience s'effectue en parallèle. Selon cette théorie, le phénomène de l'attention joue un rôle important dans l'expérience de la douleur. En effet, dans chaque événement, il semble que des informations liées à l'environnement (interne ou externe) capteront l'attention au détriment d'autres qui passeront inaperçues. Selon cette théorie, le phénomène de l'attention joue un rôle important dans l'expérience de la douleur.

Dans ce contexte, l'attention sera définie comme une capacité ou une ressource pouvant être allouée à la mise en pratique de tâches ou d'activités (Kahneman, 1973). L'attention peut être partagée entre diverses tâches jusqu'au moment où les ressources attentionnelles n'arrivent plus à les traiter de façon simultanée ; l'attention devient alors sélective (Kahneman, 1973 ; Shiffrin, 1988). Lorsque se produit une telle situation, une compétition pour l'attention a lieu et une seule parmi ces tâches parvient à capter l'attention. La seconde tâche sera alors ralentie, faussée ou interrompue par ce traitement sélectif de l'information (Anderson, Baron & Logan, 1991 ; Broadbent, 1958 ; Eccleston, 1995 ; Eccleston & Crombez, 1999).

Dans le contexte de la douleur, lorsqu'un individu est confronté à un stimulus sensoriel nociceptif soudain, l'attention sera dirigée vers la source ou la localisation de la douleur, entraînant ainsi un ralentissement ou l'arrêt complet de l'activité en cours (Eccleston & Crombez, 1999). La douleur devient la cible d'attention, étant le stimulus le plus saillant parmi les stimuli environnementaux. Lorsque l'attention est fixée sur l'expérience douloureuse, il devient alors difficile de dégager l'attention de ce stimulus sensoriel nociceptif (Eccleston & Crombez, 1999) et l'intensité de la douleur s'accroît (Melzack & Wall, 1983).

Toutes tâches ou activités ayant le potentiel de détourner l'attention de la douleur et, par le fait même, d'agir à titre de distracteur, peut entraîner une réduction, voire même une inhibition de la douleur (Melzack & Wall, 1983). Plusieurs exemples peuvent illustrer l'effet analgésique de la distraction, par exemple, le soldat qui ignore des blessures durant le combat ou l'athlète qui continue sa course malgré une blessure

grave à la cheville. Bien que ces exemples fassent également appel au rôle du stress dans la douleur, plusieurs chercheurs s'entendent pour dire que le fait de rediriger l'attention vers un autre stimulus que la douleur elle-même et le maintien de cette attention devraient avoir pour effet de réduire l'expérience subjective de la douleur, en terme d'intensité perçue et de sensations déplaisantes ressenties (Eccleston & Crombez, 1999 ; Farthing, Venturino & Brown, 1984 ; Melzack & Wall, 1996 ; Villemure & Bushnell, 2002).

Certaines variables de nature psychologique peuvent venir influencer la perception de la douleur chez l'individu et ainsi, avoir un impact sur sa capacité ou non de rediriger son attention. En effet, la menace d'une douleur future est souvent une source de détresse et d'anticipation pour l'individu (Eccleston, Williams & Stainton Rogers, 1997). Cette anticipation de la douleur engendre une réponse préparatoire et augmente la vigilance en amenant l'individu à focaliser sur les sources potentielles de douleur. Ainsi, une partie des ressources attentionnelles est dédiée à cette anticipation et peut créer de l'interférence avec la stratégie de distraction utilisée. Sullivan et ses collègues (1995) parlent également de catastrophisation face à la douleur (pain catastrophizing) venant limiter la possibilité pour l'individu de s'immerger dans la distraction et ainsi rediriger l'attention.

### 1.3 Description de la distraction

L'adaptation par distraction implique un processus par lequel un individu détourne son attention de circonstances stressantes, ou ayant le potentiel de le devenir, vers des pensées ou des activités alternatives pouvant favoriser un engagement cognitif ou émotionnel (Hines & Martin, 1988 ; Sylvestre, 2000). Cette définition de la distraction ne se limite donc pas aux efforts volontaires émis par l'individu afin de gérer le problème (Sylvestre, 2000). Cette définition suggère que la divergence d'attention puisse prévenir l'apparition de stress ou en diminuer les effets néfastes.

Lorsqu'il est question de douleur, la distraction implique de rediriger l'attention, qui autrement serait centrée sur la stimulation douloureuse, vers un autre stimulus (activité ou tâche) (Davis, Vasterling, Bransfield & Burish, 1987 ; Legrain, Van Damme, Eccleston, Davis, Siminowicz & Crombez, 2009 ; McCaul & Malott, 1984), dans le but de rendre cette douleur plus tolérable (Bantick, Wise, Phoghaus, Clare, Smith & Tracey, 2002 ; McCaffery, 1990). Cette forme d'adaptation comporte plus qu'un simple évitement de la douleur, car elle permet à l'individu de s'engager activement dans une tâche ou une activité cognitive et/ou comportementale.

Pour les fins de cette thèse, la distraction représente les stratégies dont le but est de diminuer l'expérience d'un stimulus douloureux et/ou de réduire ses effets négatifs en dirigeant l'attention du stimulus douloureux vers une autre source de stimulation (McCaul & Malott, 1984). Elle comporte un grand nombre de techniques ou d'activités comme la relaxation, la musique, l'humour, l'imagerie, etc. (Schneider, 1998). Elle

peut faire appel à différents sens, qu'il s'agisse de : (a) la vision, par l'entremise d'images (Wied & Verbaten, 2001), de jeux vidéo (Bensten, Svensson & Wenzel, 2000 ; 1999 ; Hoffman, Doctor, Patterson, Carrougner & Furness, 2000), de films-émissions télévisées (Janssen & Arntz, 1996), de la réalité virtuelle (Hoffman, Garcia-Palacios, Kapa, Beecher & Sharar, 2003 ; Schneider & Workman, 1999), (b) de l'audition, par l'entremise de la musique (Anderson, Baron & Logan, 1991 ; Fauerbach, Lawrence, Haythornwaite & Richter, 2002), (c) le toucher, à l'aide de jouets (Smith, Barabasz & Barabasz, 1996). Elle peut aussi stimuler plus d'un sens à la fois. Elle peut consister en un exercice cognitif, comme des exercices de mémoire (Farthing, Venturino, Brown & Lazar, 1997 ; Johnson & Petrie, 1997), des tâches numériques (Hodes, Howland, Lightfoot & Cleeland, 1990 ; McCaul, Monson & Maki, 1992), de l'imagerie mentale (de Pascali, Magurano & Bellusci, 1999 ; Farthing, Venturino, Brown & Lazar, 1997) ou de la lecture (Duker, van den Bercken & Foekens, 1999). Une activité comportementale peut également faire office de stratégie de distraction ; les jeux vidéo, la respiration contrôlée, la relaxation progressive et la réalité virtuelle en sont des exemples. Dans un autre registre, l'hypnose est aussi considérée et utilisée comme distracteur. Bref, toute tâche ayant la capacité de capter l'attention qui serait dirigée autrement vers la douleur peut agir comme agent distracteur. Cependant, pour y arriver, il est nécessaire que l'individu se concentre consciemment et continuellement sur l'activité en question.

Certaines caractéristiques telles que la nouveauté (Johnson & Petrie, 1997) et la complexité de la tâche (Anderson et coll., 1991 ; Eccleston, 1995 ; McCaul & Malott,

1984) semblent influencer le degré d'absorption et de distraction de la tâche, propriétés nécessaires pour qu'une activité cognitive et/ou comportementale favorise un degré d'absorption d'attention élevé. Plus la tâche est demandante sur le plan cognitif, moins la quantité de ressources attentionnelles est grande pour l'analyse des autres stimuli, dont la douleur (Legrain et al., 2009). Plusieurs études (Bantick et al., 2002 ; Seminowicz & Davis, 2007a, 2007c) portant sur l'utilisation du test de Stroop (Stroop, 1935) comme stratégie de distraction (vs une tâche demandant une moins grande charge attentionnelle) montrent, à l'aide de divers tests d'imagerie cérébrale, une réduction physiologique de l'activité douloureuse.

Il est aussi possible que des aspects plus subjectifs comme le caractère plaisant et l'utilité de la tâche, de même que sa signification personnelle puissent aussi influencer le degré d'efficacité de celle-ci à capter l'attention et à diminuer la douleur perçue (Sylvestre, 2000). La réalité virtuelle semble être une option intéressante puisqu'elle permet de combiner l'effet distrayant recherché et un degré d'attention élevé généré par la tâche que le sujet aura à accomplir.

### 1.5 Le traitement de la douleur à l'aide de la réalité virtuelle (RV)

La réalité virtuelle (RV) peut être définie comme l'utilisation de l'informatique et d'interfaces comportementales en vue de simuler le comportement d'entités 3D qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un utilisateur en immersion par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs (Fuchs, Moreau, & Guitton, 2011). Les

interactions à l'intérieur de l'environnement simulé électroniquement sont permises grâce au port d'un visiocasque ainsi que de capteurs de localisation (Fuchs et al., 2011). Selon les critères établis par Hines et Martin (1988), la RV possède les qualités nécessaires pour être qualifiée de moyen de distraction (Schneider & Workman, 1999). En effet, elle possède la capacité de diverger l'attention d'un stimulus potentiellement stressant vers un stimulus neutre ou plaisant. C'est une application informatique permettant de vivre l'expérience sensorielle (par l'entremise de sens comme la vue, l'ouïe ou le toucher) de stimuli correspondant à une image visuelle (Schneider, 1998). Elle offre l'avantage de distraire temporairement l'individu du monde réel et de ne pas requérir d'entraînement antérieur pré-exposition (Schneider, 1998). La RV offre un potentiel d'interaction intéressant et un sentiment d'absorption dans l'environnement virtuel par sa stimulation sensorielle multimodale, son réalisme prenant et ses nombreuses possibilités de déplacements à l'intérieur de l'environnement. L'interaction et le sentiment de présence la distinguent des autres formes de distraction comme la musique, la relaxation ou les jeux vidéo.

## 1.6 État actuel de la littérature portant sur l'utilisation de la VR dans la gestion de la douleur aiguë

Une recension des écrits publiée en 2007 (Dumoulin et al. 2007<sup>1</sup>) fut effectuée dans le but de rassembler toutes les études ayant évalué l'utilité de la RV dans la gestion de la douleur, tant expérimentale (induite en laboratoire) que clinique (voir Annexe A pour le premier article publié de cette thèse). Un total de 18 études a été recensé, sept avec protocole expérimental (quatre études où la douleur était induite de façon expérimentale et trois études où la douleur était clinique) ainsi que 11 études à protocole à cas unique ayant pour sujet une forme de douleur clinique. Plusieurs études rapportent des résultats intéressants concernant l'efficacité à long terme de la RV. Bien que plusieurs des études recensées soient des protocoles à cas unique, ce qui limite la portée des résultats, la distraction en RV amène une réduction importante de la douleur. Depuis 2007, de nombreuses études portant sur l'utilisation de la RV dans la gestion de la douleur, autant aiguë que chronique, ont été réalisées et ont montré l'efficacité de la méthode. D'autres recensions des écrits ont également été réalisées (Chan, Foster, Sambell, & Leong, 2018 ; Gold, Kant, Kim, & Rizzo, 2005 ; Gupta, Scott, & Dukewich, 2018 ; Malloy & Milling, 2010) avec des résultats similaires et positifs. La douleur de type expérimentale (i.e. induite par une manipulation en laboratoire) semble être celle qui laisse paraître le mieux le potentiel analgésique de la RV (Dahlquist,

---

<sup>1 1</sup> Note. Cette recension fait partie des trois articles liés à la présente thèse. Mais compte tenu du délai depuis sa publication, il est présenté en annexe plutôt que dans le corps de la thèse.

McKenna, Jones, Dinllinger, Weiss, Ackerman, 2007 ; Dalhquist, Weiss, Clendaniel, Law, Ackerman, & McKenna, 2010 ; Hoffman, Seibel, Richards, Furness, Patterson, & Sharar, 2006 ; Patterson, Hoffman, Garcia-Palacios & Jensen, 2006). En effet, comme les douleurs induites de façon expérimentale tendent à être moins intenses, limitées dans le temps et sans implication point de vue de la santé générale, elles tendent à mieux répondre à la distraction par RV . De plus, la standardisation des procédures (protocole de traitement, intensité de la douleur) facilite la tâche. Dans une moindre mesure, les études effectuées chez les grands-brûlés (Hoffman, Patterson, Seibel, Soltani, Jewett-Leady, & Sharar, 2008 ; Mott, Bucolo, Cuttle, Hilder, Miller, & Kimble, 2008) semblent être celles qui montrent les meilleurs résultats sur le plan de la gestion de la douleur clinique.

Au fil des années, de nombreuses technologies sont apparues et l'efficacité de la méthode s'est précisée. En effet, les échantillons d'intérêts sont maintenant variés, passant de la douleur aiguë (Gold & Mahrer, 2018 ; Sil, Dahlquist, Thompson, Hahn, Herbert, Wohlheiter, & Horn, 2014); à la douleur chronique, comme par exemple, celle du membre fantôme chez les personnes amputées (Snow, Sedki, Sinisi, Comley & Loureiro, 2017), jusqu'à la douleur chronique au cou ou au dos (Sarig Bahat, Croft, Carter, Hoddinott, Sprecher, & Treleaven, 2018 ; Thomas, France, Applegate, Leitkam, & Walkowski, 2016), en passant par la fibromyalgie (Collado-Mateo, Domingez-Muñoz, Adsuar, Merellano-Navarro, & Gusi, 2017 ; Garcia-Palacios, Herrero, Vizcaíno, Belmonte, Castilla, & Molinari, 2015 ; Vilalta-Abella, Gutiérrez-Maldonado, & Pla-Sanjuanelo, 2015). Diverses études ont également démontré l'utilité

de la méthode afin de réduire la quantité d'analgésiques prescrits lors de procédures médicales douloureuses, par exemple, lors de la pose de cathéters (Pandya, Kim, Howard, Stary, Leng, Hunter, & Mariano, 2017) ou de soins de plaies (McSherry, Atterbury, Gartner, Helmold, Searless, & Schulman, 2017). Les technologies ont également évoluées pour incorporer les consoles de jeux (Ko, Shin & Kim, 2017) et l'utilisation de casque de meilleures qualités à de meilleurs coûts, rendant plus accessible l'utilisation de cet outil dans différents milieux.

La technologie elle-même semble avoir une influence dans le potentiel distracteur de la méthode. En effet, il semble avoir un lien direct entre la qualité du système de RV et la gestion de la douleur ressentie (Hoffman, Seibel, Richards, Furness, Patterson, & Sharar, 2006). De plus, l'ajout du son ou d'une stimulation tactile semble également avoir une influence positive en ce qui a trait à la gestion de la douleur (Johnson & Coxon, 2016 ; Sano, Wake, Ichinose, Osumi, Oya, Sumitami, et al., 2016). Une étude clinique (Jefferies, Dorman, Brown, Files, Graves, Kirk, et al., 2014) réalisée auprès de 30 adolescents a comparé trois méthodes de gestion de la douleur (i.e. soins standards, distraction passive et RV) lors du changement de pansements suite à des brûlures. Dans la condition VR, un environnement interactif, un visio-casque, de même que des écouteurs étaient fournis aux participants. Les résultats montrent une diminution significative de la douleur chez les participants de ce groupe en comparaison avec ceux ayant profité de la distraction passive. Ces résultats ouvrent la porte à des études portant sur l'efficacité de la RV dans d'autres environnements, avec différentes populations et différents problèmes douloureux. Des études effectuées à l'aide de la réalité augmentée

(i.e. superposition de la réalité et d'éléments de celle-ci générée par un ordinateur, en temps réel) ont également été réalisées, particulièrement en ce qui a trait à la douleur liée au membre fantôme, et montrent des résultats prometteurs, entre autre une réduction de la douleur ressentie (Lendaro, Hermansson, Burger, Van Der Sluis, McGuire, Pilch, et al., 2018). Certaines variables ont également été étudiées afin de valider les qualités analgésiques de la méthode. Tout d'abord, la notion de plaisir associée à la distraction en RV a été investiguée (Sharar, Alamdari, Hoffer, Hoffman, Jensen, & Patterson, 2016). Les auteurs ont découvert que les individus ayant rapporté moins d'anxiété, plus de plaisir, un plus grand sentiment de présence dans l'environnement virtuel ainsi qu'une valence d'émotions positives ont noté une réduction de la douleur subjective. Dans un autre ordre d'idées, la notion de sentiment de présence et d'interaction avec l'environnement virtuel furent d'intérêt dans une étude portant sur la tolérance à la douleur induite par un test de pression à froid (Gutiérrez-Martínez, Gutiérrez-Maldonado, & Loreto-Quijada, 2011). Les résultats montrent que l'interaction avec l'environnement virtuel semble jouer un rôle important pour le participant autant pour le sentiment de présence que pour la tolérance à la douleur (mesure de douleur principale). En effet, les participants de la condition expérimentale ont rapporté significativement plus de tolérance à la douleur que ceux de la condition contrôle, puisqu'associée à un environnement où il y avait possibilité d'interagir avec l'environnement virtuel et donc, que le sentiment de présence était accru. Sil et ses collègues (2014) ont fait des découvertes similaires auprès d'une

population pédiatrique lors d'un test de pression à froid, associant l'interaction avec l'environnement à une plus grande tolérance à la douleur.

## OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE LA THÈSE

Comme une grande majorité des études sur l'efficacité de la RV en gestion de la douleur aiguë n'ont pas documenté les facteurs ayant le potentiel de contribuer à l'efficacité de la distraction, nous avons choisi de mettre ces processus au cœur de cette recherche. Ainsi, le premier article publié de cette thèse (Dumoulin et al., 2007, en annexe) avait pour but de faire l'état de la littérature sur l'utilisation de la RV auprès d'une clientèle présentant une douleur aiguë. À partir des résultats obtenus, dans un premier article empirique soumis pour publication, nous avons convenu d'évaluer si la distraction et la charge cognitive sont les processus centraux derrière les fonctions analgésiques de la RV. En effet, plusieurs études se sont particulièrement basées sur la distraction afin de permettre à différentes clientèles d'accéder à une meilleure gestion de la douleur. Toutefois, plusieurs phénomènes différents sont impliqués lors d'une expérience en RV, que l'on parle de distraction, d'attention, de la tâche, etc. C'est pourquoi, lors de cette étude, ces facteurs (charge cognitive et distraction) ont été directement manipulés lors d'immersions afin de répondre aux questions suivantes : la distraction est-elle vraiment le processus principal derrière les fonctions analgésiques de la RV ? La charge cognitive joue-t-elle un rôle important derrière ces fonctions analgésiques ? Notre hypothèse repose sur le fait que l'environnement virtuel avec la

charge cognitive la plus grande amène une plus grande réduction des ressources attentionnelles disponibles et ainsi, a un effet analgésique plus important sur les mesures de tolérance à la douleur et d'intensité de la douleur.

Basé sur les résultats de notre première étude, une seconde étude empirique, publiée en 2019, à portée plus clinique, a été réalisée. Le but de cette étude était d'évaluer l'efficacité de la RV en tant que technique de distraction de la douleur dans un contexte d'urgence pédiatrique lors de placements intraveineux ainsi que de prise de sang. La technique était comparée à d'autres distractions déjà en place soit la télévision ou celles fournies par le programme Child Life. Cette étude visait à répondre aux questions suivantes : l'utilisation de la RV est-elle possible dans un contexte d'urgence pédiatrique ? Est-ce que la RV est plus efficace dans la gestion de la douleur aigüe que les mesures déjà en place ? Nous avons émis l'hypothèse que les participants assignés à la condition de RV et à la condition de distraction standard (CL) obtiendraient des résultats moins élevés, pendant la procédure, aux mesures de douleur et de peur de la douleur que les participants assignés à la condition de distraction minimale (TV).

## CHAPITRE II

ARE COGNITIVE LOAD AND FOCUS OF ATTENTION DIFFERENTIALLY  
INVOLVED IN PAIN MANAGEMENT: AN EXPERIMENTAL STUDY USING A  
COLD PRESSOR TEST AND VIRTUAL REALITY

Stéphanie Dumoulin,<sup>1</sup> Stéphane Bouchard,<sup>2</sup> Claudie Loranger,<sup>2</sup> Pamela Quintana,<sup>2</sup>  
Véronique Gougeon,<sup>3</sup> Kim L. Lavoie<sup>1,4</sup>

1 Université du Québec à Montréal

2 Université du Québec en Outaouais (UQO) Cyberpsychology Lab, CISSS de  
l'Outaouais

3 Université de Sherbrooke

4 Montreal Behavioral Medicine Center, Research Center, CIUSSS-NIM Hôpital du  
Sacré-Coeur de Montréal

Basé sur la version publiée de Dumoulin, S., Bouchard, S., Loranger, C., Quintana, P., Gougeon, V., & Lavoie, K.L. (2020). Are cognitive load and focus of attention differentially involved in pain management: An experimental study using a cold pressor test and virtual reality. *Journal of Pain Research*, 13, 2213-2222.

## ABSTRACT

Objective. The aim of this study is to assess whether distraction (lack of attentional focus) and attention (cognitive load) are differentially involved in the analgesic effect of virtual reality (VR) immersions during a cold pressor test (CPT). Methods. Thirty-one participants were randomly assigned to four experimental conditions (high and low cognitive load, attention with or without a reminder of the pain stimuli) and performed three CPTs. Pain was assessed based on duration of the CPT (pain tolerance), a visual analog rating scale of perceived pain intensity during the CPT and the subjective pain scale of the Short form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ). Results. The statistical analyses revealed that VR immersions were associated with less pain compared to the baseline (all  $p < .001$ ), but for the experimental manipulations, only the conditions where there was an increase in cognitive load (ie, from low cognitive load at Immersion 1 to high cognitive load at Immersion 2) were effective for increasing pain tolerance (significant Time X Conditions interaction). The interactions were not significant for pain intensity assessed with the VAS or the SF-MPQ. Conclusion. The results suggest that increases in cognitive load play an important role in the analgesic effect of VR immersion, although the combination of attentional focus and cognitive load may be important. Suggestions are given for designing a replication study.

Keywords: virtual reality, pain, attention, cognitive load, distraction, cold pressor test (CPT).

## 2.1 Introduction

Pain is a highly subjective phenomenon influenced by a number of psychological and physiological variables (Janssen, 2002). According to the model proposed by Leventhal et al. (1979), distraction is an effective method for reducing pain. It makes it possible to direct the focus of attention elsewhere than on the emotional or sensory components of a nociceptive perception (Quartana et al., 2007).

A large range of non-pharmaceutical methods have been found to be effective in reducing pain, from psychological interventions such as cognitive-behavioral therapy (Morley et al., 1999), biofeedback (Flor, 2014), guided imagery (de Pascali et al., 1999, Farthing et al., 1997) and hypnosis (Patterson & Jensen, 2003) to distraction techniques such as listening to music (Anderson et al., 1991; Fauerbach et al., 2002) and reading (Duker et al., 1999). Virtual reality (VR) is a relatively new technology that allows patients to immerse themselves in a three dimensional (3D)-generated world. It can be defined as the use of computer and behavioural interfaces to simulate the behaviour of 3D entities that interact in real time with each other and with a user immersed via sensorimotor channels (Fuch et al., 2011). The immersion creates the illusion that the user has left the physical environment and is now “present” in the virtual environment (Sadowski & Stanney, 2002). According to Hines and Martin (1988) and Sylvestre

(2000), VR meets the necessary criteria to be qualified as a distractor (Schneider & Workman, 1999). Indeed, it has the capacity to take attention away from a potentially harmful stimulus and direct it towards a neutral or pleasant stimulus by competing for attentional resources and blocking external stimulation associated with the painful stimuli (Schneider & Workman, 1999). The efficacy of this method may involve several mechanisms in combination with its immersive nature, including diverting attention away from the nociceptive stimulus and increasing the cognitive load by having the individual perform tasks that compete for the attentional resources oriented toward the nociceptive stimulus.

Two literature reviews (Dumoulin et al., 2007; Malloy & Milling, 2010) and a comprehensive listing of the available literature by Sulea et al. (2014) on the use of VR in pain management were conducted. Overall, more than 10 experimental studies where VR distraction was compared to a control condition or an alternative intervention were found. Their results indicated that distraction using VR immersion can be effective in reducing different kinds of pain, from painful medical procedures (e.g. burn patients (Mott et al., 2008; Das et al., 2005; Hoffman et al., 2000)); dental procedures (Sullivan et al., 2000); intravenous (IV) placements (Gold et al., 2006); implantation of venous access ports (Gershon et al., 2003; Gershon et al., 2004); lumbar punctures (Sander-Wint et al., 2002); and physical therapy (Steele et al., 2003). A headset that screens out external stimuli and provides visual stimuli combined with an audio distraction seems to be more distractive than visual stimuli alone (Lee et al., 2004). Malloy and Milling (2010) also suggested that the use of more sophisticated VR technology allowing for

the full immersion of individuals in a virtual environment was associated with greater pain reduction. When examining the results of studies included in the two meta-analyses on VR (Dumoulin et al., 2007; Malloy & Milling, 2010), two factors seem to emerge as potential mechanisms in VR distraction: (a) changing the *focus* of attention through distraction and (b) increasing the *cognitive load* to allow less attentional resources to attend to nociceptive stimuli. Indeed, distraction is a complex phenomenon involving a process by which an individual diverts his attention away from nociceptive stimuli towards any strategy aiming to block awareness of the stimuli or their effects (Sylvestre, 2000; Hines & Martin, 1988; Davis et al., 1987; McCaul & Malott, 1984) to help cope with the pain (McCaffrey, 1990). It allows the individual to actively engage in a task or a cognitive and/or behavioural activity.

According to Melzack and Wall (1983), any task or activity with the potential to divert the focus of attention away from the pain and to act as a distractor has the potential to inhibit pain. When managing sudden painful stimuli, an individual's attention will go to the source or location of the harmful stimulation, causing a decrease or complete cessation of the current task (Eccleston & Crombez, 1999). The pain becomes the main focus, being the top attention-grabbing stimulus of all environmental and internal stimuli. Since pain is a warning sign of danger to the organism, it interrupts, distracts, and demands attention (Price, 1988). Several researchers agree that the diversion of attention towards a stimulus other than the pain itself could have the effect of reducing the subjective experience of pain in terms of intensity and feelings of discomfort (Villemure & Bushnell, 2002; Eccleston & Crombez, 1999; Farthing et al., 1984).

The content of the virtual environment itself also seems to play a role in pain management (Mühlberger et al., 2007). Distraction tasks need to be designed to vary the emotional significance and the personal relevance of the demand for attention (Maltzman, 1988). Graydon and Eysenck (1989) demonstrated an important distinction between difficulty and complexity of the chosen distraction task. The success of a distraction technique is also dependent on the task being sufficiently difficult to call upon resources otherwise allocated to pain (McCaul & Mallott, 1984). Eccleston and Crombez (1999) divided the factors implicated in moderating the interruption of the pain into two groups: factors related to pain (e.g. intensity, novelty, predictability and threat) and factors related to the demands of the environment (e.g. task difficulty and emotional arousal). A difficult task will consume most of the cognitive capacities and therefore make it difficult to perform successfully on other, unrelated tasks (McCaul & Malott, 1984). With a higher cognitive load, the effort expended on a difficult task can consume attention, reducing the cognitive capacity to process painful stimuli (McCaul & Malott, 1984).

The aim of this study was to experimentally assess the relative importance of cognitive load and attentional focus in the analgesic effect of VR immersion during a cold pressor test (CPT). It was hypothesized that the virtual environment with the highest cognitive load would induce the most reduction in attention, and thus have the greatest analgesic effects in terms of increasing reports of pain tolerance and decreasing reports of pain intensity as assessed by VAS and questionnaire measures (McCaul & Malott, 1984).

## 2.2 Methodology

### 2.2.1 Participants

A convenience sample of thirty-one participants (20 women and 11 men) participated in the study. Ages ranged from 19 to 51 years, with a mean of 31 (SD = 10.00). They were recruited through invitations distributed on the university campus and through the research assistants' Facebook accounts and contacts. Interested participants had to contact a research assistant who made first contact and determined eligibility. Participants were eligible if they were aged between 18 and 60 years old and willing to participate; participants were excluded if they were suffering from vestibular problems, epilepsy, migraines, hypertension, cardiovascular disease, if they were taking any pain medication (including over the counter pain medication), or if they reported any current medical condition. The research assistant used a checklist to determine if the participant met the inclusion/exclusion criteria, and excluded participants who tried to give a good impression by lasting more than 1.5 minute in the cold pressor test at the baseline or up to 5 minutes during the experiment (Annexe B). This resulted in a final sample of 31 participants (see Table 2.2 for the number of participants per condition). This study was approved by the Université du Québec en Outaouais's Research and Ethics Board (in accordance with the Declaration of Helsinki and Canadian rules for ethics in research) (Annexe C). Written informed consent forms were obtained from all participants using a protocol approved by Université du Québec en Outaouais's Research and Ethics Board (Annexe D).

The study was initially designed to have four conditions (high and low cognitive load, focus of attention directed towards the hand immersed in cold water [nociceptive stimulus] or towards the foot [neutral stimulus]), with all conditions counterbalanced over four successive repeated VR immersions and cold pressor tests. However, after two experimental VR immersions, the cold pressor test displayed ceiling effects and several extreme outlier data (Dumoulin et al., 2011).

Accordingly, the current study uses only the data from the first two experimental VR immersions, thus creating two experimental conditions where cognitive load either increased or decreased from VR Immersion 1 to VR Immersion 2, and where the focus of attention remained the same, changed toward the nociceptive stimuli, or changed away from the nociceptive stimuli (see Table 2.1). This design made it possible to test (a) whether an increase or decrease in cognitive load in VR had an impact on pain and (b) whether the impact on pain of a change in cognitive load was influenced by increasing or decreasing attention away from the nociceptive stimuli.

## 2.2.2 Equipment and measures

### 2.2.2.1 Cold pressor apparatus

The cold pressor apparatus used in this study was a commercial wine cooler designed to quickly chill a single bottle of wine (see Figure 2.1). This device provided a continuous circulation of cold water. A digital electric thermostat was placed in the water during the experimentation for accurate regulation of water temperature and

flow. The water temperature was kept at 5 °C. Warmer temperatures have been reported to cause problems with ceiling effects as well as habituation (Turk et al., 1983).

To protect participants from electric shocks due to wearing electrical equipment while in contact with water, each and every electric device was plugged into a GFA15-2C independent ground fault circuit interrupter from Leviton (15 amps, 120 volts, 60 Hz). A stopwatch was used to monitor pain thresholds and pain tolerance times.

#### 2.2.2.2 VR equipment

The immersion was performed using a PC (running on Windows XP Pro with 4 GB of RAM and a NVIDIA GeForce 8800 GT video card), an immersive head-mounted display (HMD) (nVisor SX60 from NVIS with a 60-degree diagonal field of view and a resolution of 1280 X 2014 pixels), a motion tracker attached to the HMD (360-degree inertial Cube2 from Intersence with a 180 Hz refresh rate), and a wireless mouse from Microsoft. The video feed was produced with a webcam (Logitech QuickCam Sphere AF) connected to the computer (see Figure 2.1). Head rotations allowed the participants to feel present in the environment and to aim at flies. Shooting was performed by clicking on the left mouse button. The virtual environment was a two-bedroom apartment. The immersion lasted 5 minutes.

### 2.2.2.3 VR platform

Participants were told they would visit a two-bedroom VR apartment while keeping their arm in the water for as long as they could (see Figure 2.1). The speed at which participants travelled through the apartment and direction in which they travelled was preprogrammed. Participants accordingly didn't have to navigate in the apartment and could concentrate on the task. The research assistant informed each participant of their task, which was to kill as many flies as possible in the virtual environment. To kill flies, they had to use the target in the centre of their field of view, look at the flies and left-click on a mouse button to activate a trigger that would "kill" the flies. The initial goal was to isolate cognitive load and focus of attention in a single virtual environment in which two variables were manipulated during each VR immersion.

### 2.2.2.4 Cognitive load

Cognitive load was manipulated by having either more flies (n=40; High CL condition) or fewer flies (n=5; Low CL condition) for participants to shoot at in the VE.

### 2.2.2.5 Attentional focus condition

Attentional focus was manipulated by presenting participants with either a live video feed of their hand immersed in the cold water (Hand Condition - HC, a reminder of the

nociceptive stimuli; see Figure 2.2 for an illustration of the images displayed in the HMD, with the cold pressor in the field of view) or the participant's foot (Foot Condition - FC, a stimuli irrelevant to the source of pain), also in the participants' field of view.

### 2.3 Measures

The primary outcome measure was pain tolerance, measured as the total length of time (seconds) participants left their hand immersed in cold water. We also measured pain intensity using a visual analog scale (VAS). The visual analog scale is a horizontal line 10 cm long with two endpoints labeled "no pain" and "worst pain ever" (Jensen & Karoly, 2001). Participants were required to mark the line at the point corresponding to the level of pain intensity they felt at the moment (Melzack & Katz, 2001). The distance from the low end of the line to a participant's mark was used to determine the intensity of the pain. This type of scale is used in a variety of contexts in pain research and is useful when the experimenter can observe behaviours associated with pain (Janssen & Karoly, 2001). The Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ) (Melzack, 1987) (Annexe E) was also administered following each cold pressor trial. This brief questionnaire (5 mins) assesses the subjective pain experience, and scores range from 0 to 50 with higher scores indicating acute pain conditions (Melzack & Katz, 2001). Several studies have demonstrated its reliability (one to three month test-retest reliability ranged from 0.45–0.73) (Strand et al., 2008), construct validity ( $r =$

0.68-0.97 with pain scales of the SF-MPQ) (Strand et al., 2008), and internal consistency (Cronbach's alphas = 0.73–0.89) (Burckhardt & Bjelle, 1994). No psychometrics properties are available for healthy populations.

## 2.4 Procedure

Prior to the experiment, participants were advised not to take any prescription or over the counter pain medication. Upon arrival to the laboratory, participants were seated in a straight-back chair in an office lab maintained at a controlled temperature (22 °C). The research assistant then identified the non-dominant arm. Hand temperature was measured before the start of the procedure. The water temperature was monitored using a digital thermometer before and after each trial to ensure that it remained constant. A research assistant explained the purpose of the task with the following instructions: You will now proceed to the first cold-pressor test to estimate your baseline level of pain tolerance. To do so, I will ask you to keep your arm, for as long as possible, in the cold-water tank. I will ask to tell me the moment you will start feeling pain. Then, you can take your arm off the water tank when the pain is intolerable and you are under the impression that you can't continue anymore. The immersion can't last longer than five minutes. Before the baseline assessments, the research assistant told participants that the water would be cold and that they might feel cold, numb or pain. The participants' non-dominant forearm was placed in 12 inches of cold water. Participants dried their

arm with a warm blanket between each cold pressor test, and the hand was allowed to return to its initial temperature before the next test.

#### 2.4.1 Baseline and familiarization

As mention earlier, all participants underwent a baseline cold pressor trial during which their pain tolerance was measured (see Figure 2.3). No distraction was provided. Then, a training immersion in VR was performed without inducing any pain to allow participants to learn how to navigate in VR and manipulate the equipment.

#### 2.5 Statistical analysis

The dataset was examined to ensure that there was no outlier and statistical assumptions were met for the relevant analyses. One-way analyses of variance (ANOVA) were conducted to compare the four conditions (High CL – FC; Low CL – FC; High CL – HC; Low CL – HC) on variables such as age and baseline performance with the cold pressor test, and a chi-squared test was performed on the sex distribution between the conditions (see Table 2.2). For the main analyses, the data was analyzed with repeated measures ANCOVAs with two Times (Immersion 1 and Immersion 2) and four Conditions (High CL – FC; Low CL – FC; High CL – HC; Low CL – HC) (see Table 2) and the baseline score as a covariate. To correct for type I error, a Holm-Bonferroni

correction was applied to sequentially adjust the error level at .05 (which gives more power to the analyses than Bonferroni correction).

## 2.6 Results

Comparisons between the conditions for potential differences in age, sex and baseline performance were not significant. The results of the analysis of the differential impact of cognitive load and attentional focus are reported in Tables 2.3 and 2.4. As presented in Table 2.4, the repeated measures ANCOVA showed: (a) a significant effect compared to baseline for all three variables (pain tolerance, pain intensity and subjective pain measured with the MPQ); and (b) a significant Time X Condition interaction (illustrated in Figure 2.4) for the duration of hand immersion during the cold pressor task only (pain tolerance) after the experimental manipulations. The interaction for the tolerance on the cold pressor test was further examined with Time X Condition interaction contrasts, which revealed an effect of the VR immersion only in the conditions where there was an increase in cognitive load from VR Immersion 1 to VR Immersion 2 [contrast  $F(3,30) = 7.635, p < 0.01$ ], without any impact from changing the focus away or toward the source of the nociceptive stimuli (see Figure 2.4).

## 2.7 Discussion

The aim of this study was to assess whether cognitive load and attentional focus are differentially associated with the analgesic effect of VR immersion during a cold pressor test. We hypothesized that immersions in VR would lead to an increase in pain tolerance during the cold pressor test and a decrease in pain intensity measured by the VAS and subjective pain measured by the SF-MPQ.

First, there was a significant effect from baseline on all measures of pain (increase in pain tolerance and decrease in pain intensity), replicating the results of previous studies on VR. Second, there was an effect of VR on the cold pressor test specific to the two conditions where there was an increase in cognitive load from the first to the second immersion in VR. Being exposed to a video feedback of their hand did not differ from being exposed to a video feedback of their foot with regard to pain intensity ratings.

Indeed, the effect of attentional focus on the analgesic effect of VR was limited in this study. Even though we detected no difference attributable to attentional focus (hand vs. foot), the results seem to underscore the role of cognitive load, a crucial element in the distracting effect. As our results show, when the cognitive load is reduced (i.e. fewer flies), the analgesic effect tends to be lost even if the focus of attention remains unchanged. Our results are consistent with the findings of Mühlberger et al. (2007), who conducted an experimental study on pain distraction and the effect of cold or warm virtual environments on cold or hot painful stimuli.

There are several possible explanations for why our hypotheses were only partially confirmed. First, our cognitive load might not have been intense or high enough. We designed a shooting game has been previously shown to be sufficiently stimulating and engaging for participants. Some studies (Wender et al., 2009) showed that interactive distraction is important to increase the analgesic effectiveness of VR.

It is possible that our VR environment was built to be sufficiently interactive so the increase in cognitive load was sufficient to improve pain tolerance by 15 seconds, but yet was not sufficiently stimulating or engaging to also lead to a significant decrease in pain intensity, as measured with the VAS and the questionnaire. Overall, the cognitive load created by the virtual environment may not have been high enough, in either situation (High CL and Low CL), and therefore only the change in cognitive load was significant.

Regarding our second hypothesis, several studies have suggested that attentional focus is a key concept in VR (Hoffman et al., 2004; Hoffman et al., 2000). Indeed, these studies demonstrated the power of adding an element of distraction when it comes to pain management. However, whether the content of the distractor is important or not remains an open question. Mühlberger et al. (2007) showed that the type of virtual environment used for distraction has no effect on pain perception or management; both warm and cold virtual environments reduced pain for both heat and cold nociceptive stimuli compared to the control condition. Our results led us to a similar conclusion. Even though the content of the virtual environment was the same for all of the immersions, having a constant visual reminder of the nociceptive stimuli (i.e. hand in

cold pressor apparatus) or not did not seem to affect pain tolerance ratings or have any impact on any other pain measure. Therefore, in our study, the main variable associated with better pain management seemed to be the cognitive load. Indeed, the more the virtual environment changed (i.e. number of flies or change from foot to hand in the visual field) between immersions, the more the participants' pain tolerance increased. The two factors (cognitive load and attentional focus) also seem to emerge when looking at the results of literature reviews (Dumoulin et al., 2007; Malloy & Milling, 2010) on VR as a distraction tool for pain management. Taking the focus of attention away from the painful stimuli is widely known to be effective when it comes to short-term pain management. That being said, it seems that distraction techniques requiring more attentional capacity (i.e. cognitive load) are considered more effective in pain management (McCaul & Malott, 1984). Indeed, interactive distraction seems more effective at increasing pain tolerance and threshold than passive distraction, such as simply navigating through a virtual world (Wender et al., 2009; Dahlquist et al., 2007). A difficult task is more likely to consume most of an individual's capacities, allowing fewer resources to attend to another unrelated task (McCaul & Malott, 1984). Other cognitive variables have been linked to cognitive load. Indeed, a study by Loreto-Quijada et al. (2014) suggested that perceived control can significantly increase pain tolerance, pain sensitivity range, and self-efficacy in tolerating pain in participants in a cold pressor task compared to a control condition. An analysis by Triberti et al. (2014) regarding the psychological factors influencing the effectiveness of VR analgesia revealed that the sense of presence (which can be modulated by cognitive load), fun,

and emotions linked to the subjective experience of VR could influence the outcomes of interventions. However, most research cannot distinguish which strategy requires more attention capacity and, therefore, which one would be useful in the case of pain. This could warrant further studies.

## 2.8 Limitations

There are several limitations of this study that warrant consideration. First, as mentioned earlier, although our virtual environment was created to be as stimulating and engaging as possible, the cognitive load created by the environment might have been too low. The environment should be improved in future studies by adding more stimuli or challenge, as appropriate for different age ranges. Second, due to problems associated with the repeated administration of the cold pressor test, only two VR immersions were examined in the study. This limits the possibility of comparing all pairing possibilities of high and low cognitive load with attentional focus away or toward the nociceptive stimuli. Nevertheless, an examination of the two available VR immersions allowed us to draw some interesting preliminary conclusions. Third, the psychological factors influencing the effectiveness of virtual environment analgesia have only been partially explored in this study and some variables, like actual emotional experience (eg, distress ratings), were not assessed and might be worth measuring in future studies. Fourth, although VAS ratings are often obtained during the painful procedure, as in Mühlberger et al (2007) study our participants scored the

VAS immediately after the cold-pressor test. Otherwise, this would have influenced participants' attention during the immersion in VR. The location of the visual cue may also need to be reconsidered. It was placed in the visual field in such a way it would always remain visible during the immersion (ie, top and centered). In doing so, the visual cue was not cogently located where the participant experienced the pain from his or her hand (below the non-dominant corner of the visual field), Finally, it would be interesting in a future study to include a control group that would not have any of the two images overlaid into the virtual environment. That would control for the unknown impact of having a reminder of the physical reality included in the virtual reality, especially on presence. Another limitation of this study is the potential selection bias and the representativeness of the convenience sample. The participants were recruited through invitations distributed around the university campus and through the research assistants' social network. Even though the research assistant did not know any of the participants, the final sample might not have been representative of the general population due to selection bias.

## 2.9 Conclusion and future researches

This study aimed to assess the separate impact of cognitive load from attentional focus in the process of distraction from pain. Our results show that the increase in cognitive load from the first to the second immersion in VR led to an increase in pain tolerance, but being exposed to video feedback of their hand in cold water did not differ from

being exposed to video feedback of their foot (not in cold water) with regard to pain ratings. Therefore, the effect of attentional focus on the analgesic effect of VR seems to be less important than cognitive load, which appears to be a crucial element in distracting from pain. Future studies should focus on cognitive load as their main variable when designing their virtual environment.

Acknowledgments. The authors wish to thank Noemie Bigras and Christine Beaudoin for their excellent technical assistance, the undergraduate students who participated in this study, and the IT team at UQO's Cyberpsychology Lab for their help with the development of the environment.

## REFERENCES

- Anderson, R.A., Baron, R.S., & Logan, H. (1991), Distraction, control and dental stress. *Journal of Applied Social Psychology*, *21*, 156-171.
- Botella, C., A. Garcia-Palacios, Y. Vizcaino, R. Herrero, R.M. Banos & M.A. Belmonte(2013). Virtual reality in the treatment of fibromyalgia: A pilot study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *16*, pp. 215–223.
- Burckhardt, C.S., & Bjelle, A. (1994). A Swedish version of the short-form McGill Pain Questionnaire. *Scandinavian Journal of Rheumatolog*, *23*, pp. 77– 81.
- Dahlquist, L.M., K.D. McKenna, K.K. Jones, L. Dillinger, K.E. Weiss & C. Sonntag-Ackerman (2007). Active and passive distraction using a head-mounted display helmet: Effects on cold-pressor pain in children. *Health Psychology*, *26*, pp. 794–801.
- D.A. Das, K.A. Grimmer, A.L. Sparnon, S.E. McRae & B.H. Thomas (2005). The efficacy of playing a virtual game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, *5*, p. 1.
- Davis, M., J. Vasterling, D. Bransfield & T.G. Burish (1987). Behavioral interventions in coping with cancer-related pain. *British Journal of Guidance and Counseling*, *15*, pp. 17-29.
- De Pascali, V., Magaranu, M.R., & Bellusci, A. (1999). Pain perception, somatosensory event-related potentials and skin conductance responses to painful stimuli in high, mid, and low hypnotizable subjects. *Pain*, *83*, 499-508.
- Duker, P.C., Van den Bercken, J., & Foekens, M.A. (1999). Focusing versus distraction and the response to clinical electric shocks. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *30*, 199-204.
- De Tommaso, M., K. Ricci, L. Laneve, N. Savino, V. Antonaci & P. Livrea (2013). Virtual visual effect of hospital waiting room on pain modulation in healthy subjects and patients with chronic migraine. *Pain Research and Treatment*, *2013*, pp. 515–730.
- Dumoulin, S., S. Bouchard & V. Rivard (2007). Est-ce que la réalité virtuelle est un moyen efficace de gérer la douleur aiguë? *Revue Québécoise de Psychologie*, *28*, pp. 65–91.

- Dumoulin, S., Loranger, C., Gougeon, V., Bouchard, S., Lavoie, K.L. (2011). Are cognitive load and focus of attention the main variables in pain management : An experimental study using a cold-pressor test and virtual reality. Poster presentation at the 45<sup>th</sup> Annual Convention of the Association for Behavioral and Cognitive Therapy (ABCT), Toronto (ON), November 10-13<sup>th</sup>.
- Eccleston, C. & G. Crombez (1999). Pain demands attention: A cognitive-affective model of the interruptive function of pain. *Psychological Bulletin*, 125, pp. 356–366.
- Farthing, G.W., Venturino M., & Brown, S.W. (1984). Suggestion and distraction in the control of pain: Test of two hypotheses. *Journal of Abnormal Psychology*, 93, pp. 266–276.
- Farthing, G.W., Venturino M., & Brown, S.W., & Lazar, J.D. (1997). Internal and external distraction in the control of cold-pressor pain as a function of hypnotizability. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 45, 433-446.
- Fauerbach, J.A., Lawrence, J.W., Haythornwaite, J.A., & Richter, L. (2002). Coping with stress of a painful medical procedure. *Behavior Research and Therapy*, 40, 1003-1015,
- Flor, H. (2014). Psychological pain interventions and neurophysiology: Implications for a mechanism-based approach. *American Psychologist*, 69, 188-196.
- Gershon, J., E. Zimand, R. Lemos, B.O. Rothbaum & L. Hodges (2003). Use of virtual reality as a distractor for painful procedures in a patient with pediatric cancer: A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 6, pp. 654–661.
- Gershon, J., E. Zimand, M. Pickering, B.O. Rothbaum & L. Hodges (2004). A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer. *Journal of the American of Child & Adolescent Psychiatry*, 43, pp. 1243–1249.
- Gold, J.I., S.H. Kim, A.J. Kant, M.H. Joseph & A. Rizzo (2006). Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during IV placement. *Cyberpsychology & Behavior*, 9, pp. 207–212.
- Graydon, J. & M.W. Eysenck (1989). Distraction and cognitive performance. *European Journal of Cognitive Psychology*, 1, pp. 161–179.

- Herrero, R., A. Garcia-Palacios, D. Castilla, G. Molinari & C. Botella (2014). Virtual reality for the induction of positive emotions in the treatment of fibromyalgia: A pilot study over acceptability, satisfaction, and the effect of virtual reality on mood. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *17*, pp. 379–384.
- Hines, P.S. & J. Martin (1988). Hopefulness and the self-sustaining process in adolescents with cancer. *Nursing Research*, *37*, pp. 336–340.
- Hoffman, H.G., J.N. Doctor, D.R. Patterson, G.J. Carrougher & T.A. Furness (2000). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, *85*, pp. 305–309.
- Hoffman, H.G., Sharar, S.R., Coda, B., Everett, J.J., Ciol, M., Richards, T., & Patterson, D.R. (2004). Manipulating presence influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Pain*, *111*, 162-168.
- Janssen, S.A. (2002). Negative affect and sensitization to pain. *Scandinavian Journal of Psychology*, *43*, pp. 131–137.
- Jensen, M.P. & P. Karoly (2001). Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. In D.C. Turk & R. Melzack (eds.), *Handbook of Pain Assessment*, pp. 15–34. New York: The Guilford Press.
- Jeon, B., S. Cho & J.-H. Lee (2014). Application of virtual body swapping to patients with complex regional pain syndrome: A pilot study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *17*, pp. 366–370.
- Lee, D.W., A.C. Chan, S.K. Wong, T.M. Fung, A.C. Li, S.K. Chan, L.M. Mui, E.K. Ng & S.C. Chung (2004). Can visual distraction decrease the dose of patient-controlled sedation required during colonoscopy? A prospective randomized controlled trial. *Endoscopy*, *36*, pp. 197–201.
- Leventhal, H., D. Brown, S. Shacham & G. Engquist (1979). Effects of preparatory information about sensations, threat of pain and attention on cold pressor distress. *Journal of Personality and Social Psychology*, *37*, pp. 688–714.
- Loreto-Quijada, D., J. Gutiérrez-Maldonado, R. Nieto, O. Gutiérrez-Martinez, M. Ferrer-Garcia, C. Saldana et al. (2014). Differential effects of two virtual reality interventions: Distraction versus pain control. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *17*, pp. 353–358.

- MacLaren, J.E. & L.L. Cohen (2005). A comparison of distraction strategies for venipuncture distress in children. *Journal of Pediatric Psychology, 30*, pp. 387–396.
- Malloy, K.M. & L.S. Milling (2010). The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: A systematic review. *Clinical Psychology Review, 30*, pp. 1011–1018.
- Maltzman, S. (1988). Visual stimuli in distraction strategies for increasing pain tolerance: The confounding of affect with other stimulus characteristics. *The Pavlovian Journal of Biological Science, 23*, pp. 67–74.
- McCaffrey, M. (1990). Nursing approaches to non-pharmacological pain control. *International Journal of Nursing Studies, 27*, pp. 1–5.
- McCaul, K.D. & J.M. Malott (1987). Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin, 95*, pp. 516–533.
- McNeil, D.W. & A.J. Rainwater (1998). Development of the Fear of Pain Questionnaire –III. *Journal of Behavioral Medicine, 21*, pp. 389–410.
- Melzack, R. (1987). The short-form McGill Pain Questionnaire. *Pain, 30*, pp. 191–197.
- Melzack, R. & J. Katz (2001). The McGill Pain Questionnaire: Appraisal and current status. In D.C. Turk & R. Melzack (eds.), *Handbook of Pain Assessment*, pp. 35–52. New York: The Guilford Press.
- Melzack, R. & P.D. Wall (1983). *The challenge of pain*. New York: Basic Books.
- Morley, S., C. Eccleston & A. Williams (1999). Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of cognitive behaviour therapy and behaviour therapy for chronic pain in adults, excluding headache. *Pain, 80*, pp. 1–13.
- Mott, J., S. Bucolo, L. Cuttle, M. Hilder, K. Miller & R.M. Kimble (2008). The efficacy of an augmented virtual reality system to alleviate pain in children undergoing burns dressing changes: A randomised controlled trial. *Burns, 34*, pp. 803–808.
- Mühlberger, A., M.J. Wieser, R. Kenntner-Mabiala, P. Pauli & B.K. Wiederhold (2007). Pain modulation during drives through cold and hot virtual environments. *Cyberpsychology & Behavior, 10*, pp. 516–522.
- Patterson, D.R. & Jensen, M.P. (2003). Hypnosis and clinical pain. *Psychological Bulletin, 129*, pp. 495–521.

- Price, D.D. (1988). Classical and current theories of pain mechanisms. In D.D. Price (ed.), *Psychological and neural mechanisms of pain*, pp. 212–231. New York: Raven Press.
- Quartana, P. J., J.W. Burns & K.R. Lofland (2007). Attentional Strategy Moderates Effects of Pain Catastrophizing on Symptom-Specific Physiological Responses in Chronic Low Back Pain Patients. *Journal of Behavioural Medicine*, 30, pp. 221–231.
- Sander-Wint, S., D. Eshelman, J. Steele & C.E. Guzzetta (2002). Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. *Oncology Nursing Forum*, 29, pp. E8–E15.
- Sarig Bahat, H., P.L. Weiss, E. Sprecher, A. Krasovsky & Y. Laufer (2014). Do neck kinematics correlate with pain intensity, neck disability or with fear of motion? *Manual Therapy*, 19, pp. 252–258.
- Schneider, S.M. & M.L. Workman (1999). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving chemotherapy. *Cyberpsychology & Behavior*, 2, pp. 125–134.
- Steele, E., K. Grimmer, B. Thomas, B. Mulley, I. Fulton & H.G. Hoffman (2003). Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 6(6), pp. 633–638.
- Strand, L.I., Ljunggren, A.E., Bogen, B., Ask, T. & Johnsen, T.B. (2008). The Short-Form McGill Pain Questionnaire as an outcome measure: Test-retest reliability and responsiveness to change. *European Journal of Pain*, 12, 917–925.
- Sulea, C., A. Soomro, C. Boyd & B. Wiederhold (2014). Pain management in virtual reality: A comprehensive research chart. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 402–413.
- Sullivan, C., P.E. Schneider, R.J. Musselman, C.O. Dummett & D. Gardiner (2000). The effect of virtual reality during dental treatment on child anxiety and behavior. *Journal of Dentistry for Children*, pp. 193–196.
- Sylvestre, J.C. (2000). *A process-oriented approach to the study of coping by disengagement and distraction*. Unedited document. Guelph: University of Guelph.
- Triberti, S., C. Repetto & G. Riva (2014). Psychological factors influencing the effectiveness of virtual reality-based analgesia: A systematic review. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 335–345.

- Turk, D.C., D. Meichenbaum & M. Genest (1983). *Pain and behavioral medicine. A cognitive-behavioral perspective*. New York: The Guilford Press.
- Villemure, S. & C. Bushnell (2002). Cognitive modulation of pain: How do attention and emotion influence pain processing? *Pain*, 95, pp. 195–199.
- Wender, R., H.G. Hoffman, H.H. Hunner, E.J. Seiber, D.R. Patterson & S.R. Sharar (2009). Interactivity influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Journal of Cybertherapy & Rehabilitation*, 2, pp. 27–33.
- Wiederhold, B.K., K. Gao, C. Sulea & M.D. Wiederhold (2014). Virtual reality as a distraction technique in chronic pain patients. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 346–352.

Table 2.1: Illustration of the original experimental design for the first VR immersion

		Attentional focus	
		Away from nociceptive stimuli	Toward nociceptive stimuli
Cognitive load	High	More flies, foot in the visual field	More flies, hand in the visual field
	Low	Fewer flies, foot in the visual field	Fewer flies, hand in the visual field



Figure 2.1. A screenshot of the virtual apartment (A-left) and a person (B – image reproduced with permission by written informed consent) immersed in the virtual environment with her non-dominant arm in the cold pressor. Note the webcam providing a live video feed of the immersed hand.



Figure 2.2. Viewpoint of the participant immersed in VR, with the live video feed from the cold pressor overlaid on the virtual apartment and the visual target.

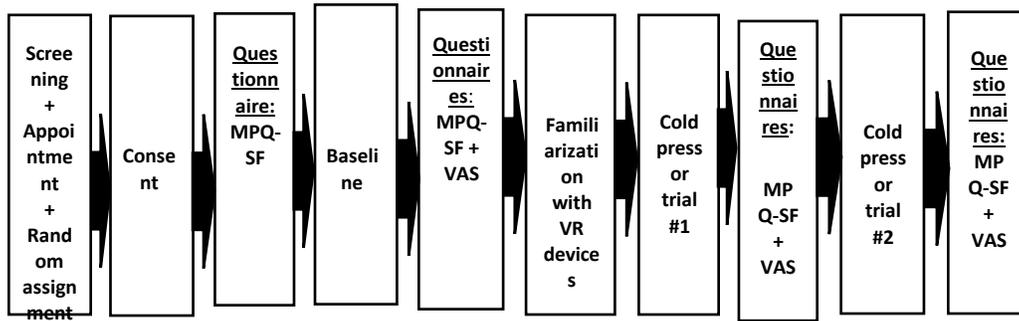


Figure 2.3. Flowchart of the procedure

Table 2.2: Mean (and standard deviation) for age, sex and baseline cold pressor test

	Age	Female (%)	Baseline cold pressor duration (in seconds)
Condition 1: High CL – FC (n=9)	28.67 (13.18)	44.4	35.50 (10.24)
Condition 2: Low CL – FC (n=8)	25.25 (10.33)	75	38.44 (17.85)
Condition 3: High CL – HC (n=7)	28.57 (10.6)	71.4	44.83 (26.57)
Condition 4: Low CL – HC (n=7)	20.86 (1.35)	71.4	37.71 (10.64)

Note. CL = Cognitive load, FC = video feed of the foot condition, HC = video feed of the hand condition.

Table 2.3. Mean (and standard deviation) for the pain variables in both immersions, with conditions presented in order of increase or decrease of cognitive load from the first to the second immersion in VR).

	VR Immersion 1	VR Immersion 2
Pain tolerance (duration of the cold pressor, in sec.)		
Increase CL (Low CL – FC to High CL – HC)	46.75 (27.23)	64.38 (37.28)
Increase CL (Low CL – HC to High CL – FC)	55.71 (29.51)	68.57 (33.16)
Decrease CL (High CL – FC to Low CL – FC)	48.67 (19.81)	53.22 (26.93)
Decrease CL (High CL – HC to Low CL – HC)	55.71 (31.95)	49.86 (29.88)
Pain intensity (VAS)		
Increase CL (Low CL – FC to High CL – HC)	63.5 (26.42)	71.13 (27.81)
Increase CL (Low CL – HC to High CL – FC)	75.0 (22.83)	77.43 (31.18)
Decrease CL (High CL – FC to Low CL – FC)	88.67 (16.2)	87.11 (19.89)
Decrease CL (High CL – HC to Low CL – HC)	84.0 (16.86)	83.57 (17.23)
Subjective pain (SF-MPQ)		
Increase CL (Low CL – FC to High CL – HC)	18.25 (15.19)	18.38 (16.18)
Increase CL (Low CL – HC to High CL – FC)	15.25 (6.26)	17.14 (9.97)
Decrease CL (High CL – FC to Low CL – FC)	13.89 (10.9)	17.33 (14.32)
Decrease CL (High CL – HC to Low CL – HC)	23.0 (15.06)	23.0 (16.92)

Note. CL = cognitive load, FC = video feed of the foot condition, HC = video feed of the hand condition; VAS = visual analog scale; SF-MPQ = Short form - McGill Pain Questionnaire

Table 2.4 F values and effect sizes for the repeated measures ANCOVAs.

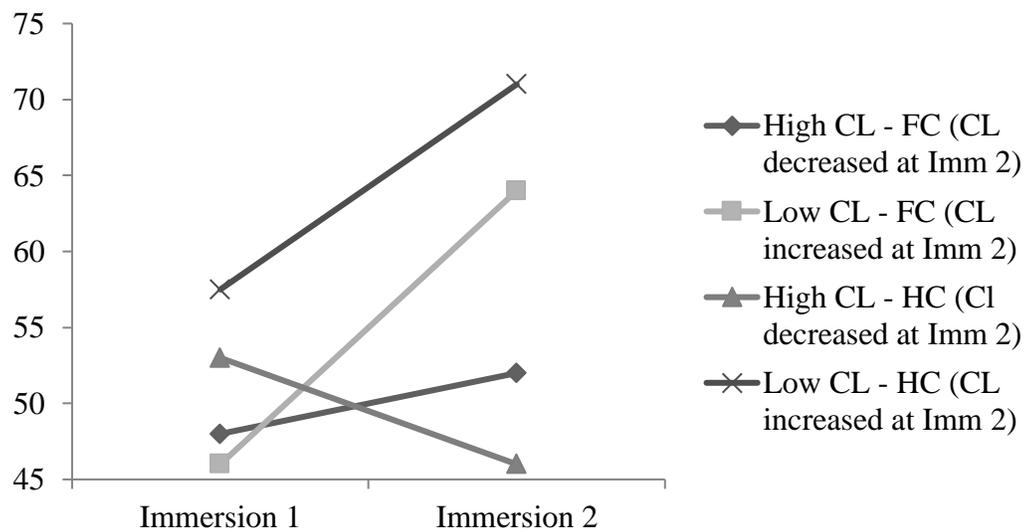
	F values tests for				Partial eta squared for the interaction
	Baseline (df=1)	Time (df=1)	Condition (df=3)	Interaction (df=3)	
Pain tolerance (cold pressor duration, in seconds)	28.32***	0.003	0.77	3.47*	0.29
Pain intensity (VAS)	25.74***	0.005	1.36	0.88	0.09
Subjective Pain (SF-MPQ)	62.18***	0.66	0.42	0.99	0.10

Note. \*  $p < 05$ , \*\*\*  $p < .001$ .

VAS = visual analog scale; SF-MPQ = Short form - McGill Pain Questionnaire	F values tests for				Partial eta squared for the interaction
	Baseline (df=1)	Time (df=1)	Condition (df=3)	Interaction (df=3)	
Pain tolerance (cold pressor duration, in seconds)	28.32***	0.003	0.77	3.47*	0.29
Pain intensity (VAS)	25.74***	0.005	1.36	0.88	0.09
Subjective Pain (SF-MPQ)	62.18***	0.66	0.42	0.99	0.10

Note. \*  $p < 05$ , \*\*\*  $p < .001$ .

VAS = visual analog scale; SF-MPQ = Short form - McGill Pain Questionnaire



Note: CL = cognitive load, FC = video feed of the foot condition, HC = video feed of the hand condition.

Figure 2.4. Visual illustration of the Time X Conditions interaction for pain tolerance (duration of the cold pressor, in seconds) during the first and the second immersion in virtual reality.

## CHAPITRE III

A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL OF THE USE OF VIRTUAL REALITY  
FOR NEEDLE-RELATED PROCEDURES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS  
IN THE EMERGENCY DEPARTMENT

Stéphanie Dumoulin,<sup>a,b</sup> Stéphane Bouchard,<sup>b,c,d,e</sup> Jacqueline Ellis,<sup>e</sup> Kim L. Lavoie,<sup>a,f</sup>  
Marie-Pier Vezina,<sup>a,c</sup> Priscilla Charbonneau,<sup>b,c</sup> Jessica Tardif,<sup>c</sup> Alain Hajjar,<sup>b,c</sup>

a Université du Québec à Montréal

b UQO (Université du Québec en Outaouais) Cyberpsychology Lab

c Université du Québec en Outaouais

d Centre Intégré de Santé et de Services Sociaux de l'Outaouais

e University of Ottawa

f Montreal Behavioral Medicine Center, Research Center, CIUSSS-NIM Hôpital du  
Sacré-Coeur de Montréal

Basé sur la version publiée de Dumoulin, S., Bouchard, S., Ellis, J., Lavoie, K.L., Vézina, MP., Charbonneau, P., et al. (2019). A randomized controlled trial of the use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the Emergency department. *Games for Health Journal: Research, Development and Clinical Applications*, 8 (4), 285-293.

## ABSTRACT

A large number of children report fear and distress when undergoing blood work and intravenous (IV) placement. In paediatric departments, Child Life interventions are considered to be the gold standard in non-medical pain management techniques. Virtual reality (VR) has also been identified as an effective tool for pain distraction in children undergoing painful medical procedures. The aim of this study was to document the efficacy of VR as a mode of distraction during a medical procedure compared to two comparison conditions: watching television (TV, minimal control condition) and distraction provided by the Child Life (CL, gold standard control condition) program. A total of 59 children aged 8-17 (35% female) were recruited through the emergency department of the Children's Hospital of Eastern Ontario and randomly assigned to one of the three conditions. The key outcome measures were Visual Analogue Scale ratings of pain intensity and fear of pain, administered prior to and right after the procedure. Patient satisfaction was also measured after the intervention. A significant reduction in fear of pain and pain intensity were reported in all three conditions. A larger and statistically significant reduction in fear of pain was observed among children who used VR distraction compared to the CL and TV conditions, but this effect was not observed for pain intensity. The children's satisfaction with the VR procedure was significantly higher than for TV and comparable to CL. The advantages of using VR in the emergency department to manage pain in children are discussed.

Keywords: pain, pain management, emergency department, children, IV, pain management, distraction

### 3.1 Introduction

In the last few years, researchers have found many ways to help young patients cope with painful and/or potentially frightening medical procedures (Powers, 1999; Thrane, 2013; Varni, Blount, Waldron & Smith, 1995). Many strategies—most of them focusing on distraction—were studied: music (Arts et al., 1994; Klassen, Liang, Tjosvold, Klassen & Hartling, 2008; Nguyen, Nilsson, Hellstrom & Bengtson, 2010), relaxation and biofeedback (McKenna, Gallagher, Forbes & Ibeziako, 2015), guided imagery (Dobson & Byrne, 2014), massage (Post-White, Fitzgerald, Savik, Hooke, Hannahan & Spencer, 2009), breathing techniques (Pederson, 1996), and cognitive-behavioural therapies (Elliott & Olsen, 1983; Jay, Elliott, Ozolins, Olson & Pruitt, 1985; Manne, Redd, Jacobsen, Gorfinkle, Schorr & Rapkin, 1990; McGrath, 1990). One of the conclusions that can be drawn from studies on non-pharmacological pain and distress management methods is that no single treatment of choice can be identified for children's procedural distress and pain, although turning the child's attention away from the painful stimuli seems to be a key component (Cohen, Blount, Cohen, Schaeen & Zaff, 1999). Virtual reality (VR) has also been identified as an effective tool for pain distraction in children undergoing painful medical procedures for burn treatment (Das, Grimmer, Sparnon, McRae & Thomas, 2005; Hoffman, Doctor, Patterson, Carrougner & Furness, 2000; Mott, Bucolo, Cuttle, Mill, Hilder, Miller & Kimble, 2007), dental procedures (Sullivan, Schneider, Musselman, Dummett & Gardiner, 2000), IV placement (Gold, Kim, Kant, Joseph & Rizzo, 2006), port access (Gershon, Zimand,

Lemos, Rothbaum & Hodges, 2003; Gershon, Zimand, Pickering, Rothbaum & Hodges, 2004), lumbar punctures (Sander-Wint, Eshelman, Steele & Guzzetta, 2002), physical therapy (Steele, Grimmer, Thomas, Mulley, Fulton et al., 2003), etc.

Researchers seem to agree that children who use distraction report less pain (Manne, Bakeman, Jacobsen, Gorfinkle & Redd, 1994; Vessey, Carlson & McGill, 1994) and display less behavioural distress (Manne et al., 1994) during painful procedures. Distraction, considered an active form of coping, involves a process by which an individual diverts his attention away from nociceptive stimuli towards any strategy intended to block awareness of the stimuli or its effects (Davis, Vasterling, Bransfield & Burish, 1987; Hines & Martin, 1988; McCaul & Malott, 1987; Sylvestre, 2000) with the aim of better coping with the pain (McCaffrey, 1990). Indeed, it allows the individual to engage actively in a task or a cognitive and/or behavioural activity. An effective distractor should stimulate the senses, be developmentally appropriate and highly engaging, considering the cognitive load needed to fully capture the attention of a child (Blount, Schaen & Cohen, 1999; Cavender et al., 2004; Dumoulin, Bouchard, Loranger, Quintana, Gougeon & Lavoie, in preparation; Vessey et al., 1994). The visual distraction created using a headset that screens out external stimuli and provides visual stimuli combined with an audio feed seems to be more distractive than the use of visual stimuli only (Lee, Chan, Wong, Fung, Li et al., 2004). Malloy and Milling (2010) also suggested that the use of more sophisticated VR technology allowing for full immersion of an individual in the virtual environment was associated with greater pain management.

VR is a relatively new technology that allows patients to immerse themselves in a 3D generated world. It can be defined as the use of computer and behavioural interfaces to simulate the behaviour of 3D entities that interact in real time with each other and with a user immersed via sensorimotor channels (Fuch, Moreau & Guitton, 2011). The immersion creates the illusion that the user has left the physical environment and is now “present” in the virtual environment (Sadowski & Stanney, 2002). According to Hies and Martin (1988) and Sylvestre (2000), VR meets the necessary criteria to be qualified as a distractor (Schneider & Workman, 1999). Indeed, it has the capacity to divert attention away from a potentially harmful stimulus towards a neutral or pleasant stimulus. It makes it possible to feel a sensory experience of stimuli corresponding to a visual image (Schneider, 1998). It offers the advantage of distracting the individual from the objective world and does not require previous training (Schneider, 1998). The efficacy of the method may be due to its immersive nature and the large amount of attentional resources it solicits. Also, using a head-mounted display (HMD) blocks the individual’s view of the physical environment and relies on multisensory resources to provide visual, auditory, and sometimes tactile stimulation.

Distraction as a coping mechanism for pain and distress is already used in many children’s hospital settings. For example, Child Life specialists are professionals with a background in child development and family systems who help children and their families cope with hospitalization and the associated challenges. Their work is based on a current empirical literature review related to psychology, medicine, psychiatry, sociology, nursing, and education (Child Life Council, 2013a, 2013b). Their role, using

evidence-based practice, is to promote effective coping through child-centered interventions (e.g., play, preparation, education, etc.) and to provide support, information, and guidance to parents (American Academy of Pediatrics, 2014; Child Life Council, 2013c). They work with parents and other healthcare professionals to meet the distinct needs of children in managing the effects of stress and trauma. They assess and prepare children and their families for various medical procedures. The Child Life program, present in more than 400 children's hospitals in North America (AAP, 2014), is currently considered to be among the gold standard in non-medical pain management techniques.

The purpose of this study was to test the efficacy of and satisfaction with the use of VR as a pain distraction technique for paediatric IV placement and venipuncture in the ED compared to watching TV or distraction provided by the Child Life program. We hypothesized that participants in the VR condition and in the standard distraction Child Life condition (CL) will experience less fear of pain and pain intensity during the procedure than participants in the minimal distraction condition (TV).

## 3.2 Method

### 3.2.1 Participants

Fifty-nine children and adolescents and their families (38 boys, 21 girls), aged between 8 and 17 years old, with a mean age of 13.37 (SD = 2.94), were recruited from the ED at the Children's Hospital of Eastern Ontario (CHEO). Eligible volunteers were

awaiting needle-related procedures (blood work, IV placement, or both) for a pending or known diagnostic. Patient demographic data and medical procedures are presented in Table 3.1. Most of them (68.4%) had undergone at least one needle-related procedure in the past. Children with cognitive impairment, who did not have a good command of English or French, who suffered from epilepsy or migraine or who were vomiting at the time of the procedure were not referred by nurses or physicians.

### 3.2.2 Procedure

Parents and children were approached by the Child Life specialist to assess their interest in taking part in the study after the doctor in the ED had ordered either blood work or an IV placement, or both. Interested families met with a trained research assistant who told them about the study, the three conditions and reviewed the informed assent/consent forms (Annexe F). Following their assent/consent, children and their parents completed self-reported measures (Annexe G). To minimize the impact of the project on the flow of patients in the ED, the number of measures was kept to a minimum and participants were excluded if medical procedures lasted more than 15 minutes. Children were randomly assigned to one of three conditions: minimal distraction condition (TV,  $n = 24$ ), standard care condition (CL,  $n = 15$ ), or a VR condition (VR,  $n = 20$ ). All of the children had the option to use anaesthetic cream or Paineze spray. Random assignments were generated with a random numbers table prior to recruitment by the researcher. Assignments were concealed until the participant was

brought to the experimenter; given the active nature of the interventions, neither the participant nor the experimenter were blind to group assignment.

The baseline measures, administered by a research assistant, approximately 15 minutes before the procedure, included Visual Analog Scales (VASs) (0-100), to assess baseline pain intensity (How much pain do you feel right now?) and anticipatory anxiety (How scared do you feel right now?) about the procedure. Finally, the same VASs were used at the end of the experiment to assess procedural pain and fear of pain and satisfaction questionnaires (parent and child) (Annexe H) to determine overall satisfaction with the distraction technique.

### 3.2.3 Interventions

The VR intervention consisted of an immersive game developed by the UQO Cyberpsychology Lab (Dumoulin, Bouchard, Dion-Marcoux, Hébert, Beaudoin, Gagnon, & Lavoie, 2011). The game was displayed using a PC running on Windows XP and a Vuzix Wrap 920 HMD. The VR game was steered by a wireless mouse. The virtual environment featured a two-bedroom apartment with a kitchen, living room and bathroom. The children donned the VR glasses and were asked by the research assistant to explore the environment and then to shoot the flies flying around the apartment. Each fly was worth one point. The virtual environment was designed to be an effective distractor that stimulates the senses and highly engaging considering the cognitive load needed to fully take the attention away, with the ability to divert the attention of the

child in an easy-to-use format (Cavender et al., 2004; Dumoulin et al., in preparation; Vessey et al., 1994).

As for the other conditions, watching TV was defined as the minimal distraction used in the ED. Children assigned to this condition were provided with a portable DVD player and a video of their choice (Looney Tunes or Animal Planet's Funniest Animals), and invited by the research assistant to watch the video. There was no significant difference in the video chosen by the participant ( $F(2,17) = .42$ , ns,  $\eta^2 = .05$  for fear of pain and  $1.28$ , ns,  $\eta^2 = .14$ , for pain intensity). The standard care condition (CL) was the Child Life program intervention, which were already in place at the hospital and administered by licenced Child Life specialist. As indicated previously, Child Life specialists help children manage distress induced by painful procedures and understand what is going on. They use child-centered interventions and pain techniques to work with the patient and family members to help them cope with medical procedures, such as preselected age-appropriate distractions (Bandstra, et al., 2008). To standardize our procedure, the Child Life specialists offered three pre-selected activities, based on behavioral distraction, which is one of their main behavioral strategies (Bandstra et al., 2008): non-procedural talk (i.e., conversation about a subject other than the procedure), I-Spy books (i.e., books published by Scholastic where riddles send children searching through photographs to find hidden objects) or 20 questions ball (i.e., an interactive electronic toy ball called 20Q that prompt children to answer a series of questions).

### 3.3 Results

One-way analyses of variance (ANOVAs) revealed no significant differences between the three groups in terms of participant age, sex, ease of procedure, use of topical anaesthetic, and results on baseline measures (Table 3.1).

Repeated measures ANOVAs were conducted with the two VAS measures of fear of pain and pain intensity (see Table 3.2). As illustrated in Table 3.2 and Figures 3.1 and 3.2, all three interventions were associated with a significant reduction in fear of pain and pain intensity. For fear of pain, the Condition by Time interaction was significant, leading to the application of two planned a priori contrasts: comparing VR to the two comparison conditions, and comparing VR to the TV condition. The repeated interaction contrast between VR and paired comparison conditions was statistically significant ( $t = 2.07, p < .05$ ), as was the comparison between the analgesic impact of VR and TV ( $t = 2.77, p < .001$ ). The interaction was not significant for the pain intensity ratings. Analyses addressing the use of topical anesthetics or sex (by including it as a covariable or as a main effect), or age (by including it as a covariable) did not reveal any differential impact on the above results.

Satisfaction measures completed by the children and parents are reported in Table 3.3. The ANOVA comparing the three conditions showed a significant difference in satisfaction in the children's ratings [ $F_{(2,59)} = 6.01, p < .01$ ] but not in the parent's ratings [ $F_{(2,50)} = 2.68, p = .08$ ]. A post hoc Tuckey test revealed the children's

satisfaction was significantly higher at  $p < .05$  for both VR and CL compared to TV. The difference between VR and CL was not significant.

### 3.4 Discussion

The aim of this study was to test the efficacy of and satisfaction with the use of VR as a pain distraction for paediatric IV placement and venipuncture in the ED relative to CL (standard distraction) or TV (minimal distraction). We hypothesized that the participants in the VR condition and in the standard care condition (CL) would experience less fear and pain intensity than the participants in the minimal distraction condition (TV). Our hypothesis was partially confirmed.

Our results showed that VR distraction was more effective for reducing distress than the TV condition. Previous studies in other pediatric settings (Gershon, Zimand, Pickering, Rothbaum & Hodges, 2004; Gold, Kim, Kan, Joseph & Rizzo, 2006; Wolitzky, Fivush, Zimand, Hodges & Rothbaum, 2005) also revealed significant differences for pain and distress measures, especially when using a HMD. These results are consistent with the study of Lange, Williams and Fulton (2006) suggesting that VR can be used in the ED for fracture care, venipuncture, and wound care. Their results showed that children found the use of VR enjoyable and interesting, but no significant difference between the control condition (TV) and the VR condition was observed.

The results showed that not only was VR an effective way to distract children during medical procedures, participants in the VR condition experienced significantly less fear of pain during the procedures than both conditions (CL and TV). However, although an effect was found on the measure of fear of pain, favouring VR, no significant difference was found in the pain intensity ratings. There are a number of likely explanations for the non-significant difference in pain reduction during the TV condition. First, the majority of participants (75-87% in each condition) applied a topical anaesthetic prior to the blood-related procedure, which may have contributed to the low scores on pain intensity. Agarwal and his colleagues (2017) compared a topical anesthetic (EMLA ©) to a combination of audiovisual distraction and EMLA © during a needle insertion. Their results suggested that the combination of distraction and EMLA © was superior to the use of EMLA © alone. However, these procedures might be considered more fear-inducing than painful. Fear of pain (or anxiety related to pain) might increase subjective pain (Janssen & Arntz, 1996), and its effects seem mediated by focus of attention (Arntz & de Jong, 1993; Arntz, Dreessen & de Jong, 1994; Arntz, Dreessen & Merckelbach, 1991). Diverting attention away from pain leads to lower pain ratings. Janssen and Arntz (1996) suggest that anxiety related to pain will lead to the allocation of attention to nociceptive stimuli, which will increase subjective pain, while the presence of other distracting objects will decrease pain by diverting attention away from the painful stimulus. Another study (Cohen, Blount, Jansevics-Cohen, Schaen & Zaff, 1999) revealed that children more engaged in the distraction condition

(vs. topical anaesthetic) displayed fewer distress behaviors. Future studies could target more painful procedures such as wound care (sutures) or fracture care.

Another explanation for why our hypotheses were only partially confirmed is that our cognitive load might not have been sufficient. Designing an effective virtual environment was a challenging task. It had to be attention-grabbing and engaging for participants, simple enough for younger children, enjoyable for older children, with as few sex, cultural and ethnical biases as possible. It also had to be adequate for use in the ER setting of a pediatric hospital, and feasible given the limited funds available. A decision was made to develop an application where children would shoot at flies, inspired by the work of Hofmann and others (Dahlquist, McKenna, Jones, Dillinger, Weiss & Sonntag, 2007; Nilsson, Finnström, Kokinsky & Enskär, 2009; Wender, Hoffman, Hunner, Seibel, Patterson & Sharar, 2009) who showed that interactive distraction is important to increase the analgesic effectiveness of VR. It is possible that our environment, even though it was built to be as interactive as possible, wasn't as attention-grabbing as we would have expected. Given the wide age range of our participants, the distraction tasks might not have been optimal at different age ranges, although the analyses controlling for this factor were not significant. Indeed, some of the younger children in our study (age 7-10) found it difficult to use the wireless mouse and therefore, might have been less engaged in the distraction. Older ones might have found the task too easy and less engaging than other computer games they play at home or on mobile devices. We do not have sufficient sample size to conduct meaningful age-based analyses, which should be the focus of future studies.

### 3.5 Limitations and strengths

There are several other limitations of this study that need to be taken into consideration. First, since the ED was an uncontrolled environment with restrictions (i.e., emergencies, blood, microbes, procedures longer than expected, etc.), we found that using the VR equipment was sometimes difficult. The time needed to prepare the virtual environment, the kart required to store and transport the equipment, and the medical staff's lack of training might all be obstacles in the future. Since we experimented in a "natural" setting, we also had to conduct the study with the staff already in place. Most experimental studies have a «no care» control condition. In our setting, the Child Life specialists were already active in the ED helping children cope with pain and distress. In their intervention kit, they currently use TV as a distractor during painful medical procedures. That is why we chose to compare both the TV condition and the standard care condition (CL) to VR, which was completely new. For future intervention purposes, adding VR to the Child Life set of tools might be an efficient use of two effective distractors. Second, because of the consent form, all participants were aware of the existence of the other two conditions. When they were randomly assigned to one of the three, they might have had preferences that could have induced negative biases that influenced pain ratings. To avoid such limitations, further studies should limit the use of anaesthetic cream or Paineze spray, restrict age range, ensure the task is age-appropriate and measure treatment preference (and if it is not possible, blind them to the other groups).

### 3.6 Conclusion

In conclusion, these results demonstrate the potential benefits of VR in paediatric ED's and suggest its ability to reduce aversion to painful or fearful needle-related procedures. VR as an adjunctive treatment for painful procedures may be effective coping strategy, as it diverts children's attention away from the sensations or emotional responses to the painful stimuli. As suggested by McCaul and Malott (1984), the efforts put toward a task can consume children's attention and therefore eliminate the possibility of attending to painful stimulation. Literature reviews regarding the use of VR for pain distraction during medical interventions (Dumoulin, Bouchard & Rivard, 2008; Gold, Kant, Kim & Rizzo, 2005; Malloy & Milling, 2010) showed the effectiveness of VR for pain management. Promising studies with larger and more diverse samples and including both child and adult populations are still needed to fully understand the implications of VR in pain management.

### Acknowledgments

The authors wish to thank Christine Beaudoin, Youna Dion-Marcoux, Christine Gagnon, Karen Gobeil, Vickie Hebert and Pamela Quintana for their excellent technical assistance; Christina Van der Ploeg, Lisa O'Kane and Nora Ulyott of Child Life for their assistance, support and help during the study; Debbie Voskamp; the staff (nurses and doctors) in the emergency department at CHEO for their help and patience;

as well as the IT team of the UQO Cyberpsychology Lab for their help with the development of the environment.

## REFERENCES

- Agarwal, N., Dhawan, J., Kumar, D., Anand, A., & Tangri, K. (2017). Effectiveness of two topical anesthetic agents used along with audio visual aids in paediatric dental patients. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, *11*(1), 80-83.
- American Academy of Pediatrics (2014). Child Life services. *Pediatrics*, *133*, 1471-1478.
- Arntz, A., & de Jong, P. (1993). Anxiety, attention and pain. *Journal of Psychosomatic Research*, *37*, 423-432.
- Arntz, A., Dreessen, L., & de Jong, P. (1994). The influence of anxiety on pain: Attentional and attributional mediators. *Pain*, *56*, 307-314.
- Arntz, A., Dreessen, L., & Merckelbach, H. (1991). Attention, not anxiety, influences pain. *Behavior Research and Therapy*, *29*, 41-50.
- Arts, S.E., Abu-Saad, H.H., Champion, G.D., Crawford, M.R., Juniper, K.H., Ziegler, J.B., & Fisher, R.J. (1994). Age-related response to lidocaine-prilocaine (EMLA) emulsion and effect of music distraction on the pain of intravenous cannulation. *Pediatrics*, *93*.
- Bandstra, N.F., Skinner, L., LeBlanc, C., Chambers, C.T., Hollon, E.C., Brennan, D., & Beaver, C. (2008). The role of Child Life in pediatric pain management: A survey of Child Life specialists. *The Journal of Pain*, *9*, 320-329.
- Blount, R.L., Schaen, E.R., & Cohen, L.L. (1999). Commentary: Current status and future directions in acute pediatric pain assessment and treatment. *Journal of Pediatric Psychology*, *24*(2), 150-152.
- Cavender, K., Goff, M.D., Hollon, E.C., & Guzzetta, C.E. (2004). Parents' positioning and distracting children during venipuncture. *Journal of Holistic Nursing*, *22*, 32-56.
- Child Life Council (2013a). Child Life Council Evidence-Based Practice Statement. Preparing Children and Adolescents for Medical Procedures. Retrieved from <https://www.childlife.org/files/EBPPreparationStatement-Complete.pdf>
- Child Life Council (2013b). Child Life Evidence-Based Practice Statement. Child Life assessment: Variables Associated with a child's ability to cope with

hospitalization. Retrieved from  
<https://www.childlife.org/files/EBPAssessmentStatement-Complete.pdf>

- Child Life Council (2013c). Standards of clinical practice. Retrieved from  
<https://www.childlife.org/files/StandardsofClinicalPractice.pdf>
- Cohen, L.L., Blount, R.L., Cohen, R.J., Schaen, E.R., & Zaff, J.F. (1999). Comparative study of distraction versus topical anaesthesia for pediatric pain management during immunizations. *Health Psychology, 18* (6), 591-598.
- Dahlquist, L.M., McKenna, K.D., Jones, K.K., Dillinger, L., Weiss, K.E., & Sonntag, C. (2007). Active and passive distraction using a head-mounted display helmet: Effects on cold pressor pain in children. *Health Psychology, 26*, 794-801.
- Das, D.A., Grimmer, K.A., Sparnon, A.L., McRae, S.E., & Thomas, B.H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics, 5*, 1-10.
- Davis, M., Vasterling, J., Bransfield, D., & Burish, T.G. (1987). Behavioral interventions in coping with cancer-related pain. *British Journal of Guidance and Counseling, 15*, 17-29.
- Dobson, C.E. & Byrne, M.W. (2014). Using guided imagery to manage pain in young children with sickle cell disease. *American Journal of Nursing, 114*, 26-36.
- Dumoulin, S., Bouchard, S., Dion-Marcoux, Y., Hébert, V., Beaudoin, C., Gagnon, C., & Lavoie, K.L. (2013). A randomized controlled trial about the use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department. Poster presentation at the 47<sup>th</sup> Annual Convention of the Association for Behavioral and Cognitive Therapy (ABCT), Nashville (TN), November 21-24<sup>th</sup>.
- Dumoulin, S., Bouchard, S., Loranger, C., Quintana, P., Gougeon, V., & Lavoie, K.L. (submitted). Are cognitive load and focus of attention differentially involved in pain management: An experimental study using a cold-pressor test and virtual reality.
- Dumoulin, S., Bouchard, S., & Rivard, V. (2007). La réalité virtuelle est-elle un moyen efficace de gérer la douleur aiguë ? *Revue Québécoise de Psychologie, 28*, 65-91.

- Elliott, C.H., & Olson, R.A. (1983). The management of children's distress in response to painful medical treatment for burn injuries. *Behavioral Research and Therapy*, 21, 675-683.
- Fuch P, Moreau G, Guitton P. *Virtual reality: Concepts and technologies*. New York: CRC Press (2011).
- Gershon, J., Zimand, E., Lemos, R., Rothbaum, B.O., & Hodges, L. (2003). Use of virtual reality as distractor for painful procedures in a patient with pediatric cancer: A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 6, 657-661.
- Gershon, J., Zimand, E., Pickering, M., Rothbaum, B.O. & Hodges, L. (2004). A pilot study of virtual reality as a distraction for children with cancer. *Journal of the American Academy of Child et Adolescent Psychiatry*, 43(10), 1243-1249.
- Gold, J.I., Kant, A.J., Kim, S.H., & Rizzo, A.S. (2005). Virtual anesthesia: The use of virtual reality for pain distraction during acute medical interventions. *Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain*, 24, 203-210.
- Gold, J.I., Kim, S.H., Kant, A.J., Joseph, M.H., & Rizzo, A. (2006). Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during IV placement. *Cyberpsychology & Behavior*, 9, 207-212.
- Goodenough, B., Kampel, L., Champion, G.D., Laubreaux, L., Nicholas, J.B., Ziegler, J.B., et al. (1997). An investigation of the placebo effect and age-related factors in the report of needle pain from venipuncture in children. *Pain*, 72, 383-391.
- Hines, P.S., & Martin, J. (1988). Hopefulness and the self-sustaining process in adolescents with cancer. *Nursing Research*, 37, 336-340.
- Hoffman, H.G., Doctor, J.N., Patterson, D.R., Carrougner, G.J., & Furness, T.A. III (2000). Use of virtual reality for adjunctive treatment of adolescent burn pain during wound care: A case report. *Pain*, 85, 305-309.
- Janssen, S.A., & Arntz, A. (1996). Anxiety and pain: Attentional and endorphinergic influences. *Pain*, 66, 145-150.
- Jay, S.M., Elliott, C.H., Ozolins, M., Olson, R.A., & Pruitt, S.D. (1985). Behavioral management of children's distress during painful medical procedures. *Behavioral Research and Therapy*, 23, 513-520.
- Klassen, J.A., Liang, Y., Tjosvold, L., Klassen, T.P., & Hartling, L. (2008). Music for

- pain and anxiety in children undergoing medical procedures: A systematic review of randomized controlled trials. *Ambulatory Pediatrics*, 8, 117-128.
- Lange, B., Williams, M., & Fulton, I. (2006). Virtual reality distraction during pediatric medical procedures. *Pediatric Pain Letter*, 8.
- Lee, D.W., Chan, A.C., Wong, S.K., Fung, T.M., Li, A.C., Chan, S.K., et al. (2004). Can visual distraction decrease the dose of patient-controlled sedation required during colonoscopy? A prospective randomized controlled trial. *Endoscopy*, 36, 197-201.
- Malloy, K.M., & Milling, L.S. (2010). The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: A systematic review. *Clinical Psychology Review*, 30, 1011-1018.
- Manne, S.L., Bakeman, R., Jacobsen, P.B., Gorfinkle, K., & Redd, W.H. (1994). An analysis of a behavioral intervention for children undergoing venipuncture. *Health Psychology*, 13, 556-566.
- Manne, S.L., Redd, W.H., Jacobsen, P.B., Gorfinkle, K., Schorr, O., & Rapkin, B. (1990). Behavioral intervention to reduce child and parent distress during venipuncture. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 58, 565-572.
- McCaffrey, M. (1990). Nursing approaches to non-pharmacological pain control. *International Journal of Nursing Studies*, 27, 1-5.
- McCaul, K.D., & Malott, J.M. (1987). Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin*, 95, 516-533
- McGrath, P.A. (1990). *Pain in children: Nature, assessment and treatment*. New York: Guilford Press.
- McGrath, P.J., Hsu, E., Cappelli, M., Luke, B., Goodman, J.T., & Dunn-Geier, J. (1990). Pain from pediatric cancer: A survey of an outpatient oncology clinic. *Journal of Psychosocial Oncology*, 8, 109-124.
- McKenna, K., Gallagher, K.A.S., Forbes, P.W., & Ibeziako, P. (2015). Ready, set, relax: Biofeedback-assisted relaxation training (BART) in a pediatric psychiatry consultation service. *Psychosomatics*, 56, 381-389.
- Mott, J., Bucolo, S., Cuttle, L., Mill, J., Hilder, M., Miller, K., & Kimble, R.M. (2008). The efficacy of an augmented virtual reality system to alleviate pain in

- children undergoing burns dressing changes: A randomised controlled trial. *Burns*, 34, 803-808.
- Nilsson, S., Finnström, B., Kokinsky, E., & Enskär, K. (2009). The use of virtual reality for needle-related procedural pain and distress in children and adolescents in a paediatric oncology unit. *European Journal of Oncology Nursing*, 13, 102-109.
- Nguyen, T.N., Nilsson, S., Hellstrom, A.L., & Bengtson, A. (2010). Music therapy to reduce pain and anxiety in children with cancer undergoing lumbar puncture: A randomized clinical trial. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 27, 146-155.
- Pederson, C. (1996). Promoting parental use of nonpharmacologic techniques with children during lumbar punctures. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 13, 21-30.
- Post-White, J., Fitzgerald, M., Savik, K., Hooke, M.C., Hannahan, A.B., Sencer, S.F. (2009). Massage therapy for children with cancer. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 26, 7-15.
- Powers, S.W. (1999). Empirically supported treatments in pediatric psychology: Procedure-related pain. *Journal of Pediatric Psychology*, 24, 131-135.
- Sadowski, W., & Stanney, K.M. (2002). Presence in virtual environments. In K. M. Stanney (Eds.). *Handbook of virtual environments : Design, implementation and applications* (pp. 791-806). Mahwah : IEA.
- Sander-Wint, S., Eshelman, D., Steele, J. et Guzzetta, C. E. (2002). Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. *Oncology Nursing Forum*, 29(1), E8-E15.
- Schneider, S.M. (1998). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving cancer chemotherapy. Document inédit. Cleveland, OH: Case Western Reserve University.
- Schneider, S.M., & Workman, M.L. (1999). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving chemotherapy. *Cyberpsychology & Behavior*, 2, 125-134.
- Steele, E., Grimmer, K., Thomas, B., Mulley, B., Fulton, I. et Hoffman, H. G. (2003). Virtual reality as a pediatric pain modulation technique : A case study. *Cyberpsychology and Behavior*, 6(6), 633-638.

- Sullivan, C., Schneider, P.E., Musselman, R.J., Dummett, C.O., & Gardiner, D. (2000). The effect of virtual reality during dental treatment on child anxiety and behavior. *Journal of dentistry for children*, 193-196.
- Sylvestre, J.C. (2000). A process-oriented approach to the study of coping by disengagement and distraction. Document inédit. Guelph: University of Guelph.
- Thrane, S. (2014). Effectiveness of integrative modalities for pain and anxiety in children and adolescents with cancer: A systematic review. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 30, 320-332.
- Varni, J.W., Blount, R.L., Waldron, S.A., & Smith, A.J. (1995). Management of pain and distress. In M.C. Roberts (Ed.), *Handbook of Pediatric Psychology* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 105-123). New York: Guilford Press.
- Vessey, J.A., Carlson, K.L., & McGill, J. (1994). Use of a distraction with children during an acute pain experience. *Nursing Research*, 43, 369-372.
- Wender, R., Hoffman, H.G., Hunner, H.H., Seibel, E.J., Patterson, D.R., & Sharar, S.R. (2009). Interactivity influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Journal of Cybertherapy & Rehabilitation*, 2, 27-33.
- Wolitzky, K., Fivush, R., Zimand, E., Hodges, L., & Rothbaum, B.O. (2005). Effectiveness of virtual reality distraction during a painful medical procedure in pediatric oncology patients. *Psychology and Health*, 20, 817-824.

Table 3.1. Description of the children recruited in the emergency department and randomly assigned to one of three modes of distraction

	Minimal distraction (TV) (n = 24)	Standard Care (CL) (n = 15)	Virtual Reality (VR) (n = 20)
Sex			
Male	15 (62.5%)	9 (60%)	14 (70%)
Female	9 (37.5%)	6 (40%)	6 (30%)
Age	12.65 (sd = 3.33)	13.81 (sd = 2.43)	13.85 (sd = 2.80)
Procedure			
Venipuncture	8 (33.33 %)	6 (40%)	11(55%)
IV placement	12 (50%)	7 (46.67%)	6 (30%)
Both procedures	4 (16.67%)	2 (13.33%)	3 (15%)
Use of topical anaesthesia			
Yes	21 (87.5%)	12 (80%)	15 (75%)

Note: TV = watching television, CL = Child Life interventions, VR = immersion in virtual reality.

Table 3.2. Effect of the three modes of distraction on visual analogue scales in children receiving venipuncture and IV placement

	Mean (sd)			Repeated ANOVA		
	Pre	Post	Change (pre-post)	Time F	Condition F	Interaction F
<b>Fear of pain (measure)</b>						
Minimal distraction (TV)	33.21 (27.24)	35.42 (35.93)	-2.2 (24.13)	7.27***	.31	3.97*
Standard Care (CL)	39.0 (34.34)	29.33 (34.48)	9.67 (23.93)			
Virtual Reality (VR)	36.5 (27.68)	19.75 (21.18)	(16.75 (19.35)			
<b>Pain intensity (measure)</b>						
Minimal distraction (TV)	41.65 (32.57)	35.43 (32.65)	6.21 (49.67)	6.05*	2.4	1.21
Standard Care (CL)	49.67 (25.74)	25.33 (25.25)	24.33 (29.45)			
Virtual Reality (VR)	28.75 (29.69)	21.75 (20.92)	7.0 (26.72)			

Note: TV = watching television, CL = Child Life interventions, VR = immersion in virtual reality, \*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ .

Table 3.3. Children's and parents' satisfaction with the three distraction methods for pain management in the emergency department

	Minimal distraction (TV) (n = 24)	Standard Care (CL) (n = 15)	Virtual Reality (VR) (n = 20)
Children	40.88 (sd = 22.2, Range: 31.5 – 50.3)	59.31 (sd = 18.29, Range: 49.6 – 69.01)	59.31 (sd = 14.36, Range: 50.3 – 63.7)
Parents	20.37 (sd = 10.35, Range: 15.4 – 25.4)	27.07 (sd = 9.94, Range: 21.3 – 32.8)	27.83 (sd = 11.52, Range: 22.1 – 33.6)

Note: TV = watching television, CL = Child Life interventions, VR = immersion in virtual reality.

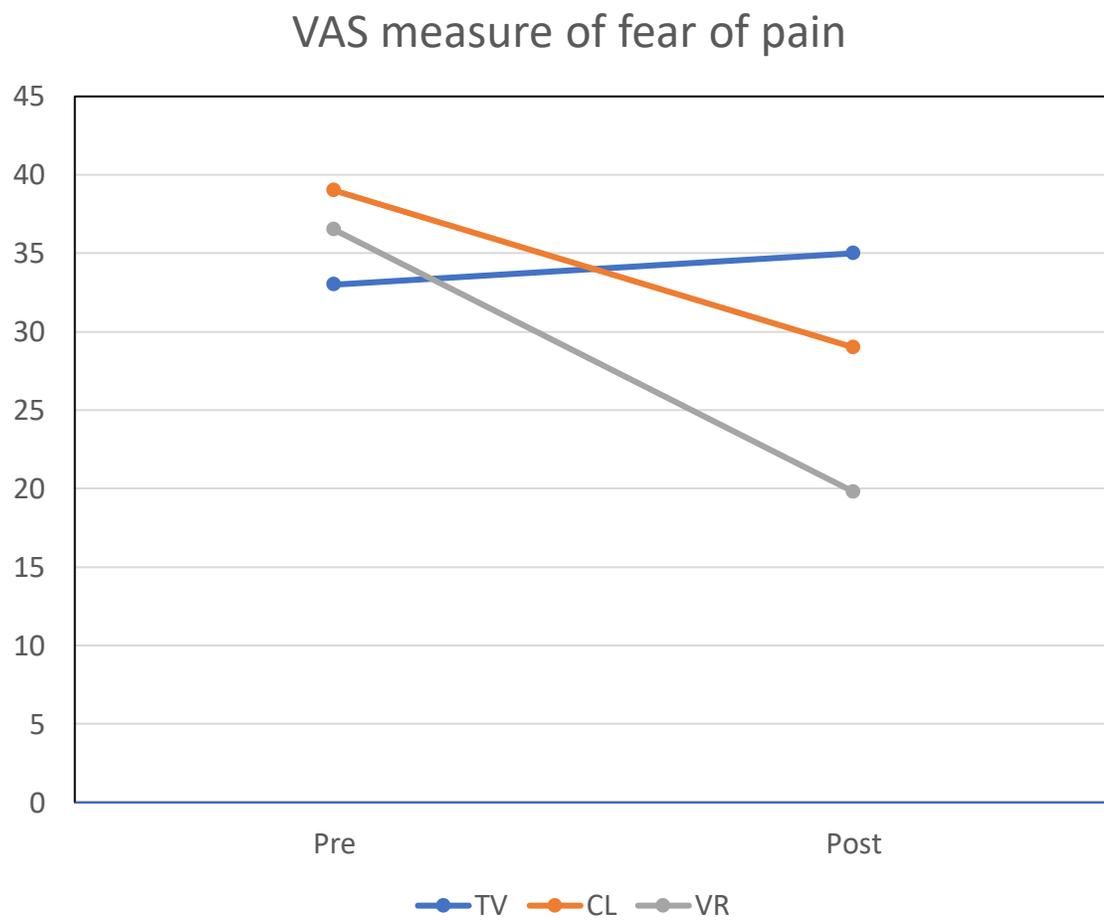


Figure 3.1. Illustration of the differential impact of the distractors on fear of pain

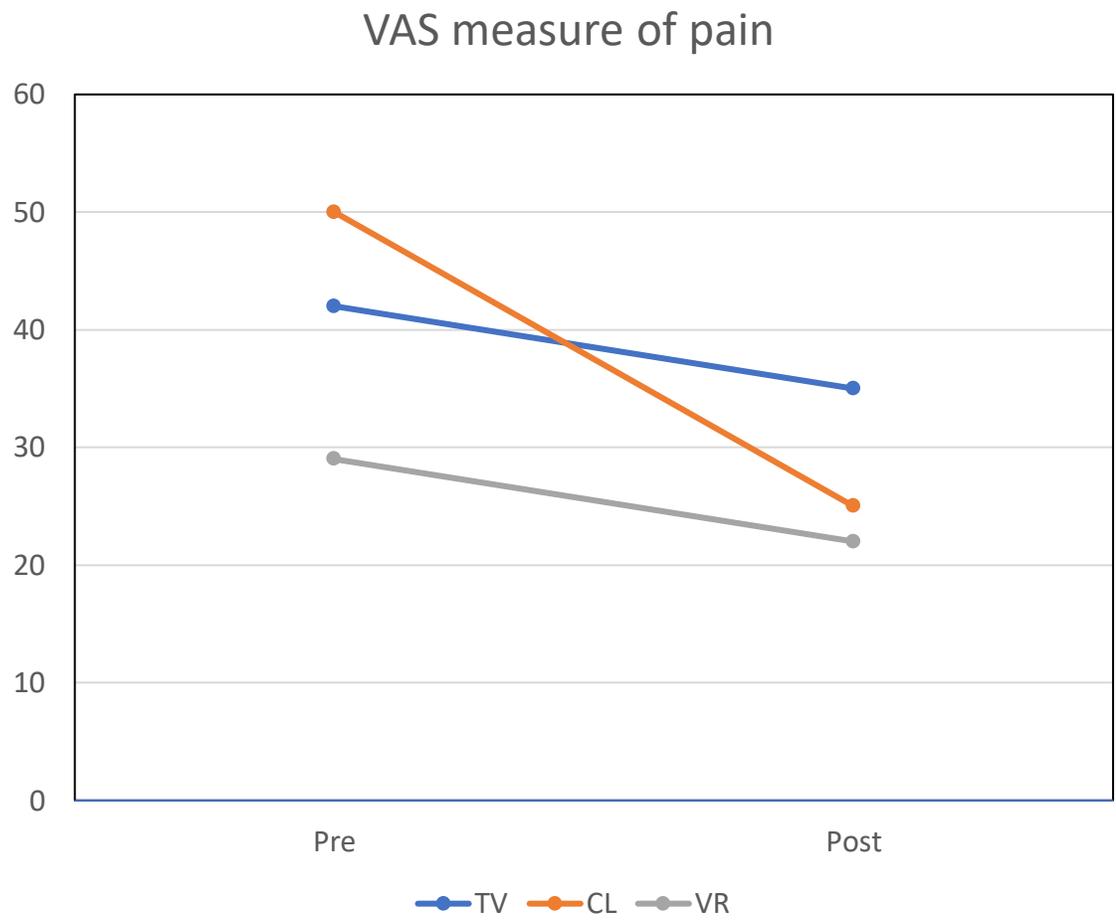


Figure 3.2. Illustration of the differential impact of the distractors on pain

## CHAPITRE IV

### DISCUSSION GÉNÉRALE

Cette thèse a pour objectif d'en connaître davantage sur les variables psychologiques impliquées dans la gestion de la douleur aiguë en réalité virtuelle (RV). Faisant partie intégrante de cette thèse, un premier article (Annexe A) présente une recension des écrits publiée en 2007. Le corps de cette thèse est composé de deux articles scientifiques. Le premier article se veut une évaluation de deux variables (la distraction (focus attentionnel) et la charge cognitive (l'attention) et de leur implication dans l'effet analgésique de la RV lors d'un test de pression à froid (CPT). Finalement, le deuxième article examine l'efficacité de la réalité virtuelle comme forme de distraction lors de prises de sang et de placements intraveineux chez une population pédiatrique.

*Etude 1 : Are cognitive load and focus of attention differentially involved in pain management: An experimental study using a cold pressor test and virtual reality*

Le deuxième chapitre de cette thèse porte sur une étude visant à déterminer si la distraction (focus of attention) et la charge cognitive (l'attention) sont impliquées de façons distinctes dans l'effet analgésique de la RV lors d'un test de pression à froid

(CPT). Les participants ont été assignés aléatoirement à quatre conditions (charge cognitive (1) faible et (2) élevée, avec (3) ou (4) sans un rappel du stimulus douloureux) et ils devaient subir trois tests de pression à froid (un *baseline* et deux immersions). Des mesures subjectives et objectives de douleur ont été complétées pré, péri et post immersions.

Les résultats montrent que toutes les immersions en RV ont été associées à une diminution de la douleur, dont la taille de l'effet est large lorsque comparée à la mesure de base, mais seules les conditions où la charge cognitive a été augmentée (i.e. passant d'une charge cognitive faible à l'immersion 1 à une charge cognitive élevée à l'immersion 2) ont vu une amélioration significative à la mesure de tolérance à la douleur (Interaction Temps X Conditions significative).

Les résultats suggèrent qu'une augmentation de la charge cognitive puisse jouer un rôle dans l'effet analgésique de la douleur en RV, bien qu'une combinaison de la charge cognitive et du focus attentionnel puisse être importante. En effet, l'effet de cette dernière variable sur l'effet analgésique de la RV était limité dans cette étude. Bien que nous n'ayons détecté aucune différence attribuable à la focalisation de l'attention (main vs pied), les résultats semblent souligner le rôle de la charge cognitive, élément crucial de la distraction. Comme le montrent nos résultats, lorsque la charge cognitive est réduite (réduction du nombre de stimuli, c.-à-d. le nombre de mouches), l'effet analgésique a tendance à être diminué, même si le focus attentionnel reste inchangé.

En ce qui concerne notre deuxième hypothèse, plusieurs études ont suggéré que l'attention est un concept clé de la RV (Hoffman, Sharar, Coda, Everett, Ciol et al.,

2004; Hoffman et al., 2000). En effet, ces études ont démontré l'importance d'ajouter un élément de distraction en gestion de la douleur. Mühlberger et al. (2007) avaient démontré que le type d'environnement virtuel utilisé pour la distraction n'avait aucun effet sur la perception ou la gestion de la douleur. Ainsi, nos résultats nous ont conduit à une conclusion similaire. Même si le contenu de l'environnement virtuel était le même pour toutes les immersions, le fait de garder un rappel visuel constant du stimulus nociceptif (c'est-à-dire la main dans un appareil presseur froid) ne semblait pas affecter aucune de nos mesures de douleur. Par conséquent, notre principale variable associée à une meilleure gestion de la douleur semblait être la charge cognitive. En effet, plus il y avait de changements dans l'environnement virtuel (nombre de mouches ou changement de pied à la main dans le champ visuel) entre les immersions, plus la tolérance à la douleur des participants augmentait.

Plusieurs facteurs semblent expliquer le soutien partiel de nos hypothèses. En effet, tel qu'illustré par Wender et ses collègues (2009), la présence d'une interaction avec l'environnement virtuel semble jouer un rôle crucial dans l'action analgésique de la RV. Bien que notre environnement a été construit afin de permettre le plus d'interactions possibles, le niveau d'engagement du participant n'était pas optimal. Pour permettre une analgésie complète, l'attention du participant doit être centrée uniquement sur la distraction et non sur sa douleur. L'attention, en général, peut se partager entre diverses tâches jusqu'à ce que les ressources attentionnelles n'arrivent plus à les traiter de façon simultanée (Kahneman, 1973 ; Shiffrin, 1988). Ainsi, une compétition pour l'attention a lieu et seulement une des tâches parvient à capter

l'attention (Anderson, Baron & Logan, 1991 ; Broadbent, 1958 ; Eccleston, 1995 ; Eccleston & Crombez, 1999). Si la tâche nécessite moins d'attention que la douleur perçue, celle-ci sera dirigée vers le stimulus le plus saillant dans l'environnement, c'est-à-dire, la douleur. L'attention sera orientée vers la localisation de la douleur, entraînant ainsi un ralentissement de l'activité en cours (Eccleston & Crombez, 1999). Une tâche difficile est plus susceptible de consommer toutes les capacités attentionnelles d'un individu, ce qui empêche le reste des ressources d'être consacrée à la douleur (McCaul et Malott, 1984). Dans le futur, la complexité de la tâche de même que la quantité de stimuli visuels devraient être révisées afin de permettre de rendre l'environnement virtuel plus attrayant et plus complexe pour le participant et ainsi devenir le stimulus le plus saillant de l'environnement.

D'autres variables, notamment le sentiment de présence (directement influencé par la charge cognitive), le plaisir éprouvé lors de l'immersion ainsi que les émotions, notamment l'anxiété peuvent venir influencer, positivement ou négativement les résultats de l'action analgésique de la RV (Triberti, Repetto, & Riva, 2014). Une étude de Loreto-Quijada et ses collègues (2014) suggèrent que le contrôle perçu sur l'environnement peut augmenter, de façon significative, la tolérance à la douleur, le degré de sensibilité face à celle-ci de même que le sentiment d'efficacité personnelle à tolérer cette dernière lors d'une tâche de pression à froid.

Plusieurs limites de cette étude méritent d'être examinées. Premièrement, tel que mentionné précédemment, bien que notre environnement virtuel ait été créé pour être aussi stimulant et engageant que possible, la charge cognitive créée par

l'environnement n'était peut-être pas assez élevé, et ainsi, a contribué à l'obtention de résultats mitigés. L'environnement devrait être amélioré, pour de futures études, en ajoutant, selon les besoins, d'autres stimuli, augmentant ainsi le défi perçu par les participants. De plus, en raison de problèmes liés à l'administration répétée du test de pression à froid, notamment l'effet de plafond rencontré suite à la première immersion, seules deux immersions VR ont été examinées dans l'étude. Cela limite la possibilité de comparer toutes les possibilités d'appariement de charge cognitive élevée et faible avec le focus attentionnel dirigé vers les stimuli nociceptifs ou non. Troisièmement, les facteurs psychologiques influençant l'efficacité de l'analgésie en RV n'ont été que partiellement explorés dans cette étude et certaines variables, telles que l'expérience émotionnelle réelle (par exemple, l'évaluation de la détresse), n'ont pas été évaluées et mériteraient d'être mesurées lors d'études ultérieures.

*Etude 2 : A randomized controlled trial of the use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department*

Le troisième chapitre de cette thèse porte sur une étude sur l'efficacité de la RV comme forme de distraction lors de prises de sang et de placements intraveineux chez une population pédiatrique. Cette technique est comparée à deux autres formes de distractions soient : regarder la télévision (contrôle - TV) et une distraction faite par une experte du programme Child Life (CL – condition standard). Des mesures

subjectives de douleur et de peur de la douleur ont été administrées et la satisfaction des participants à l'égard de la distraction reçue a également été mesurée.

Tout d'abord, notre étude confirme la faisabilité en lien avec l'utilisation de la réalité virtuelle dans un département d'urgence pédiatrique tel que démontré dans d'autres recherches (Gershon, Zimand, Pickering, Rothbaum & Hodges, 2004; Gold, Kim, Kan, Joseph & Rizzo, 2006; Wolitzky, Fivush, Zimand, Hodges & Rothbaum, 2005). Les résultats, quant à eux, montrent une réduction significative en ce qui a trait à la peur de la douleur et à l'intensité de la douleur pour les trois conditions. Toutefois, une réduction significativement plus importante fut observée en ce qui a trait à la peur de la douleur chez les participants de la condition VR en comparaison avec les participants des autres conditions.

Diverses explications peuvent aider à mieux comprendre ces différences non-significatives entre les groupes et l'intensité de la douleur. Tout d'abord, la majorité des participants (75 à 87% dans chaque condition) se sont fait appliquer un anesthésique topique avant la procédure, ce qui peut avoir contribué au peu de douleur ressentie. Il est également important de tenir compte du fait que ces procédures peuvent être considérées comme plus épeurantes que douloureuses, ce qui peut également venir influencer les résultats obtenus. La peur de la douleur (ou l'anxiété face à la douleur) peut augmenter la douleur subjective (Janssen et Arntz, 1996), et ses effets semblent médiés par la focalisation de l'attention (Arntz et de Jong, 1993; Arntz, Dreessen et de Jong, 1994; Arntz, 1993). Dreessen & Merckelbach, 1991). En détournant l'attention de la douleur (distraction), la douleur diminue. Janssen et Arntz (1996) suggèrent que

l'anxiété liée à la douleur amènera l'individu à accorder une attention particulière aux stimuli nociceptifs, ce qui augmentera la douleur subjective, tandis que la présence d'autres objets distrayants réduira la douleur en détournant l'attention du stimulus douloureux. Une autre étude (Cohen, Blount, Jansevics-Cohen, Schaen et Zaff, 1999) a révélé que les enfants en présence d'un distracteur (versus l'usage d'anesthésique topique) manifestaient moins de comportements de détresse. De futures études devraient cibler des procédures médicales plus douloureuses, telles que le soin des plaies (sutures) ou le traitement des fractures, et mieux contrôler pour l'utilisation des soins analgésiques, effectués en même temps que l'intervention sous étude.

Une autre explication d'une confirmation qui n'est que partielle de nos hypothèses est que notre charge cognitive n'était peut-être pas suffisante. Concevoir un environnement virtuel efficace est une tâche ardue. Celui-ci devait attirer et garder l'attention du participant, être suffisamment simple à utiliser pour les plus jeunes enfants, agréable pour les enfants plus âgés, avec le moins de préjugés sexuels, culturels et ethniques que possible. Il devait également convenir à son utilisation dans un département d'urgence pédiatrique et être réalisable avec des fonds limités. Ainsi, il a été décidé de développer un environnement permettant aux enfants de tirer sur les mouches, tel qu'inspirée par les travaux de Hofmann et d'autres chercheurs (Dahlquist, McKenna, Jones, Dillinger, Weiss et Sonntag, 2007; Nilsson, Finnström, Kokinsky et Enskär, 2009; Wender, 2009). Dans leur étude datant de 2009, Hoffman et ses collègues ont montré que la complexité de l'environnement était importante afin d'accroître l'efficacité analgésique de la RV. Ainsi, il est possible que notre

environnement, même s'il a été conçu pour être aussi interactif que possible, n'a pas créé la charge attentionnelle attendue. Étant donné le large éventail d'âge de nos participants, certaines tâches n'auraient peut-être pas été optimales selon diverses tranches d'âge, bien que les analyses tenant compte de ce facteur ne soient pas significatives. En effet, certains des plus jeunes enfants de notre étude (âgés de 7 à 10 ans) ont eu des difficultés à utiliser la souris sans fil et auraient donc pu être moins distraits par la tâche. Les plus âgés ont peut-être trouvé la tâche trop facile et moins attrayante que d'autres jeux sur ordinateur avec lesquels ils jouent à la maison ou sur leurs appareils mobiles. Comme notre taille d'échantillon n'est pas suffisante pour effectuer des analyses basées sur l'âge, cela devrait faire l'objet d'études futures.

#### 4.1 Forces et limites de la thèse

Tout d'abord, malgré de nombreuses études publiées sur la gestion de la douleur à l'aide de la RV, ce domaine de recherche demeure en plein développement. Ainsi, une des forces de cette thèse réside dans son aspect novateur puisqu'elle porte non seulement sur l'utilité de la distraction en RV mais également sur les variables psychologiques dont l'implication dans la gestion de la douleur en RV demeure méconnue. De plus, elle fut développée de façon linéaire, en partant avec une recension des écrits, puis une étude expérimentale complétée par une mise à l'essai dans une étude clinique. La recension a permis d'en connaître davantage sur la douleur et ses différents modèles, sur la gestion de celle-ci et sur l'utilité de la RV (voir Annexe A).

Cette recension des écrits a mise en évidence certaines variables psychologiques et ont mené au développement de notre première étude empirique, réalisée en laboratoire, en prenant en considération ce qui avait été trouvé dans la recension. En lien avec les questions de recherche inhérentes à cette thèse, nous avons donc directement manipulés deux variables (soit la charge cognitive et la distraction) lors d'immersions et avons été en mesure de mieux définir les processus principaux derrière les fonctions analgésiques de la RV. Comme l'étude a été effectuée en laboratoire, nous avons pu nous concentrer, sans égard aux contraintes d'un milieu clinique, sur l'identification des variables-clés dans le processus analgésique de RV à l'aide d'une tâche (test de pression à froid) validée empiriquement et ainsi, confirmer certaines de nos hypothèses de départ. Nous avons aussi utilisé l'environnement virtuel dans une seconde étude, celle-ci en milieu naturel, et nous concentrer sur les variables identifiées dans notre première étude, et conclure que l'outil peut être utilisé dans un contexte d'urgence pédiatrique. Une autre des forces de cette thèse est qu'elle nous a permis de conclure que non seulement la RV a sa place dans ce milieu mais également que la technique est plus efficace sur certaines variables que les méthodes déjà en place dans le milieu (le programme Child Life), ce qui n'avait pas été démontré dans les autres études portant sur l'efficacité de la méthode.

Cependant, cette thèse présente également certaines limites. En effet, au cours de l'étude expérimentale, nous avons pu constater que notre environnement virtuel a présenté quelques lacunes. En outre, la charge cognitive créée par l'environnement

aurait pu être plus élevée et potentiellement améliorer les résultats obtenus. Une charge cognitive non-optimale élevée peut avoir réduit l'impact de la manipulation expérimentale sur les résultats obtenus, tant lors de la première étude que la deuxième puisque un chevauchement s'est fait entre les deux. Cependant, comme la population était différente (adultes vs enfants/adolescents), nous avons décidé de conserver l'environnement virtuel tel quel puisque l'environnement virtuel aurait pu être optimal avec une population pédiatrique. Suite à l'analyse des résultats, nous avons toutefois convenu d'améliorer l'environnement virtuel pour de futures études. De plus, certains problèmes liés à l'administration répétée du test de pression à froid, notamment l'effet de plateau rencontré suite à l'immersion répétée de la main dans l'eau, seules deux immersions VR ont été examinées dans l'étude expérimentale, limitant ainsi la comparaison de certaines des possibilités d'appariement de charge cognitive élevée et faible avec le focus attentionnel dirigé vers les stimuli nociceptifs ou non. En ce qui a trait à l'étude clinique, compte tenu que cette dernière avait lieu dans le service des urgences d'un hôpital pédiatrique, cela s'est accompagné de divers contraintes logistiques, notamment en lien avec l'impossibilité de contrôler toutes les variables dans l'environnement (p.ex. situations d'urgences dans la salle, présence de sang lors de certaines procédures, présence de microbes dans la pièce pouvant stresser les participants, procédures médicale parfois plus longues que prévu, etc.). Ainsi, nous avons constaté que l'utilisation du matériel de RV pouvait parfois s'avérer compliqué. Le temps nécessaire pour préparer l'environnement virtuel, déplacer le chariot nécessaire pour ranger et transporter le matériel et le manque de formation du personnel

médical ont fait obstacle. Puisque nous avons expérimenté dans un cadre «naturel», nous avons également utilisé le personnel déjà en place. De ce fait, ainsi que pour des raisons éthiques, nous n'avons pas pu avoir de condition contrôle de type « sans aucune intervention » et ainsi, nous ne pouvons pas comparer notre intervention l'absence de toute stratégie analgésique. De plus, en raison de la procédure de consentement éclairé, tous les participants étaient informés de l'existence des autres conditions. Lorsqu'ils ont été assignés au hasard à l'un des trois conditions, les participants auraient pu avoir des préférences qui auraient pu induire des biais négatifs ayant ou non influencé les résultats (p.ex., être plus stressé parce que la RV ne leur a pas été offerte). Pour éviter de telles limitations, de futures études devraient mesurer la préférence de traitement et répliquer les résultats dans des contextes plus contrôlés.

#### 4.2 Implications de recherche (perspectives)

Compte tenu de l'expérience tirée lors de cette thèse, certaines recommandations seraient à prendre à considération pour les études futures. En effet, au cours de la première étude, nous avons convenu que la charge cognitive de notre environnement virtuel n'était pas optimale, et ainsi, que cette variable puisse avoir réduit l'impact de la manipulation expérimentale sur les résultats obtenus. Cependant, comme les deux études se sont déroulées presque simultanément, nous n'avons pas pu améliorer l'environnement et les résultats des deux études ont été affectés. Ainsi, pour de futures études, l'environnement virtuel devrait être amélioré en augmentant la charge cognitive

(plus de mouches et/ou plus d'interactions avec l'environnement). Toujours en lien avec l'Étude 1, l'utilisation du test de pression à froid devrait être revue puisque qu'un effet de plafond en lien avec la douleur a vite été rencontré et est venu influencer négativement le nombre d'immersions possibles. D'autres techniques expérimentales d'induction de la douleur (p.ex. tourniquet, plaque thermique, etc.) seraient peut-être plus appropriées dans un contexte de mesures répétées (voir par exemple celles utilisées par Mühlberger et al. (2007)).

Pour ce qui est de notre seconde étude, les contraintes liées à l'environnement clinique sont venues alourdir l'utilisation de la RV. Ainsi, il serait important de simplifier le plus possible l'utilisation de l'équipement RV pour le personnel soignant. Comme la technologie évolue rapidement dans le domaine, le fait de devoir transporter l'équipement sur un chariot, ce qui a créé des contraintes d'espace dans notre étude, devrait être moins dérangeant pour faciliter l'implantation de cette technologie en dehors du contexte de recherche. L'utilisation d'une tablette ou d'une technologie portable comme le GearVR pour faire fonctionner l'environnement virtuel plutôt que d'un ordinateur permettrait au personnel de l'hôpital, suite à une formation de base, de se servir rapidement et facilement de l'équipement.

### 4.3 Implications cliniques

Compte tenu de la nature de la problématique abordée et de l'efficacité de la méthode de gestion de la douleur utilisée, nous croyons que les implications cliniques de cette thèse sont nombreuses. En effet, au cours de la première étude empirique, nous avons mis la table afin de mieux connaître les processus impliqués dans la gestion de la douleur en RV. Ainsi, nous avons établi que l'outil permet une gestion de la douleur aiguë efficace, tel que démontré dans d'autres études, mais également que la charge cognitive est l'une des variables centrales de l'effet analgésique de la RV. Ainsi, les futurs environnements virtuels utilisés en gestion de la douleur devront être à la fois interactifs mais également construits afin d'offrir une variété de stimuli visuels. Certains environnements visant davantage la relaxation (p.ex., le programme Bliss) et le développement d'habiletés de pleine conscience s'avèrent être également intéressants puisqu'ils combinent l'effet distracteur de la réalité virtuelle avec le développement d'habiletés psychologiques de gestion de la douleur (Gromala, Ton, Choo, Karamnejad, & Shaw, 2015). Plusieurs études sur la gestion non-pharmacologique de la douleur (Hilton, Hempel, Ewing, Apaydin, Xenakis, et al., 2017) encouragent d'ailleurs le développement des habiletés de méditation et de pleine conscience afin de mieux gérer la douleur, mais surtout diminuer l'impact de celle-ci et réduire certaines conséquences associées à la douleur, notamment la dépression et la

diminution de la qualité de vie. Ainsi, la combinaison de la RV et de l'enseignement de ces techniques peut être profitable.

En ce qui a trait à notre seconde étude, le programme Child Life est actuellement considéré comme le standard d'excellence en ce qui a trait à la gestion non-pharmacologique de la douleur dans les hôpitaux pédiatriques en Amérique du Nord. Ils utilisent une variété d'outils, appropriés à l'âge de l'enfant, afin de leur permettre de vivre à la fois moins de détresse associée aux différentes procédures médicales mais également, dans certains cas, moins de douleur. Selon les résultats obtenus, nous croyons que la réalité virtuelle pourrait facilement faire partie de leurs outils au quotidien. En effet, au cours des dernières années, l'utilisation de la RV est devenue plus accessible, tant en termes de coûts qu'en termes de facilité d'utilisation. Nul besoin de se déplacer des équipements lourds et d'avoir accès à un ordinateur, il suffit maintenant de se procurer un visiocasque et d'avoir accès à une tablette ou un téléphone cellulaire. L'efficacité de la méthode combinée à l'expertise des spécialistes Child Life offre le potentiel d'améliorer la qualité des interventions dans un contexte pédiatrique. Des formations sur l'utilisation de la RV pourraient être offertes dans les différents hôpitaux pédiatriques à travers la province.

#### 4.4 Stratégies de transfert des connaissances

Au cours des dernières années, les résultats de cette recherche doctorale furent présentés dans divers colloques et congrès, notamment ceux de l'Association for

Behavioral and Cognitive Therapies, de la Société Canadienne de Psychologie, de la Société Québécoise de Recherche en Psychologie ainsi que Cybertherapy. De plus, les trois articles de cette thèse ont été publiés dans des revues scientifiques ou sont en voie de l'être. Afin de permettre davantage la dissémination des connaissances, auprès d'autres chercheurs, d'autres présentations seront faites notamment au cours de colloques et congrès portant sur la douleur (p.ex. Canadian Society of Pain).

Comme la méthode de distraction à l'aide de la RV s'avère aussi prometteuse dans un contexte de laboratoire que clinique, des formations en lien avec l'utilisation de la RV pourraient être données dans les divers hôpitaux du Québec (et ailleurs dans le monde), autant ceux spécialisés dans les soins aux enfants que les hôpitaux généraux. En effet, notre étude portait sur une clientèle spécifique (enfants et adolescents) recevant des soins ciblés (prises de sang et placements intraveineux). Toutefois, comme il s'agit d'une technique de gestion de douleur efficace, elle pourrait être utilisée dans d'autres contextes, notamment lors de changement de pansements chez une population de grands brûlés, de réparation de fractures auprès d'une population pédiatrique ou adulte, ou alors de ponction lombaire dans un département d'anesthésiologie. Aussi, des formations pourraient être offertes au personnel soignant (infirmières, médecins/pédiatres, préposé aux bénéficiaires) afin qu'ils puissent utiliser l'équipement de réalité virtuelle dans un contexte de gestion non-pharmacologique de la douleur aigue.

De plus, comme il s'agit d'un outil de gestion de la douleur, les psychologues pourraient également se servir de celui-ci dans un contexte de travail avec une clientèle présentant des douleurs chroniques. Ainsi, une formation portant sur l'utilisation de la RV dans la gestion de la douleur pourrait être offerte, notamment au Congrès de l'Ordre des Psychologues du Québec.

## CHAPITRE V

### CONCLUSION

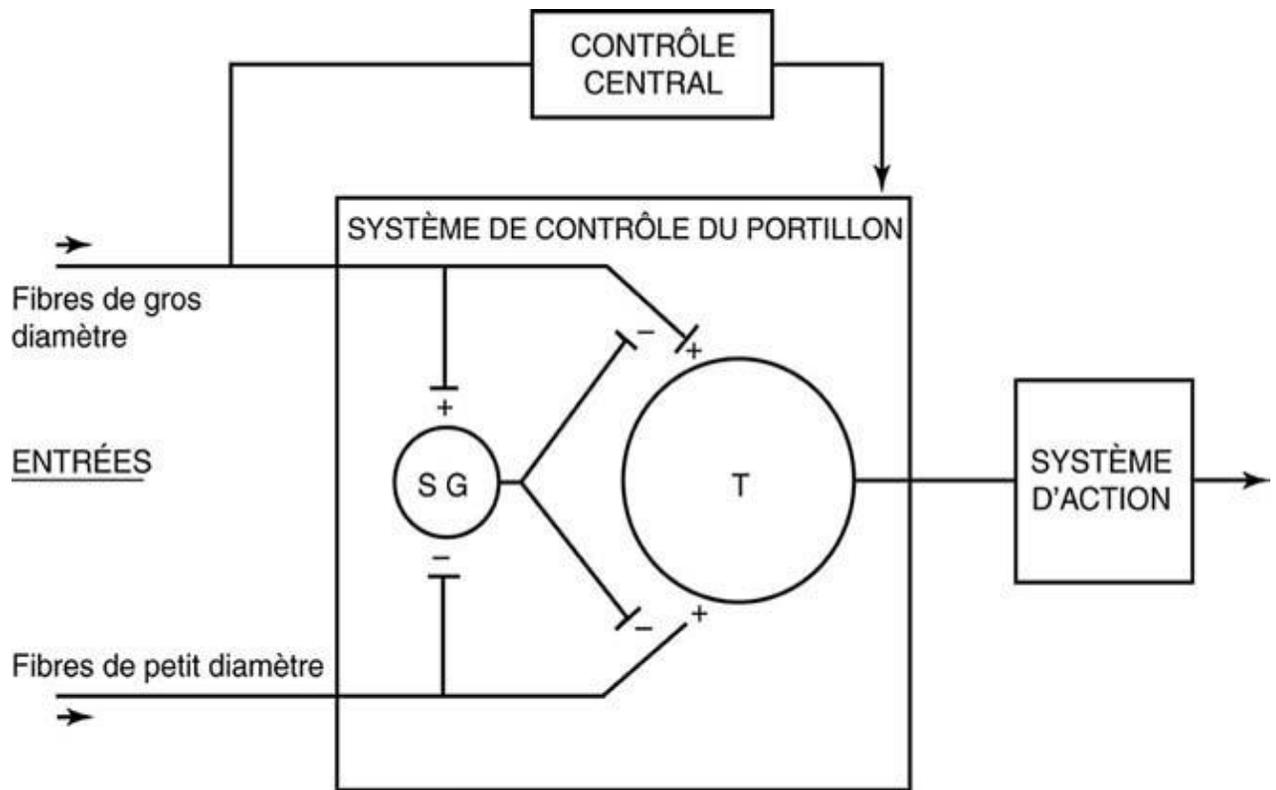
En ce qui a trait aux perspectives futures liées aux résultats présentés dans cette thèse, elles sont nombreuses. En effet, elle ouvre d'abord la porte à des études de réplication, avec de plus grands échantillons et dans d'autres contextes que ceux déjà utilisés. Elle permet de peaufiner les variables psychologiques impliquées dans la gestion de la douleur en RV. Ainsi, de futures études pourraient se servir de ces découvertes afin de mieux imaginer et développer leurs environnements virtuels, en tenant compte, notamment de l'impact de la charge cognitive.

Tel que mentionné précédemment, la première étude empirique de cette thèse ouvre la voie à la création d'autres environnements virtuels en gestion de la douleur qui pourraient également impliquer des stratégies déjà reconnues comme étant aidantes, notamment la méditation ou la pleine conscience. Elle ouvre également la porte à l'élaboration d'environnements afin de mieux gérer d'autres types de douleur, notamment celles liées à une condition médicale comme la fibromyalgie ou le cancer. Cette thèse montre également la possibilité d'utiliser la distraction en RV auprès de diverses populations, notamment chez les enfants.

La recherche élaborée dans le cadre de cette thèse contribue à l'avancement des connaissances dans le domaine de la psychologie puisqu'elle a éclairci davantage le rôle de la cyberpsychologie dans la gestion de la douleur aiguë. En comprenant mieux les mécanismes d'action de la méthode et les diverses variables psychologiques impliquées, nous pourrons créer des environnements virtuels plus attrayants et répondant mieux aux besoins des usagers. Les études de cette thèse se veulent être une préparation pour d'autres études, contrôlées, effectuées à partir d'un échantillon plus large. Elles permettent de mettre en relief certaines variables psychologiques impliquées plus directement dans le processus analgésique de la RV. En somme, l'aspect novateur de cette thèse apporte de nouvelles connaissances en lien avec la gestion non-pharmacologique de la douleur aiguë.

FIGURE 1.1

## LA THÉORIE DU PORTILLON



T : première cellule de transmission du système nerveux central  
 SG : interneurone de la substance gélatineuse

Source : Tiré de Melzack, R., & Wall, P.D. (1965). Pain Mechanisms: A new theory. *Science*, 150, 971-979.

ANNEXE A

EST-CE QUE LA RÉALITÉ VIRTUELLE EST UN MOYEN EFFICACE DE  
GÉRER LA DOULEUR AIGUË?

Stéphanie Dumoulin<sup>ab</sup>, Stéphane Bouchard<sup>bc</sup>, Vicky Rivard<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Université du Québec à Montréal

<sup>b</sup> Université du Québec en Outaouais

<sup>c</sup> Université d'Ottawa

Dumoulin, S., Bouchard, S., & Rivard, V. (2007). Est-ce que la réalité virtuelle est un moyen efficace de gérer la douleur aiguë ? *Revue Québécoise de psychologie*, 28(2), 65-91

## RÉSUMÉ

Plusieurs études récentes ont démontré que la réalité virtuelle pouvait être utilisée dans le but de contrôler et réduire la douleur aiguë, probablement à cause de sa capacité à distraire l'attention de cette douleur. Cependant, peu d'études se sont intéressées aux facteurs influençant son efficacité. Cette recension des écrits vise à résumer les différentes études ayant évalué l'efficacité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur expérimentale et clinique ainsi qu'à faire ressortir les variables psychologiques pouvant être impliquées dans ce mécanisme. En ce qui a trait aux résultats, la plupart des études démontrent une réduction importante et statistiquement significative de la douleur. Les facteurs psychologiques potentiellement impliqués dans les mécanismes analgésiques peuvent être regroupés selon trois catégories : (a) liés à la tâche, (b) aux individus et (c) à la douleur.

Mots clés : Réalité virtuelle, douleur aiguë, distraction, attention

## INTRODUCTION

La douleur représente une expérience qui transcende l'époque, l'âge, de même que la culture. Elle peut survenir à n'importe quelle période de la vie, de l'enfance à la vieillesse. Peu importe les circonstances dans lesquelles elle apparaît, elle peut toujours être qualifiée d'expérience négative. Elle varie en termes d'intensité et de fréquence et/ou de durée. Au début du 20<sup>e</sup> siècle, lorsqu'on parlait de douleur, on parlait d'un phénomène sensoriel et organique, sans jamais aborder la dimension psychologique. Cependant, à la suite de nombreuses recherches effectuées dans le domaine, la douleur est dorénavant considérée comme un phénomène complexe sophistiqué impliquant quatre dimensions : sensorielle, motivationnelle, cognitive et émotionnelle (Leventhal, Brown, Shacham & Engquist, 1979 ; Melzack & Wall, 1965). Plusieurs facteurs, propres à l'individu, à la douleur elle-même ou au traitement, influencent sa perception et sa gestion. Les traitements médicaux, habituellement pharmacologiques, sont les plus fréquemment utilisés pour gérer la douleur. Néanmoins, ces traitements pourraient être combinés ou substitués par une intervention non-pharmacologique, telle que la distraction, ou que cette dernière soit utilisée sans médication.

Dans le cadre de cet article, il est pertinent d'effectuer une recension des écrits ayant évalués l'efficacité et l'utilité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur aiguë. De plus, même si plusieurs études montrent qu'il s'agit un moyen efficace de gérer cette forme de douleur, les variables psychologiques sous-jacentes demeurent encore méconnues. Il serait donc important d'explorer plus en détails ces questions, mais

avant, commençons par définir précisément ce que nous entendons par douleur afin de justifier la pertinence de l'utilisation de la réalité virtuelle.

### Définition de la douleur

La douleur constitue une expérience perceptuelle complexe, à caractère aversif (Janssen, 2002 ; Murphy & Carr, 2000 ; Turk & Okifuji ; 2002), pouvant être déclenchée par un stimulus nocif interne ou externe (Janssen, 2002). De façon plus spécifique, la douleur constitue «une expérience sensorielle et émotionnelle déplaisante, associée à la lésion actuelle ou potentielle d'un tissu, ou décrite en terme de telle blessure» (International Association for the Study of Pain Task Force on Taxonomy, 1994). Sur le plan somatique, la perception de la douleur implique, premièrement, un phénomène de nociception, où la réception d'un signal parvient au système nerveux central suivant l'activation de récepteurs sensoriels spécialisés périphériques : les nocicepteurs. Ceux-ci ont pour fonction de renseigner le système nerveux central sur la lésion de tissus corporels (Janssen, 2002). La perception de douleur s'avère donc liée à la stimulation de nocicepteurs, bien qu'il n'existe pas de relation unique entre les deux (Janssen, 2002).

## Modèles théoriques de la douleur

Dans l'explication du phénomène de la douleur, trois théories se démarquent et seront présentées, d'abord, la théorie du portillon (Gate Control Theory) de Melzack et Wall (1965) puis la théorie des contrôles inhibiteurs diffus (Diffuse Noxious Inhibitory Controls) de LeBars, Dickenson et Besson (1979) et finalement, la théorie du traitement parallèle de l'information de Leventhal, Brown, Shacham et Engquist (1979).

Avec la théorie du portillon, Melzack et Wall (1965) scindent le processus de la douleur en trois composantes interactives : (a) sensorielle-discriminative (base neurologique de la dimension sensation – discrimination de la douleur. p.ex. la localisation et les propriétés spatio-temporelles du stimulus nocif), (b) émotionnelle-motivationale (dimension affective de la douleur qui pousse l'individu à l'action. p.ex. l'attaque ou la fuite (fight or flight)) et (c) cognitive-évaluative (évaluation des influx sensoriels par le système nerveux central supérieur, tenant compte de divers facteurs cognitifs et psychologiques).

Selon eux, le portillon serait en fait l'interaction entre des afférences nociceptives (dites  $A\delta$  et C) et d'autres non-nociceptives (dites  $A\alpha\beta$ ) ainsi qu'un interneurone inhibiteur de la substance gélatineuse de la moelle. Sans aucune stimulation, ces afférences sont calmes et l'interneurone inhibiteur bloque le signal à l'intérieur du neurone de projection, connecté au cerveau. Le portillon, est donc fermé et il n'y pas de douleur. Lorsqu'il y a stimulation non-douloureuse, les afférences non-nociceptives sont activées. Cela a également pour effet d'activer le neurone de projection, mais aussi

l'interneurone inhibiteur venant bloquer le signal à l'intérieur du premier, connectant au cerveau. Le portillon demeure ainsi fermé et encore une fois il n'y a pas de douleur. Toutefois, lorsqu'il y a stimulation douloureuse, les afférences nociceptives deviennent actives. Elles viennent alors stimuler le neurone de projection et bloquer simultanément l'interneurone inhibiteur. Comme l'activité de ce dernier est bloquée, les influx neuronaux produits par le neurone de projection, relié directement au cerveau, ne sont plus en mesure d'être inhibés. Résultat : le portillon est ouvert et il y a alors expérience de douleur. Ainsi, il est possible pour l'activité du système nerveux central servant à l'attention, aux émotions et à la mémoire d'exercer un contrôle sur l'input sensoriel. Cela suggérerait donc que les influences centrales seraient liées au portillon. Ce système de communication neuronale serait influencé par des facteurs d'ordre sensoriels, émotionnels et cognitifs pouvant empêcher ou faciliter la transmission d'information entre les nocicepteurs et le cerveau.

Cette théorie fut la première à imaginer la perception de la douleur comme étant un processus interprétatif pouvant être influencé par des facteurs d'ordre psychologique (Snyder-Michael, 1998). Pour les auteurs, la douleur constituerait le produit final d'un processus évaluatif-interprétatif d'une stimulation nociceptive comprenant un traitement dynamique et sophistiqué des interactions entre les voies montantes et descendantes du système nerveux (Melzack & Wall, 1965).

Toutefois, un système inhibiteur descendant entre aussi en jeu en ce qui a trait à la douleur. En effet, les inhibitions provenant de stimulations nociceptives viennent activer un système descendant constitué de la substance grise périaqueducale, le noyau

raphé magnus et les cornes postérieures de la moelle (Basbaum et Fields, 1984 ; Marchand, 1998). Ce modèle propose qu'une stimulation des fibres afférentes nociceptives enclenche aussi un système d'inhibition descendant en direction d'autres neurones nociceptifs (Marchand, 1998). L'activité analgésique produite se nomme Contrôles inhibiteurs diffus induits par des stimulations nociceptives (CIDN) (LeBars et coll., 1979a, b). Ces stimulations viennent, à leur tour, activer les neurones du bulbe rostroventral, inhibant ainsi l'activité des neurones nociceptifs des cornes dorsales de la moelle (Marchand, 1998).

Cette théorie diffère de celle du portillon (Melzack et Wall, 1965) de par le fait qu'une inhibition descendante est créée par le CIDN et ainsi, elle ne se limite plus à la région stimulée (Talbot, Duncan & Bushnell, 1989 ; Talbot, Duncan, Bushnell & Boyer, 1987). En effet, lorsqu'une stimulation nociceptive intense vient activer l'ensemble des neurones nociceptifs non spécifiques correspondant au segment médullaire activé, une inhibition simultanée de l'ensemble des neurones du même type situés ailleurs dans la moelle épinière se produit (Marchand, 1998). Ainsi, comme l'activité des neurones nociceptifs non spécifiques est réduite, les CIDN atténuent le bruit de fond et mettent en relief l'activité des neurones spécifiques sollicités par la stimulation nociceptive (Marchand, 1998). Cette hypothèse propose donc que la douleur n'est pas uniquement provoquée par des processus d'excitation mais également par la perception de contrastes entre l'activité de deux ensembles de neurones (Marchand, 1998).

L'intérêt de ce modèle réside dans la possibilité d'expliquer comment l'inhibition généralisée de la douleur peut être produite par des stimulations intenses.

Finalement, la théorie du traitement parallèle de l'information élaborée par Leventhal et ses collègues (1979) se centre davantage sur le traitement de la douleur au plan cognitif.

Pour les auteurs, le traitement et l'interprétation de stimuli nociceptifs s'effectuent en quatre stades. Tout d'abord, il y a transformation des stimuli nociceptifs en activité neuronale. Par la suite, les stimuli encodés sont formés grâce à des systèmes mécaniques et mnésiques dans le but de devenir des signaux. Troisièmement, ces derniers sont mis à notre disposition pour être saisis, à un niveau préconscient. Finalement, des canaux attentionnels choisissent et amplifient certains signaux de manière à leur accorder une connotation sensorielle-informative ou émotionnelle-réactive. Les signaux choisis accèdent par la suite à la conscience.

La théorie de Leventhal et collaborateurs suggère donc que le traitement d'un stimulus nociceptif inclut l'encodage de celui-ci, où le traitement des émotions et des sensations liées à l'expérience se fait parallèlement. Un traitement schématique se déroule par la suite et l'information mnésique d'expériences antérieures de douleur sera activée. Les schémas sont définis par l'auteur comme étant des représentations cognitives d'expériences passées, contenant à la fois une composante sensorielle et émotionnelle de la douleur, de même que des croyances en lien avec des stimuli nociceptifs. Les schémas seraient, quant à eux, caractérisés par des expériences malléables pouvant être constituées et modifiées par des informations sensorielles et émotionnelles inconsistantes avec les schémas de douleur existants. La façon dont la personne se comportera face à un stimulus nociceptif se fera en fonction, du moins en partie, du

schème (émotionnel ou sensoriel) activé. D'après les auteurs, ces deux voies de traitement de l'information (émotionnelle et sensorielle) rivalisent de façon à ce qu'un traitement sensoriel-informatif ou émotionnel-réactif de la stimulation nociceptive soit adopté.

Cette théorie, tout comme celle de Melzack et Wall (1965), propose que l'expérience de la douleur provient d'un traitement de l'information complexe tenant compte de plusieurs facteurs : (a) l'expérience sensorielle et émotionnelle ; (b) l'interprétation cognitive (c) les attentes ; et (d) les croyances.

#### Attention et douleur

Comme l'avait suggérée la théorie de l'information (Leventhal et coll., 1979), le phénomène de l'attention joue un rôle important dans l'expérience de la douleur. Dans chaque évènement, il semble que certaines informations particulières liées à l'environnement (internes ou externes) retiennent l'attention plutôt que d'autres qui passeront inaperçues.

L'attention se définit comme une capacité ou une ressource pouvant être accordée à la mise en pratique de tâches ou d'activités (Kahneman, 1973). Celle-ci peut être répartie entre plusieurs tâches jusqu'à ce que les ressources attentionnelles ne soient plus en mesure de les considérer de façon simultanée ; elle devient alors sélective (Kahneman, 1973 ; Shiffrin, 1988). Lorsque se produit une telle situation, une concurrence entre les diverses tâches pour l'attention survient et seulement une d'entre elles parviendra à

capter l'attention. La seconde sera alors restreinte, faussée ou discontinuée par ce traitement sélectif de l'information (Anderson, Baron & Logan, 1991 ; Broadbent, 1958 ; Eccleston, 1995 ; Eccleston & Crombez, 1999).

Dans le contexte de la douleur, lorsqu'un individu fait face à un stimulus nociceptif soudain, l'attention se dirigera alors vers la source ou la localisation de la stimulation nocive, occasionnant ainsi un ralentissement ou l'arrêt complet de la tâche en cours (Eccleston & Crombez, 1999). La douleur devient la cible d'attention, étant le stimulus le plus saillant parmi les stimuli environnementaux et internes. Lorsque l'attention et la douleur sont jumelées, il devient alors difficile de les séparer (Eccleston & Crombez, 1999) et l'intensité de la douleur augmente (Melzack & Wall, 1983). Selon Melzack et Wall (1983), toutes tâches ou activités détenant le potentiel de détourner l'attention de la douleur et, par le fait même, d'agir à titre de distracteur, serait en mesure d'entraîner une réduction, voire même une inhibition de la douleur. Plusieurs chercheurs s'accordent pour dire que la divergence d'attention vers un stimulus autre que la douleur elle-même et le maintien de cette attention pourraient avoir pour effet de réduire l'expérience subjective de la douleur, en terme d'intensité perçue et de sensations déplaisantes (Eccleston & Crombez, 1999 ; Farthing, Venturino & Brown, 1984 ; Melzack & Wall, 1983 ; Villemure & Bushnell, 2002).

## Description de la distraction

La distraction implique un processus par lequel un individu détourne son attention de circonstances nocives, ou ayant le potentiel de le devenir, vers des pensées ou des activités différentes pouvant favoriser un engagement cognitif ou émotionnel (Hines & Martin, 1988 ; Sylvestre, 2000). Cette définition de la distraction n'a donc pour limites que les efforts volontaires émis par la personne dans le but de gérer le problème (Sylvestre, 2000). Sylvestre (2000) propose que la divergence d'attention puisse prévenir l'apparition de stress ou en diminuer les effets néfastes.

Lorsqu'on parle de douleur, la distraction implique une divergence de l'attention, qui autrement serait centrée sur la stimulation nocive, vers une autre activité ou tâche (Davis, Vasterling, Bransfield & Burish, 1987 ; McCaul & Malott, 1984), dans le but de rendre la douleur plus supportable (McCaffery, 1990). Il s'agit alors d'une forme d'adaptation puisqu'elle comporte plus qu'un simple évitement de la douleur. En effet, elle permet à l'individu de s'engager activement dans une tâche ou une activité cognitive et/ou comportementale.

La distraction représente l'ensemble des stratégies qui ont pour but de réduire l'expérience d'un stimulus douloureux et/ou de diminuer ses effets négatifs en dirigeant l'attention consommée par le stimulus douloureux vers une autre source de stimulation (McCaul & Malott, 1984). Elle comporte un grand nombre de techniques, d'activités ou de tâches : la relaxation, la musique, l'humour, l'imagerie, etc. (Schneider, 1998). Plusieurs études démontrent déjà que des stratégies de distraction sont efficaces pour

réduire la douleur et ce en faisant appel à : (a) la vision, par l'entremise d'images (Wied & Verbaten, 2001), de jeux vidéo (Bensten, Svensson & Wenzel, 2000 ; 1999 ; Hoffman, Doctor, Patterson, Carrougher & Furness, 2000), de films-émissions télévisées (Janssen & Arntz, 1996), de la réalité virtuelle (Hoffman, Garcia-Palacios, Kapa, Beecher & Sharar, 2003 ; Schneider & Workman, 1999), (b) de l'audition, comme la musique (Anderson, Baron & Logan, 1991 ; Fauerbach, Lawrence, Haythornwaite & Richter, 2002), (c) le toucher, tel que les jouets (Smith, Barabasz & Barabasz, 1996). Des exercices cognitifs peuvent également s'avérer efficaces, comme par exemple des exercices de mémoire (Farthing, Venturino, Brown & Lazar, 1997 ; Johnson & Petrie, 1997), des tâches numériques (Hodes, Howland, Lightfoot & Cleeland, 1990 ; McCaul, Monson & Maki, 1992), de l'imagerie mentale (de Pascali, Magurano & Bellusci, 1999 ; Farthing, Venturino, Brown & Lazar, 1997) ou de la lecture (Duker, van den Bercken & Foekens, 1999). On peut également avoir recours à une activité comportementale comme stratégie de distraction ; la respiration contrôlée et la relaxation progressive en sont de bons exemples. L'hypnose est aussi utilisée comme distracteur et considérée comme étant efficace (de Pascali et coll., 1999 ; Patterson, Burns, Everett, & Marvin, 1992). Bref, toute tâche ayant la capacité de capter l'attention qui serait monopolisée autrement par la douleur peut agir comme agent distracteur. Cependant, pour y arriver, il faut que l'individu se concentre consciemment et continuellement sur l'activité en question. La réalité virtuelle semble présenter une option intéressante puisqu'elle permet de combiner l'effet distractif recherché et un degré d'attention élevé généré par la tâche que le sujet aura à accomplir.

## Définition de la réalité virtuelle

La réalité virtuelle peut être définie comme un univers à trois dimensions offrant la possibilité de se déplacer et d'interagir en temps réel, à l'intérieur d'un environnement imaginaire (Lewis & Griffin, 1997 ; Pratt, Zyda & Kelleher, 1995 ; Riva & Gamberini, 2000). Les interactions à l'intérieur de l'environnement simulé électroniquement sont permises grâce au port d'un visiocasque ainsi que de capteurs de localisation (Lewis & Griffin, 1997).

Trois éléments centraux ont été ciblés par Pratt, Zyda et Kelleher (1995) comme étant centraux à la réalité virtuelle : une interaction avec l'environnement synthétique, la présence d'images en trois dimensions et un phénomène d'immersion (ou l'illusion d'être absorbé par l'environnement virtuel).

Selon les critères établis par Hines et Martin (1988) et Sylvestre (2000), la réalité virtuelle possède les qualités nécessaires pour être qualifiée de moyen de distraction (Schneider & Workman, 1999). En effet, elle possède la capacité de distraire l'attention d'un stimulus potentiellement nocif vers un stimulus neutre ou plaisant. C'est une application informatique permettant de vivre une expérience sensorielle de stimuli correspondant à une image visuelle (Schneider, 1998). Elle offre l'avantage de distraire temporairement l'individu du monde réel et de ne pas requérir d'entraînement antérieur pré-immersion (Schneider, 1998). La réalité virtuelle offre un potentiel d'interaction intéressant et un sentiment d'absorption dans l'environnement virtuel par

sa stimulation sensorielle multimodale, son réalisme élevé et ses nombreuses possibilités de déplacements à l'intérieur de l'environnement. L'interaction et le sentiment de présence la différencient des autres formes de distraction comme la musique, la relaxation ou les jeux vidéo.

## MÉTHODE

Une recension des écrits fut effectuée dans le but de rassembler toutes les études ayant évalué l'utilité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur, tant expérimentale (induite en laboratoire) que clinique. Pour se faire, une recherche électronique à partir des moteurs de recherche suivants : *MedLine*, *PsycInfo*, *Sociofile* et *Web of Science* a été effectuée afin d'identifier les études pertinentes. Les descripteurs suivants ont été utilisés : «virtual reality or virtual environment», «pain or pain control or distress», «cold pressor», «electric stimulation or electric shocks», «cancer or cancer pain», «burns or burn pain», «dentistry or dental pain», «acute pain». Diverses combinaisons de ces termes ont été effectuées afin de rassembler le plus d'études pertinentes possibles. Une recherche manuelle a ensuite été entreprise dans les journaux suivants : «Pain», «The Journal of Pain», «European Journal of Pain», «Pain Management Nursing», «Cyberpsychology & Behavior». Plus de 110 articles ont été recensés. Cependant, la majorité d'entre eux étaient davantage théoriques. Un total de 18 études empiriques a été identifié, sept avec protocole expérimental (quatre études où la douleur était induite de façon expérimentale et trois études où la douleur était clinique)

ainsi que 11 études sans protocole expérimental ayant pour sujet une forme de douleur clinique. Chaque étude a été analysée en fonction de l'échantillon, des instruments de mesure utilisés, des variables mesurées, des conditions d'intervention et des résultats.

## RÉSULTATS

### Études sans protocole expérimental<sup>2</sup>

Les 11 études sans protocole expérimental (Tableau 1) ont porté sur la douleur clinique : les brûlures (2 à 7), les traitements dentaires (1), les traitements médicaux variés (8, 9) et le cancer (10, 11).

Dans ces études, un protocole à cas unique a été utilisé. Un certain degré de rigueur a pu être atteint dans plusieurs de ces études (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) en adoptant un devis où l'assignation aux différentes conditions d'intervention est effectuée de façon aléatoire et où la durée d'exposition à chacune d'entre elles demeure égale. Dans les études 3, 10 et 11, l'ordre d'assignation a été préétabli mais une condition contrôle (sans distraction) précède et succède l'introduction de la condition «réalité virtuelle» (RV). Le problème rencontré dans toutes ces études réside dans le manque de données du niveau de base (pré-traitement). Afin qu'un protocole à cas unique soit dit expérimental, il doit minimalement reposer sur une mesure stable et continue de la variable dépendante (voire la douleur) lors de la période pré-traitement. Certaines de

---

<sup>2</sup> Les études sont numérotées et ce numéro servira tout au long du texte afin d'alléger le texte.

ces études ont pris des mesures du niveau de base fixe dans le temps (4, 10, 11). Cependant, il aurait fallu obtenir une mesure répétée de la douleur avant l'introduction de la condition expérimentale, par exemple, lors du traitement standard de la douleur clinique (c'est-à-dire la condition contrôle).

Plusieurs études rapportent des résultats intéressants concernant l'efficacité à long terme de la réalité virtuelle. En effet, certaines études suggèrent qu'une exposition répétée à une même activité puisse entraîner un phénomène d'habituation, donc une moins grande quantité de ressources attentionnelles auraient besoin d'être attribuées à l'exécution de la tâche (Kahneman, 1973 ; Johnson & Petrie, 1997). Deux études (4, 5) ont cherché à savoir si la réalité virtuelle perd de son efficacité analgésique après une série d'immersions. Les résultats démontrent qu'après trois immersions en réalité virtuelle d'une durée variant de 3,5 à 6,4 minutes (4) et après cinq immersions en réalité virtuelle d'une durée variant de 5 à 15 minutes (5), l'efficacité de la réalité virtuelle à réduire la douleur de manière significative se maintient. Bien que les échantillons soient de petites tailles (sept dans l'étude 4 et un seul dans l'étude 5) et la courte durée des périodes d'immersion en réalité virtuelle, les résultats sont prometteurs et suggèrent que la réalité virtuelle maintienne son potentiel distracteur au fil des sessions. Steele et coll. (2003) (étude 8) n'ont pas cherché à mesurer ce concept mais ont utilisé la réalité virtuelle pour une durée de neuf sessions à raison de cinq minutes par session. Une augmentation de l'effet analgésique de la réalité virtuelle au fil des sessions peut également être remarquée, bien qu'elle n'atteigne pas le seuil de signification

statistique, ce qui laisse croire qu'une utilisation quotidienne de la réalité virtuelle pourrait être possible, par exemple, en milieu hospitalier.

Trois études ont comparé la réalité virtuelle à une autre forme de distraction : un film classique (6) ou un jeu vidéo (4, 6, 10). Les participants de la condition RV rapportaient une plus grande réduction de la douleur, une plus faible proportion de temps passé à penser à cette douleur (6) et un sentiment de présence plus élevé (4, 6). Ces résultats suggèrent donc que la réalité virtuelle détient un potentiel de distraction plus important que d'autres activités à caractère distrayant. Néanmoins, les résultats de ces études doivent être interprétés avec prudence puisqu'ils ne sont pas significatifs et que les études sur le sujet sont encore peu nombreuses.

Bien que les études à protocole à cas unique comportent des lacunes évidentes, une diminution importante (1, 3, 4, 7, 8), voire même statistiquement significative dans certains cas (2, 5, 6, 9, 11) de toutes les mesures de douleur a pu être constatée dans plusieurs d'entre elles. Ces résultats préliminaires suggèrent que la réalité virtuelle constitue une technique disposant d'un potentiel de gestion de la douleur clinique, même dans des cas de douleur très intense, telles les brûlures (3, 4, 5, 6, 7).

Une seule étude (9), ne démontre aucune différence significative lorsque les résultats aux différentes mesures de douleur sont considérés de façon individuelle. Cependant, lorsque combinés les uns aux autres, il devient possible de constater que la réalité virtuelle se distingue significativement de la condition contrôle en entraînant une réduction de la douleur perçue et des sensations déplaisantes l'accompagnant.

Il reste néanmoins important de noter que les chercheurs ont éprouvé des problèmes avec le système de réalité virtuelle avec six des neuf participants de l'étude. Il y a eu interruption du programme de 24 à 70% du temps pour ces participants. Le mal fonctionnement du système de réalité virtuelle pourrait avoir contribué à l'inefficacité de la réalité virtuelle à réduire la douleur ; les chercheurs n'ayant pas contrôlé l'impact du mauvais fonctionnement du système sur le degré d'engagement émotionnel, le sentiment de présence et la perception de contrôle en réalité virtuelle. Il est par contre possible de supposer qu'au moment où la personne consacre son attention à la tâche virtuelle à effectuer, une interruption survient ce qui pourrait avoir pour effet d'encourager un désengagement émotionnel. Les fréquentes interruptions dans cette étude pourraient ainsi avoir influencé négativement le sentiment de présence et de réalisme lorsque le participant se trouvait dans l'environnement virtuel. La perception de contrôle pourrait avoir été potentiellement diminuée par les interruptions fréquentes du système, puisque le participant ne savait jamais quand celui-ci cesserait de fonctionner. Ces faiblesses reflètent toutefois une technologie encore à ses débuts.

Pour pratiquement toutes les études à protocole à cas unique, la distraction en réalité virtuelle amène une réduction importante de la douleur. Malheureusement, ces études manquent de rigueur scientifique, d'abord pour leur petit échantillon et leur absence de mesures de la douleur pré-traitement. Il serait donc important d'effectuer des études empiriques avec des échantillons de plus grande taille afin de conclure à l'efficacité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur.

### Études avec protocole expérimental

Les sept études avec protocole expérimental (Tableau 2) ont porté sur la douleur clinique (12 à 14) : le cancer (12, 13) et les placements intraveineux (14), alors que quatre d'entre elles (15 à 18) ont visé la réduction d'une douleur expérimentale : la pression cutanée par tourniquet (15,16), la plaque thermique (17), et les traitements dentaires (18).

Tout d'abord, il faut remarquer dans le Tableau 2 que quatre des études présentées (12, 13, 14, 18) ont obtenu des résultats non-significatifs. Toutefois, notons que, bien que les résultats obtenus n'ont pas atteint un seuil significatif, ces études possèdent tout de même plusieurs forces. En effet, on peut constater une réduction de la douleur affective et/ou sensorielle dans deux de ces études (12, 13). Dans l'étude 12, la réalité virtuelle n'a pas diminué de façon significative la douleur auto-rapportée. Cependant, les infirmières ont remarqué une réduction significative des comportements de douleur, un ralentissement du pouls de même qu'une réduction de la douleur perçue dans la condition RV, en comparaison aux deux autres conditions. En ce qui a trait à l'étude 13, il est possible de voir une réduction notable de la douleur perçue en RV, bien qu'elle n'atteigne pas le seuil de signification statistique. Il peut être intéressant de souligner que, bien qu'elle ait été moins efficace lorsqu'il s'agit de réduire la douleur auto-rapportée de manière significative, plusieurs commentaires positifs sont partagés quant à son utilisation.

L'étude 14, quant à elle, demeure intéressante, bien que les résultats obtenus soient non-significatifs, puisque les participants du groupe expérimental n'ont présenté

aucune augmentation de la douleur affective lors du placement intraveineux et ce en comparaison avec les mesures ayant été pris au prétest et posttest. De plus, les commentaires des parents et du personnel soignant étaient positifs en ce qui a trait à l'utilisation de cette technologie en milieu hospitalier puisqu'elle permettrait, selon eux, de réduire l'anticipation liée aux interventions douloureuses. Donc, il s'agirait ainsi d'une méthode permettant, dans ce cas-ci à l'enfant, de réduire l'anticipation liée à l'attente d'un placement intraveineux. Finalement, l'étude 18 démontre des résultats positifs bien que non significatifs avec 74 % des participants qui utiliseraient à nouveau la réalité virtuelle lors d'une prochaine visite chez le dentiste.

Finalement, trois études (15, 16, 17) présentent, quant à elles, des résultats significatifs en ce qui a trait à la réduction de la douleur. En effet, dans l'étude 15, les auteurs ont pu constater une diminution significative des mesures de douleur et du temps passé à penser à la douleur, particulièrement dans le groupe Forte technologie (vs groupe Faible technologie) où les participants étaient appelés à interagir avec l'environnement virtuel. Pour ce qui est de l'étude 16, les chercheurs constatent des différences significatives au niveau de la douleur sensorielle et de la tolérance à la douleur, lors de l'utilisation d'une stimulation visuelle. Finalement, l'étude 17 démontre une diminution significative de la douleur perçue (sensorielle et affective) et du temps passé à penser à la douleur dans la condition RV en comparaison avec la condition contrôle.

## DISCUSSION

Tout d'abord, force est de constater que la recherche sur l'utilité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur n'en est qu'à ses débuts. Les résultats semblent démontrer qu'il s'agit d'une technique novatrice d'intervention possédant un fort potentiel distractif. En outre, une réduction importante de la douleur est notée et ce pour la plupart des études recensées aux Tableaux 1 et 2. Ces résultats sont donc intéressants malgré les limites méthodologiques inhérentes (p.ex. petite taille de l'échantillon, conditions d'intervention non-équivalentes, exclusion de variables pertinentes pouvant potentiellement contribuer à son efficacité).

L'efficacité de la réalité virtuelle comme moyen de gérer la douleur aiguë devra être vérifiée dans le cadre d'études empiriques comprenant des échantillons de grande taille et incluant l'assignation aléatoire. Les études longitudinales pourraient également renseigner le lecteur sur le potentiel distractif de la réalité virtuelle à long terme.

L'évaluation de certaines variables psychologiques pouvant influencer l'utilité de la réalité virtuelle à réduire la douleur aiguë devrait également être effectuée. En effet, tel que discuté lors de l'introduction, l'orientation de l'attention (vers la douleur ou ailleurs) pourrait jouer un rôle important dans l'efficacité d'une tâche à réduire la douleur. Il serait possible de croire que si une condition de RV était comparée à une condition où l'attention serait centrée uniquement sur la douleur, la tâche virtuelle entraînerait probablement une diminution de la douleur plus prononcée. De plus, une perception de contrôle élevée chez le participant semble favoriser la capacité de la tâche

distrayante à réduire la douleur. Un sentiment de présence élevé, quant à lui, semble être associé à l'orientation de l'attention vers la tâche virtuelle (Hoffman et coll., 1998). Il pourrait donc être intéressant d'évaluer la contribution individuelle de chacune de ces variables ainsi que la contribution de leur interaction.

Certaines caractéristiques de la tâche telles que la nouveauté (Johanson & Petrie, 1997) et la complexité (Anderson et coll., 1991 ; Eccleston, 1995 ; McCaul & Malott, 1984) semblent influencer le degré d'absorption et de distraction de celle-ci. Il est aussi possible que des aspects plus subjectifs comme le caractère plaisant et l'utilité de la tâche, de même que sa signification personnelle puissent aussi influencer le degré d'efficacité de celle-ci à capter l'attention et à diminuer la douleur perçue (Sylvestre, 2000).

Dans un autre ordre d'idées, l'évaluation systématique des cybermalaises devrait être effectuée afin de s'assurer qu'ils n'influencent pas l'effet distrayant de la réalité virtuelle. Ils représentent une forme de malaise s'apparentant au mal des transports et se produisant suite à l'exposition virtuelle. Ils sont expliqués comme étant le produit d'un conflit entre les systèmes visuel et vestibulaire et se caractérisent par trois classes de symptômes ou d'effets secondaires temporaires: les problèmes oculaires (fatigue des yeux, vision embrouillée, maux de tête), la désorientation (vertige, déséquilibre) et les nausées (vomissements, étourdissements) (Stanney, Kennedy & Kingdom, 1995). Un questionnaire sur les cybermalaises existe à cet effet (Stanney et coll., 1995; Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, 2006). L'utilisation de mesures

standardisées de ceux-ci faciliterait les comparaisons des résultats entre les diverses études.

Plusieurs interrogations concernant l'efficacité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur aiguë demeurent sans réponse à ce jour puisqu'il s'agit d'un domaine en développement. Les coûts associés à l'achat du système de réalité virtuelle ont diminué de façon importante et la qualité de ceux-ci s'est grandement améliorée ce qui pourrait avoir un impact favorable sur l'utilisation de cette méthode de distraction dans divers milieux, notamment au sein des divers milieux hospitaliers, auprès d'une clientèle souffrant de brûlures sévères. Si des études empiriques éventuelles démontrent que la réalité virtuelle constitue un outil d'intervention possédant un potentiel de distraction de la douleur aiguë significatif, celle-ci pourrait entraîner des implications cliniques importantes puisqu'elle comporte des avantages psychologiques non-négligeables (p.ex. soulagement temporaire de la douleur, augmentation du sentiment de bien-être et des émotions positives, réduction des émotions négatives) ainsi que des avantages sur le plan médical (p.ex. facilitation des procédures médicales, minimisation du caractère aversif de certaines procédures médicales, réduction de la consommation d'analgésiques).

En conclusion, plusieurs études prometteuses dans le domaine de la gestion de la douleur aiguë en réalité virtuelle ont été effectuées à ce jour. Cependant, peu d'entre elles ont évalué la pertinence des variables psychologiques ayant le potentiel d'influencer l'efficacité de la distraction à gérer la douleur. Malgré la difficulté de tirer des conclusions définitives sur l'utilité de la réalité virtuelle dans la gestion de la

douleur, cette technique semble posséder plusieurs caractéristiques analgésiques intéressantes ayant le potentiel de favoriser une gestion non-pharmacologique de la douleur aigue ou de combiner ses effets à un traitement pharmacologique afin de minimiser le plus possible l'expérience douloureuse. L'objectif des recherches futures devrait donc être de démontrer, et ce de façon significative, l'efficacité de la réalité virtuelle à réduire la douleur aiguë et identifier de manière plus claire dans quelles conditions médicales elle est efficace.

## RÉFÉRENCES

- Anderson, R.A., Baron, R.S., & Logan, H. (1991). Distraction, control and dental stress. *Journal of Applied Social Psychology, 21* (2), 156-171.
- Basbaum, A. I. & Fields, H.L. (1984). Endogenous pain control systems: brainstem spinal pathways and endorphin circuitry. *Annual Review of Neuroscience, 7*, 309-338.
- Bentsen, B., Svensson, P., & Wenzel, A. (2001). Evaluation of effect of 3D video glasses on perceived pain and *unpleasantness induced by restorative dental treatment. European Journal of Pain, 5* (4), 373-378.
- Broadbent, D.E.(1958). *Perception and communication*. Oxford: Pergamon Press.
- Davis, M., Vsterling, J., Bransfield, D., & Burish, T.G. (1987). Behavioral interventions in coping with cancer-related pain. *British Journal of Guidance and Counseling, 15* (1), 17-29.
- De Pascali, V., Magurano, M.R., & Bellusci, A. (1999). Pain perception, somatosensory event-related potentials and skin conductance responses to painful stimuli in high, mid, and low hypnotizable subjects. *Pain, 83* (3), 499-508.
- Duker, P. C., Van den Bercken, J. & Foekens, M.A. (1999). Focusing versus distraction and the response to clinical electric shocks. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 30*, 99-204.
- Eccleston, C. (1995). The attentional control of pain: Methodological and theoretical concerns. *Pain, 63*, 3-10.
- Eccleston, C. & Crombez, G. (1999). Pain demands attention: A cognitive-affective model of the interruptive function of pain. *Psychological Bulletin, 125* (3), 356-366.
- Farthing, G.W., Venturino, M. & Brown, S.W. (1984). Suggestion and distraction in the control of pain: Test of two hypotheses. *Journal of Abnormal Psychology, 93*, 266-276.

- Fauerbach, J.A., Lawrence, J.W., Haythornwaite, J.A. & Richter, L. (2002). Coping with stress of a painful medical procedure. *Behavior Research and Therapy*, 40, 1003-1015.
- Gershon, J., Zimand, E., Lemos, R., Rothbaum, B.O. & Hodges, L. (2003). Use of virtual reality as a distractor for painful procedures in a patient with pediatric cancer: A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 6(6), 657-661.
- Gershon, J., Zimand, E., Pickering, M., Rothbaum, B.O. & Hodges, L. (2004). A pilot study of virtual reality as a distraction for children with cancer. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 43 (10), 1243-1249.
- Hines, P.S. & Martin, J. (1988). Hopefulness and the self-sustaining process in adolescents with cancer. *Nursing Research*, 37 (6), 336-340.
- Hodes, R.L., Howland, E.W., Lightfoot, N. & Cleeland, C.S. (1990). The effects of distraction on responses to cold pressor pain. *Pain*, 41, 109-114.
- Hoffman, H., Coda, B., Sharar, S., Kharasch, E., Syrjala, K., Blough, D., & Shen, D. (2004). Virtual reality analgesia during thermal and *electrical pain for longer durations, and multiple treatments*. *Cyberpsychology & Behavior*, 7 (3), 291.
- Hoffman, H.G., Doctor, J.N., Patterson, D.R., Carrougner, G.J., & Furness, T.A. (2000). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, 85, 305-309.
- Hoffman, H.G., Garcia-Palacios, A., Kapa, V., Beecher, J. & Sharar, S.R. (2003). Immersive virtual reality for reducing experimental ischemic pain. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 15 (3), 469-486.
- Hoffman, H.G., Garcia-Palacios, A., Patterson, D.R., Jensen, M., Furness, T. & Ammons, W.F. (2001). The effectiveness of virtual reality for dental pain control : A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 4(4), 527-535.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., & Carrougner, G.J. (2000). Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy : a controlled study. *The Clinical Journal of Pain*, 16 (3), 244-250.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Carrougner, G.J., Nakamura, D., Moore, M., Garcia-Palacios & Furness, T.A. (2001). The effectiveness of virtual reality pain control with multiple treatments of longer durations: A case study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13(1), 1-12.

- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Carrougher, G.J. & Sharar, S.R.(2001). Effectiveness of virtual reality-based control with multiple treatments. *The Clinical Journal of Pain*, 17, 229-235.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Magula, J., Carrougher, G.J., Zeltzer, K., Dagadakis, S. & Sharar, S. (2004). Water-friendly virtual reality pain control during wound care. *Journal of Clinical Psychology*, 60(2), 189-195.
- Hoffman, H.G., Sharar, S.R., Coda, B., Everett, J.J., Ciol, M., Richards, T. & Patterson, D.R. (2004). Manipulating presence influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Pain*, 111, 162-168.
- Holden, G. Bearison, D.J., Rode, D.C., Rosenberg, G., & Fishman, M. (1999). Evaluating the effects of a virtual environment (STARBRIGHT World) with hospitalized children. *Research on Social Practice*, 9 (3), 365-382.
- International Association for the Study of Pain Task Force on Taxonomy (1994). *Classification of chronic pain: Descriptions of chronic pain syndromes and definition of pain terms* (2<sup>nd</sup> Ed.). Washington, D.C.: ISAP Press.
- Janssen, S.A. (2002). Negative affect and sensitization to pain. *Scandinavian Journal of Psychology*, 43, 131-137.
- Janssen, S.A. & Arntz, A. (1996). Anxiety and pain: Attentional and endorphinergic influences. *Pain*, 66, 145-150.
- Johnson, M.H. & Petrie, S.M. (1997). The effects of distraction on exercise and cold pressor tolerance for chronic low back pain sufferers. *Pain*, 69, 43-48.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO (2006). Cyberpsychologie. Récupéré le 26 mars 2006 du site [http://w3.uqo.ca/cyberpsy/fr/index\\_fr.htm](http://w3.uqo.ca/cyberpsy/fr/index_fr.htm).
- LeBars, D., Dickenson, A.H., & Besson, J.-M. (1979a). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). I. Effects on dorsal horn convergent neurones in the rat. *Pain*, 6, 283-304.
- LeBars, D., Dickenson, A.H., & Besson, J.-M. (1979a). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). II. Lack of effect on non-convergent neurones, supraspinal involvement and theoretical implications. *Pain*, 6, 305-327.
- LeBars, D., Villeneuve, L., Chitour, D. (1997). Les mécanismes physiologiques de

contrôle de la douleur. Dans L. Brasseur, L. Chauvin, G. Guilbaud, (Éds.). *Douleurs, bases fondamentales, pharmacologie, douleurs aiguës, douleurs chroniques, thérapeutiques* (pp. 23-37). Paris : Maloine.

- Leventhal, H., Brown, D., Shacham, S., & Engquist, G. (1979). Effects of preparatory information about sensations, threat of pain and attention on cold pressor distress. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 688-714.
- Lewis, C.H. & Griffin, M.J. (1997). Human factors consideration in clinical applications of virtual reality. In G. Riva (Éd.). *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology* (pp. 35-56). IOS Press.
- Marchand, S. (1998). *Le phénomène de la douleur*. Montréal : Chenelière/McGraw-Hill.
- McCaffrey, M. (1990). Nursing approaches to non-pharmacological pain control. *International Journal of Nursing Studies*, 27 (1), 1-5.
- McCaul, K.D. & Malott, J.M. (1984). Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin*, 95 (3), 516-533.
- McCaul, K.D., Monson, N., & Maki, R.H. (1992). Does distraction reduce pain-produced distress among college students? *Health Psychology*, 11 (4), 210-217.
- Melzack, R. & Wall, P.D. (1965). Pain mechanisms: A new theory. *Science*, 150, 971-979.
- Melzack, R. & Wall, P.D. (1983). *The challenge of pain*. New York: Basic Books.
- Murphy, E. & Carr, A. (2000). Paediatric pain problems. Dans A. Carr (Éd.). *What works for children and adolescents? A critical review of psychological interventions with children* (pp. 258-279). New York.
- Patterson, D.R., Burns, G.L., Everett, J.J., & Marvin, J.A. (1992). Hypnosis for the treatment of burn pain. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60 (5), 713-717.
- Pratt, D.R., Zyda, M., & Kelleher, K. (1995). Virtual reality : In the mind of the beholder. *IEEE Computer*, 28 (7), 17-19.
- Riva, G. (1997). The virtual environment for body image modification (VEBIM): Development and preliminary investigation. *Presence*, 6, 106-117.

- Riva, G. & Gamberini, L. (2000). Virtual reality in telemedicine. *Telemedicine Journal and E-Health*, 6 (3), 327-340.
- Sander-Wint, S., Eshelman, D., Steele, J. & Guzzetta, C.E. (2002). Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. *Oncology Nursing Forum*, 29 (1), E8-E15.
- Schiffirin, R.M. (1988). Attention. Dans R.C. Atkinson, R.S. Hernstein, G. Lindzey, & R. Luce (Éds.). *Steven's handbook of experimental psychology. Vol. 2: Learning and cognition* (3<sup>rd</sup> Ed., pp. 739-811). New York: Wiley.
- Schneider, S.M. (1998). *Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving cancer chemotherapy*. Document inédit. Case Western Reserve University.
- Schneider, S.M., & Workman, M.L. (1999, April). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving chemotherapy. *Cyberpsychology & Behavior*, 2 (2), 125-134.
- Smith, J.T., Barabasz, A., & Barabasz, M. (1996). Comparison of hypnosis and distraction in severely ill children undergoing painful medical procedures. *Journal of Counseling Psychology*, 43 (2), 187-195.
- Snyder-Michael, E. (1998). *Pain perception under different conditions: The moderating role of catastrophization*. Chicago: Finch University of Health Sciences.
- Stanney, K.M., Kennedy, R.S., & Kingdon, K. (2002). Virtual environment usage protocols. Dans K.M. Stanney (Éd.). *Handbook of virtual environments: Design, implementation and applications*. Mahwah: IEA.
- Steele, E., Grimmer, K., Thomas, B., Mulley, B., Fulton, I. & Hoffman, H.G. (2003). Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 6(6), 633-638
- Sullivan, C., Schneider, P.E., Musselman, R.J., Dummett, C.O. & Gardiner, D. (2000). The effect of virtual reality during dental treatment on child anxiety and behavior. *Journal of dentistry for children*, 193-196.
- Sylvestre, J.C. (2000). *A process-oriented approach to the study of coping by disengagement and distraction*. Document inédit. University of Guelph, Guelph.

- Talbot, J.D., Duncan, G.H., & Bushnell, M.C. (1989). Effects of diffuse noxious inhibitory controls (DNICs) on the sensory-discriminative dimension of pain perception. *Pain*, *36*, 231-238.
- Talbot, J.D., Duncan, G.H., Bushnell, M.C., & Boyer, M. (1987). Diffuse noxious inhibitory controls (DNICs): psychophysical evidence in man for intersegmental suppression of noxious heat perception by cold pressor pain. *Pain*, *30*, 221-232.
- Tse, M.M.Y., Ng, J.K.F., Chung, J.W.Y. & Wong, T.K.S. (2002). The effect of visual stimulation via the eyeglass display and the perception of pain. *Cyberpsychology & Behavior*, *5*(1), 65-75.
- Turk, D.C. & Okifuji, A. (2002). Psychological factors in chronic pain: Evolution and revolution. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *70* (3), 679-690.
- Villemure, S. & Bushnell, C. (2002). Cognitive modulation of pain: How do attention and emotion influence pain processing ? *Pain*, *95* (3), 195-199.
- Wied, M. & Verbaten, M.N. (2001). Affective picture processing, attention and pain tolerance. *Pain*, *90* (1), 163-172.



Tableau 1 : Utilité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur aiguë  
Études sans protocole expérimental

Études	N	Mesures	Conditions d'intervention	Résultats
<b>Traitement dentaire</b>				
(1) Hoffman, Garcia-Palacios, Patterson, Jensen, Furness et al. (2001b)	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- anxiété pré-traitement concernant le traitement dentaire</li> <li>- douleur affective post-traitement (sentiment déplaisant et dérangent) (VAS)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- temps passé à penser à la douleur (VAS)</li> <li>- nausées (VAS)</li> <li>- sentiment de présence (VAS)</li> <li>- réalisme des objets (VAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 conditions intra-participants durant le traitement dentaire :</li> <li>1) RV</li> <li>2) film classique</li> <li>3) condition contrôle</li> <li>- exposition à toutes les conditions dans un ordre aléatoire</li> <li>- temps d'exposition à chaque condition de 2,5 min. (patient 1) et 5 min. (patient 2)</li> </ul>	<p><u>Patient 1</u> (51 ans) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- moyenne des mesures de douleur = 7.2/10 (film) ; 7.2/10 (ctrl) ; 1.2/10 (RV)</li> </ul> <p><u>Patient 2</u> (56 ans) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- moyenne des mesures de douleur = 4.4/10 (film) ; 3.3/10 (ctrl) ; 0.6/10 (RV)</li> </ul> <p>En RV, pour patients 1 et 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- temps passé à penser à la douleur beaucoup plus faible</li> <li>- sentiment de présence plus élevé</li> <li>- pas de nausée</li> </ul>
<b>Brûlures</b>				
(2) Das, Grimmer, Sparnon, McRae & Thomas (2005)	7 enfants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur sensorielle post-traitement (douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- anxiété perçue post-traitement</li> <li>- douleur perçue post-traitement</li> <li>- utilité de RV dans ce contexte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-sujets durant le changement de pansements :</li> <li>1) condition RV + médication</li> <li>2) condition contrôle (médication seulement)</li> <li>- exposition aux deux conditions dans un ordre aléatoire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RV significativement plus efficace que condition contrôle pour réduire la douleur.</li> <li>- commentaires positifs pour l'ensemble du personnel infirmier et chez les parents.</li> </ul>
(3) Hoffman, Patterson, Magula, Carrougher, Zeltzer et al. (2004)	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- médication</li> <li>- temps passé à penser à la douleur (VAS)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- douleur affective après chaque pause (2) (sentiment déplaisant et dérangent) (VAS)</li> <li>- plaisir (VAS)</li> <li>- nausées en RV (VAS)</li> <li>- sentiment de présence en RV (VAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participant durant le changement de pansements :</li> <li>1) condition RV + médication</li> <li>2) condition contrôle (médication seulement)</li> <li>- exposition aux deux conditions dans un ordre aléatoire pour une durée de 3 min. par condition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RV plus efficace que condition contrôle pour réduire la douleur.</li> <li>- toutes les mesures de douleur (sensorielle et affective ; temps passé à penser à la douleur) plus faibles dans condition RV</li> <li>- sentiment de présence modéré</li> <li>- Aucune nausée rapportée</li> </ul>

		- réalisme des objets en RV (VAS)		
(4) Hoffman, Patterson, Carrougher & Sharar (2001a)	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- étendue des mouvements</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangent) (VAS)</li> <li>- temps passé à penser à la douleur (VAS)</li> <li>- sentiment de présence (VAS)</li> <li>- réalisme des objets en RV</li> <li>- nausées en RV</li> <li>- médicaments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participants durant la physiothérapie :</li> <li>1) condition RV</li> <li>2) condition contrôle (tmt standard)</li> <li>- exposition aux 2 conditions dans un ordre aléatoire</li> <li>- temps passé en RV et dans condition contrôle égal :</li> <li>Jour 1 = 3.5 min</li> <li>Jour 2 = 4.9 min</li> <li>Jour 3 = 6.4 min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction significative de toutes les mesures de douleur en RV vs condition contrôle</li> <li>- réduction de la douleur maintenue à travers les 3 sessions d'exposition en RV</li> <li>- effet de distraction en RV maintenu à travers le temps (total 7 mesures / 3 jrs)</li> <li>- étendue des mouvements (physiothérapie) plus élevée en RV</li> <li>- moyenne du sentiment de présence durant les 3 sessions en RV = 56mm</li> </ul>
(5) Hoffman, Patterson, Carrougher, Nakamura, Moore et al. (2001c)	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- étendue des mouvements</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangent) (VAS)</li> <li>- temps passé à penser à la douleur (VAS)</li> <li>- sentiment de présence en RV (VAS)</li> <li>- réalisme des objets en RV (VAS)</li> <li>- nausées en RV (VAS)</li> <li>- médicaments</li> <li>- anxiété (VAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participant pendant physiothérapie :</li> <li>1) RV</li> <li>2) condition contrôle (sans distraction)</li> <li>- exposition répétée (5 traitements) aux 2 conditions dans un ordre aléatoire pour une durée égale dans les deux conditions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toutes les mesures de douleur (douleur sensorielle, douleur affective, temps passé à penser à douleur) significativement réduites dans condition RV vs condition contrôle</li> <li>- efficacité de RV à réduire la douleur se maintient dans le temps</li> <li>- nausées et anxiété presque nulles après chaque session de RV</li> <li>- sentiment de présence et réalisme des objets augmentent aux fils des sessions pour atteindre plus de 95mm</li> </ul>
(6) Hoffman, Patterson & Carrougher (2000a)	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangent) (VAS)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- temps passé à penser à la douleur (VAS)</li> <li>- anxiété (VAS)</li> <li>- nausées en RV (VAS)</li> <li>- sentiment de présence en RV (VAS)</li> <li>- réalisme des objets en RV (VAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participants pendant la physiothérapie :</li> <li>1) condition RV + médication</li> <li>2) condition contrôle (médication seulement)</li> <li>- exposition aux deux conditions dans un ordre aléatoire pour une durée de 3 min. par condition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toutes les mesures de douleur (sensorielle et affective ; temps passé à penser à la douleur) sont significativement plus faibles pendant physiothérapie en RV vs condition contrôle</li> <li>- un sentiment de présence élevé en RV est à une faible intensité de la douleur et de l'anxiété mais résultats non-significatifs</li> <li>- pas de nausées significatives</li> </ul>

(7) Hoffman, Doctor, Patterson, Carrougner & Furness (2000b)	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangeant) (VAS)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- temps passé à penser à la douleur (VAS)</li> <li>- anxiété (VAS)</li> <li>- nausées (VAS)</li> <li>- sentiment de présence (VAS)</li> <li>- réalisme des objets (VAS)</li> <li>- médicaments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participant durant le soin des blessures :</li> <li>1) RV</li> <li>2) jeux vidéo (Nintendo 64)</li> <li>- exposition aux deux conditions dans un ordre aléatoire pour une durée de 3 min. par condition</li> </ul>	<p><u>Patient 1</u> (16 ans):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) en RV vs jeu vidéo :</li> <li>- diminution de 80mm pour la pire douleur et de 66 mm pour la douleur moyenne</li> <li>- diminution de 80mm pour le sentiment déplaisant et de 86mm pour le sentiment dérangeant</li> <li>- diminution du temps passé à penser à la douleur de 93%</li> <li>- sentiment de présence = 100mm pour RV vs 17mm pour le jeu vidéo</li> <li>- pas de nausée dans les deux conditions</li> </ul> <p><u>Patient 2</u> (17 ans) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) en RV vs jeu vidéo :</li> <li>- diminution de 47mm pour la pire douleur et de 35mm pour la douleur moyenne</li> <li>- diminution de 55mm pour le sentiment déplaisant et de 39mm pour le sentiment dérangeant</li> <li>- diminution de 61mm du temps passé à penser à la douleur en RV</li> <li>-sentiment de présence est 43mm plus élevé en RV</li> </ul>
Conditions médicales variées (gastroentérologie, oncologie, cardiologie, néphrologie)				
(8) Steele, Grimmer, Thomas, Mulley, Fulton et al. (2003)	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- médicaments</li> <li>- étendue des mouvements (flexion du genou) (goniomètre)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- comportements de douleur observés par infirmières et parents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participant durant la physiothérapie:</li> <li>1) condition expérimentale (RV + médication)</li> <li>2) condition contrôle (médication seulement)</li> <li>- exposition aux 2 conditions dans un ordre aléatoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pourcentage total de réduction de la douleur avec RV = 41.2%</li> <li>- amélioration de l'étendue des mouvements de 5 degrés en RV</li> <li>- diminution de l'anxiété et augmentation de la motivation en RV (notés par les parents)</li> </ul>
(9) Holden, Bearison, Rode,	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- intensité douleur perçue (VAS)</li> <li>- sensation déplaisante (VAS)</li> <li>- anxiété (trois mesures)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participants :</li> <li>1) condition RV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aucune différence significative entre RV et condition contrôle pour la</li> </ul>

Rosenberg & Fishman (1999)			2) condition contrôle (traitement standard) - exposition aux 2 conditions dans un ordre aléatoire - 8 sessions de 30 min./jr (max de 6 sessions consécutives dans une même condition)	diminution de la douleur perçue et la sensation déplaisante - résultats combinés pour les 9 patients révèlent un effet significatif pour la diminution de la douleur perçue et sensation déplaisante en RV vs le traitement standard - pour 6 enfants sur 9, le système RV n'a pas fonctionné 24%, 27%, 36%, 42%, 45% et 70% du temps
<b>Cancer</b>				
(10) Gershon, Zimand, Lemos, Rothbaum & Hodges (2000)	1	- mesures standardisées d'anxiété - douleur perçue (VAS) - anxiété perçue (VAS) - comportements sociaux observés - mesure physiologique (pouls) - comportements de douleur observés par infirmières et parents	- 3 conditions intra-participants (protocole à cas unique ABCA) lors d'une procédure médicale : - session (1) A = condition ctrl (tmt-procédure médicale sans distraction) - session (2) B = distraction non-RV («Virtual Gorilla» sur écran d'ordi) pendant la procédure médicale - session (3) C = distraction RV («Virtual Gorilla» en RV) pendant la procédure médicale - session (4) A = condition ctrl (tmt – procédure médicale sans distraction)	- intensité de la douleur perçue la plus faible pendant condition RV vs les autres conditions - comportements de douleur observés par infirmières et parents sont beaucoup plus faibles en RV - mesure physiologique est à son plus faible en RV
(11) Schneider & Workman (1999)	12	- symptômes de détresse (physiques et psychologiques) - symptômes anxieux - nausées (VAS) - vomissements (VAS)	- 2 conditions intra-participant pendant le traitement de chimiothérapie : 1) condition RV 2) condition contrôle (traitement standard) - exposition aux 2 conditions dans l'ordre suivant : 1) contrôle 2) RV 3) contrôle	- diminution significative de la détresse physique et psychologique du pré et post-traitement (immédiat) dans condition RV vs condition contrôle - mêmes résultats non-significatifs au post-test 48 hrs - nausées et vomissements faibles en RV

N = nombre de participants ; min. = minutes ; VAS = «Visual Analog Scale» ; Tmt = traitement ; Ctrl = contrôle ; RV = réalité virtuelle ; + = plus ; 3D = trois dimensions ; info = information ; grp = groupe ; jrs = jours ; hrs = heures

Tableau 2 : Utilité de la réalité virtuelle dans la gestion de la douleur aiguë  
Études avec protocole expérimental

Études	N	Mesures	Conditions d'interventions	Résultats
<b>Douleur clinique</b>				
<b>Cancer</b>				
(12) Gershon, Zimand, Pichering, Lemos, Rothbaum & Hodges (2003)	59 enfants	- douleur perçue (VAS) post-traitement - anxiété perçue (VAS) post-traitement - mesures physiologiques (pouls) - mesures standardisées de comportements de douleur observés par infirmières et parents	- 3 conditions d'intervention pendant une procédure médicale : 1) distraction RV («Virtual Gorilla») 2) distraction non-RV («Virtual Gorilla» sur écran d'ordi) 3) condition contrôle (traitement standard sans distraction)	- pouls + lent dans condition RV - cpts de détresse RV moindre en RV (tension du torse et des jambes moins grande ds cdt RV) - douleur rapportée par les infirmières moindre dans la cdt RV - pas de différence entre les 3 cdts d'intervention pour l'intensité de la douleur auto-rapportée pendant la procédure médicale (douleur faible pr tous, 20-30/100)
(13) Sander-Wint, Eshelman, Steele & Guzzetta (2002)	30 enfants	- soulagement - douleur perçue (VAS) - questionnaire RV (p.ex. à quoi pensais-tu durant le tmt, degré de difficulté du tmt, utilité perçue du tmt)	- 2 conditions d'intervention pendant une procédure médicale : 1) condition expérimentale (RV + soins médicaux) 2) condition contrôle (traitement standard sans distraction)	- douleur perçue est plus faible en RV vs condition ctrl mais résultats NS - dans condition RV 77% disent que RV = distraction durant le tmt - 88 % rapportent que RV a grandement aidé le tmt - 94% rapportent une expérience positive
<b>Placement intraveineux</b>				
(14) Gold, Kim, Kant, Joseph & Rizzo (2006)	20 enfants	- intelligence non-verbale - étendue des mouvements - intensité de la douleur pré-post traitement (VAS) - anxiété d'anticipation - douleur affective (sentiment déplaisant et dérangeant) (VAS)	- 2 conditions d'intervention inter-participants : 1) condition contrôle (traitement standard sans distraction + spray anesthésique) 2) condition expérimentale (traitement standard + RV)	- augmentation significative de la douleur affective chez le groupe contrôle suivant le placement IV vs aucun changement significatif chez le groupe expérimental.

- cybermalaises
- sentiment de présence
- satisfaction

- aucune différence sig. pour anxiété d'anticipation et douleur affective chez le groupe expérimental.

### Douleur expérimentale

#### Pression cutanée par tourniquet

(15) Hoffman, Sharar, Coda, Everett, Ciol et al. (2004)	39 étudiants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangeant) (VAS)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- temps passé à penser à la douleur (VAS)</li> <li>- Sentiment de présence en RV</li> <li>- Plaisir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participants:</li> <li>1) condition expérimentale (High Tech VR)</li> <li>2) condition contrôle (Low Tech VR)</li> <li>- exposition aléatoire aux deux conditions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction significativement plus élevée de la douleur dans la condition High Tech</li> <li>- les participants de la condition High Tech rapportent une augmentation significative du «plaisir»</li> <li>- les participants de la condition High Tech rapportent un sentiment de présence plus élevé</li> <li>- le niveau de présence rapportée corrèle avec la réduction de douleur en RV pour toutes les mesures subjectives de douleur</li> </ul>
(16) Tse, Ng, Chung & Wong (2002)	72 étudiants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangeant) (VAS)</li> <li>- Tolérance à la douleur en RV</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- Genre</li> <li>- Anxiété</li> <li>- Cybermalaises</li> <li>- Sentiment de présence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions inter-participants :</li> <li>1) V-session (visiocasque + Vidéo sans son d'un environnement naturel)</li> <li>2) B-session (visiocasque + static blank screen)</li> <li>- les participants sont assignés aléatoirement à une des deux conditions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sans l'utilisation de stimulation visuelle, augmentation significative :</li> <li>1) douleur sensorielle – temps moyen de tourniquet de 123 à 187 sec.</li> <li>2) tolérance à la douleur - temps moyen de tourniquet de 271 à 380 sec.</li> <li>- différence au niveau des sexes sur (1) et (2) ns plus élevée lors du visionnement du vidéo avec visiocasque</li> <li>- niveau d'anxiété corrèle négativement avec une nette amélioration au niveau de la douleur affective</li> <li>- degré d'immersion corrèle positivement avec une nette amélioration au niveau de la douleur affective</li> <li>- 4/72 ont rapporté des cybermalaises</li> </ul>

#### Douleur thermique

(17) Hoffman, Garcia-Palacios, Kapa, Beecher & Sharar (2003)	22 étudiants adultes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangeant) (VAS)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- anxiété (VAS)</li> <li>- nausées en RV</li> <li>- sentiment de présence en RV (VAS)</li> <li>- réalisme des objets en RV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 conditions intra-participants :               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) condition contrôle (premières 8 minutes de pression cutanée sans distraction)</li> <li>2) condition expérimentale-RV (durant les 2 dernières minutes de la pression cutanée)</li> </ol> </li> <li>- les participants sont assignés aléatoirement à une des deux conditions RV :               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) RV «ordinaire» (stimulation visuelle et tactile)</li> <li>2) RV avec stimulation tactile accrue</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur sensorielle et douleur affective augmentent significativement toutes les 2 minutes (de 2 à 4 min., de 4 à 6 min. et 6 à 8 min.) dans la condition contrôle</li> <li>- pour les deux dernières minutes de l'expérimentation (de 8 à 10 min.), où la RV est introduite, il y a une diminution significative des deux types de douleur (sensorielle et affective)</li> <li>- lors des deux dernières minutes, diminution significative du temps passé à penser à la douleur</li> <li>- sentiment de présence = moyenne de 54 mm sur le VAS et réalisme des objets en RV = moyenne de 48 mm sur le VAS</li> <li>- aucune différence significative entre les deux conditions RV pour le sentiment de présence</li> </ul>
Traitements dentaires				
(18) Bentsen, Svensson & Wenzel (2001)	23 étudiants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- douleur affective (sentiment déplaisant et dérangeant) (VAS)</li> <li>- douleur sensorielle (pire douleur et douleur moyenne) (VAS)</li> <li>- Attente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 conditions intra-participants :               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) condition expérimentale (Visiocasque + vidéo3D sur le patin à roue alignée)</li> <li>2) condition contrôle (traitement standard sans distraction)</li> </ol> </li> <li>- les participants sont assignés aléatoirement à une des deux conditions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aucune différence significative au niveau de la douleur affective et sensorielle entre les deux conditions.</li> <li>- 74% des participants auraient préféré porter le visiocasque s'ils avaient à recevoir un autre traitement</li> <li>- attentes : 73 % pensaient que le visiocasque réduirait la douleur affective et sensorielle</li> </ul>

N = nombre de participants ; min. = minutes ; VAS = «Visual Analog Scale» ; Tmt = traitement ; Ctrl = contrôle ; RV = réalité virtuelle ; EV = environnement virtuel ; + = plus ; 3D = trois dimensions ; info = information ; grp = groupe ; jrs = jours ; ns = non-significatif

ANNEXE B

FORMULAIRE DE RECRUTEMENT – ÉTUDE 1

# Projet de recherche sur la douleur du laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO.

Êtes-vous une personne qui ne craint de repousser ses limites en gestion de la douleur?

Le laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO est à la recherche d'**individus sains** voulant participer à une étude mesurant l'efficacité analgésique de la réalité virtuelle pour la douleur aigüe.

Ces personnes voulant participer à cette étude pourront expérimenter la technologie de la réalité virtuelle tout en contribuant aux avancées scientifiques dans le domaine. Votre participation à cette recherche nous permettra ainsi d'évaluer si la distraction et l'attention sont les processus centraux derrière les fonctions analgésiques de la réalité virtuelle.

Pour en savoir plus, téléphonez au (819) 595-3900 poste 2527 ou  
envoyez un courriel à : [stephanie.dumoulin@uqo](mailto:stephanie.dumoulin@uqo).

Veillez noter que ce projet a été approuvé par le comité d'éthique.

ANNEXE C

APPROBATIONS ÉTHIQUES



Université du Québec en Outaouais

Case postale 1250, succursale B, Hull (Québec), Canada J8X 3X7  
Téléphone (819) 595-3600  
www.uqo.ca

Gatineau le 25 février 2012

Madame Stéphanie Dumoulin  
Étudiante  
Département de psychoéducation et de psychologie  
Université du Québec en Outaouais

cc: Stéphane Bouchard  
Professeur  
Département de psychoéducation et de psychologie

**Projet #: 1530**

Je tiens d'abord à vous remercier des précisions et des modifications que vous avez apportées suite à nos commentaires. Suite à l'examen de l'ensemble de la documentation reçue, je constate que votre projet rencontre les normes éthiques établies par l'UQO.

C'est donc avec plaisir que je joins le certificat d'approbation éthique qui est valide pour une durée d'un an à compter de sa date d'émission. Votre approbation éthique pourra être renouvelée par le Comité d'éthique de la recherche suite à la réception du "Rapport de suivi continu" requis en vertu de la Politique d'éthique de la recherche avec des êtres humains. De fait, toute recherche en cours doit faire l'objet d'une surveillance éthique continue et cette responsabilité relève des chercheurs eux-mêmes. Pour plus d'information, je vous invite à consulter le site internet de l'éthique (<http://www.uqo.ca/ethique>). Toute modification au protocole de recherche devra être soumise au Comité d'éthique pour validation avant la mise en œuvre des modifications.

Afin de vous conformer à la politique de l'UQO en matière d'éthique de recherche, vous devez faire parvenir au Comité d'éthique de la recherche un "Rapport de suivi continu" le ou avant le:

**25 février 2013**

Dans l'éventualité où une demande de renouvellement de l'approbation éthique serait requise, vous devrez déposer votre Rapport au moins 45 jours avant l'échéance du certificat afin de vous assurer d'avoir une approbation éthique valide pendant toute la durée de vos activités de recherche.

Je demeure à votre disposition pour toute information supplémentaire et vous souhaite bon succès dans la réalisation de cette étude.

Le président du Comité d'éthique de la recherche  
André Durivage

<b>CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE</b>
---

Le Comité d'éthique de la recherche a examiné le projet de recherche intitulé :

**Projet:** **The Use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department**

**Soumis par:** Stéphanie Dumoulin  
Étudiante  
Département de psychoéducation et de psychologie  
Université du Québec en Outaouais

**Financement:** Non

Le Comité a conclu que la recherche proposée respecte les principes directeurs de la Politique d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec en Outaouais.

Ce certificat est valable jusqu'au: **25 février 2013**

Le président du Comité d'éthique de la recherche  
André Durivage



Date d'émission: **25 février 2012**



**Université du Québec en Outaouais**

Case postale 1250, succursale Hull, Gatineau (Québec), Canada J8X 3X7  
 Téléphone : (819) 595-3900  
 www.uqo.ca

Gatineau, le 24 novembre 2008

**Notre référence : 841**

Madame Stéphanie Dumoulin  
 Étudiante  
 Département de psychologie et de psychoéducation

c. c. Monsieur Stéphane Bouchard  
 Professeur  
 Département de psychologie et de psychoéducation

**Objet : Comité d'éthique de la recherche – Suivi continu  
 Distraction vs attention dans l'efficacité analgésique de la réalité virtuelle pour  
 la douleur aiguë.**

**Financement : Chaire de recherche du Canada en cyberpsychologie**

Madame,

Le Comité d'éthique de la recherche (CÉR) a bien reçu votre rapport de suivi continu du projet cité en rubrique et je vous en remercie. Le Comité constate que vous n'avez pas été en mesure de débiter le projet, car les environnements virtuels en lien avec l'étude ne sont pas prêts. Nous vous autorisons donc à poursuivre vos activités de recherche par le renouvellement de votre approbation éthique pour une période d'un an, soit jusqu'au 19 novembre 2009.

Le suivi continu vise essentiellement à informer le CÉR des travaux et à favoriser une démarche continue de réflexion chez les chercheurs. Vous n'avez donc pas à attendre de correspondance additionnelle de la part du CÉR en ce qui a trait au suivi de ce dossier de recherche pour la présente année. Par contre, le Comité doit être informé et devra réévaluer ce projet advenant toute modification ou l'obtention de toute nouvelle information qui surviendrait après la présente approbation et qui comporterait des changements, par exemple, dans le choix des sujets, dans la manière d'obtenir leur consentement ou dans les risques encourus. **Pour maintenir votre approbation éthique, vous devrez nous faire parvenir votre rapport de suivi continu avant le 19 novembre 2009.**

Je demeure à votre disposition pour toute information supplémentaire et vous prie d'agréer l'expression de mes salutations distinguées.

**Le président du Comité d'éthique de la recherche**

**André Durivage**

**CHEO RESEARCH ETHICS BOARD APPROVAL – DELEGATED REVIEW**

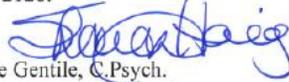
**Principal Investigator:** Dr. Jacqueline Ellis/Stephanie Dumoulin  
**Proposal Number:** #10/135X  
**Protocol Title:** The use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department  
**Department or PSU:** Nursing  
**Approval date:** November 29, 2011  
**Valid Until:** November 15, 2012  
**Documents reviewed and approved:** Revised Documentation received July 8, 2011

This is to notify you that the Children's Hospital of Eastern Ontario Research Ethics Board has granted approval to the above named research study on the date noted above. Your project was reviewed under the delegated review stream, which is reserved for projects that involve no more than minimal risk to human subjects.

Final approval is granted for the above noted study, with the understanding that the investigator agrees to comply with the following requirements:

- The investigator must conduct the study in compliance with the protocol and any additional conditions set out by the Board.
- The investigator must not implement any deviation from, or changes to, the protocol without the approval of the REB, or when the change involves only logistical or administrative aspects of the study (e.g., change of telephone number or research staff).
- The investigator must, prior to use, submit to the Board changes to the study documentation, e.g., changes to the informed consent letters, recruitment materials.
- For all other research studies, investigators must promptly report to the REB all unexpected and untoward occurrences (including the loss or theft of study data and other such privacy breaches).
- Investigators must submit an annual renewal report to the REB 30 days prior to the expiration date stated above.
- Investigators must submit a final report at the conclusion of the study.
- Investigators must provide the Board with French versions of the consent form, unless a waiver has been granted.

For complete procedures relating to these modifications, please refer to the REB website at [http://www.cheori.org/about\\_ethics.html](http://www.cheori.org/about_ethics.html) or contact Sharon Haig, Ethics Coordinator at [shaig@cheo.on.ca](mailto:shaig@cheo.on.ca) or 613-737-7600 ext. 2128.

30 Regards,   
 Dr. Carole Gentile, C.Psych.  
 Chair, Research Ethics Board

CG/smeh 29/11/2011  
 c.c. CHEO RI Administration

*This is an official document. Please retain the original for your file*

*2010 version*

ANNEXE D

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT – ÉTUDE 1



## - FORMULAIRE DE CONSENTEMENT -

Laboratoire de Cyberpsychologie de l'Université du Québec en Outaouais

Titre du projet :	Distraction vs attention dans l'efficacité analgésique de la réalité virtuelle pour la douleur aigüe.
Thèse de doctorat réalisée par :	Stéphanie Dumoulin, <i>sous la supervision de Stéphane Bouchard, professeur au département de psychoéducation et psychologie de l'UQO</i>
Responsable du projet :	<i>Stéphane Bouchard, Ph.D. Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO</i>

La lecture de ce formulaire de consentement vous donnera un aperçu de la nature de même que de votre implication dans le déroulement de l'étude. Celle-ci a pour objet d'évaluer si la distraction et l'attention sont les processus centraux derrière les fonctions analgésiques de la réalité virtuelle. En effet, la réalité virtuelle possède le potentiel de diverger l'attention d'un stimulus stressant vers un autre stimulus neutre ou plus plaisant, ce qui est intéressant dans un contexte où l'individu fait face à un stimulus douloureux. Elle offre une possibilité de distraction temporaire du monde réel et permet de réduire la douleur ressentie de façon importante. Veuillez prendre le temps de lire attentivement ce qui suit afin de bien comprendre les informations.

Je comprends que :

Avant le début de l'immersion, je devrai participer à une évaluation verbale avec l'assistante de recherche afin de s'assurer que les critères d'inclusion (c'est-à-dire, être en bonne santé mentale et physiques) et d'exclusion de la recherche sont respectés. Ainsi, les participants disant souffrir d'épilepsie, d'une maladie physique pouvant contribuer aux cybermalaises (otite ou autres maladies reliées à l'oreille interne et au système vestibulaire), de maladies cardiovasculaires ou de problèmes circulatoires (p.ex. Syndrome de Reynaud), de problèmes de pression sanguine, de diabète ou ceux consommant une médication induisant d'importants effets physiologiques ou psychologiques seront exclus.

Par la suite, advenant que je rencontre les critères de l'étude, je devrai conserver ma main le plus longtemps possible dans un bassin d'eau froide à 5 degrés (test de pression à froid). Je pourrai donc retirer ma main de l'eau dès que j'aurai l'impression que je ne peux continuer. Cela constituera mon niveau de base. Par la suite je ferai une première visite virtuelle d'un environnement neutre. Je ferai ensuite l'expérience des quatre immersions suivantes, l'ordre étant déterminé au hasard :

Condition 1 : La tâche consiste à tuer beaucoup de mouches présentes dans un appartement virtuel. Tout au long de l'expérience, je serai en mesure de voir dans le milieu de l'écran, à l'aide d'une caméra vidéo, en temps réel, une partie de mon corps.

Condition 2 : La tâche consiste à tuer un petit nombre de mouches dans un appartement virtuel. Tout au long de l'expérience, je serai en mesure de voir dans le milieu de l'écran, à l'aide d'une caméra vidéo, en temps réel, une partie de mon corps.

Condition 3 : La tâche consiste à tuer beaucoup de mouches présentes dans un appartement virtuel. Tout au long de l'expérience, je serai en mesure de voir dans le milieu de l'écran, à l'aide d'une caméra vidéo, en temps réel, ma main à l'intérieur de l'appareil de pression à froid.

Condition 4 : La tâche consiste à tuer un petit nombre de mouches dans un appartement virtuel. Tout au long de l'expérience, je serai en mesure de voir dans le milieu de l'écran, à l'aide d'une caméra vidéo, en temps réel, ma main à l'intérieur de l'appareil de pression à froid.

Chaque condition comprend quatre immersions dans un environnement virtuel (appartement) d'une durée de 5 minutes maximum chacune. Toutefois, selon la condition à laquelle je serai assigné, je serai ou non distrait de l'expérimentation en cours (i.e. je verrai une image de ma main dans le casque de réalité virtuelle). Lors de chaque immersion virtuelle, je devrai conserver ma main le plus longtemps possible dans le bassin d'eau froide à 5 degrés (test de pression à froid). Je devrai effectuer ces quatre immersions en essayant toujours de garder ma main dans l'eau le plus longtemps possible. Je pourrai toujours retirer ma main de l'eau dès que j'aurai l'impression que je ne peux continuer. Un temps d'arrêt de cinq minutes me sera accordé entre chaque immersion. Avant le début de la procédure, je devrai remplir des questionnaires concernant la propension à l'immersion, la présence de symptômes physiques (p. ex. nausées, étourdissement, etc.) et certains concepts relatifs à la douleur. Cette étape est d'une durée approximative de 15 minutes. Suite à chaque immersion, je répondrai également à des questions visant à évaluer la douleur et l'anxiété par rapport à l'expérience vécue ainsi que le sentiment de présence et les cybermalaises.

À la toute fin, je serai invité à remplir à nouveau certains questionnaires. La durée totale de l'expérimentation est d'environ 60 minutes.

Les risques à prendre en compte dans cette étude sont associés aux cybermalaises et à l'inconfort causé par le froid (i.e. rougeurs, démangeaisons, picotements, etc.). Les cybermalaises représentent une forme de malaise que l'on ressent pendant ou après une

exposition en réalité virtuelle. Ils proviennent d'un conflit entre deux types d'informations : les yeux perçoivent un mouvement alors que le reste du corps ne bouge pas, un peu comme lorsqu'on lit en automobile. Les symptômes connus et temporaires associés aux cybermalaises peuvent impliquer les vertiges, le déséquilibre, la désorientation, les nausées et les étourdissements. La fatigue des yeux, la vision embrouillée ou les maux de tête peuvent également être ressentis, mais ces symptômes et ceux mentionnés précédemment se dissipent généralement en ajustant la sensibilité des lunettes aux mouvements de la tête. Certaines personnes pourraient cependant expérimenter des symptômes différents, bien que cela n'ait pas été le cas jusqu'à présent. Si les effets secondaires deviennent trop importants ou inconfortables, je pourrai cesser la séance d'immersion virtuelle immédiatement. Parce que dans de rares occasions ces effets peuvent être ressentis après l'exposition en réalité virtuelle, je devrai attendre quinze minutes suivant la fin de la séance avant de quitter les lieux. De cette façon, je serai en mesure de recevoir de l'aide advenant le cas où des cybermalaises venaient m'incommoder. Pour ce qui est du froid, l'objectif est de mesurer la capacité à tolérer à douleur. Vous serez donc toujours libre de décider quand retirer votre main de l'eau froide. De plus, le matériel de réalité virtuelle est isolé électriquement afin de s'assurer qu'il n'y ait aucun danger à mettre sa main dans l'eau.

Si j'ai des questions, je pourrai les poser à l'assistante de recherche. Je demeure libre de participer à cette étude et de me retirer en tout temps et ce, sans que cela ne me cause préjudice.

Ma contribution gratuite à cette étude entraîne des bénéfices pour la société. Suite à ma participation, il est possible que le Laboratoire développe un programme visant à distraire les individus lors de tâches à caractère douloureux. Ce programme deviendra accessible à une plus large portion de la population, leur offrant ainsi un mode d'intervention sécuritaire, confidentiel, rapide et plus abordable.

Les informations recueillies à mon sujet seront traitées de façon à conserver son anonymat et ainsi assurer la confidentialité des renseignements fournis à mon sujet, notamment grâce à l'utilisation de codes numériques et d'un entreposage sous clé des données. Ces dernières seront conservées dans un classeur barré et à accès restreint durant cinq années avant d'être détruites. Advenant le cas où je me retirais de l'étude, toutes données recueillies à mon sujet seront détruites immédiatement suite à ma demande.

Pour toutes questions sur vos droits à titre de participant de recherche ou pour tous problèmes éthiques concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet, vous pouvez contacter les personnes suivantes :

Personne à contacter en cas de besoin relatifs à l'étude:

Stéphanie Dumoulin, candidate au Ph.D., responsable de l'étude, Tél. (819) 595-3900 ext.2527

Courrier électronique : [stephanie.dumoulin@uqo.ca](mailto:stephanie.dumoulin@uqo.ca)

Stéphane Bouchard, Ph.D., responsable du volet clinique du Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, Tél. (819) 595-3900 ext. 2360 et courrier électronique: [stephane.bouchard@uqo.ca](mailto:stephane.bouchard@uqo.ca)

Personne à contacter en cas de besoin relatifs aux aspects éthiques:

André Durivage, Ph.D., président du comité d'éthique de l'UQO.

Tél. (819) 595-3900 ext. 1781 et courrier électronique: [andre.durivage@uqo.ca](mailto:andre.durivage@uqo.ca)

Je consens librement \_\_\_\_\_ (*inscrire votre nom en lettres moulées*) à participer à une recherche ayant pour but d'évaluer l'importance de l'attention et la distraction dans l'efficacité analgésique de la réalité virtuelle pour la douleur aigue.

Signature du participant

Date

Stéphanie Dumoulin, Ph.D. Cand.

Tel : 819-595-3900 ext. 2527

Date

ANNEXE E

MCGILL PAIN QUESTIONNAIRE – SHORT FORM

**Version abrégée du Questionnaire de Douleur de St-Antoine**  
(Bourreau, Luu et Doubrère, 1992)

Vous trouverez ci-dessous une liste de mots pour décrire une douleur. Pour préciser le type de douleur que vous ressentez, au moment présent, répondez en mettant une croix pour la réponse correcte.

	0	1	2	3	4
	Absent Non	Faible Un peu	Modéré Modérément	Fort Beaucoup	Extrêmement Extrêmement fort
Élancements	—	—	—	—	—
Pénétrante	—	—	—	—	—
Coups de poignard	—	—	—	—	—
En étau	—	—	—	—	—
Tiraillement	—	—	—	—	—
Brûlure	—	—	—	—	—
Fouillements	—	—	—	—	—
Lourdeur	—	—	—	—	—
Épuisante	—	—	—	—	—
Angoissante	—	—	—	—	—
Obsédante	—	—	—	—	—
Insupportable	—	—	—	—	—
Énervante	—	—	—	—	—
Exaspérante	—	—	—	—	—
Déprimante	—	—	—	—	—

ANNEXE F

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT – ÉTUDE 2



## Informed Consent

### Patients and Families

Title of Research Project: The use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department.

Principal Investigator: Stéphanie Dumoulin, M.Ps., Ph.D. candidate, Université du Québec à Montréal (819 771-7761 x 8503)

CHEO Site Investigator: Judy Rashotte, RN, PhD, Director, Nursing Research & Knowledge Transfer Consultant (613 737- 7600 x 3348)

Co-Investigator: Stéphane Bouchard, Ph.D., Professor, Department of Psychoeducation and Psychology, Université du Québec en Outaouais (819 595-3900 x 2360)

---

### Why is the study being done?

You are being invited to join this study because your doctor has ordered either venipuncture or an IV placement. Venipuncture is routinely requested for many medical conditions in the Emergency Department (ED) and there is research to show that some children find these procedures painful and distressing. We are exploring ways to distract children from the pain and distress of venipunctures and IV insertions. Virtual reality is an effective tool for pain distraction in children undergoing painful medical procedures. The purpose of this study is to see if virtual reality is a good way to distract you from the distress that you might feel during your IV insertion or venipuncture.

### Participation

If you agree to participate in this study, you would have to complete questionnaires for about 10 minutes. At present, a child life specialist is called in to assist with needle-related procedures when a child feels anxious or is afraid. If you agreed to participate in this study, you would be randomly assigned to one of three study groups: one group would receive treatment as usual (i.e. television as distraction), one group would receive an age-appropriate distraction (determined by the Child Life Specialist) and one group would be immersed in a virtual environment. Randomization means that you are put into a group by chance. Neither you nor your doctor or nurse can choose the group you will be in. You will have an equal (one in three) chance of being placed in any group. The purpose of randomization is to ensure that those receiving virtual reality and those receiving the TV or child life intervention are identical in every

other respect. That way, we can know for certain that any differences that we observe between the three groups are due to the virtual reality and nothing else.

If you are in the virtual reality group you will be asked to visit a virtual environment that looks like an apartment. The apartment has a kitchen, living room and a bathroom. You will be able to shoot the flies in the apartment with a joystick.

How many people will take part in this study?

A total of 300 children, recruited from the Emergency Department at CHEO, will take part in this study.

What is the Current Standard of Treatment for venipunctures and IV insertions?

The routine procedures for managing distress during IV placement or venipuncture includes some type of distraction such as watching TV, reading a book, or blowing bubbles. Quite often the Child Life Specialist would be with you during the procedure to help you with distraction. Also, you would have the option of a cream or spray that freezes your skin where the needle will enter.

What are the risks of the study?

If you are in the virtual reality group there is a small chance that you might experience something called cybersickness during the virtual reality intervention. Cybersickness is similar to motion sickness and sometimes occurs during or after immersion in a virtual environment. Cybersickness can also be caused by the virtual reality equipment, for example the heaviness of the helmet, or the closeness of screen to your eyes.

Cybersickness is rare and the effects are temporary. You may experience visual changes such as eyestrain, blurred vision, and headaches, dizziness or difficulty with balance, or nausea and vomiting. There are things that we can do to prevent cybersickness and if you experience any of the mentioned symptoms we will stop the virtual reality immediately.

Are there benefits to taking part in the study?

You may or may not directly benefit from participating in this study; however, you will be helping us to find new ways to keep children comfortable during painful and distressing procedures.

If I chose, how would I withdraw from the study?

Your participation in this study is voluntary. You are entirely free to participate or not and you may withdraw from the study at any time. If you choose to withdraw from the study, this will not influence the care that you receive at CHEO.

Your participation in this study might be interrupted if it impedes the provision of care or if the procedure can't be accomplished without problems.

#### What about Confidentiality and Privacy?

Your personal information will be kept strictly confidential and will not, under any circumstances, lead to your identification. Your privacy is ensured since all questionnaires are identified by a number code. The results of the study may be published in a scientific journal but you will not be personally identified in any way.

The CHEO Research Ethics Board might have access to the subject's medical files for auditing purposes.

A copy of this consent form will be given to you by the research assistant.

#### Obtaining Additional Information:

The study is under the direction of Dr. Judy Rashotte, RN, PhD, Director, Nursing Research & Knowledge Transfer Consultant at CHEO. In the event that you have unanswered questions about the study please call Dr. Rashotte at 613 737 7600 x 3348.

The CHEO Research Ethics Board (REB) has reviewed and approved this research project. The REB is a committee of the hospital that includes individuals from different professional backgrounds. The Board reviews all research that takes place at the hospital. Its goal is to ensure the protection of the rights and welfare of people participating in research. The Board's work is not intended to replace a parent or child's judgment about what decisions and choices are best for them. You may contact the Chair of the Research Ethics Board, for information regarding patient's rights in research studies at (613) 737-7600 (3272), although this person cannot provide any health-related information about the study.

I am satisfied that the information contained in this consent form was explained to me, with the extent that I am able to understand it, and that all questions have been answered. I hereby give my consent to participate in this study and will sign this consent form. I acknowledge having received a copy of this consent form. The parent signing this form has the responsibility to inform the other parent of the child's participation in this study.

Signature of participant: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Signature of parent: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Signature of research assistant: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

ANNEXE G

MESURES AUTO-RAPPORTÉES – ÉTUDE 2

Demographics

Date of procedure:

Age:

Gender:

Diagnosis:

Is this the first time the child had an IV or venipuncture?

Type of procedure:

Venipuncture

IV placement

Topical Anaesthetic use

Yes

No

EMLA

Ametop

Pain Eze

Buffered Lidocaine

How long was it on:

Requested by:

parents

nurse

child

physician

Effectiveness

Yes

No

Ease of procedure

Easy (1 stick)

Moderate (2-3 sticks)

Difficult (4 + sticks)

Time to complete

Recording time from beginning to finish:

## FEAR OF PAIN QUESTIONNAIRE – III – Short Form

Name : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

INSTRUCTIONS : The items listed below describe painful experiences. Please look at each item and think about how FEARFUL you are of experiencing the PAIN associated with each item. If you have never experienced the PAIN of a particular item, please answer on the basis of how FEARFUL you expect you would be if you had such an experience. Circle one rating per item to rate your FEAR OF PAIN in relation to each event.

AMOUNT OF FEAR					
Not at all	A little	A Fair Amount	Very Much	Extreme	
1	2	3	4	5	1. Being in an automobile accident.
1	2	3	4	5	2. Biting your tongue while eating.
1	2	3	4	5	3. Breaking your arm.
1	2	3	4	5	4. Cutting your tongue licking an envelope.
1	2	3	4	5	5. Having a heavy object hit you in the head.
1	2	3	4	5	6. Breaking your leg.
1	2	3	4	5	7. Hitting a sensitive bone in your elbow – your «funny bone».
1	2	3	4	5	8. Having a blood sample drawn with a needle.
1	2	3	4	5	9. Having someone slam a heavy car door on your hand.
1	2	3	4	5	10. Falling down a flight of concrete stairs.
1	2	3	4	5	11. Receiving an injection in your arm.

- |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 12. Receiving an injection in your hip/buttocks.                      |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 13. Receiving an injection in your mouth.                             |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 14. Getting a paper-cut on your finger.                               |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 15. Cutting yourself while shaving with a Sharp razor.                |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 16. Gulping a hot drink before it has cooled.                         |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 17. Getting strong soap in both your eyes while Bathing or showering. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 18. Having a tooth pulled.  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 19. Having sand or dust blow into your eyes.                          |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 20. Having one of your teeth drilled.                                 |

ANNEXE H

QUESTIONNAIRES DE SATISFACTION – PARENTS ET ENFANTS



**QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION**  
**(VERSION PARENT)**  
 (Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, 2010)

- 1) Jusqu'à quel point je crois que le jeu/film/distraction a aidé à réduire la douleur ressentie par mon enfant :
- |             |   |   |   |            |   |   |          |   |   |    |
|-------------|---|---|---|------------|---|---|----------|---|---|----|
| 0           | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7        | 8 | 9 | 10 |
| Pas du tout |   |   |   | Modérément |   |   | Beaucoup |   |   |    |
- 2) Jusqu'à quel point je crois que le jeu/film/distraction a aidé à réduire la peur vécue par mon enfant :
- |             |   |   |   |            |   |   |          |   |   |    |
|-------------|---|---|---|------------|---|---|----------|---|---|----|
| 0           | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7        | 8 | 9 | 10 |
| Pas du tout |   |   |   | Modérément |   |   | Beaucoup |   |   |    |
- 3) Jusqu'à quel point je crois que mon enfant a eu du plaisir à jouer au jeu/regarder le film:
- |             |   |   |   |            |   |   |          |   |   |    |
|-------------|---|---|---|------------|---|---|----------|---|---|----|
| 0           | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7        | 8 | 9 | 10 |
| Pas du tout |   |   |   | Modérément |   |   | Beaucoup |   |   |    |
- 4) Jusqu'à quel point je crois que jouer à un jeu/regarder un film a rendu mon enfant plus coopératif:
- |             |   |   |   |            |   |   |          |   |   |    |
|-------------|---|---|---|------------|---|---|----------|---|---|----|
| 0           | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7        | 8 | 9 | 10 |
| Pas du tout |   |   |   | Modérément |   |   | Beaucoup |   |   |    |
- 5) Jusqu'à quel point je crois que mon enfant voulait regarder son bras durant la procédure :
- |             |   |   |   |            |   |   |          |   |   |    |
|-------------|---|---|---|------------|---|---|----------|---|---|----|
| 0           | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7        | 8 | 9 | 10 |
| Pas du tout |   |   |   | Modérément |   |   | Beaucoup |   |   |    |
- 6) Voudriez-vous recevoir la même intervention pour la future prise de sang/placement intraveineux de votre enfant dans le futur ? Pourquoi ?

---



---



---



## QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION

(VERSION ENFANT)

(Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, 2010)

- 1) Jusqu'à quel point étais-tu intéressé/impliqué dans le jeu/film/distraction:
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas du tout				Modérément			Beaucoup			
  
- 2) Jusqu'à quel point les images et les graphiques ont-ils capté ton intérêt :
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas du tout				Modérément			Beaucoup			
  
- 3) Jusqu'à quel point as-tu trouvé facile de regarder le film/jouer au jeu proposé :
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas facile				Modérément			Très facile			
  
- 4) Jusqu'à quel point t'es-tu adapté rapidement au jeu/film/distraction :
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Très lentement				Modérément			Très rapidement			
  
- 5) Jusqu'à quel point as-tu apprécié le jeu/film/distraction :
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas du tout				Modérément			Beaucoup			
  
- 6) Jusqu'à quel point je crois que le jeu/film/distraction m'a aidé à réduire ma douleur:
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas du tout				Modérément			Beaucoup			
  
- 7) Jusqu'à quel point je crois que le jeu/film/distraction m'a aidé à réduire ma peur:
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas du tout				Modérément			Beaucoup			
  
- 8) Jusqu'à quel point j'ai eu du plaisir à jouer au jeu/regarder le film:
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas du tout				Modérément			Beaucoup			
  
- 9) Jusqu'à quel point voulais-tu regarder ton bras durant la procédure :
 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pas du tout				Modérément			Beaucoup			
  
- 10) Est-ce que tu aimerais recevoir la même intervention lors de ta prochaine prise de sang ou placement intraveineux ? Pourquoi ?

## REFERENCES

- Agarwal, N., Dhawan, J., Kumar, D., Anand, A., & Tangri, K. (2017). Effectiveness of two topical anesthetic agents used along with audio visual aids in paediatric dental patients. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, *11*(1), 80-83.
- American Academy of Pediatrics (2014). Child Life services. *Pediatrics*, *133*, 1471-1478.
- Anderson, R.A., Baron, R.S., & Logan, H. (1991), Distraction, control and dental stress. *Journal of Applied Social Psychology*, *21*, 156-171.
- Arntz, A., & de Jong, P. (1993). Anxiety, attention and pain. *Journal of Psychosomatic Research*, *37*, 423-432.
- Arntz, A., Dreessen, L., & de Jong, P. (1994). The influence of anxiety on pain: Attentional and attributional mediators. *Pain*, *56*, 307-314.
- Arntz, A., Dreessen, L., & Merckelbach, H. (1991). Attention, not anxiety, influences pain. *Behavior Research and Therapy*, *29*, 41-50.
- Arts, S.E., Abu-Saad, H.H., Champion, G.D., Crawford, M.R., Juniper, K.H., Ziegler, J.B., & Fisher, R.J. (1994). Age-related response to lidocaine-prilocaine (EMLA) emulsion and effect of music distraction on the pain of intravenous cannulation. *Pediatrics*, *93*.
- Bandstra, N.F., Skinner, L., LeBlanc, C., Chambers, C.T., Hollon, E.C., Brennan, D., & Beaver, C. (2008). The role of Child Life in pediatric pain management: A survey of Child Life specialists. *The Journal of Pain*, *9*, 320-329.
- Bantick, S.J., Wise, R.G., Ploghaus, A., Clare, S., Smith, S.M., & Tracey, I. (2002). Imaging how attention modulates pain in humans using functional MRI. *Brain*, *125*, 310-319.
- Basbaum, A. I. & Fields, H.L. (1984). Endogenous pain control systems: brainstem spinal pathways and endorphin circuitry. *Annual Review of Neuroscience*, *7*, 309-338.

- Bentsen, B., Svensson, P., & Wenzel, A. (2001). Evaluation of effect of 3D video glasses on perceived pain and *unpleasantness induced by restorative dental treatment*. *European Journal of Pain*, 5 (4), 373-378.
- Bentsen, B., Svensson, P., & Wenzel, A. (2000). The hypoalgesic effect of 3-D video glasses on cold pressor pain: Reproducibility and importance of information. *Anesthesia Progress*, 47(3), 67-71.
- Bentsen, B., Svensson, P., & Wenzel, A. (1999). The effect of a new type of video glasses on the perceived intensity of pain and unpleasantness evoked by a cold pressor test. *Anesthesia Progress*, 46(4), 113-117.
- Blount, R.L., Schaen, E.R., & Cohen, L.L. (1999). Commentary: Current status and future directions in acute pediatric pain assessment and treatment. *Journal of Pediatric Psychology*, 24(2), 150-152.
- Botella, C., A. Garcia-Palacios, Y. Vizcaino, R. Herrero, R.M. Banos & M.A. Belmonte(2013). Virtual reality in the treatment of fibromyalgia: A pilot study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 16, pp. 215–223.
- Boureau, F. (1988). *Pratique du traitement de la douleur*. Paris : Doin.
- Broadbent, D.E.(1958). *Perception and communication*. Oxford: Pergamon Press.
- Burckhardt, C.S., & Bjelle, A. (1994). A Swedish version of the short-form McGill Pain Questionnaire. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 23, pp. 77– 81.
- Cavender, K., Goff, M.D., Hollon, E.C., & Guzzetta, C.E. (2004). Parents' positioning and distracting children during venipuncture. *Journal of Holistic Nursing*, 22, 32-56.
- Chan, E., Foster, S., Sambell, R., & Leong, P. (2018). Clinical efficacy of virtual reality for acute procedural pain management: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 13(7).
- Child Life Council (2013a). Child Life Council Evidence-Based Practice Statement. Preparing Children and Adolescents for Medical Procedures. Retrieved from <https://www.childlife.org/files/EBPPreparationStatement-Complete.pdf>
- Child Life Council (2013b). Child Life Evidence-Based Practice Statement. Child Life assessment: Variables Associated with a child's ability to cope with hospitalization. Retrieved from <https://www.childlife.org/files/EBPAssessmentStatement-Complete.pdf>
- Child Life Council (2013c). Standards of clinical practice. Retrieved from <https://www.childlife.org/files/StandardsOfClinicalPractice.pdf>

- Choiniere M., Dion D., Peng P., Banner, R., Barton, P.M., Boulanger, D., et al. (2010). The Canadian STOP-PAIN Project – Part 1: Who are the patients on the waitlists of multidisciplinary pain treatment facilities? *Canadian Journal of Anesthesia*, 57, 539–548.
- Cohen, L.L., Blount, R.L., Cohen, R.J., Schaen, E.R., & Zaff, J.F. (1999). Comparative study of distraction versus topical anaesthesia for pediatric pain management during immunizations. *Health Psychology*, 18 (6), 591-598.
- Collado-Mateo, D., Domingez-Munoz, F.J., Adsuar, J.C., Garcia-Gordillo, M.A., & Gusi, N. (2017). Effects of exergames on quality of life, pain, and disease effect in women with fibromyalgia: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(9), 1725-1731.
- Dahlquist, L.M., McKenna, K.D., Jones, K.K., Dillinger, L., Weiss, K.E., & Sonntag-Ackerman, C. (2007). Active and passive distraction using a head-mounted display helmet: Effects on cold-pressor pain in children. *Health Psychology*, 26, pp. 794–801.
- Dahlquist, L.M., Weiss, K.E., Law, E.F., Sil, S., Jones Herbert, L., Berrin Horn, et al. (2010). Effects of videogame distraction and a virtual reality type head-mounted display helmet on cold pressor pain in young elementary school-aged children. *Journal of Pediatric Psychology*, 35(6), 617-625.
- Das, D.A., Grimmer, K.A., Sparnon, A.L., McRae, S.E., & Thomas, B.H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 5, 1-10.
- Davis, M., J. Vasterling, D. Bransfield & T.G. Burish (1987). Behavioral interventions in coping with cancer-related pain. *British Journal of Guidance and Counseling*, 15, pp. 17-29.
- De Pascali, V., Magaranu, M.R., & Bellusci, A. (1999). Pain perception, somatosensory event-related potentials and skin conductance responses to painful stimuli in high, mid, and low hypnotizable subjects. *Pain*, 83, 499-508.
- De Tommaso, M., K. Ricci, L. Laneve, N. Savino, V. Antonaci & P. Livrea (2013). Virtual visual effect of hospital waiting room on pain modulation in healthy subjects and patients with chronic migraine. *Pain Research and Treatment*, 2013, pp. 515–730.
- Dobson, C.E. & Byrne, M.W. (2014). Using guided imagery to manage pain in young children with sickle cell disease. *American Journal of Nursing*, 114, 26-36.
- Duker, P.C., Van den Bercken, J., & Foekens, M.A. (1999). Focusing versus distraction and the response to clinical electric shocks. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 30, 199-204.

- Dumoulin, S., Bouchard, S., Dion-Marcoux, Y., Hébert, V., Beaudoin, C., Gagnon, C., & Lavoie, K.L. (2013). A randomized controlled trial about the use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department. Poster presentation at the 47<sup>th</sup> Annual Convention of the Association for Behavioral and Cognitive Therapy (ABCT), Nashville (TN), November 21-24<sup>th</sup>.
- Dumoulin, S., Bouchard, S., Loranger, C., Quintana, P., Gougeon, V., & Lavoie, K.L. (submitted). Are cognitive load and focus of attention differentially involved in pain management: An experimental study using a cold-pressor test and virtual reality.
- Dumoulin, S., Bouchard, S., & Rivard, V. (2007). La réalité virtuelle est-elle un moyen efficace de gérer la douleur aiguë ? *Revue Québécoise de Psychologie*, 28, 65-91.
- Dumoulin, S., Loranger, C., Gougeon, V., Bouchard, S., Lavoie, K.L. (2011). Are cognitive load and focus of attention the main variables in pain management : An experimental study using a cold-pressor test and virtual reality. Poster presentation at the 45<sup>th</sup> Annual Convention of the Association for Behavioral and Cognitive Therapy (ABCT), Toronto (ON), November 10-13<sup>th</sup>.
- Eccleston, C. (1995). The attentional control of pain: Methodological and theoretical concerns. *Pain*, 63, 3-10.
- Eccleston, C. & Crombez, G. (1999). Pain demands attention: A cognitive-affective model of the interruptive function of pain. *Psychological Bulletin*, 125, pp. 356–366.
- Eccleston, C., Williams, A.C., & Stainton Rogers, W. (1997). Patients' and professionals' understandings of the causes of chronic pain: Blame, responsibility and identity protection. *Social Science and Medicine*, 45, 699-709.
- Elliott, C.H., & Olson, R.A. (1983). The management of children's distress in response to painful medical treatment for burn injuries. *Behavioral Research and Therapy*, 21, 675-683.
- Farthing, G.W., Venturino M., & Brown, S.W. (1984). Suggestion and distraction in the control of pain: Test of two hypotheses. *Journal of Abnormal Psychology*, 93, pp. 266–276.
- Farthing, G.W., Venturino M., & Brown, S.W., & Lazar, J.D. (1997). Internal and external distraction in the control of cold-pressor pain as a function of hypnotizability. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 45, 433-446.

- Fauerbach, J.A., Lawrence, J.W., Haythornwaite, J.A., & Richter, L. (2002). Coping with stress of a painful medical procedure. *Behavior Research and Therapy*, *40*, 1003-1015.
- Fields, H.L., & Basbaum, A.I. (1979). The origin of descending pathways in the dorsolateral funiculus of spinal cord of the cat and rat: further studies on the anatomy of pain modulation. *Journal of Comparative Neurology*, *308*, 361-374.
- Flor, H. (2014). Psychological pain interventions and neurophysiology: Implications for a mechanism-based approach. *American Psychologist*, *69*, 188-196.
- Fuch P, Moreau G, Guitton P. *Virtual reality: Concepts and technologies*. New York: CRC Press (2011).
- Garcia-Palacios, A., Herrero, R., Vizcaino, Y., Belmonte, M.A., Castilla, D., Molinari, G., et al. (2015). Integrating virtual reality with activity management for the treatment of fibromyalgia: Acceptability and preliminary efficacy. *Clinical Journal of Pain*, *31*(5), 564-572.
- Gershon, J., E. Zimand, R. Lemos, B.O. Rothbaum & L. Hodges (2003). Use of virtual reality as a distractor for painful procedures in a patient with pediatric cancer: A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, *6*, pp. 654–661.
- Gershon, J., E. Zimand, M. Pickering, B.O. Rothbaum & L. Hodges (2004). A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer. *Journal of the American of Child & Adolescent Psychiatry*, *43*, pp. 1243–1249.
- Gold, J.I., Kant, A.J., Kim, S.H., & Rizzo, A.S. (2005). Virtual anesthesia: The use of virtual reality for pain distraction during acute medical interventions. *Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain*, *24*, 203-210.
- Gold, J.I., Kim, S.H., Kant, A.J., Joseph, M.H., & Rizzo, A. (2006). Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during IV placement. *Cyberpsychology & Behavior*, *9*, pp. 207–212.
- Gold, J.I., & Mahrer, N.E. (2018). Is virtual reality ready for prime time in the medical space? A randomized control trial of pediatric virtual reality for acute procedural pain management. *Journal of Pediatric Psychology*, *43*(3), 266-275.
- Goodenough, B., Kampel, L., Champion, G.D., Laubreaux, L., Nicholas, J.B., Ziegler, J.B., et al. (1997). An investigation of the placebo effect and age- related factors in the report of needle pain from venipuncture in children. *Pain*, *72*, 383-391.
- Graydon, J. & M.W. Eysenck (1989). Distraction and cognitive performance. *European Journal of Cognitive Psychology*, *1*, pp. 161–179.

- Gromala, D., Tong, X., Choo, A., Karamnejad, M., & Shaw, C.D. (2015). The virtual meditative walk: Virtual reality therapy for chronic pain management. *CHI 2015: Making & Sharing Assistive Technologies*, 521-524.
- Gupta, A., Scott, K., & Dukewich, M. (2018). Innovative technology using virtual reality in the treatment of pain: Does it reduce pain via distraction, or is it more to it? *Pain Medicine*, 19(1), 151-159.
- Gutiérrez-Martinez, O., Gutiérrez-Maldonado, J., & Loreto-Quijada, D. (2011). Control over the virtual environment influences the presence and efficacy of a virtual reality intervention on pain. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 9, 90-93.
- Herrero, R., A. Garcia-Palacios, D. Castilla, G. Molinari & C. Botella (2014). Virtual reality for the induction of positive emotions in the treatment of fibromyalgia: A pilot study over acceptability, satisfaction, and the effect of virtual reality on mood. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 379–384.
- Hilton, L., Hempel, S., Ewing, B.A., Apaydin, E., Xenakis, L., Newberry, S., et al. (2017). Mindfulness meditation for chronic pain: Systematic review and meta-analysis. *Annals of Behavioral Medicine*, 51(2), 199-213.
- Hines, P.S. & J. Martin (1988). Hopefulness and the self-sustaining process in adolescents with cancer. *Nursing Research*, 37, pp. 336–340.
- Hodes, R.L., Howland, E.W., Lightfoot, N. & Cleeland, C.S. (1990). The effects of distraction on responses to cold pressor pain. *Pain*, 41, 109-114.
- Hoffman, H., Coda, B., Sharar, S., Kharasch, E., Syrjala, K., Blough, D., & Shen, D. (2004). Virtual reality analgesia during thermal and *electrical pain for longer durations, and multiple treatments*. *Cyberpsychology & Behavior*, 7 (3), 291.
- Hoffman, H.G., J.N. Doctor, D.R. Patterson, G.J. Carrougher & T.A. Furness (2000). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, 85, pp. 305–309.
- Hoffman, H.G., Garcia-Palacios, A., Kapa, V., Beecher, J., & Sharar, S.R. (2003). Immersive virtual reality for reducing experimental ischemic pain. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 3 (15), 469-486.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., & Carrougher, G.J. (2000). Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy : a controlled study. *The Clinical Journal of Pain*, 16 (3), 244-250.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Carrougher, G.J., Nakamura, D., Moore, M., Garcia-Palacios & Furness, T.A. (2001). The effectiveness of virtual reality pain control

- with multiple treatments of longer durations: A case study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13(1), 1-12.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Carrougher, G.J. & Sharar, S.R.(2001). Effectiveness of virtual reality-based control with multiple treatments. *The Clinical Journal of Pain*, 17, 229-235.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Magula, J., Carrougher, G.J., Zeltzer, K., Dagadakis, S. & Sharar, S. (2004). Water-friendly virtual reality pain control during wound care. *Journal of Clinical Psychology*, 60(2), 189-195.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Seibel, E., Soltani, M., Jewett-Leahy, L., & Sharar, S.R. (2008). Virtual reality pain control during burn wound debridement in the hydrotank. *Clinical Journal of Pain*, 24 (4), 299-304.
- Hoffman, H.G., Seibel, E.J., Richards, T.L., Furness, T.A., Patterson, D.R., & Sharar, S.R. (2006). Virtual reality helmet display quality influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Journal of Pain*, 7(11), 843-850.
- Hoffman, H.G., Sharar, S.R., Coda, B., Everett, J.J., Ciol, M., Richards, T., & Patterson, D.R. (2004). Manipulating presence influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Pain*, 111, 162-168.
- Holden, G. Bearison, D.J., Rode, D.C., Rosenberg, G., & Fishman, M. (1999). Evaluating the effects of a virtual environment (STARBRIGHT World) with hospitalized children. *Research on Social Practice*, 9 (3), 365-382.
- International Association for the Study of Pain Task Force on Taxonomy (2011). *Classification of chronic pain: Descriptions of chronic pain syndromes and definition of pain terms* (3<sup>rd</sup> Ed.). Washington, D.C.: ISAP Press.
- Janssen, S.A. (2002). Negative affect and sensitization to pain. *Scandinavian Journal of Psychology*, 43, pp. 131–137.
- Janssen, S.A. & Arntz, A. (1996). Anxiety and pain: Attentional and endorphinergic influences. *Pain*, 66, 145-150.
- Jay, S.M., Elliott, C.H., Ozolins, M., Olson, R.A., & Pruitt, S.D. (1985). Behavioral management of children's distress during painful medical procedures. *Behavioral Research and Therapy*, 23, 513-520.
- Jeffs, D., Dorman, D., Brown, S., Files, A., Graves, T., Kirk, E., et al. (2014). Effect of virtual reality on adolescent pain during burn care. *Journal of Burn Care Research*, 35(5), 395-408.
- Jensen, M.P. & P. Karoly (2001). Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. In D.C. Turk & R. Melzack (eds.), *Handbook of Pain Assessment*, pp. 15–34. New York: The Guilford Press.

- Jeon, B., S. Cho & J.-H. Lee (2014). Application of virtual body swapping to patients with complex regional pain syndrome: A pilot study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 366–370.
- Johnson, S., & Coxon, M. (2016). Sound can enhance the analgesic effect of virtual reality. *Royal Society Open Science*, 3(3).
- Johnson, M.H. & Petrie, S.M. (1997). The effects of distraction on exercise and cold pressor tolerance for chronic low back pain sufferers. *Pain*, 69, 43-48.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Klassen, J.A., Liang, Y., Tjosvold, L., Klassen, T.P., & Hartling, L. (2008). Music for pain and anxiety in children undergoing medical procedures: A systematic review of randomized controlled trials. *Ambulatory Pediatrics*, 8, 117-128.
- Ko, S., Shin, J., & Kim, S.J. (2017). Development of a VR rehabilitation system for pediatric burn patients using Kinect and Google cardboard. *Advanced Science Letters*, 23(10), 10414-10418.
- Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO (2006). Cyberpsychologie. Récupéré le 26 mars 2006 du site [http://w3.uqo.ca/cyberpsy/fr/index\\_fr.htm](http://w3.uqo.ca/cyberpsy/fr/index_fr.htm).
- Lange, B., Williams, M., & Fulton, I. (2006). Virtual reality distraction during pediatric medical procedures. *Pediatric Pain Letter*, 8.
- LeBars, D., Dickenson, A.H., & Besson, J.-M. (1979a). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). I. Effects on dorsal horn convergent neurones in the rat. *Pain*, 6, 283-304.
- LeBars, D., Dickenson, A.H., & Besson, J.-M. (1979a). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). II. Lack of effect on non-convergent neurones, supraspinal involvement and theoretical implications. *Pain*, 6, 305-327.
- LeBars, D., Villeneuve, L., Chitour, D. (1997). Les mécanismes physiologiques de contrôle de la douleur. Dans L. Brasseur, L. Chauvin, G. Guilbaud, (Éds.). *Douleurs, bases fondamentales, pharmacologie, douleurs aiguës, douleurs chroniques, thérapeutiques* (pp. 23-37). Paris : Maloine.
- Lee, D.W., A.C. Chan, S.K. Wong, T.M. Fung, A.C. Li, S.K. Chan, L.M. Mui, E.K. Ng & S.C. Chung (2004). Can visual distraction decrease the dose of patient-controlled sedation required during colonoscopy? A prospective randomized controlled trial. *Endoscopy*, 36, pp. 197–201.
- Legrain, V., Van Damme, S., Eccleston, C., Davis, K.D., Seminowicz, D.A., &

- Crombez, G. (2009). A neurocognitive model of attention to pain: Behavioral and neuroimaging evidence. *Pain, 144*(3), 230-232.
- Lendaro, E., Hermansson, L., Burger, H., Van der Sluis, C.K., McGuire, B.E., Pilch, M. (2018). Phantom motor execution as a treatment for phantom limb pain: Protocol of an international, double-blind, randomized controlled clinical trial. *BMJ Open, 8*(7).
- Leventhal, H., D. Brown, S. Shacham & G. Engquist (1979). Effects of preparatory information about sensations, threat of pain and attention on cold pressor distress. *Journal of Personality and Social Psychology, 37*, pp. 688–714.
- Lewis, C.H. & Griffin, M.J. (1997). Human factors consideration in clinical applications of virtual reality. In G. Riva (Éd.). *Virtual Reality in Neuro- Psycho- Physiology* (pp. 35-56). IOS Press.
- Loeser, J.D. (1980). Perspectives on pain. In C. Padgham, A. Hedges & P. Turner (Éd.). *Clinical pharmacology & therapeutics* (p. 314). Baltimore: University Park Press.
- Loreto-Quijada, D., J. Gutiérrez-Maldonado, R. Nieto, O. Gutiérrez-Martinez, M. Ferrer-Garcia, C. Saldana et al. (2014). Differential effects of two virtual reality interventions: Distraction versus pain control. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 17*, pp. 353–358.
- Lynch, M.E. (2011). The need for a Canadian pain strategy. *Pain Research and Management, 16*(2), 77-80.
- MacLaren, J.E. & L.L. Cohen (2005). A comparison of distraction strategies for venipuncture distress in children. *Journal of Pediatric Psychology, 30*, pp. 387–396.
- Malloy, K.M. & L.S. Milling (2010). The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: A systematic review. *Clinical Psychology Review, 30*, pp. 1011–1018.
- Maltzman, S. (1988). Visual stimuli in distraction strategies for increasing pain tolerance: The confounding of affect with other stimulus characteristics. *The Pavlovian Journal of Biological Science, 23*, pp. 67–74.
- Manne, S.L., Bakeman, R., Jacobsen, P.B., Gorfinkle, K., & Redd, W.H. (1994). An analysis of a behavioral intervention for children undergoing venipuncture. *Health Psychology, 13*, 556-566.
- Manne, S.L., Redd, W.H., Jacobsen, P.B., Gorfinkle, K., Schorr, O., & Rapkin, B. (1990). Behavioral intervention to reduce child and parent distress during venipuncture. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 58*, 565-572.

- Marchand, S. (2009). *Le phénomène de la douleur* (2<sup>e</sup> Éd.). Montréal : Chenelière/McGraw-Hill.
- McCaffrey, M. (1990). Nursing approaches to non-pharmacological pain control. *International Journal of Nursing Studies*, 27, pp. 1–5.
- McCaul, K.D. & J.M. Malott (1987). Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin*, 95, pp. 516–533.
- McCaul, K.D., Monson, N., & Maki, R.H. (1992). Does distraction reduce pain-produced distress among college students? *Health Psychology*, 11 (4), 210-217.
- McGrath, P.A. (1990). *Pain in children: Nature, assessment and treatment*. New York: Guilford Press.
- McGrath, P.J., Hsu, E., Cappelli, M., Luke, B., Goodman, J.T., & Dunn-Geier, J. (1990). Pain from pediatric cancer: A survey of an outpatient oncology clinic. *Journal of Psychosocial Oncology*, 8, 109-124.
- McKenna, K., Gallagher, K.A.S., Forbes, P.W., & Ibeziako, P. (2015). Ready, set, relax: Biofeedback-assisted relaxation training (BART) in a pediatric psychiatry consultation service. *Psychosomatics*, 56, 381-389.
- McNeil, D.W. & A.J. Rainwater (1998). Development of the Fear of Pain Questionnaire – III. *Journal of Behavioral Medicine*, 21, pp. 389–410.
- McSherry, T., Atterbury, M., Gartner, S., Helmold, E., Searles, D.M., & Schulman, C. (2018). Randomized, crossover study of immersive virtual reality to decrease opioid use during painful wound care procedures in adults. *Journal of Burn Care Research*, 39(2), 278-285.
- Melzack, R. (1990a). Phantom limbs, the self and the brain (the D.O. Hebb memorial lecture). *Canadian Psychology*, 30 (1), 1-16.
- Melzack, R. (1990b). The tragedy of needless pain. *Scientific American*, 262 (2), 27-33.
- Melzack, R. (1990c). Phantom limbs and the concept of neuromatrix. *Trends in Neurosciences*, 13(3), 88-92.
- Melzack, R. (1987). The short-form McGill Pain Questionnaire. *Pain*, 30, pp. 191–197.
- Melzack, R., & Katz, J. (2013). Pain. *Wiley Interdisciplinary reviews: Cognitive Science*. 4(1), 1-15.

- Melzack, R. & Katz, J. (2001). The McGill Pain Questionnaire: Appraisal and current status. In D.C. Turk & R. Melzack (eds.), *Handbook of Pain Assessment*, pp. 35–52. New York: The Guilford Press.
- Melzack, R. & Wall, P.D. (1983). *The challenge of pain*. New York: Basic Books.
- Melzack, R. & Wall, P.D. (1965). Pain mechanisms: A new theory. *Science*, 150, 971-979.
- Morley, S., C. Eccleston & A. Williams (1999). Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of cognitive behaviour therapy and behaviour therapy for chronic pain in adults, excluding headache. *Pain*, 80, pp. 1–13.
- Mott, J., S. Bucolo, L. Cuttle, M. Hilder, K. Miller & R.M. Kimble (2008). The efficacy of an augmented virtual reality system to alleviate pain in children undergoing burns dressing changes: A randomised controlled trial. *Burns*, 34, pp. 803–808.
- Mühlberger, A., M.J. Wieser, R. Kenntner-Mabiala, P. Pauli & B.K. Wiederhold (2007). Pain modulation during drives through cold and hot virtual environments. *Cyberpsychology & Behavior*, 10, pp. 516–522.
- Murphy, E. & Carr, A. (2000). Paediatric pain problems. Dans A. Carr (Éd.). *What works for children and adolescents? A critical review of psychological interventions with children* (pp. 258-279). New York.
- Nilsson, S., Finnström, B., Kokinsky, E., & Enskär, K. (2009). The use of virtual reality for needle-related procedural pain and distress in children and adolescents in a paediatric oncology unit. *European Journal of Oncology Nursing*, 13, 102-109.
- Nguyen, T.N., Nilsson, S., Hellstrom, A.L., & Bengtson, A. (2010). Music therapy to reduce pain and anxiety in children with cancer undergoing lumbar puncture: A randomized clinical trial. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 27, 146-155.
- Pandya, P.G., Kim, T.E., Howard, S.K., Stary, E., Leng, J.C., Hunter, O.O., & Mariano, E.R. (2017). Virtual reality distraction decreases routine intravenous sedation and procedure-related pain during preoperative adductor canal catheter insertion: A retrospective study. *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(4), 439-445.
- Patterson, D.R. & Jensen, M.P. (2003). Hypnosis and clinical pain. *Psychological Bulletin*, 129, pp. 495–521.
- Patterson, D.R., Burns, G.L., Everett, J.J., & Marvin, J.A. (1992). Hypnosis for the treatment of burn pain. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60 (5), 713-717.

- Patterson, D.R., Hoffman, H.G., Garcia-Palacios, A., & Jensen, M.J. (2006). Analgesic effects of posthypnotic suggestions and virtual reality distraction on thermal pain. *Journal of Abnormal Psychology, 115*(4), 834-841.
- Pederson, C. (1996). Promoting parental use of nonpharmacologic techniques with children during lumbar punctures. *Journal of Pediatric Oncology Nursing, 13*, 21-30.
- Post-White, J., Fitzgerald, M., Savik, K., Hooke, M.C., Hannahan, A.B., Sencer, S.F. (2009). Massage therapy for children with cancer. *Journal of Pediatric Oncology Nursing, 26*, 7-15.
- Powers, S.W. (1999). Empirically supported treatments in pediatric psychology: Procedure-related pain. *Journal of Pediatric Psychology, 24*, 131-135.
- Pratt, D.R., Zyda, M., & Kelleher, K. (1995). Virtual reality : In the mind of the beholder. *IEEE Computer, 28* (7), 17-19.
- Price, D.D. (1988). Classical and current theories of pain mechanisms. In D.D. Price (ed.), *Psychological and neural mechanisms of pain*, pp. 212–231. New York: Raven Press.
- Quartana, P. J., J.W. Burns & K.R. Lofland (2007). Attentional Strategy Moderates Effects of Pain Catastrophizing on Symptom-Specific Physiological Responses in Chronic Low Back Pain Patients. *Journal of Behavioural Medicine, 30*, pp. 221–231.
- Reynolds, D.V. (1969). Surgery in the rat during electrical analgesia. *Science, 164*, 444-445.
- Riva, G. (1997). The virtual environment for body image modification (VEBIM): Development and preliminary investigation. *Presence, 6*, 106-117.
- Riva, G. & Gamberini, L. (2000). Virtual reality in telemedicine. *Telemedicine Journal and E-Health, 6* (3), 327-340.
- Sano, Y, Wake, N., Ichinose, A., Osumi, M., Oya, R., Sumitani, M., et al. (2016). Tactile feedback for relief of deafferentation pain using virtual reality system : A pilot study. *Journal of Neuroengineering Rehabilitation, 13*(1), 61.
- Sadowski, W., & Stanney, K.M. (2002). Presence in virtual environments. In K. M. Stanney (Eds.). *Handbook of virtual environments : Design, implementation and applications* (pp. 791-806). Mahwah : IEA.
- Sander-Wint, S., Eshelman, D., Steele, J. & Guzzetta, C.E. (2002). Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. *Oncology Nursing Forum, 29*, pp. E8–E15.

- Sarig Bahat, H., Croft, K., Carter, C., Hoddinott, A., Sprecher, E., & Treleaven, J. (2018). Remote kinematic training for patients with chronic neck pain: A randomised controlled trial. *European Spine Journal*, 27(6), 1309-1323.
- Sarig Bahat, H., Weiss, P.L., Sprecher, E., Krasovsky, A., & Laufer, Y. (2014). Do neck kinematics correlate with pain intensity, neck disability or with fear of motion? *Manual Therapy*, 19, pp. 252–258.
- Schiffrrin, R.M. (1988). Attention. Dans R.C. Atkinson, R.S. Hernstein, G. Lindzey, & R. Luce (Éds.). *Steven's handbook of experimental psychology. Vol. 2: Learning and cognition* (3<sup>rd</sup> Ed., pp. 739-811). New York: Wiley.
- Schneider, S.M. (1998). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving cancer chemotherapy. Document inédit. Cleveland, OH: Case Western Reserve University.
- Schneider, S.M. & Workman, M.L. (1999). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving chemotherapy. *Cyberpsychology & Behavior*, 2, pp. 125–134.
- Seminowicz, D.A., & Davis, K.D. (2007a). Interactions of pain intensity and cognitive load: The brain stays on task. *Cerebral Cortex*, 17(6), 1412-1422.
- Seminowicz, D.A., & Davis, K.D. (2007bcg). A re-examination of pain-cognition interactions: Implications for neuroimaging. *Pain*, 130(1-2), 8-13.
- Sharar, S.R., Alamdari, A., Hoffer, Hoffman, H.G., Jensen, M.P., & Patterson, D.R. (2016). Circumplex model of affect: A measure of pleasure and arousal during virtual reality distraction analgesia. *Games for Health Journal*, 5(3), 197-202.
- Sil, S., Dahlquist, L.M., Thompson, C., Hahn, A., Herbert, L., Wohlheiter, K., & Horn, S. (2014). The effects of coping style on virtual reality enhanced videogame distraction in children undergoing cold pressor pain. *Journal of Behavioral Medicine*, 37(1), 156-165.
- Smith, J.T., Barabasz, A., & Barabasz, M. (1996). Comparison of hypnosis and distraction in severely ill children undergoing painful medical procedures. *Journal of Counseling Psychology*, 43 (2), 187-195.
- Snow, P.W., Sedki, I., Sinisi, M., Comley, R., & Loureiro, R.C.V. (2017). Robotic therapy for phantom limb pain in upper limb amputees. *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (proceedings), July 2017*, 1019-1024.
- Snyder-Michael, E. (1998). *Pain perception under different conditions: The moderating role of catastrophization*. Chicago: Finch University of Health Sciences.

- Stanney, K.M., Kennedy, R.S., & Kingdon, K. (2002). Virtual environment usage protocols. Dans K.M. Stanney (Éd.). *Handbook of virtual environments: Design, implementation and applications*. Mahwah: IEA.
- Steele, E., K. Grimmer, B. Thomas, B. Mulley, I. Fulton & H.G. Hoffman (2003). Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: A case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 6(6), pp. 633–638.
- Strand, L.I., Ljunggren, A.E., Bogen, B., Ask, T. & Johnsen, T.B. (2008). The Short-Form McGill Pain Questionnaire as an outcome measure: Test-retest reliability and responsiveness to change. *European Journal of Pain*, 12, 917-925.
- Sulea, C., A. Soomro, C. Boyd & B. Wiederhold (2014). Pain management in virtual reality: A comprehensive research chart. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 402–413.
- Sullivan, M.J.L., Bishop, S.R., & Pivik, J. (1995). The pain catastrophizing scale: Development and Validation. *Psychological Assessment*, 7(4), 524-532.
- Sullivan, C., P.E. Schneider, R.J. Musselman, C.O. Dummett & D. Gardiner (2000). The effect of virtual reality during dental treatment on child anxiety and behavior. *Journal of Dentistry for Children*, pp. 193–196.
- Sylvestre, J.C. (2000). *A process-oriented approach to the study of coping by disengagement and distraction*. Unedited document. Guelph: University of Guelph.
- Talbot, J.D., Duncan, G.H., & Bushnell, M.C. (1989). Effects of diffuse noxious inhibitory controls (DNICs) on the sensory-discriminative dimension of pain perception. *Pain*, 36, 231-238.
- Talbot, J.D., Duncan, G.H., Bushnell, M.C., & Boyer, M. (1987). Diffuse noxious inhibitory controls (DNICs): psychophysical evidence in man for intersegmental suppression of noxious heat perception by cold pressor pain. *Pain*, 30, 221-232.
- Tang N., & Crane, C. (2006). Suicidality in chronic pain: Review of the prevalence, risk factors and psychological links. *Psychological Medicine*, 36, 575–586.
- Thrane, S. (2014). Effectiveness of integrative modalities for pain and anxiety in children and adolescents with cancer: A systematic review. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 30, 320-332.
- Thomas, J.S., France, C.R., Applegate, M.E., Leitkam, S.T., Walkoski, S. (2016). Feasibility and safety of a virtual reality dodgeball intervention for chronic low back pain: A randomized clinical trial. *The Journal of Pain*, 17(12), 1302-1317.

- Triberti, S., Repetto, C. & Riva, G. (2014). Psychological factors influencing the effectiveness of virtual reality-based analgesia: A systematic review. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 335–345.
- Tse, M.M.Y., Ng, J.K.F., Chung, J.W.Y. & Wong, T.K.S. (2002). The effect of visual stimulation via the eyeglass display and the perception of pain. *Cyberpsychology & Behavior*, 5(1), 65-75.
- Turk, D.C., D. Meichenbaum & M. Genest (1983). *Pain and behavioral medicine. A cognitive-behavioral perspective*. New York: The Guilford Press.
- Turk, D.C. & Okifuji, A. (2002). Psychological factors in chronic pain: Evolution and revolution. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 70 (3), 679-690.
- Varni, J.W., Blount, R.L., Waldron, S.A., & Smith, A.J. (1995). Management of pain and distress. In M.C. Roberts (Ed.), *Handbook of Pediatric Psychology* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 105-123). New York: Guilford Press.
- Vessey, J.A., Carlson, K.L., & McGill, J. (1994). Use of a distraction with children during an acute pain experience. *Nursing Research*, 43, 369-372.
- Vilalta-Abella, F., Gutierrez-Maldonado, J., & Pla-Sanjuanelo, J. (2015). Development of a virtual environment based on the perceived characteristics of pain in patients with fibromyalgia. *Study in Health Technology and Informatics*, 219, 158-162.
- Villemure, S. & C. Bushnell (2002). Cognitive modulation of pain: How do attention and emotion influence pain processing? *Pain*, 95, pp. 195–199.
- Wender, R., H.G. Hoffman, H.H. Hunner, E.J. Seiber, D.R. Patterson & S.R. Sharar (2009). Interactivity influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Journal of Cybertherapy & Rehabilitation*, 2, pp. 27–33.
- Wied, M. & Verbaten, M.N. (2001). Affective picture processing, attention and pain tolerance. *Pain*, 90 (1), 163-172.
- Wiederhold, B.K., K. Gao, C. Sulea & M.D. Wiederhold (2014). Virtual reality as a distraction technique in chronic pain patients. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17, pp. 346–352.
- Wilson, M. G., Lavis, J. N., & Ellen, M. E. (2015). Supporting chronic pain management across provincial and territorial health systems in Canada: Findings from two stakeholder dialogues. *Pain Research & Management*, 20(5), 269-279.
- Wolitzky, K., Fivush, R., Zimand, E., Hodges, L., & Rothbaum, B.O. (2005). Effectiveness of virtual reality distraction during a painful medical procedure in pediatric oncology patients. *Psychology and Health*, 20, 817-824.