



## Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail et a été validé par l'auteur et son directeur de mémoire en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'Enseignement intégrée à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'IFMK de Nancy n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à disposition de la communauté scientifique élargie.

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

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

Contact : [secretariat@kine-nancy.eu](mailto:secretariat@kine-nancy.eu)

## Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122. 4.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2- L 335.10.

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTÈRE DE LA SANTÉ  
RÉGION GRAND EST  
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

**MODALITÉS ET CHAMPS D'APPLICATION POSSIBLES DE  
LA RÉALITÉ VIRTUELLE IMMERSIVE EN MASSO-  
KINÉSITHÉRAPIE : POINT DE VUE DES PROFESSIONNELS**

**Sous la direction de  
Mélania JAMBEAU**

Mémoire présenté par **Nicolas SCHULZ**,  
étudiant en 4<sup>ème</sup> année de masso-kinésithérapie,  
en vue de valider l'UE 28  
dans le cadre de la formation initiale du  
Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

Promotion 2016-2020.



UE 28 - MÉMOIRE  
DÉCLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussigné(e), .....Nicolas.....SCHULZ.....

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant le conseil de discipline de l'ILFMK et les tribunaux de la République Française.

Fait à .NANCY....., le ..23/04/2020

Signature

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier, dans un premier temps, ma directrice de mémoire Mme Jambeau pour ses précieux conseils, son investissement et sa réactivité tout au long de l'élaboration de ce travail.

Je souhaite aussi remercier ma référente IFMK, Mme Royer, pour son accompagnement sans faille tout au long de ces quatre années.

J'adresse également ma gratitude aux membres du jury pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Je souhaiterais ensuite remercier ma famille pour le soutien indéniab le dont elle a fait preuve depuis le début de ma scolarité et leur dire que ce travail est aussi le fruit de tous les sacrifices qu'elle a réalisé pour moi.

Enfin pour conclure, je n'oublierai pas mes amis avec qui j'ai passé quatre superbes années à l'IFMK.

## Modalités et champs d'application possibles de la réalité virtuelle immersive en masso-kinésithérapie : point de vue des professionnels

**Introduction** – La réalité virtuelle immersive (VRI) a émergé depuis quelques années dans le domaine de la santé et la masso-kinésithérapie a vu l'apparition d'applications « thérapeutiques » en VRI dont les aspects ludiques et motivants semblent être intéressants. Habituellement, c'est souvent en tant que spectateur que nous assistons au développement rapide des nouvelles technologies. Dans ce travail, nous avons choisi d'impliquer le masseur-kinésithérapeute (MK) de terrain dans une réflexion pratique autour de l'utilisation de la VRI en rééducation.

**Matériel et méthode** – Sept MK ayant des profils professionnels variés ont, dans un premier temps, testé la VRI. Dans un second temps, à l'aide d'un questionnaire et d'entretiens semi-directifs les points de vue des MK sur la VRI ont été recueillis ainsi que leurs réflexions sur ses domaines et modalités d'application potentiels.

**Résultats** – Tous les MK estiment que la VRI pourrait être utile en kinésithérapie, et ce dans des domaines très variés comme la neurologie, la pédiatrie ou la rééducation vestibulaire, par exemple. Cet outil apparaît comme un complément au traitement classique et ses modalités d'utilisation devraient être propres à chaque prise en charge. Il ressort des entretiens que les troubles cognitifs et vestibulaires sévères seraient les principales contre-indications à l'utilisation de la VRI. Les MK estiment que les applications « thérapeutiques » devraient être pensées pour être variées, ludiques, réalistes et en même temps simples d'utilisation.

**Discussion** – Malgré le fait que la VRI soit une technologie peu connue par les MK, leurs propos s'accordent en majorité sur ceux de la littérature actuelle concernant son utilisation. Des études doivent être menées pour développer des protocoles d'utilisation de la VRI pour chaque pathologie. Il est également important de définir des critères de non-inclusion spécifiques à chaque application VR « thérapeutique ».

**Conclusion** – Selon le panel de MK consulté, la VRI est un outil prometteur en kinésithérapie. L'essor que connaît cette technologie devrait d'ailleurs continuer à s'accroître dans les années à venir. De futures recherches devraient permettre aux MK d'utiliser au mieux la VRI dans leurs prises en charge.

**Mots-clés** – champs d'application, kinésithérapie, modalités d'application, réalité virtuelle immersive

---

## Possible guidelines and fields applications of virtual reality in physiotherapy: professionals point of view

**Introduction** – Immersive virtual reality (VRI) has emerged in recent years in the health field. More recently, "therapeutics" applications have emerged in physiotherapy and their playful and motivating aspects seem to be interesting. We are witnessing a frantic development of new technologies in many areas, often as a spectator. Here, we involved the field physiotherapist in a practical reflection around the use of VRI in rehabilitation. The objective was to collect the current point of view of physiotherapists on the VRI, their reflections on its fields and the possible methods of application.

**Method** – After seven physiotherapists tested VRI, a questionnaire was given to them and semi-structured interviews were carried out the following day.

**Results** – All physiotherapists believe that VRI can be useful in physiotherapy, and this in a wide variety of fields such as neurology, pediatrics or vestibular rehabilitation. This tool is a complement to conventional processing and its methods of use are specific to each care. Very significant cognitive and vestibular disorders are the main contraindications to the use of VRI. Physiotherapists believe that "therapeutics" applications should be varied, fun, realistic and easy to use.

**Discussion** – Even though physiotherapists are not particularly familiar with VRI, their comments are in line with current literature concerning its use. Studies must be carried out to develop protocols for using VRI for each pathology. It's also important to define the non-inclusion criteria specific to each "therapeutic" VR application.

**Conclusion** – According to the MK panel consulted, VRI is a promising tool in physiotherapy. The growth of this technology is expected to continue to grow up in the future years. Future research should enable physiotherapists to make the best use of VRI in their care.

**Keywords** – application fields, physiotherapy, application guidelines, immersive virtual reality

# SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1. Problématique	1
1.2. Cadre théorique	2
1.2.1. Différentes technologies	2
1.2.1.1. La réalité augmentée	2
1.2.1.2. La réalité mixte	2
1.2.1.3. La réalité virtuelle	3
1.2.2. Principes et fonctionnement de la VRI	4
1.2.3. VRI et santé : aujourd'hui dans quels domaines ?	6
1.2.3.1. VRI et phobies	6
1.2.3.2. VRI et douleurs	6
1.2.3.3. VRI et neurologie	7
1.2.3.3.1. Accidents vasculaires cérébraux	7
1.2.3.3.2. Paralysies cérébrales	8
1.2.3.3.3. Sclérose en plaques	9
1.2.3.4. VRI et rééducation vestibulaire	9
1.2.3.5. VRI et oncologie	10
1.2.3.6. VRI et rééducation orthopédique	10
1.2.4. Etat des lieux des modalités d'application de la VRI en kinésithérapie	10
1.2.4.1. Pour quels patients ?	10
1.2.4.2. À quel moment l'intégrer dans la prise en charge ?	11
1.2.4.3. Quelle serait sa place dans la prise en charge ?	11
1.2.4.4. Quel serait le nombre idéal de séances ?	12
1.2.4.5. Quels programmes utiliser ?	12
1.2.5. Pourquoi interroger des MK ?	12
<b>2. MATÉRIEL ET MÉTHODE</b>	<b>13</b>
2.1. Stratégie de recherche documentaire	13
2.2. Protocole expérimental	13
2.2.1. Cadre théorique	13
2.2.2. D'un point de vue éthique	14

2.2.3. Echantillon	15
2.2.4. Expérience de VRI proposée aux MK	15
2.2.4.1. Essai d'applications « thérapeutiques »	15
2.2.4.2. Visualisation d'une vidéo de jeux « commerciaux »	16
2.2.5. Recueil des données	16
2.2.5.1. Questionnaire	16
2.2.5.2. Entretiens semi-directifs	17
2.2.6. Analyse des données	19
<b>3. RÉSULTATS</b>	<b>20</b>
3.1. Questionnaire introductif	20
3.1.1. Informations personnelles des MK	20
3.1.2. Premières impressions sur la VRI	21
3.1.3. Réflexion autour de l'utilisation de la VRI en kinésithérapie	21
3.2. Entretiens semi-directifs pour aller plus loin	22
3.2.1. Caractéristiques de la population étudiée	22
3.2.2. Retour sur l'essai de la VRI	23
3.2.3. Champs d'application et modalités d'utilisation en kinésithérapie	26
3.2.3.1. Champs d'application potentiels imaginés	26
3.2.3.2. Modalités d'application suggérées	27
<b>4. DISCUSSION</b>	<b>32</b>
4.1. Synthèse des résultats obtenus	32
4.1.1. Connaissances en VRI	32
4.1.2. L'expérience de la VRI	33
4.1.3. Champs d'application de la VRI...	33
4.1.3.1. ...en masso-kinésithérapie	33
4.1.3.2. ...hors masso-kinésithérapie	34
4.1.4. Modalités d'application de la VRI en masso-kinésithérapie	34
4.1.5. Contre-indications	35
4.1.6. Axes d'amélioration de la VRI « thérapeutique » selon les MK	35
4.2. Intérêts et limites des résultats par rapport à l'état des lieux de la littérature	36
4.2.1. Domaines d'application de la VRI	36
4.2.2. Modalités d'application de la VRI	37
4.3. Intérêts et limites des résultats pour la pratique et la profession	37
4.4. Positionnement du point de vue éthique et déontologique	39

4.5. Perspectives d'approfondissement ou de réorientation du travail	39
4.5.1. Critique du dispositif de recherche	39
4.5.2. Perspectives d'approfondissement	41
<b>5. CONCLUSION</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>ANNEXES</b>	

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

<b>AVC</b>	Accident Vasculaire Cérébral
<b>MK</b>	Masseur-Kinésithérapeute
<b>PECMK</b>	Prise En Charge Masso-Kinésithérapique
<b>VR</b>	Réalité Virtuelle
<b>VRI</b>	Réalité Virtuelle Immersive

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Problématique

La réalité virtuelle immersive (VRI) est une technologie qui s'est énormément développée ces dernières années. Elle est utilisée dans de nombreux domaines comme la formation, l'urbanisme, la simulation scientifique, l'industrie (1) et plus récemment dans l'univers de la santé (2). Dans le cadre de l'utilisation de la VRI en rééducation, le patient se retrouve immergé dans un monde artificiel avec lequel il peut interagir. Il pourra par la suite réaliser le transfert des connaissances et des habiletés acquises en situation de réalité virtuelle vers le monde « réel » (1).

La VRI a démontré son efficacité dans de nombreux secteurs de la santé tels que le traitement de la douleur ou des phobies. Toutefois la VRI permet également, grâce à son aspect ludique et motivant, d'augmenter l'investissement du patient dans sa propre rééducation (2–4). En effet, cette technologie fait bénéficier le patient d'un retour direct sur ses performances ce qui l'encourage naturellement à améliorer ses résultats au fil des séances. Les répétitions de mêmes mouvements, bien qu'essentiels dans l'apprentissage moteur pour stimuler la plasticité cérébrale et ainsi obtenir de bons résultats en terme de motricité (3–6), peut s'avérer être fastidieux pour les patients (4). Le côté motivant de la VRI permettrait de contrer ce phénomène. Cet outil se montre d'autant plus intéressant en kinésithérapie que son aspect motivant a été démontré tout aussi bien chez les patients les plus jeunes (6) que chez les plus âgés (2).

Il existe en France des sociétés qui se sont spécialisées dans la conception de logiciels de réalité virtuelle (VR) pour la masso-kinésithérapie. Ce sont des applicatifs dits « thérapeutiques ». Ces dispositifs proposent différents programmes s'adaptant à la majorité des domaines de la kinésithérapie. Ils peuvent être utilisés en bilan comme en traitement et offrent ainsi au professionnel un outil de prise en charge intéressant. Cependant, ces dispositifs sont très récents puisque la majorité des dites sociétés ont été créées en 2015 : il est donc encore difficile d'évaluer de façon suffisante l'efficacité de ces logiciels VR « thérapeutiques » en kinésithérapie. De plus, la Haute Autorité de Santé n'a pas établi de recommandations de bonne pratique concernant cette technologie dans la prise en charge masso-kinésithérapique (PECMK) et il n'existe pas de protocoles précis d'utilisation.

Ainsi, bien que de plus en plus de masseurs-kinésithérapeutes (MK) utilisent les jeux vidéo dans leurs prises en charge, la VRI reste très peu utilisée et il est donc difficile d'avoir un retour critique des professionnels sur cette nouvelle technologie. Nous pouvons encore nous poser la question de savoir quelles catégories de professionnels ont été impliqués dans le développement de ces logiciels de rééducation ; des MK ont-ils été inclus ? Tout cela nous amène à nous poser la question suivante : **Quel est le point de vue actuel des MK sur la VRI concernant ses modalités et champs d'application potentiels dans la prise en charge masso-kinésithérapique ?**

## **1.2. Cadre théorique**

### **1.2.1. Différentes technologies**

L'objectif de cette partie est de clarifier les caractéristiques de plusieurs technologies qu'il est parfois difficile de distinguer et qui sont souvent confondues : la « réalité augmentée », la « réalité mixte » et la « réalité virtuelle », cette dernière pouvant elle-même se diviser en trois catégories (Fig. 1).

#### **1.2.1.1. La réalité augmentée**

La réalité augmentée consiste à afficher des informations numériques sur le monde réel. Par exemple, certains dispositifs et applications sur smartphone permettent à l'utilisateur se trouvant face à un monument d'avoir des informations sur celui-ci.

#### **1.2.1.2. La réalité mixte**

Par abus de langage nous pourrions dire que la réalité mixte est une forme de réalité augmentée (7). Cependant, alors que la réalité augmentée se contente d'afficher des informations, la réalité mixte permet de superposer au monde réel des objets virtuels ou hologrammes pouvant se déplacer dans celui-ci. Le jeu Pokémon Go est l'exemple le plus connu de réalité mixte. Nous affirmons souvent que la réalité mixte est l'intermédiaire entre la réalité augmentée et la réalité virtuelle.

### 1.2.1.3. La réalité virtuelle

La VR se différencie des deux technologies précédemment détaillées par la possibilité d'interagir avec l'environnement virtuel. Il existe trois sortes de VR en fonction du degré d'immersion du système présenté. Un système de réalité virtuelle non-immersif ne permet pas à l'utilisateur d'être immergé dans le monde virtuel. Les informations visuelles transmises sur écran par le système sont en 2D. Dans un système de réalité virtuelle semi-immersif, l'utilisateur n'est pas totalement immergé dans le monde virtuel, il se place généralement face à un écran qui lui renvoie des images en 3D. Ce type de VR sert beaucoup en apprentissage, notamment pour simuler des vols aériens (8). Enfin, dans un système de réalité virtuelle immersif, l'utilisateur se retrouve complètement plongé dans un monde virtuel par le biais le plus souvent d'un visiocasque. Il peut alors interagir avec cet environnement grâce à différentes interfaces sensori-motrices qui sont majoritairement des manettes. C'est la VRI que nous avons choisi d'étudier dans notre travail et c'est à celle-ci que nous pensons généralement lorsque nous évoquons le terme de « réalité virtuelle ».

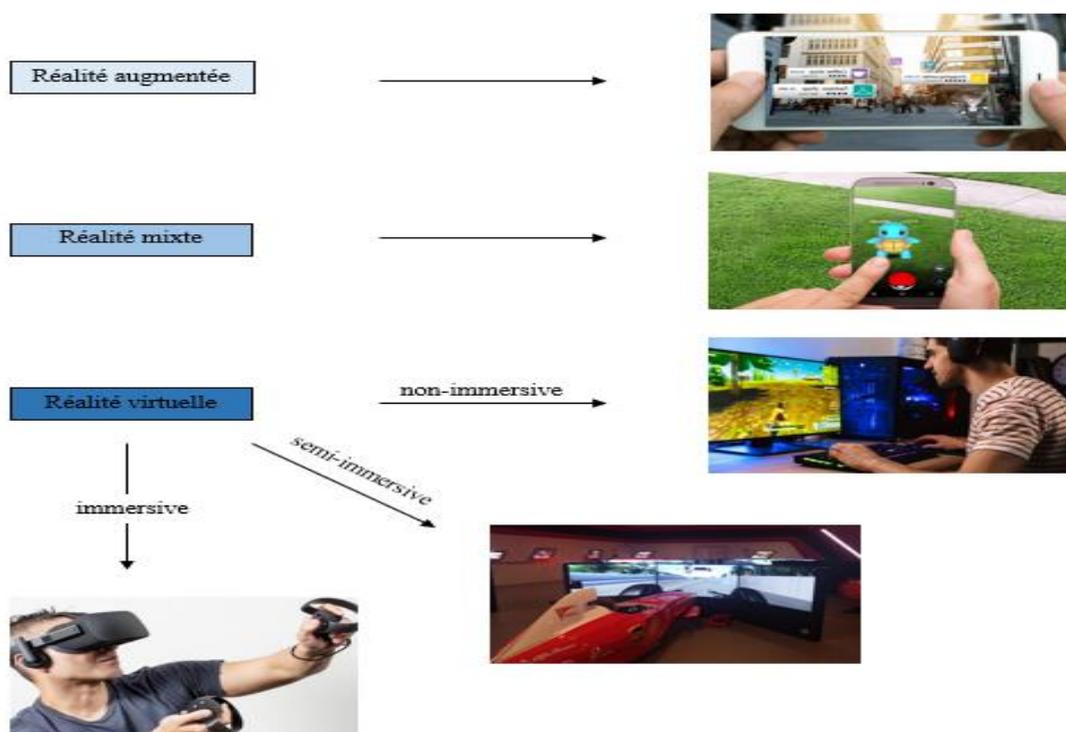


Figure 1: Les différents types de réalités

### 1.2.2. Principes et fonctionnement de la VRI

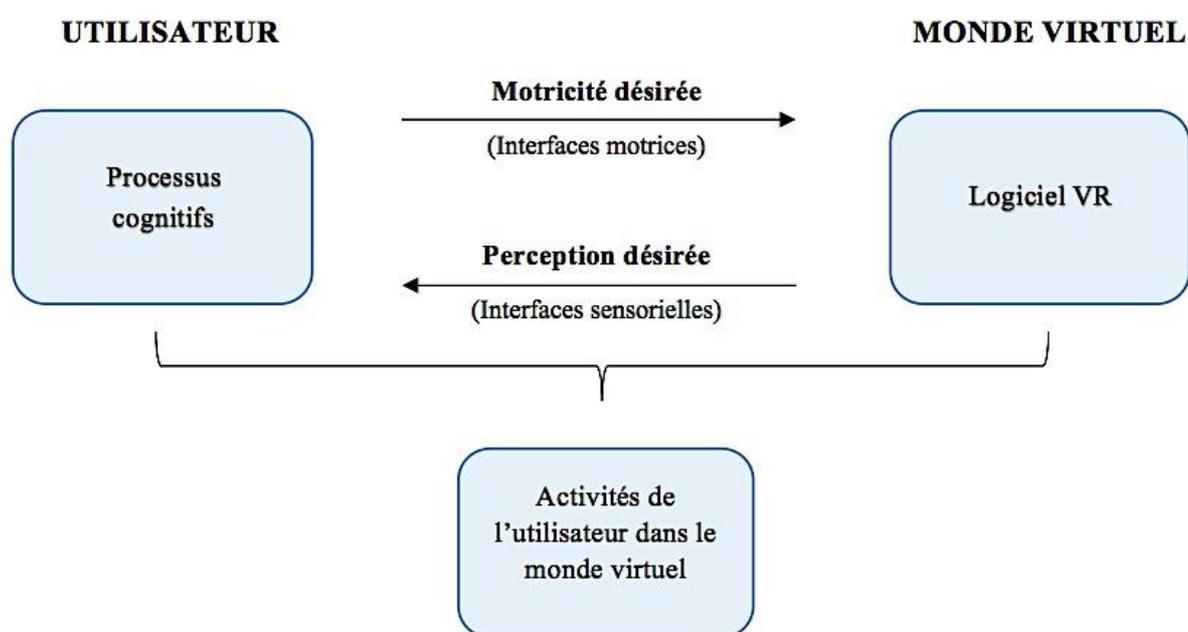
Afin de comprendre les moyens grâce auxquels l'utilisateur peut interagir avec l'environnement virtuel, nous devons introduire la notion de « schème ». En restant concis, un schème est un noyau élémentaire transposable à différentes situations rencontrées. En réalité virtuelle, nous parlons de schème comportemental importé. M. Hayek ajoutera que les schèmes sont un ensemble de règles « *connues par personne, mais comprises de tous* » (1). Pour réaliser une action dans un monde virtuel, l'utilisateur doit donc enchaîner un ensemble d'activités élémentaires de façon logique, comme observer le monde virtuel, se déplacer dans le monde virtuel, agir sur le monde virtuel et communiquer avec autrui ou avec l'application (1).

L'association entre les schèmes comportementaux et ces activités élémentaires de base permet à un individu plongé dans un monde virtuel d'interagir de manière adéquate avec ce nouvel environnement. Pour ce faire, il faut que l'utilisateur déplace son attention du monde réel vers le monde virtuel : c'est ce que nous appelons la « présence ». La présence est l'ensemble des comportements observés lorsque l'utilisateur est confronté à cet environnement. L'analyse de ces comportements permet alors de déterminer si l'utilisateur agit en accord avec le monde réel ou le monde virtuel (1). La présence a été décrite comme étant la réponse subjective à l'immersion, ce qui nous permet d'introduire ce terme. L'immersion se définit comme étant la capacité d'un système à isoler l'utilisateur du monde réel. L'immersion permet donc à l'utilisateur d'avoir des possibilités d'action dans cet environnement virtuel (1).

Pour que le patient ait réellement l'impression d'être plongé dans un monde virtuel, les actions qu'il effectue doivent se retrouver dans cet environnement le plus rapidement possible. Inversement, les informations envoyées par l'application doivent être immédiatement transmises au sujet. Toutefois, ce principe est difficile à mettre en œuvre dans les systèmes de réalité virtuelle. Ce décalage est la « latence » du système, elle représente le facteur limitant le plus la qualité du système de réalité virtuelle (1). Plus la latence est faible, plus le sentiment de présence du patient est fort et meilleure sera l'efficacité de cette technique de traitement.

Afin de permettre à l'utilisateur de recevoir des informations de la part de l'application mais également d'interagir avec celle-ci en reproduisant ses actions dans le monde virtuel, nous avons à la fois besoin d'interfaces sensorielles et d'interfaces motrices. Ces interfaces permettent de transmettre les informations entre le monde réel et virtuel, et inversement (Fig.

2). Elles sont conçues pour être les plus transparentes possibles, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas gêner l'utilisateur ni influencer ses réponses motrices. Ces interfaces ont, exceptées les sonores, des caractéristiques métrologiques bien inférieures aux capacités sensorimotrices humaines (9). Elles ne pourront donc jamais être aussi performantes que les capteurs sensoriels du corps humain. Par conséquent, cela influe négativement la sensation de présence ressentie par l'utilisateur. L'ensemble des stimuli sensoriels que l'utilisateur perçoit lui permet d'avoir une perception cohérente du monde virtuel dans lequel il est immergé (9).



**Figure 2: Interactions en réalité virtuelle**

Nous nous sommes inspirés du « *Schéma technocentrique de référence en réalité virtuelle* » de P. Fuchs (1) pour construire ce schéma simplifié. Celui-ci nous montre que toute application en réalité virtuelle doit être conçue de façon à pouvoir constamment passer d'une approche anthropocentrique à une approche technocentrique (9).

Par le biais d'interfaces motrices, sensorielles et sensori-motrices, l'utilisateur va pouvoir se sentir immergé et interagir fonctionnellement avec l'environnement virtuel. Le dispositif matériel utilisé comme interface motrice est le plus souvent ce que nous appelons un

« traqueur ». Il fonctionne de pair avec un « marqueur » et ce duo va permettre de repérer le déplacement d'une cible mobile par rapport à un point fixe. Ces interfaces sont indispensables pour le bon fonctionnement de tout système de réalité virtuelle. Elles sont utilisées pour repérer la localisation de la tête dans l'espace, pour mesurer le déplacement spatial de l'extrémité de la main et pour la capture de la position et des rotations du corps (9). Les deux sens les plus employés dans un dispositif de VRI sont la vue et l'ouïe. À l'heure actuelle, les visiocasques sont les interfaces sensorielles les plus utilisées. Ils permettent à l'utilisateur d'avoir une vision stéréoscopique (3D), un champ visuel élargi ainsi qu'une totale immersion du regard (9). Il est possible d'intégrer au visiocasque un traqueur et des écouteurs qui vont ainsi permettre une audition stéréoscopique. En ce qui concerne les interfaces sensori-motrices, le dispositif matériel employé est généralement composé de manettes très légères qui vont surtout avoir pour but un retour pseudo-haptique et une information sur la localisation de la main dans l'espace (9).

### **1.2.3. VRI et santé : aujourd'hui dans quels domaines ?**

#### **1.2.3.1. VRI et phobies**

La VRI peut être utile pour lutter contre certaines phobies. En effet, cet outil permet de confronter de façon progressive et sécurisée le patient à sa peur. Ces confrontations virtuelles lui permettront de mieux appréhender une situation angoissante dans le monde réel (2).

#### **1.2.3.2. VRI et douleurs**

La réduction de la douleur est un objectif important dans toute prise en charge et la VRI semblerait être un outil très intéressant pour lutter contre celle-ci. En effet, elle permettrait de détourner l'attention du patient de sa souffrance. La plus grande efficacité de ce système a été démontrée chez les grands brûlés grâce notamment aux travaux publiés par M. Hoffman. Ce dernier a démontré que la VRI était un excellent moyen de détourner l'attention des patients pendant des soins infirmiers ou lors de mobilisations par le MK. Le patient est plongé dans un environnement virtuel appelé « Snow World », dans lequel il se retrouve sur une banquise et peut interagir avec différents éléments lui rappelant le froid comme des igloos ou des

bonhommes de neige. M. Hoffman démontre alors qu'il est observé chez les patients immergés dans ce « Snow World » une réduction de 35 à 50% de la douleur comparativement à un traitement médicamenteux classique (10).

La VRI est, depuis peu, utilisée en complément des techniques d'anesthésie classiques afin d'améliorer le confort du patient au cours de l'intervention chirurgicale. Grâce, entre autres, à un univers visuel relaxant, le patient détourne son esprit de l'instant présent. Cette nouvelle méthode peut s'avérer être utile pour des patients ne pouvant subir d'anesthésie générale par exemple. Le docteur Koenig, dans l'une de ses études, a démontré que dans le cadre de la chirurgie veineuse superficielle l'utilisation de l'hypnose en réalité virtuelle pour une anesthésie locale s'avérait être intéressante. Les résultats montrent en effet un taux de satisfaction élevé de la part des patients qui ressentent ainsi moins de stress et une douleur relativement faible pendant et après l'intervention (11).

La VRI peut encore être utile pour les patients souffrant de pathologies chroniques. En effet, elle permet d'oublier la douleur durant le temps de l'immersion mais également de se familiariser avec les bons réflexes à adopter en cas de crise aiguë (12).

D'autres études ont permis de démontrer l'efficacité de la VRI dans la réduction des douleurs du membre fantôme chez les patients amputés (13), dans la réduction des douleurs neuropathiques chez des patients ayant une lésion de la moelle épinière (14), mais également pour diminuer la douleur due aux effets secondaires de certains médicaments très puissants chez des patients cancéreux (15).

### **1.2.3.3. VRI et neurologie**

#### **1.2.3.3.1 Accidents vasculaires cérébraux**

Après avoir subi un accident vasculaire cérébral (AVC), le chemin pour retrouver un membre supérieur fonctionnel est un processus qui est long voire parfois impossible. En effet, la récupération motrice est lente et il faut également lutter contre la spasticité qui freine encore plus la récupération des capacités du patient (16). Or, un objectif essentiel lors de la prise en charge d'un AVC est l'obtention d'un membre supérieur fonctionnel afin de pouvoir réaliser correctement les activités de la vie quotidienne (15). Atteindre cet objectif requiert intensité et

continuité de la part du patient dans sa prise en charge et son investissement total (17). La VRI peut alors s'avérer être un outil intéressant pour augmenter la motivation des patients (3,5,18) et augmenter leur engagement dans leur prise en charge. En effet, le feedback visuel leur permet de voir si l'objectif de l'application a été atteint et quel score ils ont obtenu par exemple, score qu'ils chercheront pour la majorité à augmenter lors de la prochaine séance. Cette motivation va alors encourager le patient à poursuivre ses efforts ce qui va ainsi augmenter ses chances de retrouver un membre supérieur fonctionnel (3,5,18,19). De plus, la VRI permet au patient d'expérimenter des activités rééducatives qu'il est difficile de mettre en place en rééducation dans le monde réel, comme le tir à l'arc ou le bowling par exemple (18). La rééducation d'un AVC passe également par un important travail fonctionnel de l'équilibre et de la marche (19,20) et plusieurs études affirment que la VRI est un outil efficace pour améliorer ces paramètres (3,20).

#### **1.2.3.3.2. Paralysies cérébrales**

Une méta-analyse qui s'intéresse à l'efficacité de la VRI chez des enfants paralysés cérébraux a été publiée en 2018. Celle-ci affirme que la VRI améliore l'apprentissage moteur et notamment la fonctionnalité du membre supérieur, le contrôle postural et la déambulation. Les résultats seraient plus intéressants que ceux obtenus avec un traitement conventionnel (6). Par ailleurs, une autre étude menée la même année s'intéressant à la fonction motrice manuelle chez des enfants paralysés cérébraux affirme que la VRI permet d'améliorer la qualité des mouvements, la vitesse et la dextérité de la main (21).

L'utilisation de la VRI chez ces patients permet d'augmenter leur participation et leur intégration dans le monde réel, en dépassant les barrières auxquelles ils sont confrontés. En effet, l'enfant va progressivement réduire ses déficiences corporelles et donc ses limitations d'activités, ce qui va lui permettre d'augmenter sa participation à l'école et dans la société. De plus la VRI permet aux proches, surtout aux parents, de mieux comprendre les déficiences de leur enfant. Ainsi la communication entre eux sera améliorée, ce qui augmentera également l'ouverture de l'enfant au monde qui l'entoure. L'efficacité de la VRI dans la rééducation de ces enfants paralysés cérébraux peut s'expliquer par le fait que cet outil augmente leur

motivation. En effet les mouvements réalisés par l'enfant ont un objectif précis puisqu'ils vont lui permettre de mener à bien une tâche demandée ou encore de résoudre un problème posé (6).

#### **1.2.3.3.3. Sclérose en plaques**

Les pertes d'équilibre représentent le symptôme majeur observé chez les personnes atteintes de sclérose en plaques, limitant ainsi l'indépendance et la qualité de vie de ces patients. Les objectifs de rééducation sont donc d'améliorer l'équilibre et la marche. Une méta-analyse de 2018 a démontré que la VRI permet de consolider ces capacités chez les patients atteints de sclérose en plaques et qu'elle serait donc un outil intéressant pour réduire le risque de chutes (22). Une autre étude a démontré que les patients atteints de cette maladie adhéraient convenablement au traitement par VRI et qu'aucun effet secondaire n'avait été notifié (4).

Nous l'avons donc vu, la VRI semble être un outil prometteur pour la prise en charge de patients atteints de maladies neurologiques. De façon générale, cette rééducation se base sur la plasticité cérébrale : il s'agit de la capacité du cerveau à remodeler ses connexions en fonction du vécu d'un individu, de ses expériences et de son environnement. La VRI permet d'augmenter la motivation du patient et son investissement dans la rééducation. Ainsi, il va effectuer davantage de répétitions de mouvements comparativement à un traitement classique et cela va permettre, grâce au principe de la plasticité cérébrale, de récupérer plus rapidement en transposant ensuite ses capacités dans le monde réel.

#### **1.2.3.4. VRI et rééducation vestibulaire**

La rééducation vestibulaire consiste, grâce à l'exercice, à favoriser la compensation vestibulaire. Elle repose sur le principe de l'habituation (23) et a comme finalité une diminution des principaux symptômes que sont les vertiges et les pertes d'équilibre. Ces potentiels risques de chute peuvent entraîner chez certains patients des troubles psychologiques comme la dépression (23). Une étude publiée en 2015 par Bergeron *et al.* (24) montre que l'utilisation de la VRI dans la rééducation vestibulaire serait efficace pour diminuer les symptômes précédemment évoqués. Ce travail démontre également que la VRI est bien tolérée par ces patients et que cette technologie pourrait s'avérer être une bonne alternative à moindre coût

pour la réhabilitation vestibulaire. D'autres études montrent aussi que la VRI serait efficace pour diminuer les symptômes des pathologies vestibulaires (25) et que cela permettrait à ces patients d'avoir une meilleure qualité de vie (26).

#### **1.2.3.5. VRI et oncologie**

La VRI peut aussi s'avérer être intéressante dans d'autres domaines, notamment en oncologie. Bien que le niveau de preuve scientifique des études réalisées soit faible pour cause de faibles échantillons, une méta-analyse de 2019 a montré que la VRI permettait de diminuer les symptômes dont souffrent la plupart des patients atteints d'un cancer à savoir la fatigue, la dépression, l'anxiété et la douleur (15).

#### **1.2.3.6. VRI et rééducation orthopédique**

La VRI peut être utilisée dans la rééducation orthopédique. En effet, elle représente un outil fiable et de qualité pour évaluer, entre autres, les amplitudes articulaires au niveau cervical ou de l'épaule. Cela permet donc d'éviter certains biais comme la différence d'évaluation inter-individus. La VRI est également un outil intéressant pour le traitement des pathologies orthopédiques mais son efficacité est la même que celle d'un traitement classique. Elle s'avère donc être un bon outil de bilan et une alternative au traitement classique pour les patients les moins investis dans leur prise en charge (27).

### **1.2.4. Etat des lieux des modalités d'application de la VRI en kinésithérapie**

#### **1.2.4.1. Pour quels patients ?**

Il a été démontré, dans une population d'enfants paralysés cérébraux, que les effets de l'utilisation de la VRI sur la récupération motrice des membres supérieurs étaient plus importants chez les enfants les plus jeunes (6) mais aucune contre-indication liée à l'âge des patients n'a été trouvée dans la littérature. L'âge ne serait ainsi pas un facteur limitant l'accès au traitement par VRI.

L'utilisation de la VRI peut potentiellement déclencher des effets secondaires même si ceux-ci sont plutôt rares. Les effets secondaires les plus souvent retrouvés sont des nausées, des perturbations oculaires, une instabilité posturale, des maux de tête et de la somnolence (28,29). L'apparition de ces désagréments dépend surtout de la sensibilité de chacun, c'est pour cela qu'ils sont propres à chaque patient. La qualité du système VR, le logiciel utilisé et la tâche demandée au patient sont également des facteurs influant l'apparition de ces effets (3).

#### **1.2.4.2. À quel moment l'intégrer dans la prise en charge ?**

Lorsque l'objectif recherché est la récupération motrice, il a été prouvé que la VRI ne pouvait être utilisée qu'à partir d'un niveau minimum de motricité car si les capacités du patient sont trop faibles le dispositif peut créer des phénomènes de frustration (29). Certaines études se sont intéressées à la récupération motrice post-AVC et à la période idéale pour utiliser la VRI : soit lors de la phase précoce (dans les six mois qui suivent l'AVC), soit lors de la phase chronique (après six mois). Même si la plupart de ces études n'apportent pas suffisamment de preuves (3), certaines affirment cependant que l'utilisation de la VRI suite à un AVC serait la plus efficace dans les six premiers mois de rééducation (30).

#### **1.2.4.3. Quelle serait sa place dans la prise en charge ?**

Nous avons vu précédemment que la VRI avait montré son intérêt dans la PECMK et ce dans plusieurs domaines. Mais est-elle plus efficace utilisée seule, en substitution du traitement conventionnel, ou est-elle un complément à ce traitement classique ? Plusieurs études se sont penchées sur la question et la majorité d'entre elles affirme que les meilleurs résultats sont obtenus lorsque la VRI est utilisée en complément du traitement classique, et ce quels que soient les objectifs recherchés (3,12,20,24). La littérature recommande d'utiliser la VRI comme un adjuvant au traitement conventionnel, même si le choix du traitement dépend des préférences du patient et de l'expertise du MK (24,28).

#### **1.2.4.4. Quel serait le nombre idéal de séances ?**

D'après plusieurs études, nous pouvons dire que plus le nombre d'heures de traitement par VRI est grand, plus les résultats obtenus sont satisfaisants par rapport aux objectifs recherchés (3,6,21,31). Corbetta *et al.* avancent même que pour la rééducation post-AVC, le nombre d'heures minimal pour obtenir des résultats satisfaisants serait de quinze (3).

#### **1.2.4.5. Quels programmes utiliser ?**

Il existe deux grandes familles de logiciels en VRI : les logiciels dits « commerciaux » conçus pour une activité de loisir, et ceux dits « thérapeutiques » conçus spécialement pour la rééducation. Aucune étude ne permet de déterminer à l'heure actuelle quelle famille de logiciels est la plus efficace pour les PECMK (3,5). Cependant, les programmes à visée thérapeutique semblent être les plus probants dans la récupération de la fonction motrice des membres supérieurs chez les enfants paralysés cérébraux (6).

#### **1.2.5. Pourquoi interroger des MK ?**

L'utilisation de la VRI dans le domaine de la santé est en évolution permanente et son champ d'action s'étend de plus en plus. En posant ce cadre théorique, nous avons ainsi réalisé un état des lieux sur son utilisation en 2020. La masso-kinésithérapie fait partie des récents domaines de la santé dans lesquels la VRI a pris de l'ampleur et les retours des MK à propos de la VRI sont encore peu nombreux. Dans l'optique de développer de futurs logiciels « thérapeutiques », il nous paraît important que ceux-ci se basent sur les analyses, idées et besoins des MK de terrain car ce sont bien eux qui travailleront au quotidien avec ces logiciels. Nous allons donc dans ce travail, par le biais d'entretiens semi-directifs réalisés auprès de MK, leur donner la possibilité de développer leurs points de vue sur la VRI.

## **2. MATÉRIEL ET MÉTHODE**

### **2.1. Stratégie de recherche documentaire**

Le site de la Haute Autorité de Santé a été consulté pour rechercher des recommandations de bonne pratique concernant l'utilisation de la VRI dans les PECMK mais nous n'avons pas pu extraire d'éléments concrets. Nous nous sommes rendus à Réédoc (Centre de ressources documentaires en médecine physique et de réadaptation et base de données bibliographiques) pour accéder à des articles de « Kinésithérapie, La Revue ». Le site Kinédoc a été consulté pour trouver des mémoires d'étudiants traitant du sujet. Les auteurs Philippe Fuchs et Guillaume Moreau ont été contactés pour savoir s'ils pouvaient nous donner accès aux quatre premiers volumes de leur travail intitulé « Le traité de la réalité virtuelle », véritable ouvrage de référence en réalité virtuelle, ce qu'ils ont aimablement fait.

D'une façon générale les références bibliographiques sur notre sujet étaient anglophones, les quelques articles trouvés en français étant principalement des traductions des références que nous avons déjà sélectionnées. Nous avons consulté les bases de données PubMed, PEDro et Cochrane Library. Les termes « physiotherapy », « rehabilitation », « disability » et « recovery of function » ont été successivement combinés avec les termes « head mounted display », « immersive virtual reality », « virtual reality exposure therapy » et « virtual reality immersion therapy ». Les critères d'exclusion réunissaient les articles qui n'étaient écrits ni en français ni en anglais, ainsi que les articles non disponibles en version complète.

### **2.2. Protocole expérimental**

#### **2.2.1. Cadre théorique**

Nous avons réalisé un questionnaire qui a été rempli par les MK directement après l'expérience en VRI que nous leur avons proposée. L'intérêt était de récolter leurs premières impressions sur cet outil de rééducation. Pour compléter cela, des entretiens semi-directifs ont été réalisés vingt-quatre heures plus tard car nous avons pensé qu'avec un peu plus de recul les réponses des MK pouvaient être plus détaillées et fournies. Certains points étaient alors abordés

dans le questionnaire mais aussi durant les entretiens. Cette méthode nous a permis d'augmenter l'exhaustivité des réponses apportées par les MK.

L'entretien semi-directif est une méthode qui permet « *d'explorer les attitudes profondes des individus* » (32). Le fait qu'il soit assez ouvert permet aux participants de s'exprimer sur des thèmes non-prévus par l'interviewer mais qui peuvent toutefois s'avérer être pertinents pour l'étude en question (33,34). Nous pourrions affirmer que l'entretien semi-directif est en soit un léger paradoxe. En effet, même s'il est relativement structuré, l'interviewé est relativement libre dans ses réponses (32,33). Si nous nous éloignons du thème que nous souhaitons aborder, l'interviewer peut recentrer le dialogue par des reformulations et des relances (33,35). Il est dit de l'interviewer que « *son pouvoir est d'autant plus présent qu'il est invisible* » (32). Cela permet également à l'interviewé de se livrer davantage en allant creuser plus loin la réflexion (33). Le premier contact entre les deux acteurs de l'entretien se fait souvent lors de la demande de rendez-vous. Celle-ci se doit d'être soignée par le demandeur car elle représente le début de l'interaction. Le lieu choisi pour l'entretien doit être calme et privé. La personne interrogée doit s'y sentir à l'aise et il faut s'assurer de ne pas être dérangé durant l'interview (36). Le nombre idéal d'entretiens à réaliser dépend évidemment de facteurs personnels comme le temps dont dispose l'interviewer pour ses recherches ou encore de la disponibilité des interviewés (34). Toutefois, retenons que le nombre d'entretiens réalisés est suffisant lorsque les suivants n'apportent plus de perspective nouvelle (34). L'idée est d'avoir « *exploré suffisamment la variété des situations* » (33). Ce type d'approche permet donc l'exploration, la description, l'étude et le questionnement des routines et d'autres aspects de l'objet étudié (37). Il s'agit d'un outil privilégié pour mettre au jour sa représentation du monde (38) et nous est donc paru être parfaitement adapté à notre étude.

### **2.2.2. D'un point de vue éthique**

Nous avons demandé à chacun des participants de signer un consentement éclairé avant de démarrer l'étude. Il a été précisé dans celui-ci qu'ils étaient libres de quitter l'étude à tout moment sans avoir besoin de se justifier. A propos de l'anonymisation des résultats, les réponses au questionnaire ont été placées aléatoirement dans des enveloppes individuelles numérotées de « 1 à 7 ». Les retranscriptions des entretiens ont elles aussi été référencées

« MK1 à MK7 » et nous avons fait en sorte de ne pas divulguer le nom de l'établissement dans lequel cette étude a été menée, ni de diffuser d'informations personnelles concernant les MK. Ainsi, l'anonymat de chaque participant a été préservé.

### **2.2.3. Echantillon**

Notre travail a été réalisé avec sept MK qui travaillaient dans le centre de rééducation où les tests ont été effectués. Nous en connaissions certains d'entre eux. Ils devaient être disponibles entre le 30 janvier et le 07 février 2020, période durant laquelle l'étude a été menée. Des indications concernant l'objectif de l'étude ainsi que le déroulement de celle-ci ont été rédigées et envoyées à l'une des cadres de santé du centre afin qu'elle transfère ce message à tous les MK qui y travaillent. Des créneaux horaires ont ensuite été fixés en accord avec le MK et la cadre de service. Nous avons eu un refus le jour même où l'essai était prévu et ce MK n'a pas pu être remplacé.

### **2.2.4. Expérience de VRI proposée aux MK**

#### **2.2.4.1. Essai d'applications « thérapeutiques »**

Le casque utilisé pour notre étude était l'Oculus Rift® DK2. Nous avons utilisé le logiciel à visée thérapeutique Virtualis® et ses applications « OptoVR » et « CibleVR » (ANNEXE I). Pour la première application citée, nous avons choisi plus précisément les modes « OptoTree » et « OptoSpace » qui immergent l'utilisateur respectivement dans un parc et dans l'espace. Nous avons choisi deux environnements différents pour montrer aux MK que l'univers virtuel pouvait être aisément modifié. L'application « OptoVR » permet de travailler notamment l'équilibre et différents paramètres comme la vitesse rotatoire, cette dernière étant graduellement modifiable de 0 à 100%. L'application « Cible VR » est très utilisée pour la reprogrammation proprioceptive occulo-cervicale. L'utilisateur doit suivre à l'aide de mouvements du rachis cervical une planète et la garder en continu dans un cercle. Là aussi nous pouvons agir sur de nombreux paramètres comme la vitesse et la trajectoire de la planète à suivre ou encore le diamètre du cercle que l'utilisateur contrôle.

Pour chacune de ces deux applications, nous avons progressivement augmenté la difficulté en fonction du ressenti de chaque MK. Cela lui a permis de se rendre compte que les paramètres des applications en VRI pouvaient, tout comme l'environnement proposé, être aisément modifiés.

#### **2.2.4.2. Visualisation d'une vidéo de jeux « commerciaux »**

En amont de l'étude, un utilisateur a été filmé en train de jouer à trois jeux « commerciaux » en VRI. Les jeux testés sollicitaient davantage de parties du corps que les applications que nous avons faites tester aux MK, surtout les membres inférieurs et supérieurs (ANNEXE II). Il nous a donc paru perspicace de montrer cela aux MK participant à notre étude afin d'élargir les capacités possibles de la VRI pour qu'ils puissent par la suite s'imaginer plus de possibilités dans la prise en charge avec cet outil. Nous avons réalisé un montage vidéo d'une durée de trois minutes (disponible [ici](#)) regroupant les moments que nous estimions les plus pertinents à montrer aux MK.

#### **2.2.5. Recueil des données**

##### **2.2.5.1. Questionnaire**

Afin d'évaluer la qualité de notre questionnaire en vérifiant notamment que la formulation des questions était compréhensible, des pré-tests ont été réalisés sur deux MK en amont de l'étude. Cela nous a aussi permis de vérifier que la durée du remplissage ne dépassait pas plus de cinq minutes, comme indiqué au début de celui-ci. Ces pré-tests ne nous ont pas amené à modifier le questionnaire.

Dans le court paragraphe qui précédait notre questionnaire (ANNEXE III), en plus de préciser la durée approximative de son remplissage, nous avons indiqué au MK quels en étaient ses objectifs. Nos formulations de questions étaient concises, claires et n'induisaient pas de réponses. Nous avons essayé de proposer des choix de réponses pertinents pour être en adéquation avec le ressenti des participants. Ce questionnaire était uniquement disponible en format papier et il a été distribué et rempli par chaque MK directement après l'essai de la VRI.

A propos de l'organisation générale de notre questionnaire, celui comportait sept questions et pouvait être divisé en trois parties. Les trois premières questions concernaient des renseignements généraux sur le participant. Il lui était demandé sa tranche d'âge, s'il s'agissait de sa première expérience en VRI, dans quelle(s) spécialité(s) masso-kinésithérapique(s) il avait déjà travaillé et pendant combien de temps. Pour cette première partie, nous avons posé surtout des questions fermées parce qu'elles demandent un temps de réflexion plus court de la part de l'interviewé. Cela permet aussi une analyse plus rapide des réponses par l'interviewer. Les deux questions suivantes avaient pour objectif de connaître l'impression immédiate du MK sur cette expérience en VRI. Nous lui avons demandé de qualifier en un mot son ressenti puis s'il était tenté de renouveler cette expérience ou non. Enfin, les deux dernières questions nécessitaient plus de réflexion, c'est pourquoi le choix de poser des questions ouvertes ou semi-ouvertes était justifié. Lorsqu'il était difficile d'anticiper les réponses des MK nous nous sommes orienté vers des questions ouvertes. En revanche, lorsque nous pouvions les anticiper, le choix de poser une question semi-ouverte était intéressant car il est plus aisé pour l'interviewer de la traiter. Pour ce type de question, le fait de laisser un item libre permet toutefois d'aborder des notions auxquelles il n'aurait pas pensé.

Une fois le questionnaire rempli, il était demandé au MK de le placer au hasard dans une enveloppe individuelle numérotée de « 1 à 7 » afin de conserver l'anonymat lors de l'analyse ultérieure des données.

#### **2.2.5.2. Entretiens semi-directifs**

Les entretiens ont été conduits à l'aide d'un guide d'entretien connu et maîtrisé par la personne conduisant les entretiens (ANNEXE IV); il avait simplement un rôle d'aide-mémoire (34). Celui-ci est divisé en quatre sections (présentation personnelle, retour sur l'expérience en VRI de la veille, modalités et applications de la VRI et conclusion). Nous avons tout d'abord demandé au MK de se présenter brièvement en insistant sur la composante professionnelle. Ce premier échange permettait de démarrer l'entretien et de mettre le MK en confiance pour la suite. Nous avons poursuivi l'entretien en revenant sur l'expérience de la veille. Nous avons demandé à l'interviewé comment il l'avait abordée, s'il s'agissait de sa première expérience en VRI, s'il avait mis du temps avant de se sentir immergé dans l'environnement virtuel, comment

il avait vécu l'expérience et si cela lui avait donné envie de retenter une expérience en VRI. Nous cherchions surtout à ce que le MK justifie ses propos, et ce grâce à nos relances. Pour ce nouveau thème, nous avons poussé un peu plus la réflexion en interrogeant le MK sur les modalités et applications possibles de la VRI en kinésithérapie. Nous commençons par une question déjà posée dans le questionnaire, à savoir les domaines de la kinésithérapie dans lesquels la VRI pouvait être utile. Nous cherchions ensuite à comprendre pourquoi elle serait intéressante selon lui, quelle place elle pouvait avoir dans la prise en charge ainsi que la durée idéale d'immersion par séance. Nous avons interrogé le MK sur ce qu'il cherchait en priorité dans les logiciels VR « thérapeutiques » et aussi dans quels domaines autres que la kinésithérapie la VRI pouvait être intéressante selon lui. Toujours dans ce même thème, nous lui avons demandé si la VRI pouvait être contre-indiquée, inutile ou difficile à mettre en place dans certains domaines de la kinésithérapie. Enfin, nous avons questionné l'interlocuteur sur les éventuelles améliorations à effectuer sur cet outil (casque, logiciels...). Pour terminer l'entretien, nous avons donné la possibilité à l'interviewé d'aborder un point dont nous n'avions pas parlé ou de revenir sur une question déjà discutée. Ce dernier temps d'échange permettait souvent de récolter des éléments pertinents pour l'étude.

Ce guide d'entretien a été pré-testé par les deux mêmes MK que pour le questionnaire. N'étant pas autorisés à avoir accès au casque VR du centre, nous n'avons pas pu leur faire tester les mêmes applications que pour notre étude. En revanche, nous nous sommes procuré un visiocasque dans lequel il était possible d'insérer un smartphone et nous avons montré à ces deux MK une vidéo Youtube à 360 degrés afin que ces pré-tests se rapprochent le plus possible de l'essai de VRI proposé dans cette étude. Nous avons ainsi pu vérifier que les questions du guide avaient une suite logique et qu'il n'y avait pas d'effet de répétition. Cela nous a également permis de nous entraîner pour la réalisation de l'exercice et ainsi de connaître davantage le guide pour mieux organiser les futurs entretiens. En revanche, les entretiens n'ont pas été répétés à l'avance avec les MK participants à l'étude.

Les entretiens semi-directifs se sont déroulés dans le bureau d'un médecin du centre. Nous ne nous sommes pas placés face au MK mais plutôt à 90° afin d'éviter l'effet « interrogatoire ». Il était nécessaire d'avoir un ordinateur portable connecté à internet ainsi qu'une paire d'écouteurs (qui a eu le rôle de microphone) pour la retranscription car le recueil des données de l'entretien a été effectué grâce à l'option « saisie vocale » de Google

Documents. Afin de compléter les éventuels manques de cette retranscription automatique, nous avons utilisé l'application magnétophone de notre smartphone.

#### **2.2.6. Analyse des données**

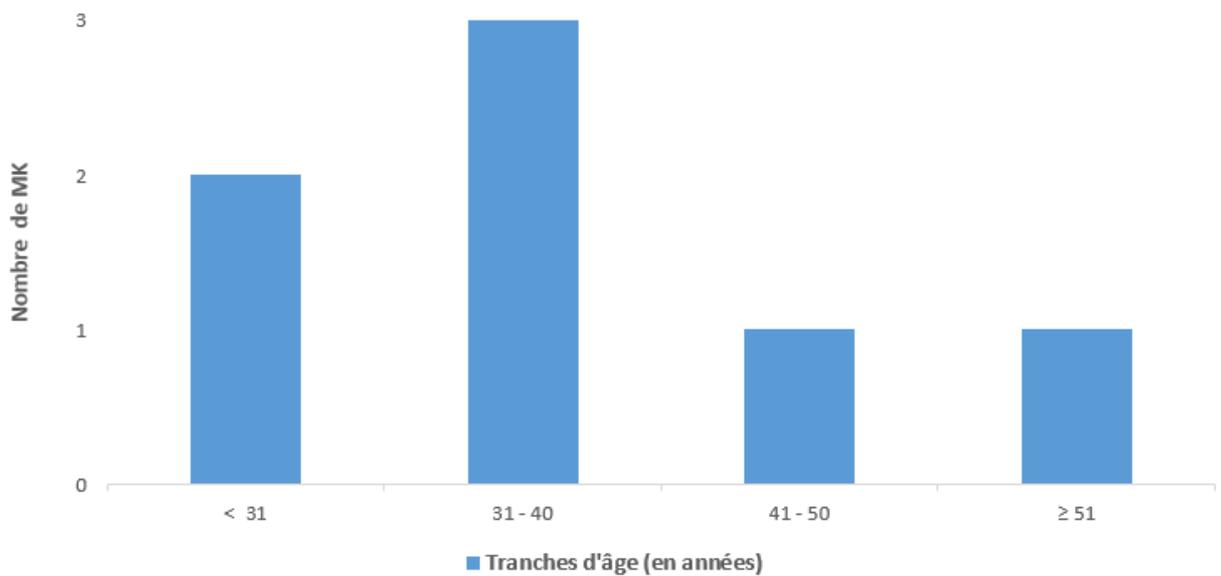
L'analyse des réponses du questionnaire a été faite par tableur Excel. Nous avons entré à la main la totalité des données brutes afin de transformer des variables qualitatives en variables quantitatives et nous avons codé les réponses de chaque question avec un terme chiffré (39). Nous avons également réalisé des tableaux afin de calculer via des formules le nombre de réponses par question et leur équivalent en pourcentage. Cela nous a permis d'avoir une vision plus claire des réponses obtenues. Pour ce qui est des entretiens, nous les avons tous réécoutés afin de compléter les parties manquantes de la retranscription automatique. Une analyse thématique a ensuite été réalisée en confrontant les propos des MK entre eux. Nous n'avons pas effectué de retour aux MK quant à l'analyse des données, aussi bien pour le questionnaire que pour les entretiens.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Questionnaire introductif

##### 3.1.1. Informations personnelles des MK

La majorité des MK ayant participé à notre étude avaient moins de 40 ans (Fig. 3).



**Figure 3: Age des MK participants à l'étude**

Une légère majorité des professionnels répondants (quatre sur sept) avaient déjà expérimentée la VRI avant notre intervention.

À propos des principaux secteurs dans lesquels les MK avaient déjà travaillé, ils étaient trois sur les sept questionnés à avoir travaillé en libéral, en ortho-traumatologie ou dans un secteur de la main. Nous relevons également que deux des sept répondants avaient déjà travaillé en réadaptation du rachis. Les personnes interrogées avaient également exercé (ou exercent encore) dans diverses spécialités comme la réadaptation cardiaque, la pédiatrie, la neurologie, l'urologie, ou encore dans des secteurs comme la rééducation des polytraumatisés, la rééducation de la marche ou en laboratoire du mouvement (spécialités énoncées chacune une fois parmi les sept répondants).

### 3.1.2. Premières impressions sur la VRI

Quand il a été demandé aux participants de formuler un mot qui caractérisait leur ressenti après l'essai de la VRI, le mot « intéressant » est celui qui a été le plus utilisé par les MK (trois sur sept). Les termes « impressionnant », « déroutant », « déstabilisant » et « déconcertant » ont aussi été aussi cités (une fois chacun). Précisons que la totalité des répondants souhaitaient réessayer la VRI.

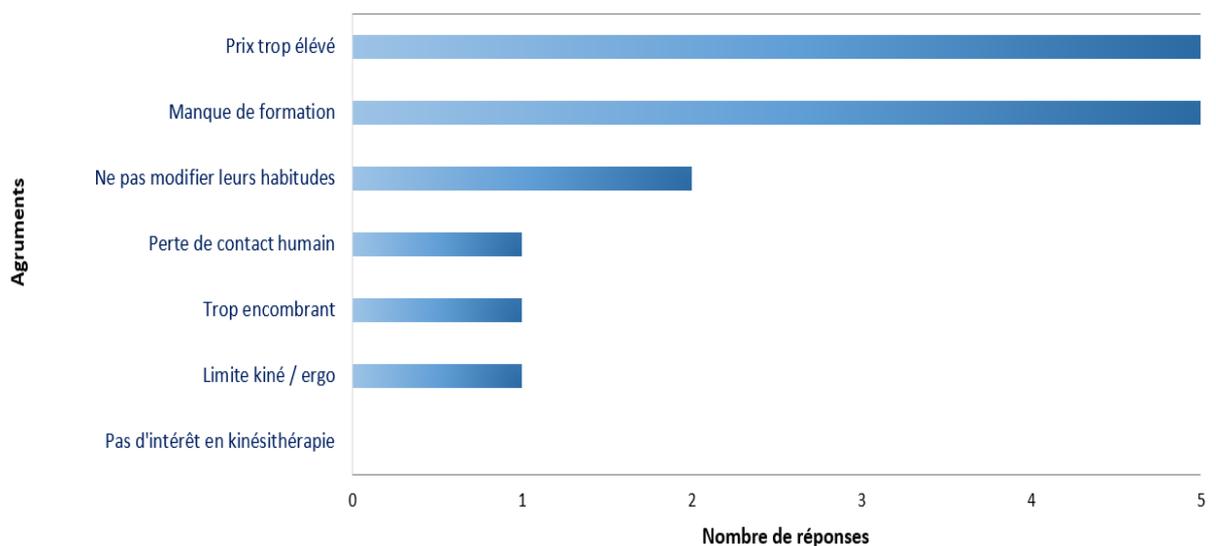
### 3.1.3. Réflexion autour de l'utilisation de la VRI en kinésithérapie



**Figure 4: Nuage de mots proportionnel au nombre de réponses obtenues dans les questionnaires à propos des domaines d'utilisation de la VRI en kinésithérapie**

Grâce à cette figure (Fig. 4), nous constatons que les MK étaient une majorité à penser que la VRI serait efficace dans tous les domaines de la kinésithérapie, et principalement en neurologie, traumatologie et gériatrie.

Lorsqu'il a été demandé aux MK pourquoi la VRI était encore très peu utilisée en kinésithérapie, il apparaît que c'est principalement dû au « prix élevé » de la VRI et au « manque de formation » sur cette technologie. Les autres raisons énoncées étaient « les MK ne veulent pas changer leurs habitudes », la « perte de contact humain », « trop encombrant » et la « limite kinésithérapie/ergothérapie ». Notons qu'aucun MK n'avait choisi l'item « pas d'intérêt » en kinésithérapie (Fig. 5).



**Figure 5: Raisons pour lesquelles la VRI est peu utilisée en kinésithérapie**

### 3.2. Entretiens semi-directifs pour aller plus loin

#### 3.2.1. Caractéristiques de la population étudiée

Nous allons présenter les MK participants à l'étude sous la forme d'un tableau (Tab. I). Nous les avons interrogés sur leur nombre d'années d'exercice, sur les domaines dans lesquels ils ont déjà travaillé et le secteur dans lequel ils exerçaient actuellement dans le centre où l'étude est menée.

**Tableau I : Caractéristiques de la population étudiée**

<b>MK</b>	<b>Années d'exercice</b>	<b>Expérience(s) en kinésithérapie</b>	<b>Service actuel</b>
<b>MK1</b>	6 ans	Libéral (« tout en terme de pathologies »)	Main
<b>MK2</b>	13 ans	Libéral, services polytraumatisés, rachis et balnéothérapie	Main
<b>MK3</b>	Non-mentionné	Libéral, services réadaptation, main et amputés	Laboratoire du mouvement
<b>MK4</b>	28 ans	Libéral, secteur hospitalier (« réanimation, kinésithérapie post-opératoire, drainage lymphatique et gymnastique pour alcooliques »), services pédiatrie (« neurologie et traumatologie »), neurologie et uro-gynécologie	Main
<b>MK5</b>	9 ans	Service ortho-traumatologie de la main	Main
<b>MK6</b>	5 ans	Libéral, services ortho-traumatologie de la main et réadaptation cardiaque	Balnéothérapie
<b>MK7</b>	1 an	Libéral (« neurologie (AVC/PC), kinésithérapie périnéale (pré- et post-partum) »)	Polytraumatisés

### 3.2.2. Retour sur l'essai de la VRI

Nous observons que trois des sept MK interrogés ont évoqué ne pas avoir eu d'appréhension avant l'essai de la VRI. Une seule a avoué avoir appréhendé cette expérience.

*MK7 : « J'appréhendais quand même un peu parce que je ne savais pas comment ça allait se passer, quel type de jeu on allait tester etc... ».*

Nous notons une certaine curiosité et de l'enthousiasme de la part des participants.

MK1 : « *Je trouvais l'étude intéressante donc j'étais enthousiaste* ».

MK2 : « *Je me demandais juste en quoi ça allait consister* ».

MK5 : « *À la découverte !* ».

Une MK a abordé la différence entre les applications VR « commerciales » et « thérapeutiques ».

MK1 : « *J'ai déjà testé la VR dans ma vie personnelle en tant que jeu et je m'étais déjà faite la réflexion que ça pouvait avoir une application thérapeutique* ».

Il s'agissait de la première expérience en VRI pour trois des sept MK ayant participé à l'étude. Nous avons interrogé les quatre autres pour savoir quels types d'applications ils avaient déjà testé : trois d'entre eux avaient essayé « *un casque où tu mets le téléphone* » (MK2). Les trois MK en question nous confirmaient que pour ce type de VR il n'y avait « *pas d'interaction avec l'environnement virtuel* » (MK5). Une de ces MK avait déjà essayé la VRI dans une salle d'arcade de VR et avait testé deux des trois jeux que nous avons montrés dans notre vidéo. Elle avait pu aussi y tester des « *mini-jeux en multijoueur dans lesquels tu n'as pas de mouvements hyper variés* » (MK1).

Concernant la qualité et la rapidité de l'immersion, six des sept MK qui ont participé à notre étude ont été satisfaits.

MK1 : « *Tu es tout de suite dans le truc parce que tu as une liberté de mouvement dès que tu tournes la tête l'image suit donc ça fait très réaliste. [...] si tu rajoutes des écouteurs en plus tu peux être encore plus rapidement plongé dans l'univers virtuel* ».

MK4 : « *Tout est bien fait, genre il n'y a pas d'élément ajouté dans l'environnement virtuel qui rappelle la réalité* ».

MK5 : « *L'immersion a été rapide car le champ oculaire est complètement bloqué. Tu t'y fais très vite* ».

MK3 n'avait pas été convaincue par la qualité de l'immersion : « *Je n'ai pas mis de temps mais je pense que je n'étais pas immergée à 100%* ». Elle explique cela par le fait qu'elle « *voyait quand même du jour dans les lunettes* » et que « *l'image n'était pas super nette* ». Elle a donc expliqué cette difficulté d'immersion par « *la qualité du casque* ».

Tous les participants à l'étude ont bien vécu leur expérience en VRI et la plupart nous ont dit qu'ils avaient apprécié.

MK1 : « *J'ai trouvé ça super intéressant* ».

MK5 : « *J'ai apprécié* ».

Deux MK précisait tout de même qu'elles avaient eu des sensations désagréables. Une a rapporté qu'elle avait eu des « *haut-le-cœur à la fin* » et qu'il y avait « *beaucoup de risques de chutes (rires)* » (MK5) et l'autre « *ma petite perte d'équilibre m'a un peu perturbée (rires)* » (MK6).

Plusieurs MK indiquaient que cette expérience d'immersion totale les avait un peu surpris, notamment par le fait d'être dans une « *autre dimension, l'impression que tu es partout et nulle part à la fois* » (MK1).

MK1 : « *Déroutant* ».

MK5 : « *C'est vraiment très déstabilisant [...] tu perds tous tes repères* ».

MK7 : « *J'ai trouvé ça assez troublant [...] on a vraiment l'impression d'être dans le monde virtuel, c'est vraiment réaliste* ».

Une MK a ajouté : « *le fait que tu parles à côté ça rassure, on n'est pas isolé seul dans son truc en mode un peu angoissant* » (MK2). Une autre a mentionné des limites dues au dispositif matériel : « *Par contre, le fil qui relie le casque à l'ordinateur est embêtant* » (MK1).

Nous notons que quatre MK sur les sept ayant participé seraient prêts à retenter une nouvelle expérience en VRI.

MK6 : « *Pour l'expérience, le côté voyage, le côté ludique tout ça* ».

MK7 : « *Oui, avec d'autres applications pour tester d'autres choses ! [...] c'est vraiment cool* ».

En revanche, deux MK n'étaient pas intéressées par une nouvelle immersion en VR.

MK2 : « *Je trouve que ça isole [...] je préfère interagir réellement avec les gens* ».

MK4 : « *Ça ne m'attire pas plus que ça [...] c'est sympa mais je préfère aller voir un bon film* ».

De plus, une MK a ajouté que « *ce n'est pas une volonté acharnée parce que j'en ai pas tiré suffisamment de choses qui m'intriguent* » (MK3).

### 3.2.3. Champs d'application et modalités d'utilisation en kinésithérapie

#### 3.2.3.1. Champs d'application potentiels imaginés



**Figure 6: Nuage de mots proportionnel au nombre de réponses obtenues durant les entretiens à propos des domaines d'utilisation de la VRI en kinésithérapie**

Grâce à cette figure (Fig. 6), nous pouvons voir que les réponses apportées par les MK concernant les domaines d'applications possibles de la VRI en kinésithérapie sont plus complètes que celles obtenues dans les questionnaires. En effet, les MK interrogés reprenaient en grande majorité les domaines déjà évoqués dans les questionnaires et apportaient des justifications à ces propos. Par exemple, en traumatologie la VRI permettrait de travailler sur l'équilibre ou encore sur le travail actif. Les MK rapportaient aussi que le fait de pouvoir travailler sur les exclusions à l'aide d'un protocole miroir en VRI pourrait aussi être utile dans la rééducation des lésions de la main.

En revanche, certains ajoutaient que la VRI « ne peut pas faire l'objet de tout un soin » et que le risque est la « perte de contact humain » (MK1), ou alors que « c'est encore une ébauche, il n'y a pas de protocole carré » (MK3).

### 3.2.3.2. Modalités d'application suggérées

Tous les MK interrogés s'accordaient à dire que la VRI devait être utilisée en complément du traitement classique.

Notons qu'ils étaient trois à penser que son utilisation était propre à chaque prise en charge.

MK3 : « *Ça dépend de ce qu'on cherche et de ce qui est proposé* ».

MK4 : « *Adapté à chacun et à sa sensibilité* ».

Les MK étaient également trois à dire que la VRI devait plutôt être utilisée en fin de PECMK.

MK5 : « *Surtout en fin de prise en charge pour un travail d'endurance, de reprogrammation, un travail des compensations et en lien avec le travail fait en ergothérapie* ».

MK6 : « *En fin de parcours sauf en vestibulaire où ce serait utile d'emblée* ».

Une MK pensait qu'il faudrait utiliser la VRI « *pas en première intention mais déjà essayer des techniques plus conventionnelles [...] si on n'a pas eu d'effet avec le traitement basique* » (MK7).

Certains MK précisait également qu'il fallait faire « *une bonne sélection au départ* » et que « *si on l'utilise le patient doit être actif et très concentré* » (MK4). Pour MK7, « *certains ne sont pas réceptifs* ».

Pour l'ensemble des personnes interrogées, il était difficile de déterminer avec précision la durée idéale d'immersion par séance. Selon eux, cela dépendait de plusieurs facteurs comme « *la tolérance du patient* » (MK6 et 7), « *son endurance* » (MK5), « *sa pathologie* » (MK5) ou encore « *d'où il en est dans son soin* » (MK1).

Plusieurs MK nous alertaient sur les éventuels dangers d'une immersion trop longue.

MK1 : « *Rester trop longtemps peut être néfaste* ».

MK2 : « *Peur que ce soit trop long et que les gens soient un peu déconnectés de la réalité trop longtemps* ».

MK4 : « *Pas des grandes séances parce qu'on fatigue vite [...] si c'est trop long tu déconnectes vite* ».

Certains avaient donné une valeur quantitative du temps idéal d'immersion. C'est le cas de MK2 qui a proposé une durée de « *maximum 10 minutes* » et de MK4 « *environ 15 minutes* ». MK7 précisait tout de même « *je pense qu'il faut une durée minimale d'au moins quelques minutes pour être au minimum efficace sur la rééducation* ».

Ce qui est revenu le plus lorsque nous avons demandé aux MK ce qu'ils cherchaient en priorité dans les programmes de VR « thérapeutiques », c'est qu'ils soient variés « *pour s'adapter à chaque patient* » (MK1) et « *pour que la personne ne s'ennuie pas* » (MK7). Afin d'encourager le patient à travailler activement, les MK souhaitaient aussi que ces programmes soient ludiques « *pour motiver le patient parce que le premier intérêt est de lutter contre la kinésiophobie* » (MK6). Le fait que les jeux soient « *facilement compréhensibles et faciles à réaliser* » leur permettrait d'être « *accessibles à tout le monde* » (MK2). Les MK souhaitaient également que ces programmes soient réalistes « *pour que le patient se sente bien immergé* » (MK7) et « *pour faire du fonctionnel* » (MK6). Certains ajoutaient que tout cela dépendait « *dans quel domaine on s'axe* » (MK4) et « *du but recherché* » (MK5). Nous pouvons noter que deux MK indiquaient tout de même qu'il était difficile pour eux de répondre car ce n'était pas leur domaine.

Nous allons présenter les avis des MK sur les potentielles applications de la VRI en dehors du champ de la masso-kinésithérapie sous la forme d'un tableau (Tab. II). Nous constatons qu'ils sont nombreux à imaginer un intérêt de cette technologie dans le sport, notamment pour la préparation mentale avant une compétition.

**Tableau II : applications possibles de la VRI hors kinésithérapie**

Domaines	Nombre de réponses des MK (sur 7)	Arguments ou précisions
<b>Sport</b>	4	« <i>Imagerie mentale positive avant une compétition</i> » (MK5) « <i>Répétitions des gestes</i> » (MK6) « <i>Enchaînements de combinaisons</i> » (MK7)
<b>Ergothérapie</b>	2	« <i>Travail global avec attention divisée</i> » (MK3)
<b>Médecine</b>	1	« <i>Anatomie, entraînement à la chirurgie</i> » (MK1)
<b>Architecture</b>	1	« <i>Pour te représenter les choses</i> » (MK1)
<b>Phobies</b>	1	« <i>Les mettre en situation virtuelle</i> » (MK2)
<b>Accouchements</b>	1	« <i>Pour se déconnecter de la douleur</i> » (MK7)
<b>Pilotes de l'air</b>	1	« <i>Pour les entraînements</i> » (MK1)

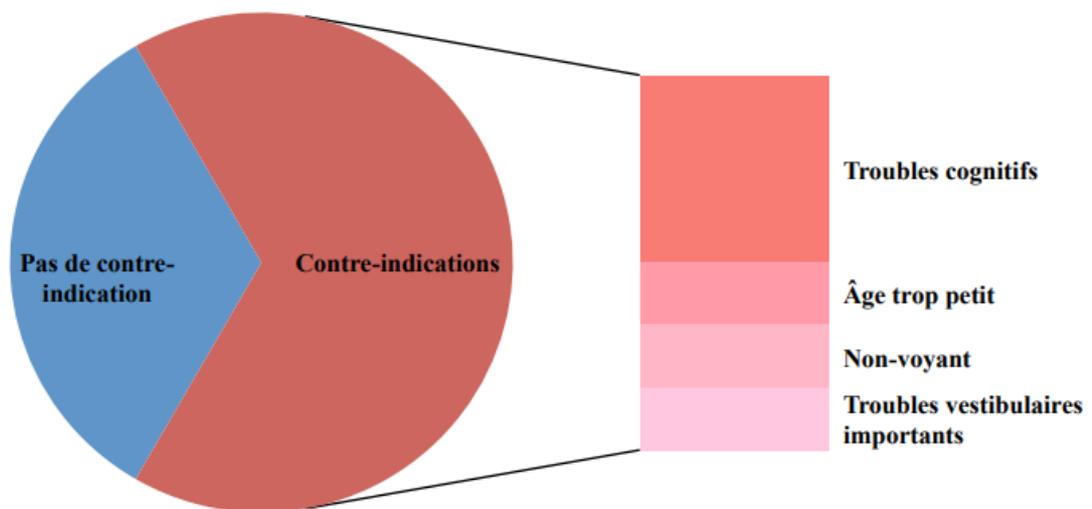
Nous pouvons noter grâce à la figure ci-dessous (Fig. 7) que les réponses des MK n'étaient pas unanimes lorsqu'ils ont abordé les applications potentielles, et notamment les contre-indications. Par exemple, trois MK estimaient que la VRI ne pouvait pas être utilisée chez les patients atteints de troubles cognitifs.

MK1 : « *Pour des gens qui ont des troubles cognitifs, enfin dans le sens des gens qui n'ont pas une bonne notion de la réalité peut-être que ce serait un risque de les immerger dans un monde virtuel* ».

MK4 : « *Là où il y a des troubles cognitifs avec des patients vraiment incapables de se concentrer* ».

Certains estimaient que cela dépendait de chaque patient, et notamment « *des croyances, du ressenti, de l'histoire et du vécu de la personne* » (MK4). Une MK a ajouté qu'il « *faudrait*

*faire vraiment un protocole avec des contre-indications et des critères d'inclusion et de non-inclusion* » pour chaque jeu (MK5). L'âge serait une limite à l'utilisation de la VRI pour une MK interrogée. En effet, selon elle, « *commencer trop jeune [...] ce n'est pas bon pour leur développement. [...] Je pense qu'il devrait y avoir une limite d'âge minimum* » (MK1). Celle-ci a ajouté que « *la VRI pour un non-voyant ça ne peut pas marcher* ». MK5 pensait que la VRI serait inadaptée « *pour les problèmes vestibulaires vraiment très marqués parce que là il y aurait un trop grand risque de chute* ». Enfin, trois MK sur les sept interrogés ne voyaient aucune contre-indication à l'utilisation de la VRI dans la prise en charge kinésithérapique.



**Figure 7: Contre-indications à l'utilisation de la VRI dans les PECMK**

Nous avons aussi demandé aux MK comment améliorer cette technologie pour qu'elle soit plus adaptée à la prise en charge kinésithérapique. Pour ce qui est du matériel en lui-même, la majorité d'entre eux estimait qu'il n'y avait pas d'amélioration à apporter au casque que nous avons utilisé pour l'étude.

*MK5 : « Au niveau du casque on était quand même bien léger, c'était bien couvrant donc ça ne posait pas de souci ».*

Toutefois, MK2 pensait que le fait d'ajouter des écouteurs permettrait au patient d'être plus immergé, même si « *ça a un côté rassurant quand même d'entendre le thérapeute qui te parle à côté* ».

Une MK a regretté que l'utilisateur ne puisse pas contrôler ses doigts dans les applications virtuelles que nous leur avons fait tester.

MK1 : « *On pourrait inventer par exemple des gants pour avoir vraiment des mouvements précis et plus variés qu'un simple bloc qui te limite à faire seulement quelques mouvements* ».

MK3 a regretté, elle, qu'au « *niveau du membre inférieur il n'y a pas trop de déplacements possibles* ». En contradiction avec cela, MK5 pensait que pour les personnes sujettes aux troubles de l'équilibre « *il faudrait peut-être ajouter des repères dans l'espace autour du patient [...] genre une barre par exemple sur laquelle tu peux venir poser les mains à n'importe quel instant* ».

Pour ce qui était des logiciels « thérapeutiques », deux MK ont été déçues de la qualité d'image proposée.

MK6 : « *Au niveau des graphismes c'était pas fou [...] ça manquait de naturel* ».

Une autre amélioration à apporter à ces logiciels serait de développer « *un système qui permettrait de voir les compensations* » (MK3). MK4 a proposé de « *créer des logiciels adaptés à des patients pour qui utiliser la VRI à l'heure d'aujourd'hui est trop difficile, ou alors de créer des niveaux encore plus faciles pour eux* ». Elle a ajouté aussi qu'il faudrait que les logiciels puissent « *s'adapter aux préférences du patient, à sa personnalité* ».

Nous observons que deux MK estimaient que ce qui leur avait été proposé la veille était suffisant pour la rééducation.

MK4 : « *je pense que pour la rééducation ça suffit amplement* ».

MK7 : « *ce que j'ai vu hier pour moi c'est assez réaliste et l'immersion était bonne donc c'est assez correct* ».

Nous avons terminé chaque entretien en proposant aux MK de s'exprimer éventuellement sur un point non abordé. Deux d'entre eux nous disaient qu'il « *faut faire des recherches sur les paramètres de l'utilisation de la VRI* » (MK5), que « *pour l'instant c'est encore un peu flou au niveau protocole* » (MK3). Alors que MK4 s'interrogeait sur la capacité de l'utilisateur à progresser au fil des séances, MK5 était convaincue de cela et estimait même que ça « *peut fausser la mesure d'une séance à l'autre car on aura probablement de meilleurs résultats une fois qu'on connaît la machine et le jeu. Cela ne voudra pas forcément dire qu'on*

*a eu une amélioration, mais juste que le patient connaît mieux le jeu* ». MK4 se posait également la question de la place que prendrait ce système dans un cabinet libéral, mais s'interrogeait aussi sur son financement. Elle a ajouté qu'il faudrait que « *les médecins autour qui t'envoient des patients comprennent pourquoi tu utilises la VRI comme technique de traitement* ». Elle a dit également « *qu'en libéral l'investissement dans un casque VR dépend du type de ta patientèle* ». Au final, pour elle, « *les facteurs limitant l'utilisation de la VRI sont : le prix, l'adhésion des patients, l'âge des patients* ». Elle nous a interrogé pour finir sur la cotation d'une séance de VRI : « *quel AMK ?* ».

## **4. DISCUSSION**

### **4.1. Synthèse des résultats obtenus**

Dans un souci de clarté et pour éviter tout effet de répétition, nous avons choisi dans cette partie de mettre en commun les réponses des questionnaires et celles des entretiens. Notons que d'une façon générale, pour les mêmes questions, les réponses obtenues lors des entretiens ont des similitudes avec celles des questionnaires mais elles sont plus complètes. Nous pouvons expliquer cela par le fait que les MK aient eu plus de temps pour réfléchir à ces arguments, les entretiens ayant eu lieu le lendemain de l'essai de la VRI et du remplissage du questionnaire.

#### **4.1.1. Connaissances en VRI**

Nous remarquons dans l'ensemble que les MK interrogés étaient peu familiers avec cette technologie, ce qui pourrait s'expliquer par le manque de formation évoqué par les MK dans ce domaine. Cet argument nous montre également que la VRI « thérapeutique » est encore une innovation très récente. De plus, le manque de connaissances se confirme par le fait qu'une grande majorité des répondants estimaient que la VRI était une technologie trop onéreuse pour investir dans le matériel nécessaire. En réalité, le coût total d'un casque VR et de ses logiciels « thérapeutiques » est compris entre 8000 et 10 000 € (40). En sachant qu'à ce prix nous avons

une gamme de rééducation complète, nous pensons que la VRI serait donc plus rentable pour le MK plutôt que d'investir dans plusieurs outils de rééducation.

#### **4.1.2. L'expérience de la VRI**

La majorité des participants était enthousiastes et curieux à l'idée d'avoir une expérience de VRI. Les quelques appréhensions relevées étaient sur l'inconnu du déroulement de l'étude plutôt que sur la VRI en elle-même. Dans son ensemble, l'expérience a été appréciée par tous les participants. Le fait que le terme « intéressant » soit celui qui soit revenu le plus pour qualifier la première impression des MK montre que la VRI a suscité leur intérêt et éveillé leur curiosité. D'ailleurs, nous pouvons appuyer ces propos par le fait que tous les participants souhaitaient réessayer la VRI bien que ce n'était pas une priorité absolue pour certains, ceux-ci préférant d'autres loisirs. La plupart ne s'attendaient pas à être autant immergés et avouaient que la sensation d'être plongé dans un monde virtuel était surprenante.

Il est à noter que les deux femmes ayant déclaré avoir eu des sensations déplaisantes comme des haut-le-cœur pendant le test sont les deux seules à être enceintes le jour de l'étude. Bien que la grossesse ne soit pas contre-indiquée pour la pratique de la VRI, nous pouvons nous interroger sur un éventuel lien entre le fait d'être enceinte et les effets désagréables éprouvés pendant la pratique de la VRI.

#### **4.1.3. Champs d'application de la VRI...**

##### **4.1.3.1. ...en masso-kinésithérapie**

La majeure partie des MK interrogés pour cette étude pensait que la VRI pouvait être utilisée dans tous les domaines de la kinésithérapie et nous soulignons que son utilisation semblait être pertinente pour tous les MK répondants. L'ensemble des participants s'accordaient à dire que la VRI serait utile en rééducation vestibulaire. Cependant, le bureau utilisé pour mener cette étude étant celui d'un médecin spécialisé dans les troubles vestibulaires, ceci induit probablement un biais. Les principaux autres champs d'action possibles de la VRI en kinésithérapie qui ont été rapportés sont la pédiatrie pour le côté ludique, la neurologie pour une rééducation moins rébarbative, la traumatologie pour le travail actif et la main pour lutter

contre les exclusions du membre supérieur. Nous observons finalement un éventuel intérêt pour le côté antalgique de cette technologie, qui permettrait au patient de focaliser son attention sur autre chose. Les réponses obtenues nous montrent donc des potentiels d'utilisation très variés et nous notons que les MK justifiaient facilement leurs propos, en présentant des adaptations ou des exemples pour chaque domaine énoncé.

#### **4.1.3.2. ...hors masso-kinésithérapie**

D'après les participants, la VRI pourrait avoir de l'intérêt dans plusieurs autres domaines que la kinésithérapie, surtout dans le sport pour les entraînements ou pour se relaxer avant une compétition. Comme évoqué en introduction, la VRI pourrait aussi être utile dans les domaines de la formation, notamment en médecine ou pour les futurs pilotes.

#### **4.1.4. Modalités d'application de la VRI en masso-kinésithérapie**

Concernant la place que devrait avoir la VRI dans la prise en charge masso-kinésithérapique, tous les MK estimaient que cette technique devrait être utilisée en complément du traitement classique. Selon les répondants, l'utilisation ou non de la VRI ainsi que ses modalités d'application devraient être propres à chaque prise en charge car cela dépend de la pathologie et des objectifs recherchés mais également des caractéristiques de chaque patient. Plusieurs MK pensaient tout de même que la VRI serait plus utile en fin de rééducation, dans le but de perfectionner certaines choses ou pour palier au potentiel manque d'efficacité d'un traitement classique. Concernant le temps d'immersion idéal, les MK s'accordaient à dire qu'il était difficile à estimer car cela dépendait de plusieurs facteurs. Toutefois, les MK soulignaient le fait qu'utiliser des temps d'immersion en réalité virtuelle trop longs pourrait être dangereux pour le patient car celui-ci pourrait être trop déconnecté du monde réel à la fin de la séance. A contrario, l'immersion devrait quand même être suffisamment longue pour permettre une certaine efficacité. Il faudrait donc trouver un juste milieu qui, d'après certains MK, serait compris entre 10 et 15 minutes.

#### **4.1.5. Contre-indications**

L'utilisation ou non de la VRI dans une prise en charge devrait être étudiée au cas par cas car tout le monde n'a pas la même sensibilité pour cette technologie. Les MK interrogés estimaient que cela dépendait du ressenti du patient mais aussi de ses croyances. D'une façon plus générale, la VRI serait contre-indiquée pour les patients ayant des problèmes vestibulaires très marqués car le risque de chute serait trop important. Aussi, les MK s'accordaient à dire que la VRI ne devrait être utilisée qu'à partir d'un âge minimum car selon certains, utiliser cette technologie trop jeune pourrait nuire au développement de l'enfant. Enfin, presque la moitié des MK interrogés estimaient que la VRI devrait être contre-indiquée chez les patients ayant des troubles cognitifs car il pourrait y avoir de grosses difficultés de concentration et de compréhension pour ces patients. Le fait de les plonger dans un monde virtuel pourrait, selon certains MK, s'avérer être potentiellement dangereux.

#### **4.1.6. Axes d'amélioration de la VRI « thérapeutique » selon les MK**

Les MK interrogés recherchaient en priorité dans les logiciels « thérapeutiques » des applications ludiques, réalistes et variées pour pouvoir s'adapter aux préférences du patient. Ils souhaitaient aussi que ces logiciels soient simples à utiliser et facilement compréhensibles. Concernant les améliorations à apporter au casque, celles-ci sont minimales car les MK ont été dans l'ensemble satisfaits de sa qualité. Certains pensaient toutefois que l'intégration d'écouteurs améliorerait la qualité d'immersion. Le fait de ne pas pouvoir solliciter ses doigts dans le logiciel « thérapeutique » utilisé est un souci car les gestes sont forcément moins précis ; cela constitue donc un axe d'amélioration à développer. Une des limites importantes d'un système de VRI est la restriction dans les possibilités de déplacement. D'autre part, certains MK disaient qu'il était important de mettre des repères physiques autour du patient afin de le sécuriser. Nous sommes donc ici face à une impasse car ajouter des repères dans l'espace autour du patient limiterait encore plus ses déplacements. Il serait également intéressant de développer des algorithmes capables de détecter les éventuelles compensations du patient. Nous avons vu dans ce travail que pour utiliser la VRI en rééducation il fallait un niveau de motricité minimum. Un des axes d'amélioration proposé par un MK serait donc de développer des programmes pour les patients les plus faibles et qui ne peuvent donc utiliser la VRI pour leur rééducation.

Enfin, la qualité d'image pourrait être améliorée, bien que la plupart des MK interrogés estimaient que ce qui avait été proposé pouvait suffire pour la rééducation.

## **4.2. Intérêts et limites des résultats par rapport à l'état des lieux de la littérature**

### **4.2.1. Domaines d'application de la VRI**

Les MK interrogés dans notre étude s'accordaient sur la plupart des articles scientifiques que nous avons trouvé concernant l'utilité de la VRI en masso-kinésithérapie. En effet, ils étaient nombreux à penser que cette technologie pourrait avoir un intérêt antalgique dans les prises en charge pour « détourner l'attention » du patient de sa douleur, comme l'indiquent plusieurs études qui se sont intéressées à cela (10,12–15). Comme le suggère une méta-analyse publiée en 2017 par le Dr Laver (41), les MK étaient convaincus que la VRI, de par son côté motivant, serait très utile en neurologie et notamment dans la récupération motrice chez les personnes ayant subi un AVC. La rééducation pour ces patients serait alors moins rébarbative. La majorité des MK interrogés étaient également d'accord pour dire que la VRI, grâce à son aspect ludique, serait un bon outil en pédiatrie. C'est un argument qui était ressorti dans une méta-analyse publiée par le Dr Chen en 2018 (6). Cet outil, selon les MK interrogés, aurait aussi un intérêt évident dans la rééducation vestibulaire. Cela est en adéquation avec l'étude de Bergeron *et al.* développée en introduction de ce travail (24). Les MK interrogés n'avaient cependant pas abordé les éventuels intérêts qu'aurait la VRI pour les bilans kinésithérapiques. Pourtant nous avons vu dans une méta-analyse publiée en 2019 par M.Gumaa (27) que cette technologie pouvait s'avérer être un excellent outil de bilan.

Nous pouvons aussi noter que les MK sollicités pour cette étude avaient fait preuve de beaucoup d'imagination lorsqu'il s'agissait de réfléchir aux éventuels domaines d'applications. En effet, il est souvent revenu que la VRI pouvait être utilisée dans tous les domaines de la kinésithérapie. Cela va dans le sens des nombreuses études avec un faible niveau de preuves (cas cliniques et études prospectives) qui ont été faites dans de nombreux domaines. En parallèle, nous avons vu que les domaines d'application potentiels de la VRI les plus souvent rencontrés dans la littérature et faisant l'objets de méta-analyses (neurologie, douleurs, vestibulaire) étaient également ceux que les MK avaient les plus cités dans cette étude. Les

arguments les plus fréquemment rencontrés tels que l'aspect motivant et ludique avaient également été énoncés par les MK participants.

#### **4.2.2. Modalités d'application de la VRI**

Les MK interrogés dans cette étude confirmaient le fait que tous les patients ne pouvaient pas bénéficier d'une rééducation par VRI car chacun réagit à cette technologie d'une façon qui lui est propre. Ils s'accordaient à dire que le patient devait être investi dans sa prise en charge et qu'une bonne sélection devait être faite avec des critères d'inclusion et de non-inclusion. Même si dans la littérature l'âge du patient est peu évoqué lorsque nous parlons de contre-indication à l'utilisation de la VRI, les MK estimaient que cet outil ne serait pas adapté pour des patients trop jeunes, et qu'il faudrait donc définir une limite d'âge minimum. Beaucoup d'articles trouvés dans la littérature affirment que la VRI est un complément au traitement classique (3,12,20,24) ; l'ensemble des MK interrogés confirmaient ces propos et avançaient le fait que c'était un outil de rééducation parmi tant d'autres.

Concernant le moment idéal d'utilisation de la VRI dans la prise en charge, bien que cela dépende une nouvelle fois de chaque cas, il est dit dans la littérature que le patient doit avoir un minimum de motricité (29). Les MK allaient dans ce sens puisqu'ils pensaient que cet outil devait être utilisé plutôt en fin de traitement. Avec un trop petit nombre de ressources sur le sujet, la littérature ne dit pas quelle famille de logiciels serait la plus efficace entre ceux dits « thérapeutiques » et ceux dits « commerciaux ». Sans parler d'efficacité, les MK estimaient que ces programmes « thérapeutiques », bien que d'une qualité d'image inférieure aux logiciels « commerciaux », seraient amplement suffisant pour les prises en charge en masso-kinésithérapie.

Les doutes et certitudes des MK sont, d'une façon générale, le reflet des études et de leurs niveaux de preuves que nous avons trouvés dans la littérature.

#### **4.3. Intérêts et limites des résultats pour la profession**

Evidemment nous ne pouvons pas généraliser les résultats de ce travail. Toutefois, il y a des points qui nous semblent intéressants à relever.

Un des grands atouts de la VRI est qu'elle peut être utilisée selon les MK interrogés dans de nombreux domaines de la kinésithérapie, si ce n'est tous. En effet, le fait de pouvoir adapter les jeux et ses paramètres offre une grande variabilité de la patientèle puisque nous pouvons nous adapter à presque chaque pathologie et prise en charge. Nous avons aussi vu que, de par son côté ludique et motivant, la VRI permettait d'augmenter l'investissement du patient dans sa rééducation. Aussi, par rapport à la diversité de possibilités d'utilisation que présente la VRI, nous pensons que c'est un outil thérapeutique qui reste modeste en terme de prix, surtout que nous avons vu dans cette étude que le matériel de base utilisé suffisait pour la rééducation.

En revanche, tous les atouts que présentent la VRI restent dans l'ensemble relativement hypothétiques. En effet, il n'y a à l'heure actuelle que peu de preuves concernant son efficacité et il n'existe pas de protocoles clairement définis pour chaque pathologie. Il n'existe pas non plus de formation spécifique « VRI thérapeutique » dans les IFMK en France, et les formations continues sur ce thème sont encore très peu nombreuses. Le thérapeute qui met en place une rééducation par VRI se rapproche donc d'un système « essai-erreurs ». Cette technologie, bien que cela soit rare, peut aussi entraîner chez certains patients des effets secondaires.

Il est intéressant de noter que, malgré les faibles connaissances des MK sur le sujet, la plupart de leurs propos s'accordaient avec ce qui était dit dans la littérature, que ce soit pour les champs d'applications de la VRI mais aussi pour ses modalités d'applications. Comme pour toute autre technique de traitement, les MK ont raisonné selon le principe du « patient dépendant », c'est-à-dire que l'utilisation ou non de la VRI et la façon dont l'utiliser était propre à chaque prise en charge.

Cette étude a permis de connaître ce que les MK recherchaient en priorité dans les logiciels VR adaptés pour la kinésithérapie et aussi d'évaluer ce qui était actuellement proposé en suggérant des axes d'amélioration possibles. Cela pourrait donner une base de réflexion pour l'élaboration de futurs logiciels « thérapeutiques ». Ainsi, avec des logiciels pensés par des MK, nous pourrions imaginer que la VRI puisse devenir plus fréquemment utilisée en kinésithérapie. Et, au vu des avantages que présentent cet outil, nous pensons que cela pourrait être intéressant pour la profession.

#### **4.4. Positionnement du point de vue éthique et déontologique**

Les possibilités d'utilisation de la VRI sont de plus en plus variées et le nombre d'utilisateurs ne cesse d'augmenter chaque année depuis 2014 (42). Comme pour chaque technologie en plein essor, une réflexion d'un point de vue éthique et déontologique est nécessaire. L'un des principaux dangers est, comme pour toute utilisation des jeux vidéo, un risque d'addiction de la part des utilisateurs de la VRI. Le MK qui utilisera cet outil dans ses prises en charge devra prendre en considération ce phénomène et devra être en mesure de repérer les principaux signes de dépendance chez les patients (43).

Bien qu'évoquée à une seule reprise par les MK participants à notre étude lorsque nous leur avons demandé d'expliquer pourquoi la VRI était encore peu utilisée en kinésithérapie en France, la perte de contact humain pourrait être une limite à l'utilisation de cette technologie en séance. Se pose alors la question de savoir s'il est éthique ou pas de plonger un patient qui vient en soins dans un monde virtuel.

Le MK, en sa qualité de professionnel de santé, est soumis au règlement général sur la protection des données (RGPD) (44). Or nous l'avons vu, l'utilisation de la VRI en kinésithérapie nécessite un enregistrement des données pour chaque patient afin de suivre son évolution. Le MK doit alors respecter les principes de confidentialité, d'intégrité et de disponibilité de ces données et en est le seul responsable (45).

#### **4.5. Perspectives d'approfondissement ou de réorientation du travail**

##### **4.5.1. Critique du dispositif de recherche**

Concernant la sélection des MK pour l'étude, nous sommes certainement face à un biais de volontariat car leur participation dépendait de leur motivation personnelle. Nous pouvons noter aussi un biais de sélection car tous les participants travaillaient dans le même centre de rééducation ; il aurait été intéressant d'intégrer dans l'étude des MK venant de différents centres et pourquoi pas de différentes régions afin d'avoir des approches peut être différentes sur le sujet. Recueillir le point de vue des MK libéraux, qui ont une patientèle différente que celle des centres de rééducation, pourrait s'avérer être intéressant également. Un autre biais possible est dû au fait que les MK interrogés travaillaient au même endroit est qu'ils ont pu communiquer

sur ce travail entre eux. Il est alors possible que certains MK se soient présentés aux entretiens en connaissant déjà les thèmes que nous allions aborder et en sachant ce qu’avaient répondu les MK avec lesquels ils avaient discuté et qui avaient déjà passé l’entretien.

N’ayant eu accès au casque VR que pendant une durée limitée et faute de MK disponibles, nous n’avons pas réalisé de pré-test pour l’essai de la VRI même s’il aurait été préférable d’en réaliser. Par ailleurs, les applications de VRI que nous avons fait tester aux MK présentent des limites. En effet, elles ont été conçues pour la rééducation vestibulaire et sont donc très spécifiques. Seuls l’équilibre et la mobilité cervicale des MK ont été testés. Nous aurions aimé avoir accès à des applications plus variées afin de solliciter plus de parties du corps, notamment les membres supérieurs car c’est dans la rééducation de la fonction motrice des membres supérieurs que la VRI présente certains de ses bénéfices les plus importants.

Le bureau dans lequel les entretiens ont été réalisés était celui d’un médecin spécialisé dans le vestibulaire et, comme dit précédemment, cela a pu influencer les réponses des MK à la question « *Dans quel(s) domaine(s) de la masso-kinésithérapie la VRI pourrait être utile ?* ». Il aurait fallu choisir un bureau plus neutre pour ne pas risquer de biaiser certaines réponses.

N’ayant aucune expérience dans la réalisation d’entretiens semi-directifs, il est possible d’avoir fait des erreurs dans l’utilisation du langage verbal et non-verbal. Aussi, les derniers entretiens ont peut-être été mieux menés que les premiers car l’interviewer maîtrisait mieux le sujet. Il est alors possible que nous ayons orienté inconsciemment certaines réponses en fonction de ce qui avait été dit dans les entretiens précédents. Ajoutons aussi que si nous devions refaire les entretiens, nous aurions été plus loin dans les relances d’autant plus que les questions de la partie « Modalités et applications de la VRI » du guide d’entretien ont nécessité un temps de réflexion plus long pour la plupart des MK interrogés. Certains ont exprimé avoir été pris de court, il aurait peut-être fallu les relancer plus pour obtenir des réponses plus détaillées. De plus, la durée des entretiens que nous avons menés est de 15 minutes, ce qui est considéré comme étant trop court, la littérature conseillant une durée d’au moins 45 minutes (35).

Enfin il existe possiblement pour l’analyse des entretiens un biais d’interprétation car comme pour toute étude qualitative, l’interprétation des résultats est plus subjective que pour les études quantitatives puisqu’elle est soumise à l’interprétation de chacun (46).

#### **4.5.2. Perspectives d'approfondissement**

Il faudrait réaliser une étude d'échelle nationale en se basant sur ce travail afin de récolter les avis de MK exerçant dans différentes régions. Cette étude pourrait inclure des MK qui utilisent la VRI dans leurs prises en charge, ce qui permettrait d'avoir des retours encore plus intéressants. Afin de permettre aux personnes interrogées d'avoir plus de recul et de réflexion sur le sujet, il serait intéressant de réaliser les entretiens à plus longue distance du moment où la VRI est testée. Cette étude idéale pourrait également inclure des patients à qui nous aurions aussi fait tester la VRI afin de voir la vision des choses du côté du soigné. Le fait de faire tester plus d'applications de VRI pendant l'étude serait également une idée d'amélioration.

Le gros travail qu'il est indispensable de faire à nos yeux pour l'avenir serait de définir des critères d'inclusion et de non-inclusion pour chaque application de VRI « thérapeutique ». Par exemple, dans notre étude, nous nous sommes aperçus qu'il y aurait un lien entre le fait d'être enceinte et de déclarer des effets secondaires après une immersion en VRI. Or, dans la littérature actuelle il n'est pas clairement indiqué ce lien de cause à effet. Il pourrait être intéressant de réaliser une étude pour vérifier cette hypothèse. Il semble également primordial à nos yeux de développer des protocoles précis d'utilisation de la VRI pour chaque pathologie, entre autres en fonction du degré d'importance de celle-ci. Cela permettrait de guider le MK sur les applications VR les plus adaptées à la prise en charge, le nombre de séances théoriques et leur durée. Dans ces protocoles devront également figurer les différents paramétrages à ajuster en fonction de l'évolution de la prise en charge, notamment en ce qui concerne le niveau de difficulté à appliquer.

## 5. CONCLUSION

Dans une société où les jeux vidéo sont très populaires, la VRI a rapidement trouvé sa place et connaît un essor impressionnant depuis 2016. Le prix des casques VR étant de plus en plus accessible, cette tendance devrait se poursuivre à l'avenir et son utilisation pourrait devenir de plus en plus fréquente que ce soit dans les secteurs du grand public ou des entreprises. Les spécialistes estiment ainsi que la demande va bientôt rattraper l'offre (47).

L'usage de la VRI dans les prises en charge masso-kinésithérapiques en France reste toutefois encore rare en 2020, même si ses intérêts tendent à être de plus en plus démontrés dans de nombreux domaines kinésithérapiques. Les modalités d'application de la VRI dans les prises en charge restent aujourd'hui encore floues et les doutes et interrogations autour de son utilisation restent nombreux. Pour ces raisons, des études doivent encore être menées afin de pouvoir l'utiliser sans risquer de nuire aux patients et en tirant profit du maximum des capacités qu'elle peut présenter. Notre travail souligne également l'importance que ces recherches futures devraient être réalisées en collaboration étroite avec les masseurs-kinésithérapeutes.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Fuchs P, Moreau G. Le Traité de la réalité virtuelle: Fondements et interfaces comportementales. 3<sup>e</sup> éd. Vol. 1. Ecole des Mines de Paris; 2006. 380 p.
2. Fuchs P, Moreau G. Le traité de la réalité virtuelle: Les applications de la réalité virtuelle. 3<sup>e</sup> éd. Vol. 4. Ecole des Mines de Paris; 2006. 290 p.
3. Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 2015;61(3):117-24.
4. Masetti T, Trevizan IL, Arab C, Favero FM, Ribeiro-Papa DC, de Mello Monteiro CB. Virtual reality in multiple sclerosis - A systematic review. *Mult Scler Relat Disord*. 2016;8:107-12.
5. Lohse KR, Hilderman CGE, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HFM. Virtual Reality Therapy for Adults Post-Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Virtual Environments and Commercial Games in Therapy. *PLoS One*. 2014;9(3):1-13.
6. Chen Y, Fanchiang HD, Howard A. Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther*. 2018;98(1):63-77.
7. Martin C. Réalité virtuelle, augmentée, mixte : définitions et différences [Internet]. *World Is Small*. 2017 [cité 16 déc 2019]. Disponible sur: <https://worldissmall.fr/2017/07/28/realite-virtuelle-augmentee-mixte-definitions-differences/>
8. Tsyktor V. What Is Semi-Immersive Virtual Reality? [Internet]. *CyberPulse*. 2019 [cité 16 déc 2019]. Disponible sur: <https://cyberpulse.info/what-is-semi-immersive-virtual-reality/>
9. Fuchs P, Moreau G. Le Traité de la réalité virtuelle: Création des environnements virtuels & applications. 3<sup>e</sup> éd. Vol. 2. Ecole des Mines de Paris; 2006. 520 p.
10. Hoffman HG, Chambers GT, Meyer WJ, Arceneaux LL, Russell WJ, Seibel EJ, et al. Virtual Reality as an Adjunctive Non-pharmacologic Analgesic for Acute Burn Pain During Medical Procedures. *Ann Behav Med*. avr 2011;41(2):183-91.
11. Koenig J. Utilisation de l'hypnose en réalité virtuelle dans le traitement de l'insuffisance veineuse superficielle. 2019.
12. Won AS, Bailey J, Bailenson J, Tataru C, Yoon IA, Golianu B. Immersive Virtual Reality for Pediatric Pain. *Children (Basel)*. 23 juin 2017;4(7).

13. Perry BN, Mercier C, Pettifer SR, Cole J, Tsao JW. Virtual reality therapies for phantom limb pain. *Eur J Pain*. août 2014;18(7):897-9.
14. Chi B, Chau B, Yeo E, Ta P. Virtual reality for spinal cord injury-associated neuropathic pain: Systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*. janv 2019;62(1):49-57.
15. Zeng Y, Zhang J-E, Cheng ASK, Cheng H, Wefel JS. Meta-Analysis of the Efficacy of Virtual Reality-Based Interventions in Cancer-Related Symptom Management. *Integr Cancer Ther*. 23 août 2019;18:1-8.
16. Raghavan P. Upper Limb Motor Impairment Post Stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. nov 2015;26(4):599-610.
17. HAS - Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte [Internet]. 2012 [cité 28 avr 2020]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte](https://www.has-sante.fr/jcms/c_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte)
18. Lee HS, Park YJ, Park SW. The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*. 2019;
19. Li Z, Han X-G, Sheng J, Ma S-J. Virtual reality for improving balance in patients after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 1 mai 2016;30(5):432-40.
20. Mohammadi R, Semnani AV, Mirmohammadkhani M, Grampurohit N. Effects of Virtual Reality Compared to Conventional Therapy on Balance Poststroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 1 juill 2019;28(7):1787-98.
21. Rathinam C, Mohan V, Peirson J, Skinner J, Nethaji KS, Kuhn I. Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with cerebral palsy: A systematic review. *J Hand Ther*. 13 juill 2018;32(4):426-34.
22. Casuso-Holgado MJ, Martín-Valero R, Carazo AF, Medrano-Sánchez EM, Cortés-Vega MD, Montero-Bancalero FJ. Effectiveness of virtual reality training for balance and gait rehabilitation in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. sept 2018;32(9):1220-34.
23. Song J-J. Virtual Reality for Vestibular Rehabilitation. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. nov 2019;12(4):329-30.
24. Bergeron M, Lortie CL, Guitton MJ. Use of Virtual Reality Tools for Vestibular Disorders Rehabilitation: A Comprehensive Analysis. *Adv Med*. 2015;

25. Rosiak O, Krajewski K, Woszczak M, Jozefowicz-Korczynska M. Evaluation of the effectiveness of a Virtual Reality-based exercise program for Unilateral Peripheral Vestibular Deficit. *Journal of Vestibular Research*. 1 janv 2018;28(5-6):409-15.
26. Viziano A, Micarelli A, Augimeri I, Micarelli D, Alessandrini M. Long-term effects of vestibular rehabilitation and head-mounted gaming task procedure in unilateral vestibular hypofunction: a 12-month follow-up of a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. janv 2019;33(1):24-33.
27. Gumaa M, Youssef AR. Is Virtual Reality Effective in Orthopedic Rehabilitation? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther*. 25 juill 2019;99(10):1304-25.
28. Opsommer E, Ferchichi S. Traitement de la fonction du membre supérieur du patient hémiparétique. Synthèse de recommandations dans le cadre de l'accident vasculaire cérébral. *Kinésithérapie, la revue*. janv 2013;13(133):25-31.
29. Piette P, Pasquier J. Réalité virtuelle et rééducation. *Kinésithérapie, la revue*. août 2012;12(128-129):38-41.
30. Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, Wood Dauphinee S, Richards C, Ashburn A, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis. *Stroke*. nov 2004;35(11):2529-39.
31. Pollock A, Farmer SE, Brady MC, Langhorne P, Mead GE, Mehrholz J, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014;(11).
32. Mayer N, Blanchet A. L'entretien dans les sciences sociales. *Revue française de sociologie*. 1987;1(28):160-4.
33. Romelaer P. Chapitre 4: L'entretien de recherche. In: *Management des ressources humaines. De Boeck Supérieur « Méthodes & Recherches »*. 2005. p. 101-37.
34. Kivits J. *Méthodes d'investigation quantitatives et qualitatives. Le recueil de données qualitatives*; 2019; Université de Lorraine.
35. Vilatte J-C. *Formation « Evaluation ». L'entretien comme outil d'évaluation*; 2007; Lyon.
36. Decroly J-M. *Recherches dirigées en géographie humaine. Introduction à l'entretien semi-directif*; 2014; Université Libre de Bruxelles.
37. Kivits J. *Méthodes d'investigation quantitatives et qualitatives. Principes de la démarche qualitative et problématisation*; 2019; Université de Lorraine.
38. Baribeau C, Royer C. L'entretien individuel en recherche qualitative : usages et modes de présentation dans la *Revue des sciences de l'éducation*. *Revue des sciences de l'éducation*. 2012;38(1):23-45.

39. Vilatte J-C. Méthodologie de l'enquête par questionnaire. Université d'Avignon; 2007.
40. VIRTUALIS - Réalité Virtuelle - Physio-K [Internet]. [cité 8 avr 2020]. Disponible sur: <http://physio-k.lu/home/636-virtualis-realite-virtuelle.html>
41. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 20 nov 2017;2017(11).
42. Virtual Reality: Ethical Challenges and Dangers [Internet]. IEEE Technology and Society. 2019 [cité 29 avr 2020]. Disponible sur: <https://technologyandsociety.org/virtual-reality-ethical-challenges-and-dangers/>
43. Accro au jeu vidéo ? | Institut Fédératif des Addictions Comportementales [Internet]. [cité 29 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.ifac-addictions.fr/accro-au-jeu-video.html>
44. Le règlement général sur la protection des données - RGPD | CNIL [Internet]. [cité 29 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-protection-donnees>
45. URPS Kiné Île-de-France [Internet]. [cité 29 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.urps-kine-idf.com/blog/protection-des-donnees-quest-ce-que-le-rgpd->
46. Kohn L, Christiaens W. Les méthodes de recherches qualitatives dans la recherche en soins de santé : apports et croyances. *Reflets et perspectives de la vie économique*. 2014;Tome LIII(4):67-82.
47. Bastien L. Réalité virtuelle et augmentée : tendances et prédictions pour 2020 [Internet]. [cité 30 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.realite-virtuelle.com/realite-virtuelle-augmentee-2020/>

# **ANNEXES**

**ANNEXE I :** Applications VR testées par les MK et leurs paramètres ajustables

**ANNEXE II :** Descriptif des jeux VR testés pour la réalisation de la vidéo

**ANNEXE III :** Questionnaire

**ANNEXE IV:** Guide d'entretien

## ANNEXE I : Applications VR testées par les MK et leurs paramètres ajustables

### « OptoVR »

#### Environnements virtuels perçus dans le casque :



« OptoTree »



« OptoSpace »

#### Paramètres ajustables (pour « OptoSpace ») :

- Vitesse rotatoire
- Orientation (verticale/horizontale)
- Saisie manuelle (oui/non)
- Opacité
- Inverser le sens (oui/non) + durée
- Nombre d'étoiles
- Taille des étoiles

### « CibleVR »

#### Environnement virtuel perçu dans le casque :



#### Paramètres ajustables :

- Forme du mouvement
- Orientation du mouvement (horizontal/vertical)
- Direction du mouvement (droite/gauche)
- Limites du mouvement
- Durée (infinie/chronométrée)
- Vitesse de la planète
- Taille du cercle
- Circuit (aller simple/aller-retour)

**ANNEXE II : Descriptif des jeux VR testés pour la réalisation de la vidéo**

Jeux testés	Illustration	Descriptif
<p>Elven Assassin</p>	 <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=HPSGb4xgBPM">https://www.youtube.com/watch?v=HPSGb4xgBPM</a></p>	<p>L'utilisateur est un archer qui, armé de son arc et de ses flèches, doit défendre son village en empêchant diverses créatures de l'envahir. Cela demande donc une sollicitation active importante du complexe de l'épaule de la part du joueur. Il devra aussi parfois s'accroupir pour esquiver les projectiles que peuvent envoyer ces créatures.</p>
<p>Dead and Buried</p>	 <p><a href="https://vrscout.com/games/dead-buried-oculus-rift/">https://vrscout.com/games/dead-buried-oculus-rift/</a></p>	<p>Le joueur prend la place d'un cowboy qui doit se défendre contre des zombies dans un saloon. Il contrôle 2 pistolets et peut se cacher derrière différents objets comme des tonneaux ou des comptoirs, ce qui demande une sollicitation active importante des membres inférieurs du joueur. Son équilibre est aussi beaucoup mis à l'épreuve dans ce jeu.</p>
<p>Creed</p>	 <p><a href="https://uploadvr.com/creed-quest-review/">https://uploadvr.com/creed-quest-review/</a></p>	<p>C'est un jeu de boxe où l'utilisateur peut s'entraîner avec des pattes d'ours et combattre contre de véritables boxeurs sur un ring. En plus d'une sollicitation active de ses quatre membres, le joueur pourra travailler son endurance.</p>

## ANNEXE III : Questionnaire

### QUESTIONNAIRE

*Merci de remplir ce questionnaire d'une durée d'environ 5 minutes. Il va me permettre d'en connaître un petit peu plus sur vous et de recueillir vos premières impressions après cette initiation à la réalité virtuelle immersive.*

1) Quel âge avez-vous ?

- Moins de 31 ans
- Entre 31 et 40 ans
- Entre 41 et 50 ans
- Plus de 51 ans

2) Avez-vous déjà eu une expérience en réalité virtuelle immersive ?

- Oui
- Non

3) Dans quelle(s) spécialité(s) avez-vous déjà exercé en kinésithérapie ? Veuillez également préciser la durée de cette ou de ces expérience(s).

- >
- >
- >
- >
- >

4) En un mot, comment qualifieriez-vous votre ressenti après cet essai de la réalité virtuelle immersive ?

5) Est-ce que cette courte expérience vous a donné envie d'essayer à nouveau la réalité virtuelle immersive ?

- Oui
- Non

6) Dans quel(s) domaine(s) de la kinésithérapie la réalité virtuelle immersive pourrait avoir un intérêt ? (*exemples : pédiatrie, sport, neurologie...*)

7) A l'heure actuelle, très peu de masseurs-kinésithérapeutes utilisent la réalité virtuelle immersive dans leur prise en charge. Selon vous, pour quelle(s) raison(s) ?

- Son prix est trop élevé
- Pas de formation
- Perte du contact humain
- Pas d'intérêt en kinésithérapie
- Technologie trop encombrante
- Les MK ne veulent pas changer leurs habitudes
- Autre :

*Fin du questionnaire, merci !*

ANNEXE IV : Guide d'entretien

Thèmes	Questions
Contexte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouvez-vous vous présenter brièvement ? <u>Relance</u> si le MK ne parle que de sa vie privée : Et d'un point de vue kinésithérapique, dans quels domaines avez-vous déjà travaillé ?</li> </ul>
Expérience de la veille	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouvez-vous me raconter comment vous avez abordé cette expérience de réalité virtuelle immersive ? <u>Relance</u> : faire en sorte que le MK nous en dise plus sur ce ressenti, chercher à comprendre pourquoi.</li> <li>• Etait-ce votre première expérience de réalité virtuelle immersive ? <u>Relance</u> s'il répond non : Pouvez-vous m'en dire plus sur votre ou vos précédente(s) expérience(s) ?</li> <li>• Avez-vous mis du temps avant de vous sentir immergé dans l'environnement virtuel ? <u>Relance</u> s'il répond oui : Pour quelle(s) raison(s) ?</li> <li>• Pouvez-vous me dire comment vous avez vécu cette expérience ?</li> <li>• Si vous en aviez la possibilité, retenteriez-vous une expérience de réalité virtuelle immersive ? <u>Relance</u> s'il répond de façon fermée par « oui » ou « non » : Pour quelle(s) raison(s) ?</li> </ul>
Modalités et applications de la VRI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans quel(s) domaine(s) de la kinésithérapie pensez-vous que la réalité virtuelle immersive peut-elle être intéressante ? <u>Relances</u> pour chaque spécialité précédemment citée : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ De quelle façon la réalité virtuelle immersive peut-elle être intéressante ?</li> <li>➢ Quelle serait sa place dans la prise en charge kinésithérapique ?</li> </ul> <u>Relance</u> si le MK ne comprend pas la question : En complément du traitement classique ? En substitution du traitement classique ?... <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Quelle serait la durée idéale d'immersion du patient par séance ?</li> <li>➢ Que rechercheriez-vous en priorité dans les programmes VR conçus pour cette spécialité ?</li> <li>➢ Si maintenant on réfléchit de façon plus large, dans quel(s) domaine(s) autour de la kinésithérapie la réalité virtuelle immersive pourrait être un outil intéressant ?</li> </ul> </li> <li>• En revanche, y a-t-il des domaines dans lesquels la réalité virtuelle immersive serait contre-indiqué/inutile/trop difficile à mettre en place ? <u>Relance</u> s'il répond oui : Pour quelle(s) raison(s) ?</li> <li>• Pensez-vous que cet outil pourrait être amélioré ? (visiocasque, applications...) <u>Relance</u> s'il répond oui : Quels seraient les axes d'amélioration possibles ?</li> </ul>
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Y-a-t-il un point dont nous n'avons pas parlé et que vous souhaitez développer ?</li> </ul>

## Modalités et champs d'application possibles de la réalité virtuelle immersive en masso-kinésithérapie : point de vue des professionnels

**Introduction** – La réalité virtuelle immersive (VRI) a émergé depuis quelques années dans le domaine de la santé et la masso-kinésithérapie a vu l'apparition d'applications « thérapeutiques » en VRI dont les aspects ludiques et motivants semblent être intéressants. Habituellement, c'est souvent en tant que spectateur que nous assistons au développement rapide des nouvelles technologies. Dans ce travail, nous avons choisi d'impliquer le masseur-kinésithérapeute (MK) de terrain dans une réflexion pratique autour de l'utilisation de la VRI en rééducation.

**Matériel et méthode** – Sept MK ayant des profils professionnels variés ont, dans un premier temps, testé la VRI. Dans un second temps, à l'aide d'un questionnaire et d'entretiens semi-directifs les points de vue des MK sur la VRI ont été recueillis ainsi que leurs réflexions sur ses domaines et modalités d'application potentiels.

**Résultats** – Tous les MK estiment que la VRI pourrait être utile en kinésithérapie, et ce dans des domaines très variés comme la neurologie, la pédiatrie ou la rééducation vestibulaire, par exemple. Cet outil apparaît comme un complément au traitement classique et ses modalités d'utilisation devraient être propres à chaque prise en charge. Il ressort des entretiens que les troubles cognitifs et vestibulaires sévères seraient les principales contre-indications à l'utilisation de la VRI. Les MK estiment que les applications « thérapeutiques » devraient être pensées pour être variées, ludiques, réalistes et en même temps simples d'utilisation.

**Discussion** – Malgré le fait que la VRI soit une technologie peu connue par les MK, leurs propos s'accordent en majorité sur ceux de la littérature actuelle concernant son utilisation. Des études doivent être menées pour développer des protocoles d'utilisation de la VRI pour chaque pathologie. Il est également important de définir des critères de non-inclusion spécifiques à chaque application VR « thérapeutique ».

**Conclusion** – Selon le panel de MK consulté, la VRI est un outil prometteur en kinésithérapie. L'essor que connaît cette technologie devrait d'ailleurs continuer à s'accroître dans les années à venir. De futures recherches devraient permettre aux MK d'utiliser au mieux la VRI dans leurs prises en charge.

**Mots-clés** – champs d'application, kinésithérapie, modalités d'application, réalité virtuelle immersive

---

## Possible guidelines and fields applications of virtual reality in physiotherapy: professionals point of view

**Introduction** – Immersive virtual reality (VRI) has emerged in recent years in the health field. More recently, "therapeutics" applications have emerged in physiotherapy and their playful and motivating aspects seem to be interesting. We are witnessing a frantic development of new technologies in many areas, often as a spectator. Here, we involved the field physiotherapist in a practical reflection around the use of VRI in rehabilitation. The objective was to collect the current point of view of physiotherapists on the VRI, their reflections on its fields and the possible methods of application.

**Method** – After seven physiotherapists tested VRI, a questionnaire was given to them and semi-structured interviews were carried out the following day.

**Results** – All physiotherapists believe that VRI can be useful in physiotherapy, and this in a wide variety of fields such as neurology, pediatrics or vestibular rehabilitation. This tool is a complement to conventional processing and its methods of use are specific to each care. Very significant cognitive and vestibular disorders are the main contraindications to the use of VRI. Physiotherapists believe that "therapeutics" applications should be varied, fun, realistic and easy to use.

**Discussion** – Even though physiotherapists are not particularly familiar with VRI, their comments are in line with current literature concerning its use. Studies must be carried out to develop protocols for using VRI for each pathology. It's also important to define the non-inclusion criteria specific to each "therapeutic" VR application.

**Conclusion** – According to the MK panel consulted, VRI is a promising tool in physiotherapy. The growth of this technology is expected to continue to grow up in the future years. Future research should enable physiotherapists to make the best use of VRI in their care.

**Keywords** – application fields, physiotherapy, application guidelines, immersive virtual reality