



HAL
open science

Intérêt de la réalité virtuelle dans la rééducation fonctionnelle du membre supérieur chez les patients victimes d'un accident vasculaire cérébral

Simon Bourdarel

► To cite this version:

Simon Bourdarel. Intérêt de la réalité virtuelle dans la rééducation fonctionnelle du membre supérieur chez les patients victimes d'un accident vasculaire cérébral. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. <dumas-02272882>

HAL Id: dumas-02272882

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02272882v1>

Submitted on 28 Aug 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License



INSTITUT DE FORMATION EN MASSO KINESITHERAPIE

22 avenue Camille Desmoulins

29238 BREST CEDEX 3

**Intérêt de la réalité virtuelle dans la
rééducation fonctionnelle du membre
supérieur chez les patients victimes d'un
accident vasculaire cérébral**

BOURDAREL Simon

En vue de l'obtention du diplôme de masseur-kinésithérapeute

Promotion 2015 – 2019

Juin 2019

Remerciements

Je tiens à remercier :

- Laurence Alexandre, ma directrice de mémoire pour ses conseils, sa disponibilité, son aide et son investissement.
- Véronique Bourdarel, ma maman pour son aide dans la syntaxe.
- Gabriel Loaëc, mon tonton pour son aide dans la syntaxe.
- Les documentalistes de la bibliothèque universitaire pour leur aide dans l'utilisation des bases de données de recherche.
- Gwendal Avignon, pour ses précieux conseils et son aide dans l'utilisation de Microsoft Office.
- Ma famille, pour son soutien et ses encouragements tout au long de mes études.
- Zarrin Alavi, pour son aide pour le résumé.
- Diane Menut, pour son soutien, ses encouragements et son aide précieuse.
- L'ensemble de mes amis, pour leur joie de vivre, leur soutien et la force qu'ils me transmettent.

Sommaire

1	Introduction.....	1
1.1	Situation d’ancrage :	1
1.2	Questionnement :	2
2	Cadre conceptuel.....	5
2.1	L’accident vasculaire cérébral.....	5
2.2	La réalité virtuelle	13
2.3	Problématique	16
3	Méthode	18
3.1	Le type d’études sélectionnées.....	18
3.2	Le type de participants inclus.....	18
3.3	Le type de rééducation inclus.....	19
3.4	L’interrogation des bases de données	19
3.5	Le cheminement de la sélection des études.....	21
3.6	L’extraction des données.....	21
3.7	La qualité des articles.....	22
3.8	Biais.....	22
4	Les résultats	23
4.1	Résultat de la recherche	23
4.2	Caractéristiques des études sélectionnées	24
4.3	Les types d’intervention présents dans les études.....	26
4.4	Les objectifs de chaque étude sélectionnée.....	27
4.5	Les tests utilisés dans chaque étude sélectionnée	27
5	Analyse des résultats.....	29
5.1	Impact de la réalité virtuelle sur la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur	29
5.2	La réorganisation corticale avec la réalité virtuelle	36
5.3	La réalité virtuelle au service des activités de la vie quotidienne	37

5.4	La réalité virtuelle, la qualité de vie et la dépression.....	40
5.5	Résultats sur le ressenti du patient et la motivation lors de la rééducation avec la réalité virtuelle	42
5.6	L'impact de réalité virtuelle dans le suivi	44
5.7	Rôle de l'intensité de la réalité virtuelle dans la rééducation.....	45
5.8	Synthèse des résultats.....	46
5.9	Retour sur les hypothèses.....	47
6	Discussion.....	49
7	Conclusion	55

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

1 Introduction

1.1 Situation d'ancrage :

Durant mon premier stage de 2^e année de formation effectué au sein du centre hospitalier de Saint Briec dans le service de neurologie vasculaire, j'ai pu apprécier la prise en charge de patients souffrant d'un Accident Vasculaire Cérébral (AVC) ischémique ou hémorragique. J'avais déjà entendu parler de cette pathologie mais je ne connaissais pas encore sa physiopathologie ou encore les moyens de rééducations applicables car l'apport théorique n'avait pas encore été évoqué à l'Institut de Formation de Masseur-Kinésithérapeute de Brest (IFMK). Je me suis alors renseigné auprès de ma tutrice, du médecin de rééducation, des neurologues du service et j'ai effectué des recherches bibliographiques, professionnelles et scientifiques. Elles portaient sur la physiopathologie, les principes de rééducation ou encore sur les différentes méthodes dont le masseur kinésithérapeute dispose. En effet, lorsque l'on regarde les champs de compétence du masseur kinésithérapeute dans le référentiel, c'est au MK de « *mettre en œuvre des techniques kinésithérapiques en vue de conserver ou retrouver un état de santé optimal [...] afin d'améliorer l'état de santé et le confort de la personne.* » et d'« *adapter les pratiques kinésithérapiques à l'évolution de la situation clinique* ». Donc cela me paraissait important de connaître la pathologie afin de pouvoir adapter ma prise en charge en fonction des patients, de leurs besoins, des outils à ma disposition et selon les techniques kinésithérapiques ayant prouvé leur efficacité.

Une fois la pathologie vue à l'IFMK, j'ai pu constater qu'il y a des principes et des recommandations à respecter selon la phase dans laquelle se trouve le patient, notamment en termes d'intensité, de précocité de la rééducation, de moyens à utiliser. La Haute Autorité de Santé préconise de commencer rapidement la rééducation, en augmentant progressivement le nombre et la durée des séances et d'orienter la rééducation vers le fonctionnel. Cependant, aucune technique de rééducation n'est définie comme gold standard, et c'est au rééducateur de choisir celle qui met en œuvre. En effet, plusieurs méthodes sont explicitées, aucune ne prenant le dessus sur les autres. On peut citer par exemple la thérapie miroir, la contrainte induite ou encore la réalité virtuelle. J'ai ensuite eu la chance d'échanger avec un Masseur Kinésithérapeute sur son travail de fin d'étude qui concernait la réalité virtuelle (RV) et la prise en charge des Syndromes Douloureux

Régionaux Complexes. J'ai trouvé l'idée de travailler sur une nouvelle technologie très intéressante et intelligente de sa part car j'entendais de plus en plus parler de la RV et je trouvais ce moyen de rééducation innovant et dans l'air du temps. De plus, la réalité virtuelle va prendre une grande place dans la rééducation du fait de l'évolution de la technologie et des possibilités qu'elle offre. En effet, on peut voir de par le plan santé 2022 que le souhait du gouvernement est de « *placer la France parmi les pays à la pointe de l'innovation en santé* ».

Ayant vu que la réalité virtuelle était un outil à la disposition du MK dans la prise en charge de l'hémiplégique et le trouvant innovant, j'ai alors décidé de me pencher sur ce sujet pour mon mémoire de fin d'étude. Je n'ai cependant pas eu la chance lors de mon stage dans le service de neurologie vasculaire d'utiliser un tel outil car le centre hospitalier de St Briec ne possédait pas cette nouvelle technologie. J'ai essentiellement utilisé les concepts tels que Bobath qui s'appuie sur un traitement neurodéveloppemental (1) et Perfetti, qui s'appuie sur des concepts sensorimoteurs (2) ou d'autres techniques de stimulation neuro-motrice lors de ce stage. La prise en charge dans l'hôpital était essentiellement aigüe, il n'y avait donc pas de rééducation à visée fonctionnelle proprement dite, celle-ci intervenant plus tard. La présence d'un tel outil en rééducation n'aurait pas vraiment été pertinent.

J'ai par la suite eu un entretien avec un chef de service en médecine physique et réadaptation afin de discuter de l'idée de travailler sur ce thème. Le professeur m'a conforté dans l'idée qu'il était intéressant de travailler sur le lien entre la réalité virtuelle et l'accident vasculaire cérébral. Il m'a alors proposé un axe de travail qui est de comparer la rééducation standard et une rééducation avec la RV. Il faut savoir qu'il existe plusieurs types de réalité virtuelle. Ils vont être classés selon leur niveau d'immersion. On y retrouve la réalité virtuelle non immersive, semi immersive et immersive.

1.2 Questionnement :

Nous avons reçu lors de notre cursus, des enseignements sur l'AVC ainsi que sur les moyens dont les masseurs kinésithérapeutes disposent pour y faire face. Lors de ces enseignements plusieurs points fondamentaux m'ont paru ressortir à diverses reprises. La rééducation de l'AVC doit passer par la répétition de gestes, une stimulation neuromotrice et une participation totale du patient. En effet, French *et al.* (3), ont démontré que la

répétition des gestes lors de la rééducation permettait une aisance fonctionnelle des membres plus importante six mois après l'intervention. (3) Une intensité élevée de rééducation apporterait de meilleurs résultats qu'une rééducation à faible intensité (4). Sous l'action de stimulations répétées, une organisation ou réorganisation cérébrale est possible, on parlera alors de plasticité, et de plasticité cérébrale à la suite d'une lésion, cette action est le principe même de l'apprentissage. (5) Le but étant de stimuler les zones cérébrales nécrosées afin qu'elles retrouvent leurs fonctions ou que d'autres parties du cortex les remplacent. La rééducation a pour finalité d'utiliser cette plasticité cérébrale, c'est-à-dire la capacité du cerveau à se remodeler, à se réorganiser selon ses interactions avec l'environnement, afin que le patient retrouve une autonomie maximale au vu de ses atteintes cérébrales. En effet, *« quels que soient les mécanismes en jeu dans la réorganisation neuronale il paraît évident que la sollicitation constante et systémique par le réentraînement systématique est essentielle pour ouvrir une voie inhibée, reconstruire un circuit interrompu, stabiliser un circuit nouveau, définir et mobiliser un nouvel ensemble neuronal » Jeannerod et Hecaen.*

Je me suis alors questionné sur la possibilité que la réalité virtuelle puisse remplir tous ces principes. En effet selon moi, celle-ci permet de leurrer le cerveau en lui donnant de fausses informations. Le fait que le patient puisse s'imaginer avec des membres fonctionnels pourrait être une bonne stimulation neuro motrice un peu comme dans la thérapie miroir et donc activerait de manière importante la plasticité cérébrale et favoriserait une meilleure récupération plus rapidement.

De plus, la réalité virtuelle est de plus en plus mise en avant dans le domaine de la santé. En effet, la médecine évolue avec son temps, et l'avenir se dirige vers les nouvelles technologies. La réalité virtuelle commence à avoir une place dans la rééducation de certaines pathologies, dans la lutte contre la douleur ou encore dans l'apprentissage du geste chez les sportifs. Je me suis alors demandé comment notre cerveau interprète la réalité virtuelle, quelles zones du cortex sont stimulées et s'il existe une corrélation possible avec les zones atteintes lors de l'AVC. Cet outil permettrait peut-être à la kinésithérapie d'envisager une évolution importante et apporterait un gain dans sa pratique mais également dans la santé du patient.

Nous ne sommes pas sans savoir que l'AVC est la première cause de handicap en France et dans la plupart des pays développés. (6) Chaque année en France, 130 000 nouveaux cas sont recensés et parmi les survivants, 40% ont des séquelles. (7) C'est

pourquoi il serait intéressant de se pencher sur la place que peut avoir la réalité virtuelle dans la rééducation motrice et fonctionnelle des patients victimes d'un AVC. En effet, si celle-ci regroupe tous les paramètres nécessaires à la récupération, elle peut être intéressante à mettre en place dans les centres de rééducation.

Au fur et à mesure de mes premières lectures, j'ai remarqué que la récupération d'un membre supérieur fonctionnel était plus longue et plus difficile par rapport à celle du membre inférieur. Cela est probablement dû au fait que le membre supérieur détient une grande région corticale par rapport aux membres inférieurs. Beaucoup de patients touchés par cette pathologie ne retrouvent pas à terme la fonctionnalité de leur membre supérieur. C'est pourquoi j'ai décidé de centrer mon travail sur la rééducation de ce membre via la réalité virtuelle.

2 Cadre conceptuel

2.1 L'accident vasculaire cérébral

2.1.1 Epidémiologie

Selon une étude réalisée en 2016 par Lecoffre *et al.* (8), les AVC ont une place importante dans les pathologies de la société. En effet, en 2013 l'AVC est la première cause de mortalité chez les femmes avec environ 18300 décès et la troisième chez les hommes avec approximativement 13000 décès. (8) Cela représente donc une cause majeure de handicap moteur et de démence. En effet, elle est la première cause de handicap acquis chez l'adulte et la deuxième lorsqu'on parle de démence. (7) De plus, cette pathologie entraîne des séquelles fonctionnelles et pour 1/3 des personnes cet accident entrave la réalisation d'activités de la vie quotidienne (AVQ). (8)

Il semble intéressant de parler également des coûts directs que cette pathologie représente. En effet, en 2013, 3,5 milliards d'euros ont été utilisés au remboursement de la prise en charge par les différentes caisses d'assurance maladie. (8) Il y a également les coûts indirects qui sont très importants dans les AVC, d'autant plus lorsque les victimes sont toujours dans le monde professionnel. Cette population représente un quart des patients hospitalisés en 2008, et chez les moins de 45 ans 30 à 50% des patients hospitalisés n'ont pas pu retourner travailler et 10% de cette population seraient dépendants pour une activité de la vie quotidienne minimum. (8)

On constate qu'entre 2002 et 2008, le nombre d'hospitalisations chez les plus de 65 ans a diminué, inversement, la population des moins de 65 ans est de plus en plus victime de cet accident. (8) L'incidence de l'AVC a progressé chez les moins de 55 ans de 2003 à 2011 lorsqu'on la compare à une période plus ancienne de 1985 à 1993. (8)

Évolution annuelle moyenne des taux de patients hospitalisés pour accident vasculaire cérébral (AVC) en fonction du sexe, de la classe d'âge et du type d'AVC, en France (2008-2014)

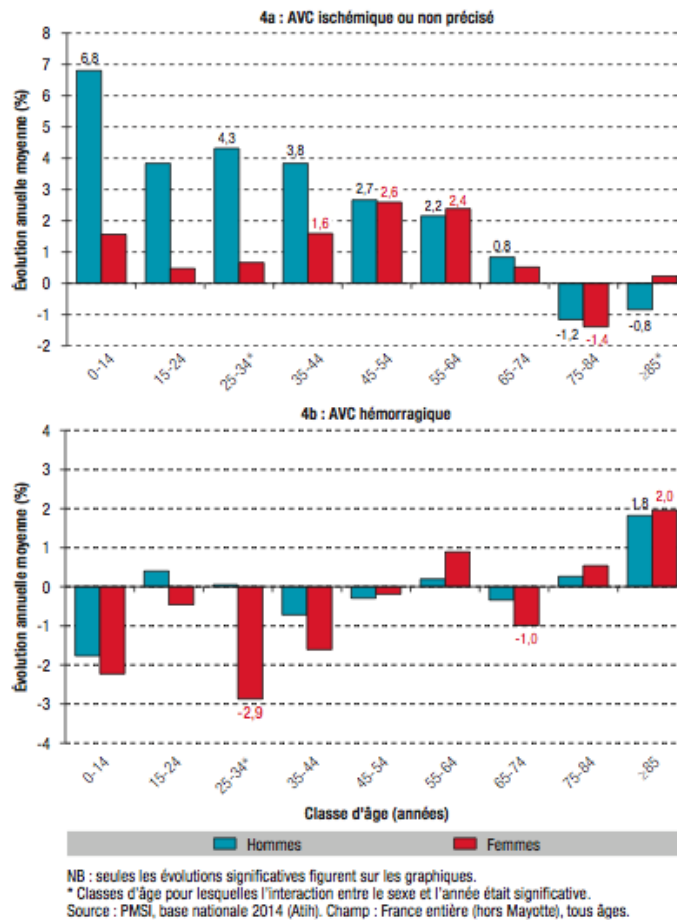


Figure 1 Evolution annuelle moyenne des patients hospitalisés pour AVC selon Lecoffre et al.

Depuis 2008 et jusqu'à 2014, le nombre de patients hospitalisés pour tous types d'AVC a vu une augmentation de plus de 13% passant de 97 151 à 110 438. (8) Une analyse annuelle selon les âges et les sexes a montré pour les AVC ischémiques, une augmentation significative du nombre d'accidents chez les hommes âgés de 25 à 74 ans et chez les femmes âgées de 35 ans à 64 ans ainsi qu'une diminution chez les plus de 75 ans qu'importe le sexe. (8) (cf. figure 1) En ce qui concerne les AVC hémorragiques, on retrouve au contraire, une augmentation chez les hommes et les femmes de plus de 85 ans et une diminution chez les femmes âgées de 25 à 34 ans et de 65 à 74 ans. (8) (cf. figure 1)

Taux* régionaux de patients hospitalisés pour accident vasculaire cérébral (AVC) en France en 2014, par type d'AVC

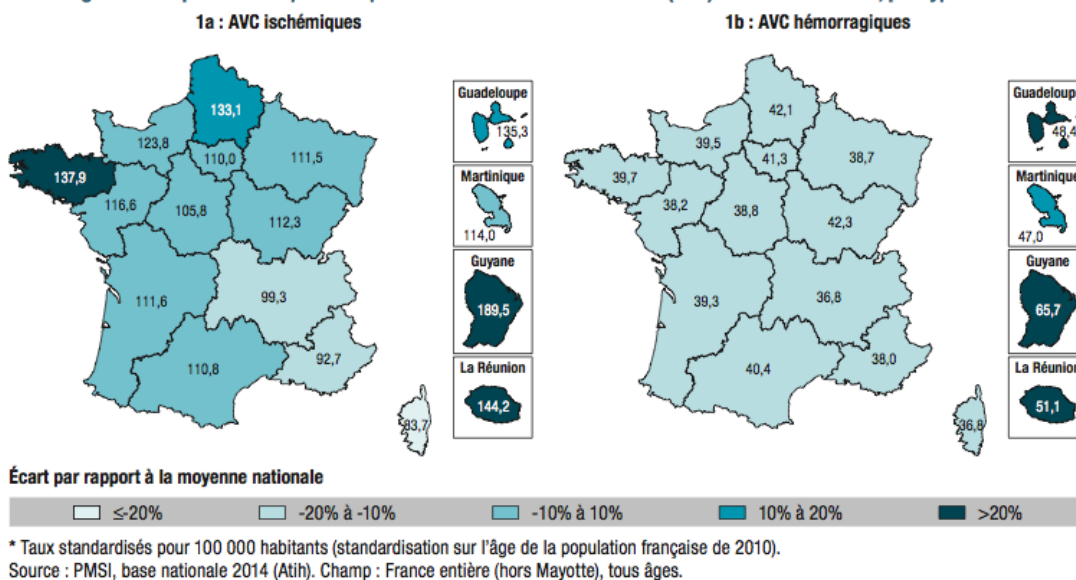


Figure 2 Taux régionaux de patient hospitalisés pour AVC 2014 selon Lecoffre et al.

En métropole, la région où on recense le plus grand nombre de patients atteints d'AVC est la Bretagne avec 137,9 habitants sur 100 000. (8) (cf. figure 2)

Plusieurs études internationales confirment cette tendance. Ainsi selon une étude américaine réalisée dans le Kentucky, les AVC ont tendance à toucher une population de plus en plus jeune avec notamment une augmentation de l'incidence chez les 20 – 54 ans. (8) Une autre étude américaine de 2016, va dans ce sens. En effet, selon elle, l'incidence des AVC ischémiques chez les 15 – 44 ans a augmenté entre 2000 et 2010. (9) On retrouve les mêmes résultats au Danemark avec une augmentation des hospitalisations à la suite d'un AVC ischémique chez les jeunes adultes (10). Cependant, une stabilisation de l'incidence des AVC hémorragiques a été constatée chez les plus de 20 ans dans ces mêmes pays. (10,11)

Tous ces chiffres nous montrent bien que l'AVC est de plus en plus présent dans notre société et qu'il touche une population de plus en plus jeune. Près de 25% des AVC touchent les moins de 65 ans, et cela pose un problème majeur de santé publique du fait des conséquences que cela entraîne tant sur le plan professionnel qu'au niveau personnel mais également car cela coûte très cher. (8) Cette augmentation est incontestablement due à l'augmentation de la prévalence des facteurs de risques tels que le tabagisme, l'obésité, le diabète, la consommation de drogue et d'alcool. (8)

En ce qui concerne les séquelles, une atteinte neurologique motrice était présente chez 44% des patients atteints d'un AVC ischémique et 32% de ceux touchés par un AVC hémorragique. (8)

Dans une revue systématique de la littérature Cochrane réalisée par Doyle (12), on peut voir que si on se focalise sur le membre supérieur, 85% des patients se retrouvent hémi parétiques au stade aigu. (12) Six mois après l'accident, 5 à 20% de ces patients retrouveront un bras complètement fonctionnel. (12) Au contraire, 30 à 60% des accidentés ne récupéreront pas la fonctionnalité de leur membre supérieur. (12)

2.1.2 Physiopathologie

Lorsque l'on parle d'accident vasculaire cérébral, il est important de distinguer AVC ischémique et AVC hémorragique. En effet, leurs étiologies sont différentes ainsi que leur gravité et leur prise en charge.

2.1.2.1 *L'AVC ischémique*

Ce type d'AVC concerne environ 80% de l'ensemble des AVC. (7,13) Il va être provoqué par un défaut d'afflux sanguin au parenchyme, entraînant le dysfonctionnement ou la destruction de celui-ci. (13) Ce défaut d'apport du sang est la plupart du temps dû à une occlusion d'une artère cérébrale, les systèmes de suppléance vont alors se mettre en place et leur efficacité va définir l'étendue de la lésion. (13) Le temps entre le début de l'obstruction et son évacuation va déterminer la gravité de l'accident. (13) En effet, plus l'obstruction sera longue, plus le parenchyme sera touché et plus les séquelles seront importantes car les cellules cérébrales sont très sensibles à l'anoxie.

En cas de restauration rapide de l'afflux sanguin, en moins d'une heure, on parlera d'accident ischémique transitoire (AIT), ce qui n'entraîne aucune lésion ni séquelle. (13) Mais le risque de récurrence est très important donc il sera indispensable de surveiller le patient par la suite. (13)

Les étiologies de l'accident vasculaire cérébral ischémique sont diverses. Ils peuvent être dus à une atteinte des grosses artères (macroangiopathies), des petites artères (microangiopathies), à une cardiopathie emboligène, à un état prothrombotique ou encore à des troubles métaboliques. (13)

Lors de ce type d'accident, le patient peut bénéficier d'une thrombolyse intraveineuse si l'AVC à moins de quatre heures et demie. (13) Le but de cet acte médical est de déboucher l'artère via une injection médicamenteuse qui a pour conséquence la destruction du caillot et donc la levée de la pénombre au sein du parenchyme.

2.1.2.2 L'AVC hémorragique

Ce type d'accident concerne seulement 20% des AVC, 15% pour l'hémorragique cérébrale et 5% pour le méningé. (7) Ici aussi le problème viendra d'une absence d'apport sanguin, et la gravité va également être directement en lien avec l'efficacité de la suppléance. (13) Cependant à la différence de l'ischémique, il ne survient pas à la suite d'une occlusion mais à la suite d'une hémorragie intra parenchymateuse. (13) Il y a alors apparition d'un hématome profond, superficiel ou sous tentoriel. (13) Les causes vont là aussi être diverses. L'étiologie la plus courante est l'hypertension artérielle continue car elle représente 50% des AVC hémorragiques. (13) Il peut également être dû à une rupture d'une malformation vasculaire, à un trouble de l'hémostase, à des tumeurs cérébrales ou encore à d'autres causes telles que des angiopathies amyloïdes par exemple. (13)

2.1.3 Symptômes

Les symptômes vont dépendre des zones qui vont être touchées par l'ischémie ou l'hémorragie. En effet selon le territoire affecté, on va retrouver principalement des déficits moteurs, des troubles de la sensibilité superficielle et profonde, une aphasie, une hémiparésie, une cécité monoculaire, un syndrome frontal ou encore un syndrome cérébelleux par exemple. (13)

2.1.4 Rééducation

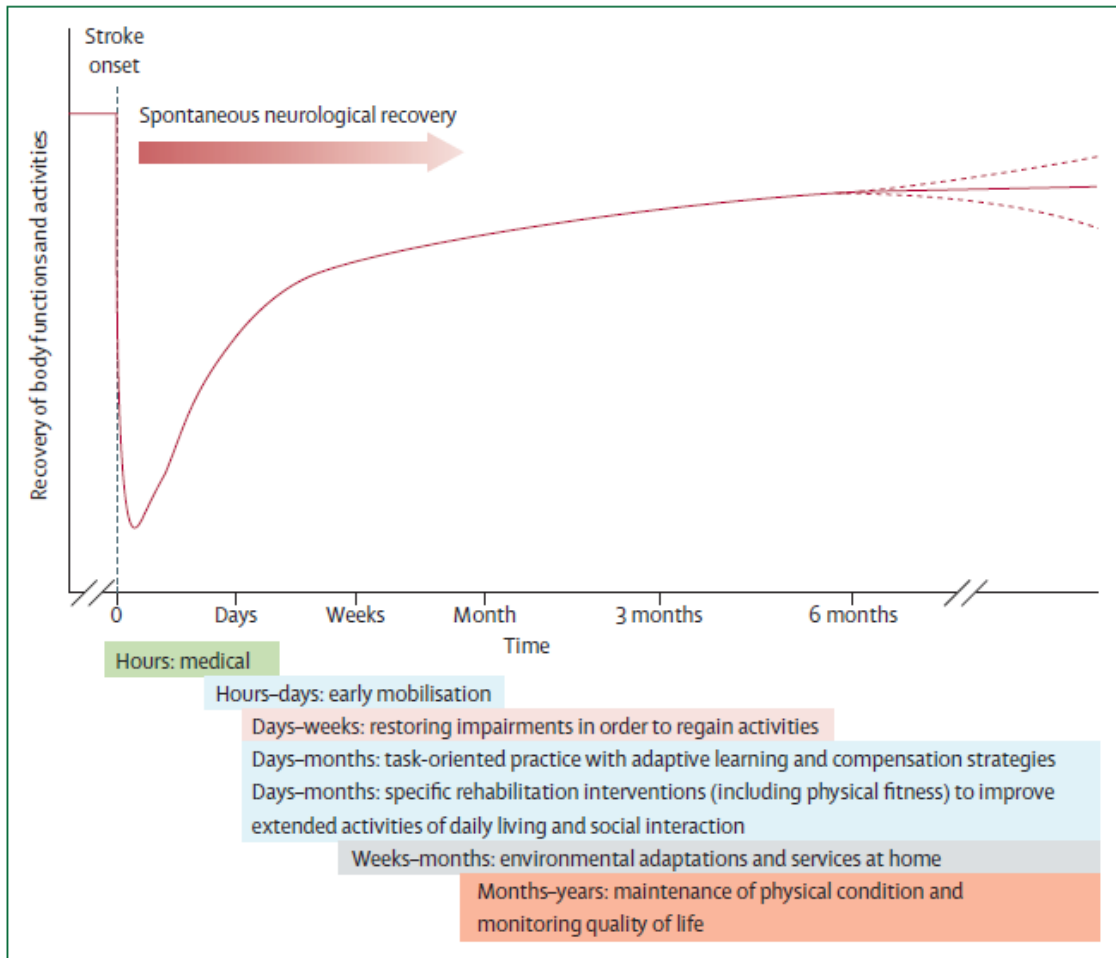


Figure 3 Courbe de récupération spontanée selon Langhorne *et al.*

La récupération à la suite d'un accident vasculaire cérébral est maximale dans les trois premières semaines qui suivent la lésion. En effet, 70% de celle-ci se fera dans les trois premiers mois. (14) La sévérité de l'AVC va avoir son importance car elle va influencer dans 70% des cas la récupération. (14) Une courbe représentant cette récupération en lien avec les objectifs a été réalisée par Langhorne *et al.* (15) (Cf. figure 3)

Selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé, la rééducation doit être commencée précocement afin d'augmenter les chances de récupération pour le patient. Le niveau d'intensité se verra être progressif, c'est-à-dire que le nombre et la durée des séances seront augmentés progressivement, notamment selon la fatigabilité du patient. Le rééducateur se doit d'utiliser des thérapies à intensité élevée qui sont en lien avec les

activités de la vie quotidienne du patient. (16) L'équipe interdisciplinaire, a pour mission de travailler ensemble sur un programme structuré et établi par leur soin. (16) Le but de notre rééducation va être de stimuler la plasticité cérébrale afin de récupérer au mieux l'autonomie du patient. Pour ce faire, le Masseur Kinésithérapeute se doit de trouver et d'adapter ses exercices selon les besoins du patient. (16)

Trois grandes phases vont être décrites dans la rééducation. La phase aiguë (avant le 14^e jour), la phase subaiguë ou de récupération (entre le 14^e jour et 6 mois) et la phase chronique ou de stabilisation (après 6 mois). (17)

Lors de la première, la rééducation va se porter sur la limitation des complications dues à l'immobilité. (17,18) Le MK va alors orienter sa rééducation sur l'installation au lit du patient et veiller à la transmission de ce bon positionnement à toute l'équipe médicale (18). Il aura également un grand rôle afin de limiter les déformations articulaires. (17,18) En effet, à la suite d'un accident vasculaire cérébral, la spasticité, le manque de mobilité et les rétractions musculaires aboutissent à des déformations articulaires si rien n'est fait. Ce sera en partie le rôle du masseur kinésithérapeute d'empêcher ce phénomène via des techniques de mobilisation, de posture, d'étirement. (18) Le dernier point à aborder dans cette première phase va être la kinésithérapie respiratoire (17,18). En effet, lors de cet accident, les patients peuvent se retrouver avec des problèmes respiratoires du fait du déficit de certains muscles respiratoires, de l'alitement, du déconditionnement général ou encore à cause des troubles de la déglutition par exemple. Pour lutter contre ces problèmes, le MK peut avoir recours à des techniques respiratoires pour aider le patient à mieux ventiler et pour l'aider à se désencombrer (18). Si ces techniques manuelles ne sont pas efficaces, il a la possibilité d'utiliser des techniques nécessitant des instruments. En effet, il peut utiliser le Caught Assist, qui est une machine aidant le patient à tousser lorsque le phénomène de toux n'est pas possible. Il peut également utiliser un relaxateur de pression ou une Ventilation Non Invasive afin d'améliorer la ventilation des patients et augmenter l'ampliation thoracique. De plus, le MK peut avoir une action sur la ventilation pulmonaire en variant les positionnements du patient (18).

La deuxième phase sera plus axée sur l'aspect fonctionnel (17,18). En effet, le MK se doit d'accroître l'intensité de la rééducation en augmentant le nombre de séances par semaine et leur durée également (18), tout en respectant bien évidemment la fatigabilité

et les possibilités du patient. Les exercices proposés doivent avoir un réel intérêt fonctionnel (18). Dans cette phase, l'équilibre assis puis debout doit être travaillé et idéalement, acquis (17,18). Les transferts doivent également être abordés dans cette phase, que ce soient les retournements, les transferts assis/assis ou assis/debout (17,18). Les muscles non touchés ou partiellement touchés par l'accident vasculaire cérébral doivent être entretenus pour faciliter l'équilibre, les transferts, ou la marche (18). Cela permettra également de faciliter la réalisation des actes de la vie quotidienne tels que manger, s'habiller, faire sa toilette, etc. (18). La marche, elle, doit également être travaillée en rééducation (17,18). Lorsque l'on parle de rééducation à la marche, on entend équilibre statique bipodal, unipodal, placement du pied, passage du pas et dissociation des ceintures. Dans cette phase à visée fonctionnelle, le MK est libre d'utiliser les techniques qu'il souhaite, c'est-à-dire qu'il peut utiliser Bobat, Kabat, Perfetti, la thérapie miroir, la stimulation neuro motrice, la réalité virtuelle, etc. Il y aura également une partie de la rééducation dédiée au réentraînement à l'effort (18). En effet, à la suite d'un tel accident, un déconditionnement est présent et le MK se doit d'y remédier. Il y a également une grosse partie d'éducation thérapeutique (18) car le patient peut se retrouver avec des séquelles au long terme et doit apprendre à vivre avec.

La troisième phase peut se résumer à de l'entretien (17). Cette rééducation se fera souvent chez un MK libéral (18). Le MK va essentiellement travailler le maintien de l'autonomie (17,18). Pour cela il utilisera les mêmes modalités que dans la phase précédente en adaptant la rééducation sur les incapacités et les besoins du patient (18). L'adaptation à l'effort sera à continuer de même que la prévention des déformations articulaires. (17,18). Cette phase est surtout axée sur les difficultés que les personnes victimes d'un AVC peuvent retrouver dans leur vie quotidienne.

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), la récupération se définit comme « *permettre au patient de retrouver des activités physiques et sociales ainsi qu'un mode de vie plus autonome* ». Notre objectif sera donc de tout mettre en œuvre pour que le patient retrouve une autonomie se rapprochant au maximum de celle existant avant l'AVC.

Les techniques rééducatives doivent être orientées vers la répétition de tâches avec une intensité élevée, utiliser la rétroaction et être progressives en termes de difficulté. (16) Aujourd'hui, quatre méthodes semblent correspondre à ces critères, il s'agit de la thérapie

par contrainte, la thérapie miroir, la pratique mentale par imagerie motrice et la réalité virtuelle. (16)

2.2 La réalité virtuelle

La réalité virtuelle se définit comme un environnement virtuel dans lequel la personne est actrice. Le fait qu'un individu puisse interagir dans cet environnement fictif constitue la spécificité de cette nouvelle technologie. (19)

L'objectif est de plonger une personne dans un monde réel ou totalement fictif. Pour ce faire, on utilise les sens du toucher et de la vision. L'utilisateur est alors plongé dans un environnement qui se doit d'être riche en stimuli cognitifs et sensoriels. De plus c'est une technologie innovante qui se veut ludique, motivante et interactive pour les patients. Selon Fuchs, « *la finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice dans un monde artificiel, qui est soit imaginaire, soit symbolique, soit une simulation de certains aspects du monde réel* ». (Fuchs, 1996). La réalité virtuelle peut être utilisée de trois façons. Elle peut être immersive, la personne est plongée dans un univers 3D, non immersive et semi immersive où le sujet va pouvoir contrôler les gestes via une interface tel qu'un crayon, une souris, un gant (19,20)

Pour utiliser la réalité virtuelle, plusieurs indicateurs sont indispensables :

Le premier indicateur c'est le fait qu'il est indispensable **d'utiliser le potentiel de l'informatique** afin de créer un environnement fictif, interactif qui pourra s'interfacer avec l'utilisateur. (19)

Le second est **d'utiliser des interfaces comportementales (sensorielles et/ou motrices)**. (19) Les interfaces sensorielles vont permettre à l'utilisateur grâce à ses sens d'avoir des informations sur ce monde virtuel. (19) Les interfaces motrices vont-elles renseigner l'ordinateur sur les mouvements réalisés par l'utilisateur. (19) Selon nos objectifs, le choix et le nombre d'interfaces peuvent varier afin de créer l'environnement le plus adapté aux besoins et aux capacités de la personne utilisant le système de réalité virtuelle. (19)

Le troisième est **de créer un environnement fictif, interactif, en temps réel**. (19) C'est-à-dire qu'il faut être capable de simuler un monde virtuel, de traiter les actions

réalisées par l'utilisateur et d'utiliser correctement les interfaces adaptées à la personne. (19)

Le quatrième correspond à **l'interaction en temps réel**. (19) Lorsque l'utilisateur fait un geste ou un mouvement, il ne doit y avoir aucun délai entre ce mouvement et la réponse sensorielle qu'il entraîne, du moins, aucun décalage temporaire entre l'action et la réponse à cette action ne doit être perceptible. (19)

Le cinquième et dernier indicateur est **l'immersion « pseudo-naturelle » dans l'environnement virtuel**. (19) L'immersion ne sera jamais naturelle car l'Homme a appris à agir dans un environnement réel. (19) Cependant, celle-ci se doit d'être la plus performante possible en termes de réalisme et va dépendre de plusieurs éléments tels que les interfaces utilisées, le logiciel ou l'adhérence de l'utilisateur. (19)

2.2.1 Histoire de la réalité virtuelle

La réalité virtuelle n'est pas née du jour au lendemain. Avant elle, de nombreuses technologies dans lesquelles on pouvait interagir avec un monde virtuel ont vu le jour. On les retrouve majoritairement dans les simulateurs de transports depuis plus de 60 ans maintenant. (19) Dans les années 60, plusieurs avancées ont eu lieu avec la création du premier cinéma immersif par Morton Heiling ainsi que du premier casque de réalité virtuelle « l'Épée de Damoclès » en 1968. Ce casque inspirera plusieurs créateurs dans les années 80 où le terme de réalité virtuelle devient populaire. (21)

Aujourd'hui, la réalité virtuelle est en plein essor. En effet, son utilisation est de plus en plus fréquente et ce dans des domaines divers et variés. La réalité virtuelle est utilisée dans l'apprentissage (pilote d'avion, chirurgie), la culture et les jeux vidéo (22), mais également dans le journalisme, l'enseignement ou dans les soins de santé par exemple. (23)

2.2.2 Principes de la réalité virtuelle

Selon Auvray (24), la réalité virtuelle va être régie par 3 grands principes : la perception, l'immersion et l'interaction.

La perception : Elle ne se définit pas seulement comme l'intégration et le traitement des informations captées par nos sens. Elle va bien au-delà, car on va parler de perception

active, c'est-à-dire qu'elle est considérée comme une activité. Le système de perception peut être considéré comme une source de savoir sur l'environnement qui nous entoure. La perception est donc un processus actif entre les actions que l'on effectue et les informations sensorielles qui en découlent. Elle entre dans la boucle sensori-motrice. Celle-ci va avoir un impact très important sur les principes de l'immersion et de l'interaction. (24)

L'interaction et l'immersion : Dans la réalité virtuelle, l'interaction est au cœur de l'immersion. Les phénomènes d'interaction et d'immersion sont co-dépendants. L'objectif étant de donner « *l'illusion d'être dans un emplacement physique autre, mais où l'on peut agir de façon synchrone à l'espace où l'on se trouve* » (Biocca et Delaney, 1995 ; Minsky 1980) et de « *donner l'illusion à l'utilisateur d'être à un endroit où il n'est pas.* » (Pimentel et Teixeira, 1994).

L'immersion est régie par trois paramètres : (24)

- L'immersion sensorimotrice : l'utilisateur ne se rend plus compte du dispositif mis en place
- L'immersion cognitive : l'utilisateur se sent présent dans l'espace perceptif.
- L'immersion fonctionnelle : l'utilisateur effectue des actions dans cet espace.

Selon V-Cult, la réalité virtuelle peut offrir différents stades d'immersion, on parle de réalité virtuelle non immersive, semi immersive et totalement immersive. Le premier correspond à un environnement tridimensionnel créé grâce à des écrans télévisés haute définition branchés à un ordinateur (l'utilisateur peut contrôler le geste via une interface tel qu'un crayon, un gant). (20) Le second est plus immersif, car il utilise des systèmes graphiques de hautes performances couplés à des projecteurs ou à de multiples écrans. La réalité virtuelle semi immersive correspond par exemple aux simulateurs de vol. (20) Dans le dernier stade, le plus immersif, tous les sens de l'utilisateur vont être stimulés. C'est ici qu'on retrouve les casques de réalité virtuelle associés à des dispositifs de détecteurs de mouvements où l'utilisateur est totalement plongé dans un environnement fictif. (20)

2.2.3 Les outils de la réalité virtuelle

Plusieurs outils vont répondre aux principes de la réalité virtuelle afin de permettre la création et l'utilisation d'un environnement fictif. En effet, aujourd'hui, différentes marques se sont tournées vers cette nouvelle technologie afin de permettre à l'utilisateur d'être encore plus au centre de l'action. La médecine et la kinésithérapie, ont su profiter de ces avancées technologiques pour les intégrer dans leurs pratiques et notamment dans la rééducation. Parmi ces outils technologiques on peut citer la Xbox kinect®, la Wii®, la Playstation VR® ou encore les différents casques de réalité virtuelle conçus par les grandes marques comme Apple®, Samsung® ou Google®.

2.2.4 La réalité virtuelle en médecine

Aujourd'hui, la réalité virtuelle trouve de plus en plus sa place dans la médecine. En effet, elle va être utilisée dans plusieurs situations. Nous allons la retrouver dans la formation où elle est de plus en plus utilisée. L'HAS préconise ce type de formation afin d'éviter « la première fois sur le patient », que ce soit pour annoncer un mauvais diagnostic, pour pratiquer des gestes chirurgicaux ou encore pour être confronté à des situations complexes. Selon la société française d'étude et de traitement de la douleur, cette nouvelle technologie permettrait de réduire la douleur et le stress. Or on sait que le MK a également un rôle important dans la lutte contre la douleur.

Lors de l'utilisation de la réalité virtuelle, environ soixante pour cent des utilisateurs ressentent des effets secondaires lors de leur première utilisation. (22) Ces symptômes sont variés : on retrouve des vomissements, des nausées, des désorientations, des troubles de la vision, de l'équilibre ou encore des maux de tête. (22)

2.3 Problématique

A la suite de cette partie « Cadre Conceptuel », plusieurs points sont à mettre en évidence. En effet, nous avons vu grâce à l'étude épidémiologique de Lecoffre (8), que l'accident vasculaire cérébral est aujourd'hui un réel problème de santé publique. Il est la première cause de handicap chez l'adulte selon l'Inserm et apparaît de plus en plus précocement (8). L'impact de cet accident sur le membre supérieur est très important selon l'étude menée par Emmanuelle Opsommer *et al.* De plus, le MK a une place prépondérante dans le parcours de soin de ces patients hémiplésiques. Cependant, malgré

des recommandations existantes sur cette prise en charge, aucun gold standard n'est apparent. Nous avons également vu que la réalité virtuelle, qu'elle soit plus ou moins immersive, prend de plus en plus de place dans notre société et que son utilisation répond aux principes de rééducation de l'AVC. Avec toutes ces données, nous sommes à même de nous demander, **en quoi la réalité virtuelle serait un outil pour le masseur kinésithérapeute dans la rééducation à visée fonctionnelle du membre supérieur d'un patient hémiparétique.**

Hypothèses :

- 1- La réalité virtuelle permet l'automatisation, favorisée par la répétition d'un large panel d'exercices fonctionnels.
- 2- Le fait de plonger le patient dans un environnement virtuel, permettrait d'activer la plasticité cérébrale de façon plus importante et donc favoriserait la récupération fonctionnelle du membre supérieur.
- 3- La réalité virtuelle, apporte un côté ludique et innovant ce qui favoriserait la motivation et l'adhésion du patient à la rééducation et donc sa récupération fonctionnelle.

3 Méthode

Pour répondre à cette question, la méthodologie utilisée est celle de la revue de la littérature non systématique. Celle-ci permet de répondre à une question de recherche via un travail de recherche, de collecte, et d'analyse de la littérature existante dont le but final est de mettre à jour les données actuelles sur une question bien précise.

3.1 Le type d'études sélectionnées

Les études sélectionnées sont celles qui comparent une rééducation utilisant la réalité virtuelle avec une rééducation standard. Je décide de garder seulement les études cliniques, les essais cliniques, les essais cliniques randomisés, les méta-analyses, les revues de bonnes pratiques, les essais contrôlés randomisés et les revues systématiques de la littérature. Les études doivent être comparatives et seules celles rédigées en Anglais ou Français seront sélectionnées dans un souci de compréhension du texte. Seules les publications datant des dix dernières années seront incluses dans cette revue de la littérature non systématique.

Les études qui n'évoquent pas l'intervention de la réalité virtuelle, tout comme celles qui l'évoquent mais traitent d'autres pathologies, neurologiques ou non, ne seront pas incluses.

3.2 Le type de participants inclus

Les sujets se doivent d'être diagnostiqués AVC ischémique ou hémorragique. En ce qui concerne le stade de l'AVC, celui-ci n'a pas d'importance, afin d'avoir des données sur la totalité du parcours d'un patient victime de ce type d'accident. Il en est de même pour la localisation et la sévérité de l'AVC. Les séquelles ou les déficits des patients inclus doivent provenir d'une cause seulement vasculaire et non pas d'une étiologie différente afin d'être certain que les déficiences et les résultats des études sont en lien avec l'AVC. Le sexe n'est pas un critère d'inclusion, cela permettra d'avoir des résultats plus représentatifs de la population.

3.3 Le type de rééducation inclus

La rééducation doit se faire via un système de réalité virtuelle, qu'il soit immersif, semi immersif ou seulement non immersif. Le groupe contrôle doit recevoir une rééducation standard. Cette rééducation peut se faire selon toutes les techniques de rééducation utilisées afin de limiter les déficits du participant définis par la Haute Autorité de Santé.

Afin d'analyser l'efficacité des techniques de rééducation mises en place, les évaluateurs devront tester les capacités des patients avant puis après l'aboutissement du programme de rééducation. Elle peut également se faire plusieurs semaines voire plusieurs mois après la fin de l'intervention afin d'avoir un retour, un suivi sur le long terme. Cette évaluation devra se faire selon des tests fonctionnels mis en place dans l'objectif d'analyser la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur. Parmi ces tests, nous pouvons citer le Fugl Meyer Assessment, le Wolf Motor Function test, le Box and Block Test par exemple afin de pouvoir conclure sur l'efficacité d'une technique par rapport à une autre.

3.4 L'interrogation des bases de données

Les études ont été recherchées sur différentes bases de données telles que PubMed, Cochrane et Scopus. J'ai choisi ces trois bases de données car elles sont accessibles via l'Université Bretagne Occidentale (UBO) lors de notre inscription universitaire, et également car l'utilisation de ces trois plateformes nous a été enseignée tout au long de notre cursus. La recherche a été entamée le 26 Septembre 2018 et achevée le 22 Novembre 2018. C'est l'outil Zotero qui est utilisé pour le recueil des références bibliographiques.

Sur PubMed, j'ai tout d'abord réalisé une équation de recherche en additionnant mes mots clefs « **Stroke** », « **Virtual reality** » et « **Upper extremity** ». Je me suis ensuite rendu compte que mon dernier mot clé avait un synonyme souvent utilisé par les auteurs, j'ai donc décidé de le rajouter. Mon équation est alors « **(((Stroke) AND Virtual reality) AND (Upper Extremity* OR Upper limb*))** » et la recherche de ces mots clefs se fait dans les titres et les résumés des articles. Pour étoffer ma recherche, je décide de confectionner une nouvelle équation de recherche en utilisant les mots Mesh. Pour se faire, je recherche chaque mot Mesh de mon ancienne équation de recherche. Je me

retrouve avec l'équation suivante : « (((**"Stroke"[Mesh] OR "Stroke Rehabilitation"[Mesh]) AND ("Virtual Reality"[Mesh] OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh]) AND "Upper Extremity"[Mesh]**) ». Pour avoir une version finale de mon équation de recherche, je décide de combiner ces deux équations ce qui donne : « ((((((**"Stroke"[Mesh] OR "Stroke Rehabilitation"[Mesh]) AND ("Virtual Reality"[Mesh] OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh]) AND "Upper Extremity"[Mesh]) OR ((Stroke) AND Virtual reality) AND (Upper Extremity* OR Upper limb*))**) ». Il en ressort 225 résultats. Les critères d'inclusion vus précédemment (type d'article, langue, date) ont ensuite été ajoutés, donnant un résultat final de 81 études.

En ce qui concerne Scopus, j'ai utilisé les mêmes mots clés que sur PubMed. L'équation de recherche était alors « **(Stroke) and (Virtual reality) and (Upper limb* OR Upper extremity*)** ». L'important dans cette équation était de faire attention aux synonymes. En effet, selon les auteurs, certains utilisent « Upper Limb » d'autres « Upper Extremity ». Il était alors essentiel de combiner les deux. Les années de publication ont été sélectionnées jusqu'à 2009 et les langues choisies sont l'Anglais et le Français. 172 résultats sont alors recensés.

Pour la dernière base de données utilisée, c'est-à-dire Cochrane, l'équation de recherche a été réalisée selon les mots clés « Virtual reality », « Stroke » et « Upper Extremity ». Il faut toujours faire attention aux synonymes et « Upper Limb » apparaît souvent. En effet, lorsque je ne le combine pas avec « Upper Extremity », l'équation : « Virtual Reality AND Stroke AND Upper extremity* » donne 83 résultats sur les 10 dernières années. En combinant les deux mots clés c'est-à-dire « **Virtual reality AND Strole AND (Upper limb* OR Upper extremity*)** ». Cette équation donne 161 résultats dont 2 revues Cochrane et 159 essais. Parmi ces 159 essais, 47 proviennent de PubMed, ils ne seront pas enlevés de la recherche car certains articles ont pu ne pas apparaître selon l'équation de recherche sur PubMed.

Au total, 414 titres d'articles vont être examinés et sélectionnés selon leur pertinence.

3.5 Le cheminement de la sélection des études

Les études ont été sélectionnées dans un premier temps selon le type d'étude donnant un niveau de preuve plus ou moins élevé. Pour rappel, seules les études cliniques, les essais cliniques, les essais cliniques randomisés, les méta analyses, les revues de bonnes pratiques, les essais contrôlés randomisés, les revues et les revues systématiques de la littérature seront retenus. Puis dans un second temps selon la pertinence du titre, selon la concordance du résumé avec mon sujet d'étude. Une fois cette étape passée, une sélection s'est faite après la lecture de l'article selon la qualité de l'étude et de l'intérêt que celle-ci pouvait apporter à la revue.

La première étape de sélection sur PubMed, a fait passer le nombre d'articles de 81 à 34. En ce qui concerne la base de données Scopus, le nombre d'articles est passé de 172 à 50 selon la pertinence du titre de l'article. Pour la dernière base de données consultée, c'est-à-dire Cochrane, seulement 60 articles ont été sélectionnés. Il s'est avéré que parmi ces 60 articles, 13 étaient en double dans cette base de données. Au final, le nombre d'articles sélectionnés est donc de 47 sur Cochrane. Au total, le nombre d'article restant à la suite de la première sélection en regroupant ces trois bases de données est de 131. Parmi ces 131 articles, sont recensés 12 doublons et 17 triplons il reste alors 85 articles.

Suite à la lecture des 85 résumés des articles restant, 20 articles répondent aux critères d'inclusion. La dernière sélection s'est effectuée avec une lecture complète de chaque article avec comme critère de sélection, la pertinence de l'article et sa qualité. Le nombre d'articles est alors passé de 20 à 10.

3.6 L'extraction des données

Pour extraire les données de ces études, une grille a été confectionnée afin de faire ressortir les points importants et intéressants de l'article. Pour ce faire, une fiche de lecture intégrant plusieurs items a été réalisée et utilisée lors de la lecture de chaque article. Elle comprend sept points, les références bibliographiques complètes de l'article, sa localisation (base de données, bibliothèque universitaire...), son sujet en quelques mots clés, son lien avec le thème de cet écrit, les idées les plus importantes qui en ressortent, des extraits significatifs ainsi que des commentaires personnels (cf. Annexe D).

Une fois les fiches de lectures de chaque article réalisées, un tableau récapitulatif a été créé. Le but de ce tableau est de rassembler toutes les caractéristiques importantes de chaque étude sur un même tableau. Cela permet de faciliter le travail de décompte des données de chaque étude que l'on retrouve dans la partie résultat. Dans ce tableau, on retrouve : les références de l'article, le nombre de patients dans chaque étude, l'âge moyen, le stade et le type de l'AVC, l'outil de réalité virtuelle utilisé, le lieu de l'étude, l'objectif de l'étude, la comparaison de rééducation, l'intensité, le temps d'intervention et les outils de mesures (cf. Annexe II).

3.7 La qualité des articles

Afin de mesurer leur qualité, les articles sélectionnés, les articles ont été soumis à la grille de notation PEDro (cf. Annexe III). Cette échelle comprend onze items et elle permet de cibler les essais contrôlés randomisés susceptibles d'avoir une bonne validité interne ainsi qu'un grand nombre d'informations statistiques rendant l'interprétation des résultats possible et crédible. Les onze items de qualité sont : Inclusion et source, Sujets répartis aléatoirement, Assignment secrète, Comparaison initiale, Sujets en aveugle, Thérapeute en aveugle, Examineur en aveugle, Résultats pour plus de quatre-vingt pour cent, Analyse en intention de traiter, Comparaison entre les groupes, Données moyennes et variabilité. Lorsque l'étude remplit l'item, un point lui est accordé, lorsque celui-ci ne remplit pas l'item, zéro point lui est accordé. Ceci donne un score final sur onze. Les études avec un score PEDRO supérieur à 6 ont été considérées comme des essais de haute qualité. A l'inverse, les études avec un score PEDRO inférieur à 6 ont été considéré comme des essais de faible qualité. Seuls les essais de haute qualité ont été par la suite analysés.

3.8 Biais

Une revue systématique doit en théorie se faire à deux personnes au minimum afin d'être certain de la pertinence des articles sélectionnés, une troisième personne devant intervenir si conflit il y a afin de trancher et donner une réponse définitive. Cette revue est réalisée par une seule personne, ce qui constitue évidemment un biais certain, c'est pourquoi nous parlerons de revue non systématique. Les résultats doivent être considérés avec précaution.

4 Les résultats

4.1 Résultat de la recherche

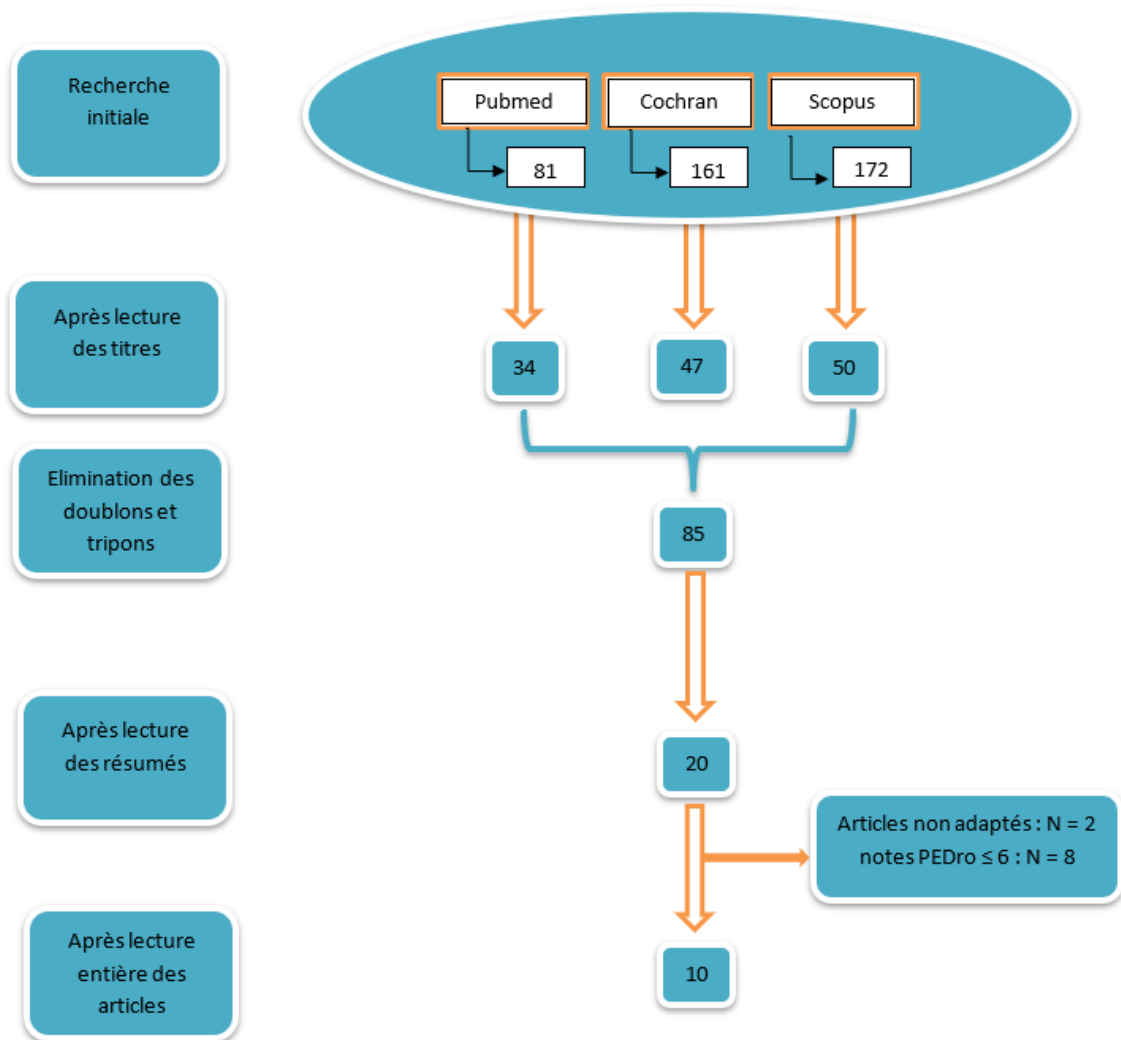


Figure 4 : Diagramme de Flux réalisé par Bourdarel Simon

Sur un total de quatre cent quatorze articles au début de la recherche, seulement vingt ont été sélectionnés en suivant la méthodologie décrite en amont. Ces articles répondent tous aux critères d'inclusions cités précédemment. On retrouve dix-huit essais contrôlés randomisés et deux revues systématiques de la littérature. Les deux revues systématiques de la littérature ne sont pas retenues mais elles sont gardées de côté afin de pouvoir discuter de leurs résultats dans la partie « discussion » de ce mémoire.

En termes de qualité, ces dix-huit articles restant ont été évalués selon la grille d'évaluation PEDro. Au final dix articles ont reçu une note supérieure à six. Nous avons vu précédemment, qu'une note supérieure à six, permettait à l'article d'avoir une bonne validité interne et avoir des résultats spastiques potentiellement utilisables. Les huit autres articles avec une note inférieure à six, ne seront pas analysés afin de ne pas intégrer des articles ayant une validité interne inférieure à la moyenne. Les dix articles avec une note supérieure à six sont les seuls dont les résultats ont fait l'objet d'une analyse complète (cf. figure 4). Une description des dix articles sélectionnées est disponible en annexe (cf. Annexe IV)

4.2 Caractéristiques des études sélectionnées

Tous les essais, sont compris entre 2012 et 2018, et rédigés en Anglais. Cette sélection intègre seulement deux types d'immersion possibles avec la réalité virtuelle, le non immersif, et le semi immersif. En effet, on retrouve huit articles qui s'intéressent à la réalité non immersive (25–32), deux articles qui se penchent sur le semi immersif (33,34) et aucun essai ne compare un protocole de rééducation conventionnelle avec une rééducation incluant un système totalement immersif.

Le nombre de patients inclus varie beaucoup entre les études. En effet, parmi ces articles, six en ont intégré moins de soixante (26–29,33,34), tandis que quatre d'entre elles dépassent les soixante-dix patients inclus (25,30–32). En additionnant, tous les participants des dix études, un total de six cent quarante-sept patients est inclus dans cette revue non systématique de la littérature.

Toutes les études ont indiqué la moyenne d'âge des participants à leur protocole. Lorsque l'on additionne les moyennes de chaque étude sélectionnée, on retrouve l'âge moyen des patients inclus dans cette revue qui est alors d'environ soixante-sept ans.

Elles ont également mentionné le stade de l'AVC du patient lorsque celui-ci était intégré dans le protocole de rééducation. Ces études vont nous permettre une analyse de l'effet de la réalité virtuelle dans les trois stades de l'AVC car en effet, au moins une d'entre elle traite d'un des trois stades. Deux essais s'intéressent à la phase chronique

(28,33), six ont effectué la rééducation à la phase subaiguë (25–27,29–31), un article se penche sur la phase aiguë (32) et un autre sur les phase aiguë et subaiguë (34).

Après les stades, nous allons nous intéresser aux différents types d'AVC (hémorragique et ischémique). Sept articles traitent des AVC ischémiques et hémorragiques (25,27,29,31–34), un seul a choisi de cibler les patients atteints seulement d'un AVC d'origine ischémique (30) et deux articles ne mentionnent pas de quel type d'accident les patients ont été victimes (26,28).

Les dix études ont exclu les participants ayant des troubles cognitifs importants. Cependant, la manière de diagnostiquer ces troubles n'est pas clairement explicitée. Six ont décidé de ne pas inclure les patients avec des troubles visuels (25,27,29,31,33,34). Certaines études ont exclu les patients étant médicalement instables (27,28,30) et également ceux qui présentaient un historique épileptique (26,29,32). Certaines des études, ont également fait, des pathologies sous-jacentes (pathologie cardiaque, instabilité de la pression artérielle, trouble orthopédique, pathologie du membre supérieur, hémiparésie), de l'aphasie ou encore des troubles de station debout ou assise, des critères d'exclusion. Un essai a également choisi d'interdire la participation des patients ayant une pathologie grave avancée et dont le pronostic vital était engagé sous trois mois (30).

Il y a pour la plupart des articles, une sélection qui s'est fait via les capacités motrices des patients. En effet, sur dix études, trois n'ont inclus que les patients ayant un score supérieur ou égal à trois à la sous échelle du Chedock Mc Master Stroke Assessment qui s'intéresse au membre supérieur (29,30,33). Un score supérieur à deux à l'échelle Brunnstrom motor recovery est utilisé deux fois (26–28), un score compris entre deux et quatre au Medical Research Council est nécessaire pour deux études (28,32). Le grade trois du Manual Muscle Test est nécessaire pour une seule étude (34). Une étude sur dix, utilise comme critère d'inclusion un score ARAT < 52 comme limite supérieure et une capacité d'amplitude de flexion et d'abduction d'épaule supérieure à vingt degrés contre la gravité comme limite inférieure (25). Cette limite inférieure est également un critère d'inclusion pour une autre étude (26). Seulement une seule étude n'a pas souhaité sélectionner les patients selon leur motricité afin d'y inclure toute sorte de niveau. (31)

4.3 Les types d'intervention présents dans les études

Chaque article s'intéresse au gain de mobilité du membre supérieur en comparant une rééducation avec un outil de réalité virtuelle et une rééducation « classique ». Parmi tous ces articles, différents outils permettant de créer l'environnement virtuelle sont utilisés. Parmi eux, deux études utilisent la Nintendo Wii (30,32), une seule la Xbox Kinect (26), un seul essai utilise le Motek Caren system (33), un seul l'IREX VR system (34), le Leap Motion system est également utilisé dans une seule étude (27), tout comme le Jintronix system (31) et le Rehab Master (28), le You Graber system est quant à lui présent dans 2 essais (25,29). Ces différentes technologies ont comme point commun de créer un environnement virtuel. Cependant, certains sont plus immersifs que d'autres.

Une petite majorité des articles compare une rééducation classique avec une rééducation classique additionnée avec des temps de kinésithérapie où la réalité virtuelle sera utilisée. C'est le cas pour cinq articles (25–27,31,34) alors qu'une étude compare la rééducation standard à la réalité virtuelle seule (29). Un article compare une rééducation classique en y ajoutant des activités de loisirs choisies par le patient avec une rééducation classique associée à de la réalité virtuelle (30). Tandis que dans un autre, les patients réalisent les mêmes mouvements de rééducation, la seule différence étant que selon le groupe, les patients réalisent les actions dans un environnement physique ou virtuel (33). En ce qui concerne cet essai, il n'est pas mentionné si les participants ont en parallèle de ce protocole, une rééducation standard. On ne retrouve que dans une seule étude, la comparaison de trois groupes, un groupe recevant de la réalité virtuelle, un autre une rééducation standard et un groupe contrôle (32). Les trois groupes reçoivent en plus, une heure de rééducation (ergothérapie, rééducation de l'équilibre, de la marche et du membre inférieur). La rééducation standard concerne plus des exercices de type tâches orientées. Dans une étude, la rééducation du membre supérieur se fait seulement via l'ergothérapie avec des exercices stimulant les activités de la vie quotidienne (28). Cette rééducation est effectuée seule pour un groupe et couplée à la réalité virtuelle pour un autre. Encore une fois, il n'est pas mentionné si les participants ont des séances de kinésithérapie pour une prise en charge standard en parallèle.

Nous allons voir qu'en terme d'intensité, de nombre de séances et de durée de programme, les protocoles sont parfois très différents. La plupart du temps, les protocoles sont établis sur une durée de quatre semaines (25–29,33,34). Parmi elles un temps de

rééducation est défini, il varie de quarante-cinq à cent trente-cinq minutes, trois à cinq jours par semaine. Un article a établi son programme de rééducation sur deux semaines avec quarante-cinq minutes de rééducation quotidienne cinq jours par semaine. (30) Dans un seul des dix articles, la rééducation est proposée sur un délai de trois semaines à raison de deux heures, quatre jours par semaine. (32) Pour terminer, un protocole a été élaboré sur un plus long terme. (31) En effet, celui-ci s'étale sur huit semaines, avec des séances d'une heure, cinq jours par semaine.

4.4 Les objectifs de chaque étude sélectionnée

Toutes les études ont pour objectif commun de s'intéresser à l'effet et l'efficacité de la réalité virtuelle sur la récupération de la fonction du membre supérieur (25–34). Cependant certaines des études ont également d'autres objectifs. En effet plusieurs d'entre elles se penchent sur le possible intérêt de la réalité virtuelle sur la réalisation des actes et des activités de la vie quotidienne (29,30,34). L'impact de la réalité virtuelle sur la qualité de vie apparaît dans quatre des articles (28–30,32) et un seul s'intéresse à son effet sur la dépression des patients victimes d'un accident vasculaire cérébral est analysé dans une étude (28). Un essai a, en parallèle, des mesures sur la fonction du membre supérieur, analysé la réorganisation motrice du cerveau lorsque les patients utilisent la réalité virtuelle (27). Pour terminer, une étude a analysé l'effet de ce nouvel outil de rééducation dans la récupération physique en général (31). On retrouve dans cet article des résultats concernant leurs équilibres statique et dynamique, mais également sur leur capacité de mobilité et sur la récupération fonctionnelle de leur membre supérieur.

4.5 Les tests utilisés dans chaque étude sélectionnée

Nous avons vu précédemment que certaines des études utilisées ont des objectifs en commun. Cependant cela ne veut pas dire qu'elles ont utilisé les mêmes tests pour mesurer l'effet et l'efficacité de la réalité virtuelle dans les différents domaines cités ci-dessus. En effet, afin d'arriver à leurs objectifs, différents tests ont été utilisés dans ces études. L'analyse des récupérations motrices et fonctionnelles a été réalisée à quatre reprises avec le Fugl-Meyer Assessment (FMA) (26,28,32,34), trois fois avec le Wolf Motor Functional Test (WMFT) (27,30,33), et une fois à l'aide des parties concernant le membre supérieur dans le Modified Motor Assessment Scale (MAS) (31) et dans le

Chedoke-McMaster Stroke Assessment (CMAS) (29). Ces évaluations ont également été permises à l'aide du Reaching Performance Scale for Stroke (RPSS) (30,33), du Manual Function Test (MFT) (34), du stade de récupération de Brunnstrom (26) ou du Action Research Arm Test (ARAT) (25,32). La capacité à réaliser les actes de la vie quotidienne a été évaluée selon trois tests, l'index de Barthel (29,30,34) et le Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI) (29) et le Functional Independence Measure (FIM) (25,26,30,32). L'impact sur la qualité de vie est mesuré grâce au Stroke Impact Scale (SIS) (29,30,32) et au Short Form 36 (SF-36) (28), tandis qu'une étude s'est intéressée à un éventuel effet de la RV sur l'état dépressif des patients victimes d'un accident vasculaire cérébral, via l'échelle de dépression d'Hamilton (HAMD) (28). Le Box and Block Test (BBT), qui sert à analyser la dextérité manuelle grossière est utilisé à cinq reprises (25,26,29–31). Une étude a analysé la façon dont les patients vivaient avec leur membre pathologique en comptant notamment le nombre de fois où ils utilisaient ce membre pour des tâches de la vie quotidienne grâce au Motor Activity Log Amount Scale (MAL-AS) (33). Une Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est utilisée dans un essai afin d'analyser l'activité corticale lors de l'utilisation de la RV (27). Pour terminer, plusieurs questionnaires ont été utilisés. En effet, l'Intrinsic Motivation Task Evaluation est utilisé dans un article pour mesurer la motivation des patients (33). l'ABILHAND et le Patient Global Impression of Change sont également utilisés (25), et concernent respectivement, l'habileté manuelle et l'impression de changement du point de vue des patients.

Au sein des dix études servant à cette revue non systématique de la littérature, plusieurs tests ont pour but d'analyser certains déficits autres que ceux auxquels nous nous intéressons. Les résultats de ces tests ne seront donc pas pris en compte par la suite. Ces tests faisaient référence à l'équilibre statique et/ou dynamique, à la douleur, à la mobilité, à la négligence, à la fatigue ou encore à la latéralité. De plus, deux études ayant annoncé l'utilisation de certains tests, ne les mentionnent pas dans leur partie résultat. En effet, le Fugl Meyer Assessment et le Wolf Motor Function Test ne sont finalement pas retrouvés dans l'étude de Subramanian *et al.* (33). De même pour l'index de Barthel dans l'étude Schuster-Amft *et al.* (29), initialement annoncé dont les résultats n'apparaissent pas.

5 Analyse des résultats

Dans cette partie, une analyse des résultats de chaque étude va être proposée. Cette analyse va explorer l'impact de la réalité virtuelle dans les différents champs cités dans la partie « résultats » : la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur mais également de la main, l'aisance dans les activités de la vie quotidienne, les doses et l'intensité nécessaires à la rééducation mais également la question de la motivation, de la dépression ou de la qualité de vie. L'analyse de l'effet de la réalité sur tous ces champs va être permise grâce à l'interprétation des résultats aux différents tests utilisés. Grâce à cette analyse, une réponse à la problématique de cet écrit. Pour rappel, celle-ci est « **En quoi la réalité virtuelle serait un outil pour le masseur kinésithérapeute dans la rééducation à visée fonctionnelle du membre supérieur d'un patient hémiparétique** ».

5.1 Impact de la réalité virtuelle sur la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur

5.1.1 La réalité virtuelle et le gain articulaire

Sandeep K. Subramanian *et al.* (33), se sont en partie intéressés dans leur étude à la récupération de l'amplitude de certains mouvements, notamment à la flexion et à l'adduction. Dans leur protocole interventionnel, les patients devaient atteindre des cibles soit dans un environnement physique (groupe contrôle) ou dans un environnement virtuel recréant l'image d'une scène de supermarché (groupe expérimental). Les cibles devant être atteintes étaient positionnées de manière à recréer une flexion et une extension de coude ou une adduction et extension de coude. Les auteurs se sont rendus compte à la fin du traitement que la vitesse pour atteindre les cibles et les amplitudes de mouvement étaient améliorées de manière significative dans les deux groupes. Cependant, à la suite des quatre semaines d'interventions, les patients utilisant la réalité virtuelle ont une adduction significativement meilleure que le groupe contrôle, mais cette différence n'est pas retrouvée trois mois plus tard. Au contraire de la flexion d'épaule qui est significativement améliorée dans le groupe expérimental après les quatre semaines de rééducation mais également trois plus tard.

Cette étude s'est également intéressée à l'effet de la réalité virtuelle sur la récupération des amplitudes articulaires selon l'importance de l'AVC. Selon elle, la

sévérité de l'accident a bien un impact. En effet, si l'on en croit ces résultats, pour une atteinte sévère ou modérément sévère, l'extension de coude est plus améliorée avec un environnement physique mais les compensations au niveau du tronc sont très importantes. Au contraire, lorsque l'AVC est léger, l'utilisation de la réalité virtuelle à un réel intérêt car il facilite la récupération de l'extension de coude en limitant les compensations au niveau du tronc.

5.1.2 Résultats au test Fugl Meyer Assessment

C'est un test spécifique à l'AVC. Cette échelle permet d'évaluer la fonction motrice, la sensibilité, l'équilibre, l'amplitude et la douleur articulaire chez les patients victime d'un AVC. (35) Dans les études analysées, elle est essentiellement utilisée pour évaluer la fonction motrice des patients. Le patient doit réaliser des mouvements de flexion, extension, abduction, rotation d'épaule, de coude, de poignet contre la gravité. Ces mouvements sont également mesurés en regardant les compensations. Les mouvements sont notés de zéro à deux, deux correspondant à un mouvement normal.

Les résultats des quatre études utilisant le test Fugl Meyer Assessment ont toutes comme point commun d'avoir vu tous les groupes présents dans leurs études, améliorer de manière significative leur score au FMA (26,28,32,34).

Cependant, ces quatre essais, diffèrent sur quelques points. En effet, si on en croit les résultats de l'article réalisé par Ikbali Afsar *et al.* (26), les résultats à ce test sont significativement améliorés dans le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle. Cependant, au début du traitement, le score au FMA dans le groupe expérimental était déjà meilleur que celui du groupe contrôle. Et lorsque l'on regarde la différence entre les résultats pré et post intervention, dans les deux groupes, celle-ci n'est pas significative. On peut déduire de cette étude que la réalité virtuelle améliore le score au FMA comparativement à une rééducation classique. Si on s'intéresse aux résultats publiés par Kwon *et al.* (34), on s'aperçoit qu'il y a une amélioration significative dans les deux groupes certes mais cette amélioration est différente selon le type de rééducation utilisée. En effet, le groupe utilisant la réalité virtuelle a amélioré la fonction du bras, tandis que le groupe optant pour une rééducation conventionnelle a amélioré la fonction du poignet. Cependant, lorsque les résultats globaux à ce test sont comparés, aucune différence significative n'est apparente. Les travaux de Kong *et al.* (32), et Shin *et al.*

(28), vont également dans ce sens et ne permettent pas de conclure sur l'intérêt d'utiliser la réalité virtuelle plus qu'une thérapie conventionnelle. Leurs résultats sont similaires, c'est-à-dire qu'ils n'ont tous deux trouvé aucune différence significative dans le score au FMA, entre les groupes.

5.1.3 Résultats au test Wolf Motor Function Test

Ce test permet d'évaluer les capacités motrices des patients victimes d'un AVC en utilisant des tâches fonctionnelles qui sont chronométrés et arrêtées au bout de cent vingt secondes. (36) Ce test correspond à la réalisation de dix-sept items, qui sont des mouvements plus ou moins fins du membre supérieur avec et sans résistance. La réalisation de chaque item est cotée de zéro à cinq. Le but étant de réaliser le plus grand score possible le plus rapidement possible. (36)

Dans les études de Saposnik *et al.* (30), et Wang *et al.* (27), l'un compare une rééducation conventionnelle avec ou sans réalité virtuelle, tandis que l'autre compare une rééducation conventionnelle avec réalité virtuelle ou des activités récréatives. Ces deux études se rejoignent sur un point. En effet, les résultats des deux groupes, contrôle et expérimental, sont similaires à la fin de l'intervention. Après deux semaines ou quatre semaines selon le protocole utilisé dans leurs études, ils ont tous les deux amélioré leur performance au test WMFT. Cependant, ces deux études diffèrent sur un point très important. En effet, lors de la comparaison des résultats entre les deux groupes, il y a une différence notable. Dans l'article de Wang *et al.* (27), le score au test est meilleur lorsque les patients utilisent la réalité virtuelle comme adjuvant à leur rééducation. De plus, dans ce test, les tâches demandées doivent être réalisées dans un temps imparti. Ce temps est également significativement plus court dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle. Ce qui démontre une plus grande aisance lors de l'exécution de certains gestes dans ce groupe. Si l'on en croit les résultats de cet article, la réalité virtuelle serait un vrai plus dans la rééducation du membre supérieur.

Cependant, l'article de Saposnik, *et al.* (30), n'est pas aussi enthousiaste concernant l'utilité d'un tel outil. En effet selon les résultats de cette étude, certes la réalité virtuelle permet d'améliorer la fonction du membre supérieur mais les résultats ne sont pas significativement meilleurs lorsqu'on les compare à l'utilisation d'activités récréatives. Pour cette dernière, les résultats, après l'intervention ou après les quatre

semaines qui la précèdent, les résultats sont identiques, il n'y a aucune différence significative entre les deux groupes.

5.1.4 Résultats au test Reaching Performance Scale

Ce test permet de mesurer le degré de compensation motrice utilisé par les patients lors de la saisie d'un objet à la portée du bras puis lors de la saisie d'un objet hors de la portée du bras. (37) Le MK évalue six composantes, le déplacement du tronc, le mouvement des épaules, la souplesse des mouvements, les mouvements des coudes, la qualité de préhension et l'accomplissement de la tâche. (37) Le score final peut varier de zéro à dix-huit, le score le plus élevé étant le meilleur. (37)

Ici encore, les études utilisant ce test ont des résultats qui sont similaires et des résultats qui diffèrent. Les résultats dans l'étude de Saposnik *et al.* (30) pour ce test sont les mêmes que pour le WMFT. En effet, le groupe contrôle et le groupe expérimental ont amélioré leur score. Mais en comparant les deux groupes, aucune différence significative n'est appréciée quant à la qualité du mouvement.

Subramamian *et al.* (33), eux, montrent que le type d'entraînement n'a pas d'importance lorsque l'on regarde les résultats des deux groupes à la fin des quatre semaines. En effet le groupe utilisant une rééducation classique améliore son score au RPSS et il en est de même pour le groupe ayant en plus utilisé la réalité virtuelle. Mais surtout, à la fin de ces quatre semaines d'intervention, il n'y a pas de différence significative quant à l'augmentation de ce score. Cependant, dans cette étude, un suivi a été réalisé une fois le protocole terminé. Les résultats sont pour le moins surprenants car, les patients victimes d'un AVC sévère ou modéré dans le groupe expérimental ont vu leur score progresser trois mois après l'intervention. Lorsque l'accident était moins important, trois mois après l'intervention, c'est le groupe contrôle qui voyait son score toujours progresser.

La réalité virtuelle selon Subramamian *et al.*, est un plus dans la récupération du membre supérieur et cela serait corrélé au stade de l'AVC.

5.1.5 Résultats au test Action Research Arm Test

Deux études ont utilisé l'Action Research Arm Test. C'est un test qui permet de quantifier la fonction du membre supérieur, en évaluant la capacité du patient à manipuler des objets divers et variés. (38) Le patient doit réaliser dix-neuf items eux-mêmes divisés en quatre sous items (saisir, grimper, pincer, motricité globale). (38) Le score peut varier de zéro à trois, le score total maximal étant de cinquante-sept, le but étant de l'atteindre.

Kong *et al.* (32), utilisent dans leur article, trois groupes. Les trois ont reçu une rééducation conventionnelle avec en plus de la réalité virtuelle pour un, ou des exercices de tâches orientées pour un autre, le dernier groupe ne recevant pas d'adjuvant. Les résultats à la fin du programme interventionnel montrent une amélioration significative du score pour les trois groupes. Cependant, aucun groupe n'augmente significativement son score par rapport à un autre, ce qui ne justifie donc pas l'utilisation d'une technique par rapport à l'autre en se basant sur ce test. Les résultats au test, ont été récoltés après les trois semaines d'intervention, puis après sept et quinze semaines, et ils sont identiques.

Dans l'étude d'Iris Brunner *et al.* (25), les résultats sont similaires à ceux de l'étude précédente. Indépendamment du type de rééducation utilisée, il y a une amélioration significative du score au test à la fin de l'intervention mais également trois mois plus tard. Cette étude s'intéresse également à l'impact que pourrait avoir la sévérité de l'accident vasculaire cérébral sur le type de rééducation. Les patients victimes d'un AVC plus sévère, améliorent un peu plus leur score que ceux victimes d'un accident plus léger indépendamment du type de rééducation. Cependant il n'y a aucun des deux groupes qui améliorent son score de façon significative par rapport à l'autre. Selon les résultats de cette étude, le type de rééducation (réalité virtuelle ou non), n'a pas d'impact sur la récupération et la sévérité de l'AVC ne justifiant pas l'utilisation de la réalité virtuelle ou non.

5.1.6 Résultats au test de Brunnstrom

Ce test permet d'évaluer le développement moteur des patients hémiparétiques. Il existe sept stades, le stade un correspond à un membre flasque sans mouvement volontaire, tandis que le stade sept, correspond à un membre avec des fonctions « normales ». (39)

Ikbali Afsar *et al.* (26), ont utilisé le test de Brunnstrom. Les résultats montrent une amélioration significative du score de Brunnstrom dans les groupes contrôle et expérimental. Cependant cette amélioration est significativement meilleure dans le groupe utilisant la réalité virtuelle pour le score concernant le membre supérieur seulement. Pas de différence significative entre les deux groupes pour le score concernant la main. Lorsque l'on regarde la différence entre avant et après le traitement, celle-ci est significativement meilleure dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle. Cela veut dire qu'on retrouve une amélioration plus importante dans le groupe utilisant la réalité virtuelle en ce qui concerne le bras. Une tendance se dégage en faveur de la réalité virtuelle avec cette échelle.

5.1.7 Résultats au test Chedocke-McMaster Assessment

Ce test permet de mesurer les déficiences physiques et l'activité des patients à la suite d'un AVC. (40) Une seule étude a utilisé ce test pour quantifier la récupération motrice des patients victimes d'un AVC. Cette étude a utilisé la sous partie du test concernant la fonction du bras et de la main. Cette sous partie correspond à une échelle, cotée de un à sept, définissant les étapes de la récupération motrice. Un fait référence à un membre flasque, sans mouvement actif possible. La cotation sept fait référence à un mouvement normal. (41)

L'étude de Schuster-Amft *et al.* (29) compare une rééducation conventionnelle avec ou sans réalité virtuelle ajoutée. Dans les deux groupes, les résultats à ce test sont similaires, c'est-à-dire que les deux présentent une amélioration significative du score Chedocke-McMaster Assessment à la moitié de l'intervention, à la fin ou encore deux mois après. Cependant lorsque lors de la comparaison des deux groupes, aucune différence significative n'est notifiable à la moitié de l'intervention, à la fin ou encore deux mois après. Cela ne permet pas de conclure sur un effet éventuel de la réalité virtuelle dans la récupération du membre supérieur.

5.1.8 Résultats au test Manual Functional Test

Ce test permet de mesurer la déficience de la fonction motrice du membre supérieur atteint via trente-deux items. (42) Ces items correspondent par exemple à des mouvements de flexion, abduction d'épaule dans certaines amplitudes ou encore à des

actions de préhension. Lorsque l'item est réussi, un point est attribué, le score maximal étant de trente-deux. (42)

Ce test est retrouvé dans une seule étude, il s'agit de celle de Kwon *et al.* (34). Les résultats de cette étude montrent que le groupe expérimental, utilisant la réalité virtuelle en plus de la rééducation conventionnelle, améliore de façon significative son score au MFT. Au contraire du groupe contrôle n'ayant que la rééducation conventionnelle où aucune différence significative n'est démontrée à la fin du traitement. Cependant, bien que les deux groupes diffèrent sur ce point, lorsque leurs résultats sont comparés à la fin des quatre semaines de protocole, aucune différence significative n'est apparente. Avec l'aide de ce test, on ne peut pas se prononcer sur un éventuel effet plus important de la réalité virtuelle sur la récupération du membre supérieur par rapport à une rééducation classique.

5.1.9 Résultats au test Box and Block Test

Le Box and Block Test, s'intéresse spécifiquement à la dextérité manuelle. (43) Deux boîtes sont séparées d'une cloison, et une boîte contient cent cinquante blocs. Le patient a soixante secondes afin de déplacer le plus de blocs d'une boîte à l'autre. (43) Le score au test correspond au nombre de blocs déplacé par le patient. Plus le patient déplace de blocs, meilleure est sa dextérité manuelle.

Cinq études ont décidé de l'utiliser (25,26,29–31) et leurs résultats ont un point en commun mais également quelques différences. Le seul point sur lequel ces articles sont unanimes, c'est qu'après l'intervention le groupe expérimental et le groupe contrôle ont amélioré leurs scores à ce test.

Des différences se constatent sur la comparaison entre les deux groupes. En effet, lorsque l'on regarde les résultats des études de Cannell *et al.* (31), et Brunner *et al.* (25), il n'y a aucune différence significative entre les deux groupes. Schuster-Amft *et al.* (29), eux non plus ne trouvent aucune différence significative entre les deux groupes, mais précisent tout de même une tendance à une amélioration plus importante dans le groupe utilisant la RV lorsque le score de départ était supérieur à la moyenne. Cette tendance voudrait que lorsque les incapacités sont moindres, la réalité virtuelle ait plus d'effet sur la récupération. Ensuite, les résultats de la comparaison des deux groupes dans les études d'Ikbali Afsar *et al.* (26), et de Saposnik *et al.* (30), sont totalement différents. En effet,

pour le premier, les patients ayant eu de la réalité virtuelle dans leur rééducation améliorent significativement leurs résultats au test par rapport au groupe contrôle. De plus, la différence de score entre le début et la fin de l'intervention est significativement plus importante dans le groupe expérimental, traduisant une meilleure progression dans ce groupe. Tandis que pour le second, après les deux semaines d'interventions, la performance au test BBT est significativement meilleure lorsque les patients ont recours à des activités récréatives par rapport à ceux utilisant la réalité virtuelle. Ce résultat n'est cependant plus retrouvé un mois plus tard.

5.1.10 Résultats au test Motor Assessment Scale

Cette échelle est basée sur la performance de la réalisation de tâches fonctionnelles. (44) Seule l'étude de Cannell *et al.*, a utilisé ce test et notamment sa partie concernant le membre supérieur afin d'y mesurer sa récupération. (31) Cette sous partie fait référence à la fonction du membre supérieur, aux mouvements de la main et à des activités avancées de la main. (44) Ces trois items sont chacun notés de zéro à six, six représentant une capacité motrice optimale. (44) Les résultats de cette étude montrent une amélioration significative du groupe contrôle et du groupe expérimental à ce test. Cependant, lorsque leurs résultats sont comparés, il n'y a pas de différence significative en faveur de l'utilisation de la réalité virtuelle.

5.2 La réorganisation corticale avec la réalité virtuelle

5.2.1 Résultats des Imageries par résonance magnétique

Une seule étude a utilisé l'Imagerie par résonance mécanique (IRM) afin de pouvoir conclure sur une activation et un remaniement du cortex moteur plus importants ou non lors de l'utilisation de la réalité virtuelle en rééducation. (27) Avant l'intervention, lorsque les patients des groupes expérimental ou contrôle utilisaient leur main affectée, il y avait une activation du cortex sensori-moteur ipsilatéral ou bilatéral. Une fois les quatre semaines d'intervention terminées, et une pratique intensive du bras pathologique, les deux groupes ont vu l'activation plus importante du côté controlatéral aux dépens de l'activation ipsilatéral ou bilatéral. Ce décalage d'activation vers le côté controlatéral, donc celui ayant été touché par l'accident vasculaire cérébral est significativement plus important dans le groupe expérimental selon les résultats proposés par Wang *et al.* (27).

Le fait que l'activation corticale augmente du côté controlatéral témoigne de la présence d'une plasticité cérébrale. Celle-ci est primordiale dans la récupération des capacités antérieures à l'AVC. Les résultats de cette étude montrent, que la plasticité cérébrale est plus présente lorsque les patients utilisent la réalité virtuelle par rapport à une rééducation classique.

5.3 La réalité virtuelle au service des activités de la vie quotidienne

5.3.1 Résultats à l'Index de Barthel

L'index de Barthel est utilisé afin de pouvoir mesurer l'indépendance des patients dans les activités de la vie quotidienne et leur mobilité au travers de dix activités à réaliser (se nourrir, prendre un bain, la continence vésicale et intestinale, s'habiller, la toilette, transfert assis/debout, la marche, monter les escaliers). (45) Selon les items, le score est de 0, 5, 10 ou 15 afin de donner un résultat final sur 100. Plus le score est haut, plus le patient est à l'aise dans les actes de la vie quotidienne. (45)

Les résultats de l'étude de Saposnik *et al.* (30), montrent que les deux groupes ont amélioré de manière significative, leurs performances quant à la réalisation des actes de la vie quotidienne. Cependant, aucune différence significative n'est à signaler entre les deux groupes, c'est-à-dire que aucune méthode de rééducation ne prend le dessus sur l'autre dans ce domaine.

Dans l'article de Kwon *et al.* (34), les résultats sont similaires. En effet, dans les deux groupes, l'index de Barthel a vu une amélioration significative. Lorsque, les résultats du groupe contrôle et du groupe expérimental sont comparés, il n'y a pas de différence significative mise en valeur. Cela ne permet donc pas de conclure au vu des résultats des deux articles sur un éventuel impact plus important de la réalité virtuelle sur la capacité et la facilité à réaliser des activités de la vie quotidienne par rapport à une rééducation classique.

5.3.2 Résultats au Functional Independence Measure

Cette échelle permet de compléter l'indice de Barthel et comprend dix-huit items qui s'intéressent par exemple, aux soins personnels (alimentation, soins de l'apparence, toilette, habillage haut et bas du corps, utilisation des toilettes), au contrôle du sphincter

(vessie et intestins), à la mobilité (transferts, toilettes, bain/douche), à la locomotion (marche/fauteuil roulant, escaliers), à la communication (compréhension, expression), au comportement social (interaction, résolution de problème, mémoire), chaque item est coté d'un à sept. (46) La cotation un définit la nécessité d'une assistance totale, la sept correspond à une indépendance totale. (46) Le score final est compris entre dix-huit (dépendance totale) et cent vingt-six (indépendance totale). (46)

Les quatre études ayant utilisé cette mesure ont des résultats plus ou moins similaires. (25,26,30,32) Les résultats de cette mesure dans l'étude de Saposnik, montrent une amélioration dans le groupe contrôle et expérimental une fois les deux semaines d'interventions terminées et quatre semaines plus tard. Mais il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes, que ce soit à la fin de l'intervention ou un mois plus tard. Dans l'étude d'Ikbal Afsar *et al.* (26), les résultats sont également améliorés dans les deux groupes à la fin des quatre semaines de traitement. Cependant, là non plus, il n'y a pas de différence significative lors de la comparaison des résultats du groupe contrôle et du groupe expérimental. Les résultats du FIM des trois groupes dans l'article de Kong *et al.* (32), sont significativement améliorés à trois semaines, sept semaines, ou quinze semaines après le début de l'intervention. Ici encore, aucune différence significative n'est observable lors de la comparaison des résultats des trois groupes. Pour terminer sur cette mesure, la dernière étude à l'avoir utilisée est celle de Brunner *et al.* (25). Leurs résultats montrent également une amélioration significative des deux groupes après le traitement puis trois mois plus tard. Lors de la comparaison des résultats des deux groupes, aucune différence significative n'est à mettre en évidence. Cette étude se penche également sur l'intérêt d'utiliser la réalité virtuelle selon la sévérité de l'AVC. Lorsque l'on compare les résultats entre les groupes, peu importe la sévérité de l'accident, qu'il y ait la présence de réalité virtuelle ou non dans la rééducation, cela n'apporte pas de différence significative quant à l'indépendance des patients.

Avec les résultats de ces quatre études, on s'aperçoit que la réalité virtuelle n'a pas un impact plus important sur l'amélioration du score au FIM, et ce quel que soit le degré de sévérité de l'accident vasculaire cérébral par rapport à une rééducation classique.

5.3.3 Résultats au Chedoke Arm and Hand Activity Inventory

Cette échelle permet de rendre compte de la récupération fonctionnelle du bras et de la main chez les patients hémipariés. (47) Il mesure la capacité des patients à réaliser treize items (composer le 911, ouvrir un pot de café, tracer une ligne avec une règle, remplir un verre d'eau, mettre du dentifrice sur une brosse à dents, essorer une éponge, attacher cinq boutons, se sécher le dos, couper une pâte, laver des lunettes, remonter une fermeture éclair, placer des objets sur une table transporter un sac en montant des escaliers). (47) La cotation de chaque item se fait de un à sept. Comme pour le Functional Independence Measure, la cotation une correspond à une dépendance totale, la cotation sept à une indépendance totale. (47) Le score final au test varie de treize à quatre-vingt-onze, plus le score est haut, plus l'indépendance fonctionnelle est importante. (47)

Les résultats à ce test dans l'étude de Schuster-Amft *et al.* (29), montrent que le groupe expérimental et le groupe contrôle ont amélioré leurs scores de manière significative que ce soit à mi-traitement, à la fin des quatre semaines d'intervention ou deux mois après l'intervention. Cependant aucune différence significative entre les résultats des deux groupes ne permet de conclure sur un effet ou non de la réalité virtuelle sur ce score. Mais les patients ayant un score inférieur à la moyenne avant le début de l'intervention dans le groupe utilisant la réalité virtuelle, progressent de façon beaucoup plus importante que ceux du groupe ayant une rééducation conventionnelle. Cela n'est bien évidemment qu'une tendance et ne fait pas office de preuve quant à un éventuel impact plus important de la réalité virtuelle dans la réalisation d'actes de la vie quotidienne par rapport à une rééducation classique.

5.3.4 Résultats au Motor Activity Log Amount Scale

Parfois, malgré des capacités motrices présentes, le bras reste sous utilisé. Ce test est une auto évaluation faite par le patient, il doit réaliser trente activités et les coter selon la qualité et la quantité d'utilisation du membre pathologique. (48) Voici quelques-unes des activités de la vie quotidienne testées : allumer la lumière avec un interrupteur, enlever un vêtement du tiroir, décrocher le téléphone, ouvrir un réfrigérateur, utiliser une télécommande, mettre ses chaussures et chaussettes. (48)

Au-delà des nombreux tests utilisés pour mesurer les capacités motrices du patient, une étude a décidé de s'intéresser à l'utilisation du membre supérieur affecté. (33) Cette étude a classé les résultats à ce test en fonction de la sévérité de l'accident vasculaire cérébral et du type de rééducation utilisé (réalité virtuelle ou non). La sévérité de l'AVC a un impact sur cette utilisation en fonction de l'environnement dans lequel les patients ont été rééduqués. La rééducation sans outil de réalité virtuelle est plus favorable lorsque l'AVC est sévère ou moyennement sévère. En effet, malgré le fait que les deux groupes (expérimental et contrôle) améliorent significativement leur score après l'intervention, trois mois après seul le groupe contrôle continue d'améliorer son score. A l'inverse, lorsque l'accident n'entraîne pas trop de séquelles, la réalité virtuelle est plus adéquate. En effet, à en croire les résultats de cette étude, après l'intervention, seul le groupe expérimental améliore significativement son score. Trois mois plus tard, on peut constater que le score du groupe contrôle a régressé. Celui du groupe expérimental, trois mois après, est moins bon qu'après l'intervention mais sa chute est moins importante par rapport à l'autre groupe.

5.4 La réalité virtuelle, la qualité de vie et la dépression

5.4.1 Résultats au Stroke Impact Scale

Ce test va permettre de mesurer le niveau de qualité de vie générale des patients victime d'un AVC en évaluant ses répercussions multidimensionnelles. (49) Pour cela, cinquante-neuf items évaluant la force, la fonction manuelle, les activités de la vie quotidienne, les activités de la vie domestique, la mobilité, la communication, les émotions, la mémoire et la participation sont utilisés. (49) En ce qui concerne la cotation, c'est un questionnaire, donc le patient doit évaluer de un à cinq sa capacité à réaliser chaque item. La cotation un représente une incapacité à réaliser l'item, la cotation cinq, indique que le patient ne présente aucune difficulté.

Trois études ont utilisé ce test. (29,30,32) Dans l'étude de Saposnik *et al.* (30), les scores du SIS sont similaires dans les deux groupes. Que les patients utilisent ou non la réalité virtuelle dans leur rééducation, la qualité de vie est améliorée à la fin de l'intervention, ainsi qu'un mois plus tard. Lors de la comparaison des scores entre les deux groupes, que ce soit pour la fonction manuelle ou dans la perception de la récupération, il n'y a aucune différence significative perceptible.

Les résultats de l'étude de Kong *et al.* (32), montrent qu'avec ou sans utilisation de la réalité virtuelle lors de la rééducation, l'impact de l'AVC sur la vie des patients est minoré. En effet après trois semaines d'intervention, les scores au test sont améliorés. Il en est de même sept et quinze semaines après l'intervention. Cependant il n'y a, à chaque fois, aucune différence significative entre les scores des trois groupes lorsqu'ils sont comparés.

L'étude de Schuster-Amft *et al.* (29), détaille un peu plus les résultats au Stroke Impact Scale, permettant d'avoir un retour sur la plupart des points abordés par ce test. Le groupe utilisant la réalité virtuelle et celui faisant sans, ont tous deux augmenté de manière significative leur scores dans les sous parties concernant la fonction de la main et les activités de la vie quotidienne mais pas celle concernant la mobilité à la fin de l'intervention et après deux mois. La sous partie concernant la force n'est améliorée significativement que pour le groupe utilisant la réalité virtuelle, il en est de même pour l'impression de récupération. Cependant bien que certains scores soient plus améliorés lorsque la réalité virtuelle est utilisée, rien n'est significatif lorsque les deux groupes sont comparés.

Les résultats à ce test pour les trois études l'utilisant, ne montrent pas d'effet significatif de la réalité virtuelle sur l'amélioration de la qualité de vie par rapport à une rééducation classique.

5.4.2 Résultats au Short Form 36

Cet outil est un questionnaire qui permet d'obtenir le recueil du patient sur son état de santé. (50) On y trouve une composante physique (activité physique, limitations dues à l'état physique, douleurs physiques, santé perçue), une composante mentale (vie et relations avec les autres, santé psychique, limitations dues à l'état psychique, vitalité) et une autre catégorie s'intéressant à l'évolution de la santé perçue. (50) Au total, trente-six items sont répartis dans ces trois catégories.

Une seule étude a utilisé le SF-36 afin de quantifier la qualité de vie des patients après une rééducation utilisant la réalité virtuelle ou non. (28) Les résultats montrent que les patients utilisant la réalité virtuelle dans leur rééducation ont significativement moins de limitations dues à des problèmes psychiques ou physiques. Ces deux résultats ne sont pas retrouvés dans le groupe contrôle. Cependant, une différence significative entre le

groupe expérimental et le groupe contrôle n'est retrouvée que dans l'item concernant les limitations dues à des problèmes physiques. Les autres domaines qu'explore le SF-36 ne sont pas améliorés de façon significative lors de l'utilisation de la réalité virtuelle ou non. Aucune différence significative sur ces autres items entre les deux groupes n'est mentionnée. Avec ces résultats, on s'aperçoit que la réalité virtuelle peut avoir un léger impact positif sur la qualité de vie des patients. Notamment concernant la difficulté à réaliser des actes de la vie quotidienne du fait de leurs déficits physiques.

5.4.3 Résultats à l'Echelle de dépression d'Hamilton

Cette échelle permet d'évaluer l'intensité des symptômes lié à la dépression. Il existe dix-sept ou vingt et un items selon les versions. (51) Lorsque la note finale est comprise entre dix et treize, le patient présente des symptômes dépressifs légers, lorsque celle-ci est comprise entre quatorze et dix-sept, il y a des symptômes dépressifs légers à modérés et lorsqu'elle est supérieur à dix-huit, on parle de symptômes dépressifs modérés à sévères. (51)

Une seule étude utilise cette échelle afin de quantifier l'état dépressif des patients après l'AVC et notamment selon la méthode de rééducation utilisée (réalité virtuelle ou non). (28) Les résultats de l'étude de Shin *et al.* (28), sur ce test, montrent que lorsque les patients bénéficient de la réalité virtuelle dans leur rééducation, leur état dépressif s'améliore significativement. Ils montrent également que lorsque cet outil n'est pas utilisé, les patients sont quand même significativement moins dépressifs. Lors de la comparaison des deux groupes sur leur score au HAMD, aucune différence significative n'est retrouvée. L'ajout de la réalité virtuelle dans une rééducation conventionnelle n'est pas plus efficace qu'une simple rééducation classique sur ce point selon les résultats de cette étude.

5.5 Résultats sur le ressenti du patient et la motivation lors de la rééducation avec la réalité virtuelle

5.5.1 Résultats au test Intrinsic Motivation Task Evaluation

L'étude de Subramanian *et al.* (33), a utilisé ce questionnaire afin de connaître le niveau de motivation et le ressenti des patients selon la méthode de rééducation. Cela

permet de voir si la réalité virtuelle a un impact sur la motivation, le plaisir ou le stress par exemple. Les résultats de ce questionnaire montrent, selon l'étude, que les participants des deux groupes ont trouvé la rééducation utile et importante. Les patients utilisant la réalité virtuelle ont exprimé avoir moins de stress lors de la réalisation de tâches demandées. Cependant les participants du groupe contrôle se sentent plus compétents dans la pratique de certains gestes selon les résultats du questionnaire.

5.5.2 Résultats du Patient Global Impression of Change

Cette échelle permet au patient de s'exprimer sur son impression quant à l'efficacité du traitement. (52) C'est une échelle sur sept points permettant d'exprimer l'amélioration de l'état de santé global. (52) L'étude de Brunner *et al.* (25), montre des résultats similaires entre le groupe contrôle et le groupe expérimental. En effet, les deux groupes disent ressentir une impression positive de changement important à la fin de l'intervention mais également trois mois plus tard. Que la réalité virtuelle soit utilisée ou non, il n'y a pas de différence significative montrant son impact sur cette impression selon les résultats de cette étude.

5.5.3 Résultats au questionnaire d'Abilhand

Ce questionnaire permet d'analyser les difficultés perçues par le patient lors de la réalisation de vingt-trois actes de la vie quotidienne (enfoncer un clou, enfiler une aiguille, éplucher des pommes de terre, couper ses ongles, emballer des cadeaux par exemple). (53) Le patient se met une note allant de zéro à deux selon la capacité à réaliser la tâche. Zéro correspond à l'impossibilité de réaliser la tâche, un la tâche est difficile à effectuer, deux elle est facile. (53) Les résultats, proviennent de la même étude celle évoquée ci-dessus. Iris Brunner *et al.* (25), se sont intéressés à l'habileté manuelle des patients selon leur ressenti lors de la réalisation de tâches bimanuelles lorsqu'ils avaient utilisé la réalité virtuelle, ou non, lors de leur rééducation. Cette habileté est similaire dans les groupes expérimental et contrôle au vu des réponses au questionnaire. Elle est augmentée lorsque les patients ont recours à une rééducation conventionnelle avec ou sans réalité virtuelle. Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes lors de la comparaison des résultats de ce questionnaire.

5.6 L'impact de réalité virtuelle dans le suivi

Sur les dix études analysées, cinq ont effectué un suivi, en utilisant les mêmes tests cités précédemment sur les participants entre un et trois mois après l'intervention selon les études. (25,29,30,32,33). Les résultats ont été analysés afin de vérifier si la réalité virtuelle a un effet sur la récupération motrice et fonctionnelle, les activités de la vie quotidienne et sur la qualité de vie des patients a posteriori de l'intervention comparativement à une rééducation conventionnelle.

5.6.1 Suivi des capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur

Dans les cinq études, les résultats sont unanimes. (25,29,30,32,33) En effet, selon elles, entre un mois et trois mois après les interventions diverses, la réalité virtuelle n'a pas d'impact significatif sur la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur. Lorsque les résultats aux tests utilisés sont comparés entre les différents groupes expérimental et contrôle, on ne retrouve pas de différence significative.

5.6.2 Suivi des activités de la vie quotidienne

Les résultats concernant l'impact de la réalité virtuelle sur les AVQ, sont similaires aux précédents. En effet, les quatre études qui se sont intéressées à la réalisation des AVQ plusieurs semaines après l'intervention sont encore une fois unanimes. (25,29,30,32) Aucune différence significative n'est perceptible lors de la comparaison des groupes contrôle et expérimental. Il n'y a pas de différence significative retrouvée entre une rééducation via réalité virtuelle et une rééducation classique en ce qui concerne réalisation des activités de la vie quotidienne.

5.6.3 Suivi de la qualité de vie

Parmi ces cinq études s'intéressant au suivi des patients, trois ont analysé la qualité de vie de leur vie plusieurs semaines après l'intervention. (29,30,32) Les résultats aux tests utilisés sont similaires dans ces trois études. En effet, a posteriori de l'intervention, l'utilisation de la réalité virtuelle lors de la rééducation n'a pas d'impact significatif sur la qualité de vie des patients. En effet, aucune différence significative n'est trouvée lors de la comparaison des groupes expérimental et contrôle de chaque étude.

5.7 Rôle de l'intensité de la réalité virtuelle dans la rééducation

Ici, l'intensité correspond au temps consacré à la rééducation dans la période d'intervention. Selon les études, l'intensité utilisée est différente. En effet, celle-ci va de neuf heures à quarante-cinq heures. Il est difficile de conclure sur l'impact de cette intensité au vu des résultats des dix articles. En effet que les patients aient reçu seulement neuf heures de rééducation durant l'intervention ou qu'au contraire, ils aient reçu quarante-cinq heures, ils ont tous améliorés leurs résultats aux différents tests. De plus qu'importe l'intensité, la majorité des résultats ne montre pas de meilleurs résultats lorsque la réalité virtuelle est utilisée. La récupération motrice et fonctionnelle, la qualité de vie ou encore les actes de la vie quotidienne ne sont pas meilleurs en utilisant la réalité virtuelle avec une intensité plus ou moins importante par rapport à une rééducation classique. Cependant, les deux études qui donnent le plus de résultats significatifs en faveur de la réalité virtuelle, ont toutes deux une intensité élevée. (26,27) En effet, les patients ont subi vingt et quarante-cinq heures de rééducation en 4 semaines.

5.8 Synthèse des résultats

Articles	Capacité motrice / fonctionnelle IRM	Activité de la vie quotidienne	Qualité de vie / dépression	Impression et motivation	Intensité (nombre d'heures d'intervention)	Suivi
<i>Ikbali Afsar et al</i>	- FMA ✗ - Brunnstrom ● - BBT ✓	- FIM ✗			- 20 heures	
<i>Subramanian et al</i>	- Ampl. Art ● - RPSS ●	- MAL-AS ✗		- IMTEQ ✗	- 9 heures	- 3 mois ✗
<i>Kwon et al</i>	- FMA ✗ - MFT ●	- I. Barthel ✗			- 33 heures	
<i>Wang et al</i>	- WMFT ✓ - IRM ✓				- 45 heures	
<i>Shin et al</i>	- FMA ✗		- SF-36 ● - HAMD ✗		- 20 heures	
<i>Schuster-Amft et al</i>	- CMAS ✗ - BBT ●	- CAHAI ●	- SIS ●		- 12 heures	- 2 mois ✗
<i>Saposnik et al</i>	- WMFT ✗ - RPSS ✗ - BBT ✗	- I. Barthel ✗ - FIM ✗	- SIS ✗		- 10 heures	- 1 mois ✗
<i>Kong et al</i>	- FMA ✗ - ARAT ✗	- FIM ✗	- SIS ✗		- 24 heures	- 1 mois ✗ - 3 mois ✗
<i>Cannell et al</i>	- MAS ✗ - BBT ✗				- 45 heures	
<i>Brunner et al</i>	- ARAT ✗ - BBT ✗	- FIM ✗		- Abilhand ✗ - PGIC ✗	- 20 heures	- 3 mois ✗

FMA : Fugle Meyer Assessment ; BBT : Box and Block Test ; RPSS : Reaching Performance Scale for Stroke ; MFT : Manual Functional Test ; IRM : Imagerie par Résonance Mécanique ; CMAS : Chedoke Mc-Master Assessment Scale ; ARAT : Action Research Arm Test ; MAS : Motor Assessment Scale ; FIM : Functional Independence Measure ; MAL-AS : Motor Activity Log Amount Scale ; CAHAI : Chedoke Arm and Hand Activity Inventory ; SF-36 : Short Form 36 ; SIS : Stroke Impact Scale ; PGIC : Patient Global Impression of change ; IMTEQ : Intrinsic Motivation Task Evaluation Questionnaire
 ✗ : non significatif ; ● : tendance pour la RV ; ✓ : significatif

5.9 Retour sur les hypothèses

En amont de cette recherche, plusieurs hypothèses avaient été émises à la suite d'un questionnement et de quelques recherches sur ce sujet. La première hypothèse « *la réalité virtuelle permet l'automatisation, favorisée par la répétition d'un large panel d'exercice* », a été vérifiée. Pour ce faire, lorsque les participants utilisaient cet outil de rééducation, ils ont été soumis à des exercices divers et variés. En effet, plusieurs jeux ont été utilisés et chacun d'entre eux a permis au patient d'utiliser ses membres supérieurs de différentes manières permettant de diversifier la rééducation. Cependant peu d'exercices visant à réaliser des actes de la vie quotidienne ont été proposés. Malgré cela, on s'aperçoit que l'automatisation est favorisée avec la réalité virtuelle car une amélioration des aptitudes des patients dans les activités de la vie quotidienne est présente. Cependant, au vu de ces résultats, on ne peut pas dire que la réalité virtuelle favorise plus cette automatisation comparativement à une rééducation classique.

La deuxième hypothèse, « *le fait de plonger le patient dans un environnement virtuel, permettrait d'activer la plasticité cérébrale de manière plus importante et donc favoriserait la récupération fonctionnelle du membre supérieur* » a également pu être vérifiée. En effet, avec le résultat de l'étude de Wang *et al.* (27), on a pu apprécier une activation significativement plus importante de la plasticité cérébrale avec la réalité virtuelle. Cependant, c'est la seule étude qui s'est intéressée à cet aspect. De plus, selon les résultats des tests moteurs et fonctionnels des autres études, on peut constater qu'une rééducation utilisant la réalité virtuelle permet d'améliorer ces deux critères. En effet, dans chaque étude il y a une amélioration des résultats aux tests moteurs, fonctionnels, ou encore dans les actes de la vie quotidienne. Cela montre bien que la réalité virtuelle est un outil qui stimule la plasticité cérébrale et favorise la récupération. Cependant toujours selon les résultats des études utilisées pour cette revue de littérature non systématique, on ne peut pas statuer sur un effet plus bénéfique de la réalité virtuelle comparativement à une rééducation classique. En effet, lorsque l'on compare les résultats moteurs et fonctionnels de ces deux types de rééducation on n'y trouve pas de différence significative.

La dernière hypothèse émise, « *la réalité virtuelle, apporte un côté ludique, innovant ce qui favoriserait la motivation et l'adhésion du patient à la rééducation et donc sa récupération fonctionnelle* » a pu en partie être analysée. En effet, un seul

questionnaire s'intéresse à la motivation. Les résultats à ce questionnaire ne nous informent pas d'un effet de la réalité virtuelle sur la motivation. Aucune étude ne s'est intéressée à l'adhésion des patients à la rééducation même si selon ce même questionnaire, on s'aperçoit que les patients trouvent la rééducation avec ou sans réalité virtuelle importante et utile. Cette information permet de supposer que l'adhésion peut être améliorée lorsque la rééducation est perçue comme utile. Cependant, avec ces résultats il est impossible de conclure que le côté ludique et innovant de la réalité virtuelle permet une adhésion supérieure par rapport à une rééducation classique. Dans le cas présent, même si on retrouvait des résultats aux tests fonctionnels meilleurs dans les groupes utilisant la réalité virtuelle, le lien avec le côté innovant, ludique et motivant de cet outil ne pourrait être établi.

6 Discussion

A la suite des résultats obtenus dans les différentes études analysées pour cette revue de littérature non systématique, plusieurs points vont pouvoir être mentionnés et discutés. En effet, on s'aperçoit qu'il n'y a aucune étude en faveur de résultats significatifs en faveur de l'utilisation de la réalité virtuelle par rapport à une rééducation classique à part celle de Wang *et al.* (27), et Ikbali Afsar *et al.* (26). Ces résultats sont en adéquation avec ceux qu'on peut retrouver dans la revue systématique réalisée par Laver *et al.* (54) à ce sujet. En effet, ils se sont intéressés à l'utilité d'un tel outil pour la rééducation du membre supérieur, de la vitesse de marche, de l'équilibre ou encore des actes de la vie quotidienne. Les résultats de cette revue systématique de Laver *et al.* montrent que la réalité virtuelle n'est pas plus bénéfique qu'une rééducation conventionnelle en ce qui concerne le membre supérieur ou la réalisation des AVQ. (54) De plus les preuves n'étaient pas assez importantes pour conclure sur son effet sur la vitesse de marche, l'équilibre ou encore sur la qualité de vie. (54)

Dans l'étude de Wang *et al.* (27), tous les domaines d'investigation sont significativement améliorés lors de l'utilisation de la réalité virtuelle (test Wolf Motor Function Test et Imagerie par Résonance Mécanique). Celle d'Ikbali Afsar *et al.* (26) n'a vu qu'un seul des tests utilisés avoir une différence significative (Box and Block Test) lors de l'utilisation de cette technique de rééducation. Cela fait peu de résultats en faveur de la réalité virtuelle sur le nombre total de tests utilisés par les études. De plus le nombre de participants à ces deux études est très faible. En effet, les études de Wang *et al.* (27) et d'Ikbali Afsar *et al.* (26) concernent respectivement vingt-six et trente-cinq patients inclus dans leurs études. Il en est de même pour les études n'ayant pas obtenu de résultats significatifs, leur nombre de participants est faible. Le maximum de patients inclus dans une étude est de cent quarante et un tandis que le minimum est de vingt-six. Ce nombre réduit de participants dans chaque étude fait que les résultats de cette revue non systématique doivent être regardés avec vigilance. Cependant, il serait intéressant de continuer les recherches sur ce sujet en s'appuyant sur un plus grand nombre de participants, afin d'avoir des résultats plus significatifs et représentatifs.

Lors de la rééducation à la suite d'un AVC, la stimulation de la plasticité cérébrale est recherchée. Celle-ci est à la base de l'apprentissage et elle est renforcée via des jeux interactifs (55). Il a également été montré chez l'animal, l'importance d'un

environnement riche en stimuli afin de favoriser cette plasticité. (55,56) La répétition de tâches permet aussi d'avoir de meilleurs résultats quant à la récupération fonctionnelle du membre supérieur (3). La rééducation doit donc se faire dans un environnement riche en stimulation, avec des exercices de répétition de tâches. Tous ces critères sont possiblement applicables lors de l'utilisation de la réalité virtuelle. En effet, ce type d'outil permet d'obtenir un environnement riche en stimuli, en y intégrant des jeux interactifs avec des tâches répétées. Cependant au vu des résultats de cette revue, il n'y a pas de différence significative entre une rééducation classique et une autre utilisant la réalité virtuelle. Cela peut s'expliquer par la variabilité d'immersion de chaque outil de RV. En effet, aucune étude n'a utilisé un environnement totalement immersif. Le niveau d'interaction et de stimulation est alors beaucoup moins important. Il serait intéressant de mener des études en utilisant seulement des outils permettant l'immersion totale dans un environnement virtuel afin que les patients interagissent dans un cadre riche en stimulation.

La réalité virtuelle utilise le principe de rééducation par la tâche. Cette rééducation a pour but d'améliorer la réalisation des actes de la vie quotidienne. Lorsque l'on consulte la littérature, on s'aperçoit que les patients ayant reçu une rééducation orientée par la tâche, n'améliorent pas significativement leur capacité fonctionnelle par rapport à une rééducation classique. (57,58) Cependant, on peut se demander si un environnement avec une immersion totale et donc une interaction plus importante donnerait les mêmes conclusions. Les résultats de cette revue non systématique de la littérature vont dans le sens de la littérature. En effet, avec l'utilisation de la réalité virtuelle en rééducation, l'autonomie dans les AVQ n'est pas plus améliorée. Cependant la limite de ces résultats réside dans le caractère non totalement immersif de la réalité virtuelle. Les études analysées dans cette revue n'utilisent pas de réalité virtuelle où l'immersion est totale. De plus, dans certaines de ces études, les tâches demandées ne sont pas toujours orientées sur les activités de la vie quotidienne. Les patients devaient simplement jouer à des jeux sans lien avec leurs activités. L'utilisation de la réalité virtuelle à immersion totale avec des exercices simulant des actes de la vie quotidienne pourrait avoir un plus grand impact dans la récupération fonctionnelle.

Avec l'utilisation de la réalité virtuelle en rééducation, les patients victimes d'un accident vasculaire cérébral ont vu leur qualité de vie augmenter, cela va de pair avec l'augmentation des capacités fonctionnelles de ces mêmes patients. En effet, les capacités fonctionnelles des personnes agissent de façon indéniable sur leur qualité de vie et leur sentiment de bien-être, même si d'autres facteurs tel que le lien social par exemple sont à prendre compte. (59,60) Ces résultats sont donc cohérents avec la littérature car celle-ci montre un réel impact de la rééducation sur les séquelles et l'indépendance et la réinsertion sociale des patients. (61) Dans les résultats de cette revue, on peut voir que bien qu'il y ait une légère tendance en faveur de la réalité virtuelle dans certains résultats mesurant la qualité de vie, on ne retrouve rien de significatif et les deux groupes ont des résultats plus ou moins similaires. Cela peut s'expliquer encore une fois par les exercices proposés avec la réalité virtuelle dans les études, ce sont pour la plupart des exercices non orientés sur les activités de la vie quotidienne. Il pourrait être intéressant de réaliser des exercices plus orientés vers les actes de la vie quotidienne avec la réalité virtuelle afin de voir si cet outil favoriserait la réalisation de ces actes par la suite, ce qui permettrait également d'améliorer considérablement la qualité de vie des patients. Les Serious Games travaillent en ce sens. En effet, leur objectif est de créer des jeux dont le but est d'améliorer la santé des patients. (62) On peut facilement imaginer des jeux simulant des activités de la vie quotidienne afin de permettre aux patients de s'approprier les gestes facilitant leurs réalisations.

La motivation détient une place importante dans la rééducation. En effet, celle-ci permet au patient d'adhérer plus facilement au projet de soin et donc favorise sa récupération. Cette motivation peut être trouvée de différentes façons selon les patients. (63) Par exemple, celle-ci peut être créée via un feedback sur les performances, lorsque les patients voient leur score apparaître en direct, cela les motive afin d'augmenter celui-ci. (64) Ce feedback, appelé aussi rétroaction est largement retrouvé dans la réalité virtuelle car cet outil permet d'interagir directement avec un environnement et de donner un retour instantané sur les performances de la personne. (19) De plus, il a été démontré qu'effectuer des tâches virtuelles était plus agréable pour les enfants et pour les adultes, permettant ainsi d'augmenter le nombre de répétitions. (64) Si ces tâches sont plus appréciées par les patients, on peut en déduire que leur motivation et donc leur implication en rééducation seront augmentées, facilitant ainsi la rééducation et la récupération. Cependant, les résultats de cette revue, sont pour le moins contraires à ces principes. En

effet, les résultats aux questionnaires s'intéressant à cette motivation ne montrent pas de différence significative entre une rééducation classique et une utilisant la réalité virtuelle. Ces résultats peuvent s'expliquer par un faible nombre de réponses à ce questionnaire (N=32) car une seule étude s'y est intéressée. Mais également par le fait que la réalité virtuelle utilisée n'est pas totalement immersive, diminuant l'effet interactif et ludique de la rééducation. Ce résultat peut aussi s'expliquer par la difficulté d'évaluation de la motivation tant celle-ci est abstraite.

Selon les résultats de cette revue de la littérature non systématique, on s'aperçoit que l'utilisation de la réalité virtuelle a permis d'améliorer significativement les capacités motrices et fonctionnelles des patients dans n'importe quel stade de l'AVC. Cependant, la seule étude donnant des résultats significatifs en faveur de cet outil par rapport à une rééducation classique a réalisé ces essais sur des patients étant dans la phase subaiguë. Dans la littérature, on s'aperçoit que la récupération est particulièrement améliorée lorsque l'intensité est augmentée d'au moins seize heures dans les six premiers mois suivant l'accident vasculaire cérébral. (65) Avec ces données, on pourrait en déduire que l'augmentation de l'intensité de la rééducation dans un environnement virtuel lors de la phase subaiguë améliorerait la récupération. Cependant, dans cette revue, une seule étude ayant inclus des patients en stade subaigu sur sept va dans ce sens. De plus, il a également été montré que l'utilisation de la réalité virtuelle en phase chronique avait tendance à donner de meilleurs résultats sur la récupération du membre supérieur comparativement à son utilisation en phase subaiguë. (54) Il est donc impossible de conclure sur l'intérêt d'utiliser la réalité virtuelle dans une phase plus qu'une autre.

En termes d'intensité, selon les résultats des dix articles analysés, on peut voir que peu importe l'intensité, la réalité virtuelle permet d'améliorer significativement les capacités motrices et fonctionnelles du membre supérieur. Ces résultats vont dans le sens du travail réalisé par Laver *et al.* (54), ayant montré que l'intensité de la rééducation avec la réalité virtuelle, qu'elle soit supérieure ou inférieure à quinze heures d'intervention donnait des résultats significatifs en faveur d'une amélioration dans l'utilisation du membre supérieur. (54) Une rééducation à faible ou haute intensité ne montre pas de différence significative en faveur de l'un ou de l'autre. Cependant, ces résultats sont en contradiction avec le reste de la littérature, qui montre une amélioration dans les activités de la vie quotidienne lorsque l'intensité est importante. (15,41,43) Cependant il est

difficile de connaître l'intensité choisie durant les séances de rééducation réalisées dans les dix articles analysés pour cette revue. Cela peut, en partie, expliquer cette différence de résultats.

Si peu d'études utilisant une réalité virtuelle totalement immersive ont été réalisées, cela peut s'expliquer par le matériel très coûteux que nécessite cette intervention. En effet, même si aujourd'hui, il existe des casques permettant ce type d'expérience à moindre coût, la qualité de l'outil n'est pas forcément au rendez-vous. Les coûts nécessaires à l'utilisation de la réalisation peuvent être un frein pour les hôpitaux. De plus, il serait nécessaire de développer des applications spécifiques pour cette rééducation, ce qui rajouterait des frais supplémentaires importants. Le gouvernement voulant placer la France à la pointe de l'innovation en santé, on peut alors se demander, si celui-ci aidera les hôpitaux, les centres de rééducation ou les structures libérales à financer ce genre d'outil afin qu'il puisse être mis en place. En effet, si les prochaines études réalisées sur ce sujet vont dans le sens de la réalité virtuelle, il serait intéressant de voir si des aides vont être mises en place afin que les professionnels puissent utiliser de tels outils, dans le but d'améliorer leur pratique et la récupération des patients.

Les études sélectionnées ont toutes diverses limites, celles-ci doivent être considérés dans l'interprétation des résultats. Chaque étude n'a étudié qu'un seul stade, les résultats ne peuvent donc pas se généraliser à la prise en charge totale. De plus, les applications ou jeux utilisés en réalité virtuelle ne sont pas créés pour un usage thérapeutique, il n'y a donc aucune intensité prédéfinie pour leur utilisation en rééducation. La plupart des études ne mentionnent pas comment a été choisie l'intensité de rééducation, celle-ci pouvant avoir un impact sur les résultats finaux. Six études ont des populations vraiment faibles avec moins de 40 participants, ce qui est également un facteur à prendre en compte dans l'interprétation de leurs résultats. Toutes les études ne donnent aucun résultat sur le long terme, l'effet démontré de la réalité virtuelle n'est pas confirmé dans la durée. De plus, lorsque la rééducation est continuée a posteriori de l'intervention, il n'y a aucune donnée sur cette rééducation. On ne sait pas comment elle est réalisée, à quelle fréquence, à quelle intensité. Cela pouvant également jouer sur les résultats des tests lorsqu'ils sont réalisés plusieurs semaines après l'intervention. Certaines études, n'ont en rééducation que des patients avec des atteintes modérés du membre supérieur, d'autre avec exclusivement des atteintes plus sévères. Les résultats de

ces études ne sont donc pas applicables à toutes les populations. Une étude mentionne le fait qu'il n'y a pas le même nombre de participants dans les groupes expérimental et contrôle, ce qui peut biaiser les statistiques finales lors des comparaisons des groupes. Pour terminer, certaines études additionnent la réalité virtuelle à la rééducation, donnant alors plus de temps de rééducation au groupe expérimental. Cela peut aussi avoir un impact sur les résultats finaux.

Cette revue de la littérature non systématique présente certains biais. Premièrement, le travail de recherche et d'analyse des différentes études a été réalisé par une seule personne. Cela représente un biais certain, car par conséquent plusieurs articles ont pu ne pas être inclus. De plus, toutes les bases de recherches n'ont pas été utilisées. Certains articles sur ces bases de données auraient également pu être inclus et ne l'ont pas été. Tous les écrits non rédigés en Français ou en Anglais n'ont également pas été inclus du fait de la barrière de la langue alors qu'ils auraient pu apporter d'autres données scientifiques à analyser. La recherche des études s'est terminée le 22 Novembre 2018, depuis certains articles ont également pu sortir et n'ont pas été intégrés dans cette revue. Une revue plus approfondie en consultant plus de bases de données avec la participation de plusieurs personnes serait nécessaire afin de la rendre systématique et que celle-ci prenne plus de poids.

Avec toutes ces données, il serait intéressant de poursuivre le travail de recherche dans ce domaine. En effet il est important que les prochaines études concernant la réalité virtuelle utilisent une immersion totale. En effet les avancées technologiques nous permettent aujourd'hui de créer un environnement virtuel et de nous y plonger totalement afin d'augmenter le nombre de stimuli. Il serait vraiment intéressant de voir si l'augmentation de cette immersion et à laquelle serait intégrée de l'interaction favoriserait la récupération motrice et fonctionnelle des patients AVC. De plus, il faudrait effectuer des recherches où les exercices demandés avec la réalité virtuelle seraient des simulations des actes de la vie quotidienne afin de mesurer ensuite l'habileté des patients dans les AVQ. Pour terminer, des recherches doivent encore être menées sur l'intensité de réalité virtuelle nécessaire afin d'avoir une récupération la plus optimale. En effet, aucune donnée probante n'est apparente quant à l'intensité de réalité virtuelle nécessaire afin d'obtenir la meilleure récupération fonctionnelle possible.

7 Conclusion

L'accident vasculaire cérébral est aujourd'hui un réel problème de santé publique. Cette pathologie est la première cause de handicap en France et représente un fort taux de mortalité. De plus, une grande partie des victimes de cet accident se retrouve avec un membre supérieur non fonctionnel. La rééducation a montré son importance dans cette pathologie mais aucun gold standard n'est apparent malgré certains principes recommandés par la Haute Autorité de Santé, des principes qui sont retrouvés dans la réalité virtuelle. En effet, au premier abord cet outil paraît très intéressant, car il répond aux principes de rééducation recommandés par la HAS à savoir une répétition de gestes avec une intensité progressive.

Avec cette revue de littérature non systématique, on a pu s'apercevoir que la réalité virtuelle est un bon outil de rééducation pour les patients victimes d'un accident vasculaire cérébral. En effet, les patients ayant utilisé cet outil lors de leur rééducation ont vu à la fin de l'intervention leurs capacités motrices et fonctionnelles améliorées. Elle permet également d'augmenter l'habileté dans les actes de la vie quotidienne et la qualité de vie des patients. L'intensité nécessaire n'est pas un critère afin d'avoir une récupération significative dans ces domaines. En effet, les participants ont amélioré leurs scores au test lors d'une faible intensité et d'une intensité plus soutenue.

La réalité virtuelle n'a pas montré de résultat significatif par rapport à une rééducation classique. Ce résultat peut s'expliquer par la variabilité du caractère immersif de la réalité virtuelle. Aucune étude étudiée n'a utilisé la rééducation via un outil de réalité virtuelle totalement immersif. Il serait intéressant de réaliser de futures études sur l'impact de cette immersion sur la récupération avec des populations plus importantes.

La réalité virtuelle prend de plus en plus de place dans notre société et notamment dans le domaine médical. Il me paraît important d'évoluer avec son temps et d'utiliser les techniques les plus appropriées. C'est pourquoi, je n'hésiterai pas, dans ma future pratique à utiliser ce genre d'outil, celui-ci ayant montré son efficacité. De plus, à la fin, un certain nombre de questions se posent notamment en ce qui concerne la variabilité du caractère immersif et cela ouvre la porte à de futures recherches. Ce travail m'a permis de m'initier à la recherche et d'utiliser les outils nécessaires afin de mener à bien une étude. J'ai pu mobiliser et renforcer certaines compétences telle que l'organisation et la rigueur dans le travail mais également dans la conception d'une méthode de recherche.

Bibliographie

1. Bobath France - Le Concept Bobath [Internet]. [cité 28 mars 2019]. Disponible sur: <http://www.bobath-france.fr/bobath/concept-bobath>
2. Poublanc I, Baillet B. Éducation de la sensibilité de la main de l'hémiplégique par le matériel Perfetti. *Ann Kinésither.* 1995;22(2):99-102.
3. French B, Thomas LH, Coupe J, McMahon NE, Connell L, Harrison J, et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;(11).
4. Pollock A, Farmer SE, Brady MC, Langhorne P, Mead GE, Mehrholz J, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(11).
5. Deroide N, Nih LR, Tran Dinh RY, Lévy B, Kubis N. Plasticité cérébrale : de la théorie à la pratique dans le traitement de l'accident vasculaire cérébral. *Rev Médecine Interne.* 1 juill 2010;31(7):486-92.
6. Schnitzler A. Impact du plan AVC sur la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux ischémiques constitués : évolution 2011-2016 des indicateurs d'évolution de la haute autorité de santé. *BEH.* 6 mars 2018;(5):78-84.
7. Accident vasculaire cérébral (AVC) [Internet]. Inserm. 2018 [cité 19 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/accident-vasculaire-cerebral-avc>
8. Lecoffre C. L'accident vasculaire cérébral en France : patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014. *BEH.* 21 févr 2017;(5):84-94.
9. Ramirez L, Kim-Tenser MA, Sanossian N, Cen S, Wen G, He S, et al. Trends in Acute Ischemic Stroke Hospitalizations in the United States. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 11 mai 2016;5(5):1-8.
10. Tibæk M, Dehlendorff C, Jørgensen HS, Forchhammer HB, Johnsen SP, Kammersgaard LP. Increasing Incidence of Hospitalization for Stroke and Transient Ischemic Attack in Young Adults: A Registry-Based Study. *J Am Heart Assoc.* 11 2016;5(5):1-8.
11. Kissela BM, Khoury JC, Alwell K, Moomaw CJ, Woo D, Adeoye O, et al. Age at stroke: temporal trends in stroke incidence in a large, biracial population. *Neurology.* 23 oct 2012;79(17):1781-7.
12. Doyle S, Bennett S, Fasoli SE, McKenna KT. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 16 juin 2010;(6).

13. Neurologie - Elibrary France [Internet]. [cité 28 mars 2019]. Disponible sur: <https://www-elsevierelibrary-fr.scd-proxy.univ-brest.fr/pdfreader/neurologie74674>
14. COFEMER. Médecine physique et de réadaptation: Réussir les ECNi. 6e édition. Elsevier Masson; 2018. 312 p.
15. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet Lond Engl*. 14 mai 2011;377(9778):1693-702.
16. Opsommer E. Traitement de la fonction du membre supérieur du patient hémiparétique. Synthèse des recommandations dans le cadre de l'accident vasculaire cérébral. *Kiné la revue*. 2013;13(133):25-31.
17. AVC [Internet]. 2018 [cité 19 sept 2018]. Disponible sur: http://www.cofemer.fr/article.php?id_article=315
18. Morand A de. Pratique de la rééducation neurologique. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010. 410 p.
19. Fuchs Phillipe. Le traité de la réalité virtuelle. 2^e éd. Vol. 2. 2003.
20. Réalité virtuelle, qu'est ce que c'est ? - Le Blog de V-Cult [Internet]. V-cult - Expert en réalité virtuelle, Réalité augmentée, Réalité mixe, Web3D, WebGL. 2017 [cité 5 mars 2019]. Disponible sur: <http://blog.v-cult.com/quest-ce-que-la-realite-virtuelle/>
21. L'histoire de la réalité virtuelle [Internet]. 2018 [cité 19 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.realite-virtuelle.com/lhistoire-realite-virtuelle>
22. Breton FL. Accident vasculaire cérébral et médecine physique et de réadaptation: Actualités en 2010. Paris: Springer Editions; 2010. 110 p.
23. L B. 8 champs d'application de la RV autres que les jeux vidéo [Internet]. Réalité-Virtuelle.com. [cité 28 mars 2019]. Disponible sur: <https://www.realite-virtuelle.com/8-champs-dapplication-de-rv-autres-jeux-video>
24. Auvray M, Fuchs P. Perception, immersion et interactions sensorimotrices en environnement virtuel. :13.
25. Brunner I, Skouen JS, Hofstad H, Aßmus J, Becker F, Sanders A-M, et al. Virtual Reality Training for Upper Extremity in Subacute Stroke (VIRTUES): A multicenter RCT. *Neurology*. 12 déc 2017;89(24):2413-21.
26. Ikbali Afsar S, Mirzayev I, Umit Yemisci O, Cosar Saracgil SN. Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. sept 2018;27(12):3473-8.
27. Wang Z, Wang P, Xing L, Mei L, Zhao J, Zhang T. Leap Motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients. *Neural Regeneration Research*. 2017;12(11):1823-31.

28. Shin J-H, Bog Park S, Ho Jang S. Effects of game-based virtual reality on health-related quality of life in chronic stroke patients: A randomized, controlled study. *Comput Biol Med.* août 2015;63:92-8.
29. Schuster-Amft C, Eng K, Suica Z, Thaler I, Signer S, Lehmann I, et al. Effect of a four-week virtual reality-based training versus conventional therapy on upper limb motor function after stroke: A multicenter parallel group randomized trial. *PLoS ONE.* 2018;13(10):1-19.
30. Saposnik G, Cohen LG, Mamdani M, Pooyania S, Ploughman M, Cheung D, et al. Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *Lancet Neurol.* sept 2016;15(10):1019-27.
31. Cannell J, Jovic E, Rathjen A, Lane K, Tyson AM, Callisaya ML, et al. The efficacy of interactive, motion capture-based rehabilitation on functional outcomes in an inpatient stroke population: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* févr 2018;32(2):191-200.
32. Kong K-H, Loh Y-J, Thia E, Chai A, Ng C-Y, Soh Y-M, et al. Efficacy of a Virtual Reality Commercial Gaming Device in Upper Limb Recovery after Stroke: A Randomized, Controlled Study. *Top Stroke Rehabil.* 2016;23(5):333-40.
33. Subramanian SK, Lourenço CB, Chilingaryan G, Sveistrup H, Levin MF. Arm Motor Recovery Using a Virtual Reality Intervention in Chronic Stroke: Randomized Control Trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 1 janv 2013;27(1):13-23.
34. Kwon J-S, Park M-J, Yoon I-J, Park S-H. Effects of virtual reality on upper extremity function and activities of daily living performance in acute stroke: a double-blind randomized clinical trial. *NeuroRehabilitation.* 2012;31(4):379-85.
35. Revue détaillée de la Fugl-Meyer Assessment (FMA) [Internet]. *Stroke Engine.* [cité 9 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/indepth/revue-detaillee-du-fugl-meyer-assessment-fma/>
36. Wolf Motor Function Test (WMFT) [Internet]. *Stroke Engine.* [cité 9 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/assess/wolf-motor-function-test-wmft/>
37. Levin MF, Desrosiers J, Beauchemin D, Bergeron N, Rochette A. Development and validation of a scale for rating motor compensations used for reaching in patients with hemiparesis: the reaching performance scale. *Phys Ther.* janv 2004;84(1):8-22.
38. Action Research Arm Test (ARAT) [Internet]. *Stroke Engine.* [cité 9 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/assess/action-research-arm-test-arat/>
39. The Brunnstrom Stages of Stroke Recovery [Internet]. *Saebo.* 2018 [cité 1 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.saebo.com/the-stages-of-stroke-recovery/>

40. Chedoke-McMaster Stroke Assessment [Internet]. Stroke Engine. [cité 9 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/assess/chedoke-mcmaster-stroke-assessment/>
41. Chedoke-McMaster Stroke Assessment [Internet]. Physiopedia. [cité 28 avr 2019]. Disponible sur : https://www.physio-pedia.com/Chedoke-McMaster_Stroke_Assessment
42. Nakamura R, Moriyama s. Functional occupational therapy for stroke patients. :49.
43. Voir la mesure- Box and Block Test [Internet]. Stroke Engine. [cité 10 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/family/voir-la-mesure-box-and-block-test/>
44. Motor Assessment Scale (MAS) [Internet]. Stroke Engine. [cité 10 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/assess/motor-assessment-scale-mas/>
45. Revue détaillée de l'Indice de Barthel [Internet]. Stroke Engine. [cité 11 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/indepth/revue-detaillee-de-lindice-de-barthel/>
46. In Depth Review of the Functional Independence Measure (FIM) [Internet]. Stroke Engine. [cité 11 avr 2019]. Disponible sur: https://www.strokengine.ca/en/indepth/fim_indepth/
47. Revue détaillée du Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI) [Internet]. Stroke Engine. [cité 11 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/indepth/revue-detaillee-du-chedoke-arm-and-hand-activity-inventory-cahai/>
48. Peltier M, Cannizzo V. Présentation de deux tests d'évaluation fonctionnelle du membre supérieur du patient hémiplégique L'Action research arm test (ARA) Le Motor activity log (MAL). *Kiné Scientifique*. 2004;(450):25-9.
49. Stroke Impact Scale (SIS) [Internet]. Stroke Engine. [cité 11 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/assess/stroke-impact-scale-sis/>
50. Le questionnaire MOS SF-36 : manuel de l'utilisateur et guide d'interprétation des scores. | Base documentaire | BDSP [Internet]. [cité 11 avr 2019]. Disponible sur: <http://www.bdsp.ehesp.fr/Base/236340/>
51. Echelle Hamilton [Internet]. [cité 28 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.medsyn.fr/perso/g.perrin/cyberdoc/doc/Hamilton.htm>
52. Ferguson L, Scheman J. Patient global impression of change scores within the context of a chronic pain rehabilitation program. *J Pain*. 1 avr 2009;10(4):S73.
53. ABILHAND [Internet]. Stroke Engine. [cité 11 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.strokengine.ca/fr/assess/abilhand/>
54. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 20 2017;11.

55. CogniFit [Internet]. Plasticité cérébrale et neuronales, Neurogénèse. Neuroplasticité exercices de mémoire. [cité 21 mars 2019]. Disponible sur: <https://www.cognifit.com/fr/plasticite-du-cerveau>
56. Biernaskie J, Corbett D. Enriched rehabilitative training promotes improved forelimb motor function and enhanced dendritic growth after focal ischemic injury. *J Neurosci Off J Soc Neurosci*. 15 juill 2001;21(14):5272-80.
57. Winstein CJ, Wolf SL, Dromerick AW, Lane CJ, Nelsen MA, Lewthwaite R, et al. Effect of a Task-Oriented Rehabilitation Program on Upper Extremity Recovery Following Motor Stroke: The ICARE Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 9 févr 2016;315(6):571-81.
58. Rééducation orientée sur la tâche - membre supérieur - Information aux cliniciens [Internet]. Stroke Engine. [cité 24 mars 2019]. Disponible sur: <https://www.strokingengine.ca/fr/clinician-info/task-oriented-training-upper-extremity-clinician-info/>
59. Sève-Ferrieu N. Indépendance, autonomie et qualité de vie : analyse et évaluations. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadapt*. janv 2008;4(4):1-15.
60. Clarke P, Marshall V, Black SE, Colantonio A. Well-being after stroke in Canadian seniors: findings from the Canadian Study of Health and Aging. *Stroke*. avr 2002;33(4):1016-21.
61. Fery-Lemonnier E. La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France [Internet]. 2009 [cité 30 mars 2019]. Report No.: ISRN SAN-DHOS/RE-09-2-FR. Disponible sur: https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/avc_-_synthese_seule_rapport_final_-_vf.pdf
62. Accueil [Internet]. Curapy.com. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.curapy.com/>
63. 1. Fenouillet F. Les théories de la motivation. 2^e éd. Paris: Dunod; 2012. 328 p. (Psycho Sup).
64. Lewis GN, Woods C, Rosie JA, Mcpherson KM. Virtual reality games for rehabilitation of people with stroke: Perspectives from the users. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2011;6(5):453-63.
65. 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.
66. Schnitzler A. Impact de la rééducation à la phase subaiguë d'un accident vasculaire cérébral en France en 2016. *BEH*. 25 sept 2018;(29):595-601.

SOMMAIRE DES ANNEXES

- **ANNEXE I** : Fiche de lecture
- **ANNEXE II** : Tableau récapitulatif des caractéristiques des études
- **ANNEXE III** : Grille PEDro
- **ANNEXE IV** : Description des études utilisées pour la revue de la littérature non systématique

ANNEXE N°I

Fiche de lecture

FICHE DE LECTURE / EXTRACTION DES DONNEES

Références bibliographiques	
Localisation (bibliothèque U, Moteur de recherche...)	
Sujet (mots clefs)	
Lien avec le thème de travail	
Idées les plus importantes	
Extraits significatifs	
Commentaires personnels	

ANNEXE N°II

Tableau récapitulatif des caractéristiques des études

Référence de l'article	Nombre de patients	Age moyen	Stade de l'AVC	Type d'AVC	Outil RV utilisé	Lieu de l'étude	Objectif de l'étude	Comparaison de rééducation	Intensité	Temps d'intervention	Outils de mesures / Test

ANNEXE III

Grille PEDro

Échelle PEDro – Français

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôlé conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

L'objectif de l'échelle PEDro est d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro (c'est-à-dire les essais contrôlés randomisés et les essais cliniques contrôlés, sans précision) qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11). Un critère supplémentaire (critère 1) qui est relatif à la validité "externe" (c'est "la généralisabilité" de l'essai ou son "applicabilité") a été retenu dans l'échelle PEDro pour prendre en compte toute la liste Delphi, mais ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro cité sur le site Internet de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée pour mesurer la "validité" des conclusions d'une étude. En particulier, nous mettons en garde les utilisateurs de l'échelle PEDro sur le fait que les études qui montrent des effets significatifs du traitement et qui ont un score élevé sur l'échelle PEDro, ne signifie pas nécessairement que le traitement est cliniquement utile. Il faut considérer aussi si la taille de l'effet du traitement est suffisamment grande pour que cela vaille la peine cliniquement d'appliquer le traitement. De même, il faut évaluer si le rapport entre les effets positifs du traitement et ses effets négatifs est favorable. Enfin, la dimension coût/efficacité du traitement est à prendre compte pour effectuer un choix. L'échelle ne devrait pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais réalisés dans différents domaines de la physiothérapie, essentiellement parce qu'il n'est pas possible de satisfaire à tous les items de cette échelle dans certains domaines de la pratique kinésithérapique.

Dernière modification le 21 juin 1999. Traduction française le 1 juillet 2010

ANNEXE IV

Descriptions des études utilisées

Ikbali Afsar <i>et al.</i>	
Méthode	Essai contrôlé randomisé
Participants	35 patients AVC recrutés à l'hôpital universitaire de Baskent en Turquie. 19 dans le groupe expérimental, 16 dans le groupe contrôle Age moyen : 66 ans Critères inclusion : premier AVC ; stade entre 1 mois et 6 mois ; médicalement stable ; Brunnstrom stage du membre supérieur > 3 ; amplitude flexion + abduction épaule > 20° ; pas de problème de vision ou d'audition ; Mini Mental State Examination > 23 Critères exclusion : Tension non contrôlée, angor, historique d'épilepsie.
Intervention	Groupe expérimental : réalité virtuelle + rééducation conventionnelle Groupe contrôle : Rééducation conventionnelle Outil : Xbox Kinect. Intensité : 60 min rééducation conventionnelle + 30 min VR ; 5 jours par semaine pendant 4 semaines. Réalité virtuelle : jeux avec participation active des membres supérieurs Rééducation conventionnelle : équilibre, transfert d'appui, actes vie quotidienne, techniques stimulations neuromotrices
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités motrices et fonctionnelles : Fugl-Meyer Assessment ; Brunnstrom stage - Dextérité manuelle : Box and Block Test - Activités de la vie quotidienne : Functionnal Independence Measure
Limites	Durée de traitement plus importante dans le groupe contrôle car VR additionnée ; manque de donnée scientifique sur l'intensité et la durée du traitement ; pas d'étude sur l'effet au long terme ; peu de résultats positifs au regard de toutes les mesures

Subramanian <i>et al.</i>	
Méthode	Essai contrôlé randomisé
Participants	32 patients AVC inclus. 16 dans le groupe expérimental et 16 dans le groupe contrôle. Puis sous classés selon la sévérité de l'AVC dans leur groupe respectif. Age moyen : 60 ans. Critères d'inclusion : âge compris entre 40 et 80 ans ; stade AVC compris entre 6 et 60 mois ; Chedoke-McMaster Stroke Assessment compris entre 3 et 7 ; pas d'autres problèmes neurologiques,

	<p>neuromusculaires ou orthopédiques affectant le membre supérieur et le tronc.</p> <p>Critères d'exclusion : lésion tronc cérébral ou cervelet ; difficultés de compréhension ; apraxie, déficit visuel ou d'attention</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : rééducation via un environnement virtuel</p> <p>Groupe contrôle : rééducation via un environnement physique</p> <p>Outil : Motek Caren + lunettes stéréoscopiques</p> <p>Les deux groupes doivent répéter le pointage de cibles.</p> <p>Intensité : 45 min de rééducation ; 3 jours par semaine pendant 4 semaines.</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités motrices et fonctionnelles : mesure vitesse, précision et amplitude articulaire ; Fugl-Meyer Assessment ; Wolf Motor Function Test ; Reaching Performance Scale - Activités de la vie quotidienne : Motor Activity Log Amount Scale - Motivation : Intrinsic Motivation Task Evaluation Questionnaire
Limites	Absence de changement détectable minimum établi ; pas de résultat sur la qualité de vie.

Kwon <i>et al.</i>	
Méthode	Essai contrôlé randomisé
Participants	<p>26 patients AVC de l'hôpital universitaire de Séoul recrutés. 13 dans le groupe expérimental, 13 dans le groupe contrôle.</p> <p>Age moyen : 57 ans</p> <p>Critères d'inclusion : adultes avec AVC d'au moins 3 mois ; capacité de comprendre et de suivre des instructions simples ; Manual Muscle Test > 3 au coude ; capacité de préhension de la main pathologique ; capacité à rester assis et debout ; pas de déficit visuel</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : réalité virtuelle + thérapie conventionnelle</p> <p>Groupe contrôle : thérapie conventionnelle</p> <p>Intensité : 70 min de thérapie conventionnelle + 30 min de réalité virtuelle, 5 jours par semaine pendant 4 semaines.</p> <p>Outil : IREX VR</p> <p>Réalité virtuelle : jeux nécessitant l'utilisation de la force et élévation du bras dans différents angles</p> <p>Thérapie conventionnelle : marche, équilibre, renforcement, actes vie quotidienne</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités motrices et fonctionnelles : Fugl-Meyer Assessment ; Manual Function Test - Qualité de vie : Index de Barthel
Limites	Population faible ; pas d'étude sur le long terme ; pas d'évaluation de la motivation

<i>Wang et al.</i>	
Méthode	Etude pilote contrôlée randomisée
Participants	<p>26 patients AVC de l'hôpital de Beijing Boai en Chine sont inclus. 13 dans le groupe expérimental et 13 dans le groupe contrôle</p> <p>Age moyen : 53 ans</p> <p>Critères d'inclusion : 1^{er} AVC supratentorial dans l'air de l'artère cérébrale moyenne ; déficience légère ou modérée du membre supérieur directement liée à l'AVC ; capacité à réaliser des mouvements volontaires avec le bras atteint ; Stade de l'AVC compris entre 1 et 6 mois ; âge compris entre 18 et 75 ans ; position assise sans aide ; capable de signer le consentement, vision normale</p> <p>Critère d'exclusion : problèmes psychiatriques, difficulté cognitive ou aphasie, négligence, problème évident de santé, hypertension incontrôlée, problème de vue, dépression et contre-indication à l'IRM</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : réalité virtuelle + thérapie conventionnelle</p> <p>Groupe contrôle : thérapie conventionnelle</p> <p>Intensité : 45 min de thérapie conventionnelle + 45 min de réalité virtuelle, 5 jours par semaine pendant 4 semaines.</p> <p>Outil : Leap Motion</p> <p>Réalité virtuelle : jeux travaillant la dextérité et la coordination de la main, l'amplitude articulaire</p> <p>Thérapie conventionnelle : Mouvement de bras et de main, similaire à la réalité virtuelle</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité motrice et fonctionnelle : Wolf Motor Function Test - Imagerie par résonance magnétique
Limites	Faible population ; patient légèrement ou modérément atteint ; pas de résultat sur le long terme (3 mois max)

<i>Shin et al.</i>	
Méthode	Etude contrôlée randomisée
Participants	<p>32 patients AVC ont été sélectionnés. 16 dans le groupe expérimental et 16 dans le groupe contrôle.</p> <p>Age moyen : 54 ans</p> <p>Critères d'inclusion : score au Medical Research Council Scale compris entre 2 et 4 ; score de Brunnstrom du membre supérieur compris entre 2 et 5</p> <p>Critère d'exclusion : déficience cognitive importante ou aphasie ; maladie psychiatrique ou déficit membre supérieur préexistant ; position assise difficile ; maladie incontrôlée</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : réalité virtuelle + thérapie conventionnelle</p> <p>Groupe contrôle : thérapie conventionnelle x 2</p>

	<p>Intensité : 30 min de thérapie conventionnelle et 30 min de réalité virtuelle. 5 jours par semaine pendant 4 semaines.</p> <p>Outil : RehabMaster System</p> <p>Thérapie conventionnelle : ergothérapie, renforcement membre pathologique, travail articulaire et des activités de la vie quotidienne.</p> <p>Réalité virtuelle : mouvement actif du membre supérieur et du tronc, travail amplitude du mouvement et de la vitesse.</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité motrice et fonctionnelle : Fugl-Meyer Assessment - Qualité de vie : Short Form 36 - Dépression : Hamilton Depression Rating Scale
Limites	Faible population ; pas d'étude sur le long terme ; pas de comparaison directe entre thérapie conventionnelle et réalité virtuelle ; utilisation du SF-36 pour une maladie spécifique mise en doute.

<i>Shuster-Amft et al.</i>	
Méthode	Essai contrôlé randomisé
Participants	<p>54 patients AVC recrutés dans des hôpitaux universitaires de Suisse. 22 dans le groupe expérimental et 32 dans le groupe contrôle. Age moyen : 61 ans</p> <p>Critères d'inclusion : 6 mois après le premier AVC ; déficit moteur du membre supérieur ; Chedoke-McMaster ≥ 3 pour le bras et ≥ 2 pour la main ; position assise sans dossier ni accoudoir acquise ; BBT ≥ 1.</p> <p>Critères d'exclusion : déficit du membre supérieur préexistant ; déficit cognitif important avec un score ≤ 20 au Mini-Mental State Examination, sévère déficit visuel, historique épileptique dans les 6 mois.</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : réalité virtuelle</p> <p>Groupe contrôle : thérapie conventionnelle</p> <p>Intensité : 45 min, 4 fois par semaine pendant 4 semaines</p> <p>Outil : YouGrabber</p> <p>Thérapie conventionnelle : activités de la vie quotidienne, technique neuromusculaire, manipulation active/passive/contre résistance, proprioception, sensibilité.</p> <p>Réalité virtuelle : Travail de mouvements actifs, dans différentes amplitudes et à différente vitesse, travail de proprioception</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités motrices et fonctionnelles : Chedoke-McMaster Scale Assessment - Dextérité manuelle : Box and Block Test - Activités de la vie quotidienne : Index de Barthel ; Chedoke Arm and Hand Activity Inventory - Qualité de vie : Stroke Impact Scale
Limites	Différence de population dans les deux groupes

<i>Saposnik et al.</i>	
Méthode	Essai contrôlé randomisé
Participants	<p>141 patients AVC recrutés dans différents centres de rééducation (Canada, Argentine, Pérou, Thaïlande). 71 dans le groupe expérimental, 70 dans le groupe contrôle</p> <p>Age moyen : 62 ans</p> <p>Critères d'inclusion : âge compris entre 18 et 85 ans ; dans 3 mois post premier AVC ; déficit léger à modéré (Chedoke-McMaster > 3).</p> <p>Critères d'exclusion : pas de déficit au membre supérieur (partie du membre supérieur du Chedoke-McMaster = 7) ; incapacité de suivre des instructions ; Score de Rankin ≥ 2 avant l'AVC ; maladie non contrôlée ; espérance de vie < 3 mois ; pathologie cardiaque ; historique épileptique ; pb orthopédique au début de l'étude, participation à un autre essai impliquant un médicament expérimental ou une thérapie physique.</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : Réalité virtuelle + thérapie conventionnelle</p> <p>Groupe contrôle : Activités récréatives + thérapie conventionnelle</p> <p>Intensité : 45 min, 5 jours par semaine pendant 2 semaines.</p> <p>Outil : Nintendo Wii</p> <p>Réalité virtuelle : Jeux permettant de travailler l'amplitude de mouvement, la force et la coordination du membre affecté.</p> <p>Activités récréatives : permettent de travailler les mêmes domaines que la réalité virtuelle (jeux de balles, jeux de cartes...)</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité motrice et fonctionnelle : Wolf Motor Function Test ; Reaching Performance Scale - Dextérité manuelle : Box and Block Test - Activités de la vie quotidienne : Index de Barthel ; Functional Independence Measure - Qualité de vie : Stroke Impact Scale
Limites	Non immersif ; absence d'un groupe recevant rééducation conventionnelle seule ; durée d'intervention peut être considérée comme courte

<i>Kong et al.</i>	
Méthode	Etude contrôlée randomisée
Participants	<p>105 patients AVC recrutés dans le centre de rééducation de Singapour. 35 dans le groupe de réalité virtuelle, 35 dans le groupe de la thérapie conventionnelle et 35 dans le groupe contrôle.</p> <p>Age moyen : 57 ans</p> <p>Critères d'inclusion : âge compris entre 21 et 80 ans ; premier AVC ; dans les 6 premières semaines suivant l'AVC ; Medical Research Council compris entre 2 et 4 pour l'épaule, coude et les</p>

	<p>doigts du membre pathologique ; compréhension simples instructions</p> <p>Critères d'exclusion : nombreux AVC ; historique épileptique ; présence d'arthrite ou de douleur dans le membre pathologique ; sévère aphasie ou troubles cognitifs ou autres maladies mentales.</p>
Intervention	<p>Groupe réalité virtuelle : 1h réalité virtuelle, 4 fois par semaine pendant 3 semaines + 1h rééducation supplémentaire quotidienne</p> <p>Groupe thérapie conventionnelle : 1h rééducation du membre supérieur, 4 fois par semaine pendant 3 semaines + 1h rééducation supplémentaire quotidienne</p> <p>Groupe contrôle : 1h d'ergothérapie quotidienne pendant 3 semaines</p> <p>Outil : Nintendo Wii</p> <p>Réalité virtuelle : travail actif du membre supérieur, de la vitesse d'exécution des mouvements, de la proprioception</p> <p>Thérapie conventionnelle : Etirement, renforcement, mobilisations, exercices sur les activités de la vie quotidienne</p> <p>Rééducation supplémentaire : ergothérapie et kinésithérapie, mobilisation active/passive, renforcement, activités de la vie quotidienne, travail du membre inférieur, de l'équilibre.</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités motrices et fonctionnelles : Fugl-Meyer Assessment ; Action Research Arm Test - Qualité de vie : Stroke Impact Scale - Activités de la vie quotidienne : Functional Independence Measure
Limites	Grosse majorité des patients avec atteinte mb sup importante ; on ne connaît pas la quantité de rééducation après le traitement

Cannell <i>et al.</i>	
Méthode	Essai contrôlé randomisé
Participants	<p>79 patients AVC inclus, provenant de l'un des principaux hôpitaux de Tasmanie en Australie. 40 dans le groupe contrôle, 39 dans le groupe expérimental</p> <p>Age moyen : 73 ans</p> <p>Critères d'inclusion : réduction de mobilité suite à un AVC datant de moins de 6 mois ; capacité d'amélioration évaluée par un clinicien ; Tous les niveaux de mobilité sont inclus</p> <p>Critères d'exclusion : dysphasie importante impactant la communication ; déficit cognitif important rendant le suivi des instructions compliquées ; problèmes médicaux ne permettant pas la réalisation des exercices ; déficit visuel important ; durée de séjour < 5 jours.</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : réalité virtuelle + rééducation</p> <p>Groupe contrôle : exercices répétés + rééducation</p> <p>Intensité : 1h, 5 fois par semaine pendant 8 semaines maximum</p>

	<p>Outil : Jintronix Rehabilitation System</p> <p>Réalité virtuelle : équilibre assis/debout, entraînement fonctionnel, renforcement des membres supérieurs et inférieurs, endurance, travail de tâche pour le membre pathologique</p> <p>Rééducation : exercices permettant d'atteindre des résultats fonctionnels au quotidien.</p> <p>Exercices répétés : entraînement fonctionnel ; renforcement ; équilibre ; endurance</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités motrices et fonctionnelles : Motor Assessment Scale - Dextérité manuelle : Box and Block Test
Limites	Pas de résultats sur le long terme ; large éventail des capacités dans le contexte subaigu ; taille de l'échantillon non adéquate

<i>Brunner et al.</i>	
Méthode	Essai contrôlé randomisé
Participants	<p>120 patients AVC inclus via 5 centres hospitaliers situés en Norvège, au Danemark et en Belgique. 62 dans le groupe expérimental et 58 dans le groupe contrôle.</p> <p>Age moyen : 62 ans</p> <p>Critères d'inclusion : âge > 18 ans, en capacité de donner leur consentement ; premier AVC ou AVC antérieur sans séquelles motrices, datant de moins de 3 mois ; score ARAT < 52 ; flexion et abduction actives contre pesanteur d'épaule $\geq 20^\circ$</p> <p>Critères d'exclusion : troubles orthopédiques ; douleurs bras pathologique ; troubles visuels</p>
Intervention	<p>Groupe expérimental : réalité virtuelle + rééducation standard</p> <p>Groupe contrôle : Thérapie conventionnelle + rééducation standard</p> <p>Intensité : 1h, 4/5 fois par semaine, pendant 4 semaines</p> <p>Outil : YouGrabber</p> <p>Réalité virtuelle : jeux sollicitant la préhension, mobilisations actives du membre supérieur.</p> <p>Rééducation standard : kinésithérapie et ergothérapie</p> <p>Thérapie conventionnelle : exercices liés à la tâche, mouvements actifs, dextérité.</p>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> - Capacités motrices et fonctionnelles : Action Research Arm Test - Dextérité manuelle : Box and Block Test - Activités de la vie quotidienne : Functional Independence Measure - Impression : ABILHAND ; Patient Global Impression of Change
Limites	L'intervention ne représente qu'une petite partie de la rééducation motrice ; absence d'un groupe ne recevant pas de rééducation supplémentaire

Bourdarel

Simon

INTERET DE LA REALITE VIRTUELLE DANS LA REEDUCATION FONCTIONNELLE DU MEMBRE SUPERIEUR CHEZ LES PATIENTS VICTIMES D'UN ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL.

Une grande partie des victimes d'accidents vasculaires cérébraux se retrouve avec un bras non fonctionnel. En parallèle, nous assistons à l'essor de la réalité virtuelle (RV) en médecine et en rééducation. Malgré le fait que cet outil respecte les principes de rééducation de l'accident vasculaire cérébral (AVC), son effet n'est pas encore démontré. Dans cette revue non systématique de la littérature nous avons cherché à montrer l'effet de la RV dans la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur.

Les bases de données PubMed, Cochran et Scopus ont été consultées jusqu'au 22 Novembre 2018. Les essais inclus sont ceux s'intéressant à la rééducation via la RV et à la rééducation classique du membre supérieur des patients victimes d'un AVC. La grille PEDro a été utilisée afin de garantir la qualité des articles.

Sur 414 articles au début, seul 10 essais contrôlés et randomisés ont été analysés pour un total de 647 patients inclus. Les essais utilisent une RV non immersive ou semi immersive. Toutes les études s'intéressent à l'effet de la réalité virtuelle dans la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur. Sur 10 essais, 6 d'entre eux ont mesuré la capacité des patients à réaliser des actes de la vie quotidienne et 4 la qualité de vie.

L'utilisation de la RV en rééducation permet aux patients victimes d'un AVC d'améliorer leurs capacités motrices et fonctionnelles, leur habileté dans les actes de la vie quotidienne et leur qualité de vie. Cependant, cet outil n'apporte pas un bénéfice supérieur à celui d'une rééducation conventionnelle. De plus cette revue montre que l'intensité de la rééducation a peu d'importance. La RV à immersion totale n'a pas été analysée. Une future revue systématique incluant ce type de RV, comparant son efficacité à une rééducation classique pourrait fournir des preuves plus solides.

Most victims of stroke lose the motor function of the upper limb. Emerging virtual reality technologies (VRT) are of high interest in medicine and physical medicine and rehabilitation (PMR). Despite the relevance of adapted VRT in accordance with PMR best practices for post-stroke rehabilitation and recovery, their related impact has not yet been demonstrated. Through this non-systematic review, we aimed to show the role of VRT in post-stroke rehabilitation and recovery of the upper limb.

A literature search of Cochrane, PubMed and Scopus was done up to November 22, 2018. Randomized controlled trials (RCT) were included if they evaluated the effects of virtual reality and conventional rehabilitation on upper limb and motor recovery among post-stroke. One reviewer evaluated the eligibility and quality of literature. Methodological quality was assessed using the PEDro scale.

Of 414 RCT, only 10 RCT including a total of 647 patients were eligible for analysis. The RCT used non-immersive or semi-immersive VRT. All studies evaluated the impact of VRT on motor and functional recovery of upper limb. Of 10 studies, 6 evaluated patient's capacity in routine physical activity, and 4 evaluated patient's quality of life.

VRT use in PMR allows improving motor and functional recovery of upper limb, daily physical activity capacity, and quality of life in post-stroke patients. However, VRT did not seem to be superior to conventional therapy. The intensity of the latter had no impact on the comparison. Total immersion VRT was not evaluated here. A future systematic review including total immersion VRT and evaluating effectiveness of VRT compared with conventional therapy could provide higher evidence.

Mot clés : Accident vasculaire cérébral – Réalité virtuelle – Membre supérieur – Rééducation

Key words : Stroke – Virtual reality – Upper limb – Rehabilitation

INSTITUT DE FORMATION MASSEURS KINESITHERAPEUTES – BREST

22 avenue Camille Desmoulins 29238 BREST CEDEX 3

TRAVAIL ECRIT DE FIN D'ETUDES 2019