



**CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE REIMS**  
Institut Régional de Formation  
Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie

Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

## **MÉMOIRE**

UNITÉ D'ENSEIGNEMENT 28

**Intérêt de la réalité virtuelle dans la  
rééducation des troubles de l'équilibre du  
patient atteint de la maladie de Parkinson :**

Revue de littérature

Année 2022-2023

**GOUVERNEUR-CLOUET Léane**



## **Remerciements**

Tout d'abord, je voudrais remercier mon expert de mémoire pour son soutien, sa disponibilité et sa confiance. Le partage de ses connaissances professionnelles sur la maladie de Parkinson ainsi que ses corrections et encouragements m'ont fortement guidée dans la réalisation de cet écrit.

Je remercie également mon directeur de mémoire et la responsable du centre de documentation pour leur patience et le temps qu'ils m'ont accordé. Ils m'ont permis d'avancer pas à pas dans l'élaboration de mon mémoire grâce à leurs nombreux conseils que j'ai pris soin d'appliquer.

Merci à l'ensemble de l'équipe pédagogique ainsi qu'à mes tuteurs de stage, qui ont partagé avec bienveillance leurs connaissances et expériences pour m'aider à acquérir les compétences professionnelles qui me permettront d'être indépendante dans ma future pratique.

Merci à mes ami(e)s et camarades kinésithérapeutes pour tous les souvenirs partagés, les moments d'entraide, les étapes franchies tous ensemble.

Je voudrais tout particulièrement remercier ma famille, et notamment mes parents qui m'ont soutenue sans relâche et qui ont toujours trouvé les mots pour me donner confiance en moi. Merci à ma grand-mère, pour toutes les discussions et moments partagés. Merci d'avoir pris soin de moi comme vous l'avez fait.



## **Liste des abréviations**

ABC : Activities-specific Balance Confidence

AD : Agoniste Dopaminergique

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

AVQ : Activités de Vie Quotidienne

BBS : Berg Balance Scale

BESTest : Balance Evaluation Systems Test

ECR : Essai Contrôlé Randomisé

FRT : Functional Reach Test

GABA : Gamma-aminobutyric acid

HAS : Haute Autorité de Santé

MAOB : Mono-Amine-Oxydase B

MP : Maladie de Parkinson

MPI : Maladie de Parkinson Idiopathique

PDQ-39 : Parkinson's Disease Questionnaire-39

PEC : Prise En Charge

QDV : Qualité De Vie

SCP : Stimulation Cérébrale Profonde

SNC : Système Nerveux Central

SOT : Sensory Organization Test

TUGT : Timed Up and Go Test

UPDRS : Unified Parkinson Disease Rating Scale



# SOMMAIRE

<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Cadre conceptuel.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Maladie de Parkinson .....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Epidémiologie .....	4
1.1.2. Anatomio-physio-pathologie.....	5
1.1.3. Symptomatologie .....	8
1.1.3.1. Les signes moteurs (12).....	8
1.1.3.2. Les signes non-moteurs .....	11
1.1.4. Traitements.....	12
1.1.4.1. Le traitement médicamenteux.....	12
1.1.4.2. Le traitement chirurgical.....	13
1.1.5. Echelles et questionnaires : bilan de la MP .....	14
1.1.6. Diagnostic différentiel : MP et syndromes parkinsoniens .....	15
<b>1.2. La rééducation dans la maladie de Parkinson.....</b>	<b>16</b>
1.2.1. Prise en charge rééducative du patient parkinsonien .....	16
1.2.2. Signes d'alerte .....	18
<b>1.3. L'équilibre et le contrôle postural .....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Physiologie .....	18
1.3.2. L'équilibre chez le patient parkinsonien .....	19
1.3.3. Les échelles d'évaluation de l'équilibre .....	20
1.3.4. La rééducation des troubles de l'équilibre.....	22
<b>1.4. La réalité virtuelle, qu'est-ce que c'est ?.....</b>	<b>23</b>
1.4.1. Définition .....	23
1.4.2. Apport de la réalité virtuelle dans la rééducation .....	25
<b>2. Méthodologie .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1. Format de la revue de littérature.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2. Méthodologie de recherche.....</b>	<b>27</b>
2.2.1. Elaboration de la question de recherche et objectifs de la revue .....	27
2.2.2. Mots-clés .....	28
2.2.3. Bases de données.....	29
2.2.4. Equation de recherche .....	29
<b>2.3. Critères d'éligibilité .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4. Sélection des études.....</b>	<b>31</b>





<b>3. Résultats .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Présentation et description des études incluses .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2. Critères de jugement.....</b>	<b>35</b>
3.2.1. Critères primaires principaux .....	35
3.2.2. Critères secondaires principaux.....	35
3.2.3. Critères de jugement de notre revue de littérature.....	36
<b>3.3. Synthèse des résultats par thèmes .....</b>	<b>38</b>
3.3.1. Population ciblée et ses caractéristiques.....	38
3.3.2. Intervention de réalité virtuelle et ses modalités .....	39
3.3.3. Groupe contrôle.....	42
3.3.4. Echelles d'évaluation .....	44
3.3.5. Suivi .....	47
3.3.6. Analyse de sous-groupes .....	48
<b>4. Discussion.....</b>	<b>50</b>
<b>4.1. Confrontation des résultats .....</b>	<b>50</b>
4.1.1. Résumé des principaux résultats .....	50
4.1.2. Qualité des preuves .....	52
4.1.3. Lien avec la physiopathologie de la MP.....	53
4.1.4. Les avantages de la réalité virtuelle.....	54
<b>4.2. Analyse critique de la revue de littérature.....</b>	<b>55</b>
4.2.1. Niveau de preuves des études incluses .....	55
4.2.2. Intérêts et points forts de la revue .....	55
4.2.3. Limites et points faibles de la revue .....	56
4.2.4. Biais .....	57
<b>Conclusion .....</b>	<b>59</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>63</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>70</b>
<b>Table des annexes .....</b>	<b>72</b>



## **Introduction**

Le thème retenu pour la réalisation de mon mémoire porte sur la maladie de Parkinson. Le choix fut déterminé par mon intérêt et ma curiosité pour le champ kinésithérapique de la neurologie. Au cours de mes stages, notamment dans des centres de rééducation, j'ai eu l'occasion de prendre en charge des patients atteints de la maladie de Parkinson avec une symptomatologie et des répercussions différentes. Pour poursuivre la réflexion sur ce sujet, j'ai effectué des recherches qui ont renforcé ma curiosité et l'envie d'approfondir mes connaissances sur cette pathologie neurologique. Par ailleurs, un évènement personnel m'a fortement encouragé à me tourner vers la kinésithérapie de la maladie de Parkinson et à en comprendre tous les enjeux et les spécificités.

Si, pour le grand public, les mots « maladie de Parkinson » évoquent immédiatement les tremblements, la symptomatologie est pourtant bien plus diverse et complexe (1). La plupart des patients pris en charge sur les terrains de stage bénéficiaient de soins de kinésithérapie avec, pour objectifs, l'amélioration de la mobilité articulaire, de la marche et des activités en double tâche. Après avoir repéré les différents troubles de cette affection neurologique, j'ai porté initialement mon analyse sur les éléments contribuant à la déambulation fonctionnelle. Pour affiner le sujet traité, il m'est apparu pertinent de cibler ma question de recherche sur les troubles de l'équilibre. Ces derniers ne répondent pas ou que faiblement au traitement médicamenteux de la maladie de Parkinson ; ils rendent donc essentielle l'intervention d'un kinésithérapeute. Dans cette optique, je me suis intéressée aux différentes techniques de rééducation actuelles et leur apport dans la rééducation de la composante d'équilibre de ces patients. Parmi elles, c'est le recours à la réalité virtuelle qui m'a interpellée. Bien qu'elle soit d'utilisation récente et en plein essor, elle semble être un outil prometteur de rééducation. Plusieurs hypothèses sont soulevées comme la possibilité de préparer le patient aux diverses situations écologiques auxquelles il peut être confronté dans sa vie quotidienne, tout en proposant des activités ludiques permettant d'entretenir la motivation du patient atteint d'une pathologie chronique. Néanmoins, il n'existe pas encore de consensus sur le recours et la manière d'utiliser la réalité virtuelle comme outil de rééducation (2). Ces éléments soulèvent un questionnement sur l'intérêt de la réalité virtuelle dans la rééducation des troubles de l'équilibre du patient atteint de la maladie de Parkinson.

Afin d'argumenter ces propos, nous ferons d'abord un rappel physiopathologique de la maladie de Parkinson et de la neurophysiologie de l'équilibre. Puis, nous développerons la notion de réalité virtuelle et ses modalités d'utilisation dans la rééducation neurologique. Nous établirons une synthèse des données issues de nos recherches pour faire un point sur la population étudiée, le type d'intervention mis en place et les variations des scores et paramètres d'équilibre qui en découlent. Nous discuterons ensuite de l'efficacité, de la mise en place et des caractéristiques de cette intervention en gardant un regard critique sur les données recueillies. Pour conclure cette revue, nous aborderons des perspectives relatives à cette thématique de recherche.

## **1. Cadre conceptuel**

### **1.1. Maladie de Parkinson**

#### **1.1.1. Épidémiologie**

A l'occasion de la journée mondiale de la maladie de Parkinson (MP), qui se déroule le 11 avril, de nombreuses conférences et rassemblements permettent de faire un état des lieux et d'assurer une surveillance épidémiologique de cette pathologie. En France, le nombre de malades atteints de la maladie de parkinson idiopathique (MPI) est d'environ 200 000 personnes. Selon Santé Publique France, le taux de prévalence était de 2,5 patients pour 1000 personnes en 2015 (3). Compte tenu du vieillissement de la population, ces chiffres devraient croître dans les années à venir. D'après le site du ministère des Solidarités et de la Santé, 25 000 nouveaux cas sont recensés chaque année, dont 83% après 50 ans. S'il s'agit de la 2<sup>e</sup> maladie neurodégénérative après la maladie d'Alzheimer, elle constitue aussi la 2<sup>e</sup> cause de handicap moteur chez les adultes après les Accidents Vasculaires Cérébraux (AVC) (4). L'âge moyen du diagnostic est de 58 ans. Dans 5 à 10% des cas, les patients présentent leurs premiers symptômes avant 40 ans : on parle alors de forme précoce. Exceptionnellement, la maladie peut débuter avant l'âge de 20 ans ; qualifiée de « juvénile », elle est souvent marquée par un contexte héréditaire (1). La fréquence de la maladie augmente progressivement avec l'âge jusqu'à 80 ans ; plus de la moitié des patients ont plus de 75 ans. Elle serait en outre 1,5 fois plus fréquente chez l'homme que chez la femme. Quant à la distribution géographique, le rapport de fréquence réalisé par Santé Publique France en 2018 démontre une hétérogénéité sur le territoire de la prévalence et de l'incidence de la MP. Les taux de prévalence standardisés sur l'âge et le sexe par région

oscillent entre 1,52 et 2,80 pour 1000 personnes. Ces taux sont notamment augmentés dans 2 régions : les Hauts-de-France et Provence-Alpes-Côte d'Azur (5).

D'un point de vue économique, l'Assurance Maladie statue que les dépenses attribuées à la prise en charge (PEC) de la MP s'élèvent à 1,092 milliard d'euros (soit 0,7% des dépenses tous régimes confondus). De cette somme, 841 millions d'euros sont destinés aux soins de ville (77%), 204 millions d'euros pour les dépenses hospitalières (19%) et 47 millions d'euros pour les autres prestations (4%) (6).

Selon les prédictions pour 2030, l'incidence des patients atteints de cette pathologie neurologique pourrait augmenter de 56% comparativement aux dernières données de 2015 (7). On estime qu'environ 260 000 personnes suivront un traitement pour la MP en France, soit 1 personne sur 120 chez les plus de 45 ans.

### **1.1.2. Anato-mo-physio-pathologie**

Le système extrapyramidal (ou sous-cortical) correspond à l'ensemble des noyaux gris centraux, point de départ de fibres nerveuses motrices et de fibres efférentes. Les noyaux sont situés dans les régions sous-corticales et sous-thalamiques. Une lésion du système nerveux central (SNC) peut être à l'origine d'un syndrome pyramidal ou extrapyramidal. La MP est un exemple de dysfonction extrapyramidale. Qualifiée d'affection neurodégénérative centrale d'évolution progressive, elle touche les neurones dopaminergiques des noyaux gris centraux. Bien que l'atteinte de la voie nigro-striée soit la cause principale de la MP, d'autres systèmes dopaminergiques et non-dopaminergiques peuvent être lésés. La variation du degré de lésions entre les différents groupes de neurones est en grande partie responsable de la diversité des formes cliniques observées. D'un point de vue historique, J. PARKINSON construisit un tableau clinique, dénommé « Paralyse tremblante », expliqué un siècle plus tard par la découverte de la dépigmentation de la substance noire par TRETIAKOFF en 1919. En 1963, HORNYKIEWICZ met en relation ces lésions avec la manifestation symptomatologique de la maladie (8).

Les lésions dopaminergiques se localisent essentiellement dans le mésencéphale, où l'on retrouve plusieurs groupes de neurones dopaminergiques :

- La substance noire (*nigra pars compacta*) : située dans la partie ventrale du mésencéphale, juste derrière le pédoncule cérébral. Elle comporte le plus de cellules et ses neurones assurent l'innervation du striatum.

- La région médiale et médio ventrale : leurs efférences sont destinées préférentiellement au cortex frontal et au système limbique.
- Le groupe dopaminergique A8.
- La région périaqueducale.

La perte neurale est caractérisée par une réelle hétérogénéité dans le mésencéphale et au sein même de la substance noire, où 75% des neurones sont détruits. La conséquence de la destruction des neurones de la substance noire est la dénervation en dopamine du striatum, directement responsable de la symptomatologie clinique spécifique retrouvée dans la MP. Compte tenu des variations dans la dénervation du striatum, on comprend alors les différences de lésions de la substance noire observées au début de la maladie. Initialement, les symptômes initiaux sont focalisés et le syndrome akinéto-rigide est fréquemment localisé au niveau d'un membre inférieur. Pour rappel, le contrôle moteur du membre inférieur s'effectue dans le striatum dorsolatéral, tandis que le striatum ventral contrôle, quant à lui, la motricité du membre supérieur et de la face (8).

Si l'étiologie principale de la MP est inconnue, elle serait d'origine multifactorielle avec des facteurs prédictifs génétiques et environnementaux. Les facteurs de risque environnementaux comprennent le milieu industriel (avec les solvants organiques, les métaux lourds et le manganèse) et le milieu rural (avec les pesticides organochlorés et la consommation d'eau de puits) (9). D'un point de vue génétique, ce serait l'alpha-synucléine (protéine présente dans les terminaisons synaptiques) qui serait responsable de la neurodégénérescence de la MP. Elle est notamment impliquée dans la modulation de la transmission synaptique, dans la synthèse de la dopamine et dans la régulation de son transporteur. On lui accorde aussi un rôle dans la survie et la trophicité neuronale. En cas de mutation ou de production excessive de la protéine alpha-synucléine, celle-ci devient toxique et enclenche une neurodégénérescence (8).

La dégénérescence des neurones dopaminergiques est responsable d'un déficit en dopamine cérébrale. Pour comprendre la physiopathologie de la MP, il s'agit dans un premier temps d'analyser le fonctionnement physiologique de la dopamine et de ses récepteurs. La dopamine est une catécholamine, autrement dit une substance jouant le rôle d'hormone ou de neurotransmetteur. Retrouvée abondamment dans le cerveau, la synthèse de cette catécholamine se déroule au niveau des neurones mésencéphaliques de la substance noire. Elle a pour rôle la régulation de diverses fonctions physiologiques dont les mouvements volontaires, la coordination du mouvement et la sécrétion

d'hormones hypophysaires. L'activation des récepteurs membranaires de la dopamine et leur interaction avec les protéines G sont indispensables pour qu'elle exerce son effet biologique. Dans son ouvrage de neurologie, M. DULAC énumère cinq sous-types de récepteurs à la dopamine : D1, D2, D3, D4, D5. Ils sont répartis en deux sous-catégories (10) :

- Famille des récepteurs de type D1 (D1-like) : comporte les récepteurs D1, D5.
- Famille des récepteurs de type D2 (D2-like) : comporte les récepteurs D2, D3, D4.

Les neurones à l'origine de la production des récepteurs D1-like appartiennent à la voie directe (nigro-striée), tandis que les neurones produisant les récepteurs D2-like appartiennent à la voie indirecte (striato-pallidale). Physiologiquement, la voie directe active le striatum entraînant une libération d'Acide Gamma Aminobutyrique (GABA) responsable d'une inhibition du thalamus. Puisque le thalamus est inhibé, il ne transmet plus de stimuli au cortex moteur, ce qui empêche la réalisation de mouvement. A l'inverse, la voie indirecte est responsable d'une inhibition du striatum ; bloquant ainsi la libération de GABA. Le thalamus peut donc envoyer des stimuli au cortex moteur, assurant la transmission des ordres moteurs et la réalisation des mouvements. L'activité coordonnée des deux voies est indispensable aux mouvements volontaires et à leur contrôle.

Pour résumé, le déficit de la voie nigro-striée est responsable d'une anomalie de la boucle nigro-striato-pallido-thalamo-corticale dont la conséquence est le défaut d'excitabilité des cortex moteur et prémoteur (Cf. Figure 1). Dans la MP, la destruction de la voie nigro-striée est responsable d'une diminution de la sécrétion de dopamine au niveau de la substance noire. Le défaut d'activation des récepteurs D2 inhibiteurs entraîne une stimulation du striatum suivie d'une absence d'inhibition du GABA. Cela engendre une hypoactivité thalamique et corticale motrice. Le dysfonctionnement de la boucle est à l'origine d'une diminution de la transmission des ordres moteurs ainsi que de troubles de la motricité extra-pyramidale (10).

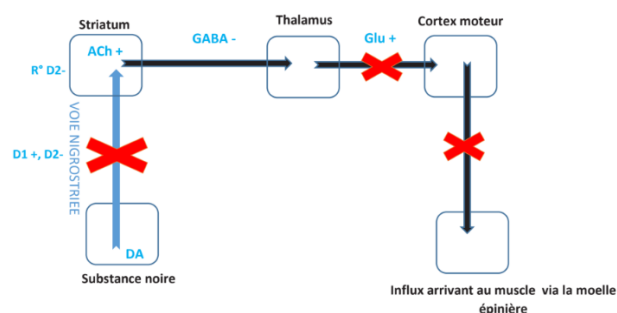


Figure 1 : Dysfonctionnement de la boucle thalamo-corticale (10).

### **1.1.3. Symptomatologie**

La MP repose sur un diagnostic clinique et ne requiert aucun examen complémentaire si sa présentation symptomatologique est typique. La particularité de cette pathologie est qu'il s'agit d'un diagnostic d'exclusion, posé après une amélioration des symptômes par un traitement dopaminergique. Elle se manifeste cliniquement par ce qu'on appelle la triade parkinsonienne. Unilatérale ou asymétrique, elle est définie par l'akinésie, la rigidité plastique et les tremblements de repos. A noter que les premiers signes moteurs de cette triade ne surviennent que lorsqu'il y a une perte d'au moins 50% des neurones dopaminergiques. Si la dégénérescence progressive touche les neurones dopaminergiques de la voie nigro-striée, elle s'accompagne également d'autres dysfonctions expliquant la survenue de signes moteurs et non-moteurs (11).

#### **1.1.3.1. Les signes moteurs (12)**

Les trois symptômes piliers de la MP comprennent l'akinésie, la rigidité plastique et les tremblements de repos. Les tremblements de repos sont un signe initial de la maladie dans 60 à 70% des cas, cela signifie qu'ils peuvent être tout de même absents de la symptomatologie parkinsonienne. Le tremblement se présente sous forme d'oscillations rythmiques, régulières, de faible amplitude et de rythme lent (4 à 6 mouvements par seconde). Il est asymétrique distal puisqu'il débute au niveau des mains et des pieds. Certains facteurs comme le stress (émotions), la fatigue et le calcul mental (travail en double tâche) viennent majorer ces tremblements. S'ils sont de meilleur pronostic, ils sont très invalidants socialement. L'akinésie et l'hypertonie extrapyramidales sont souvent associées au début de la maladie : on parle de syndrome akinétohypertonique. On définit l'akinésie comme un retard à l'initiation motrice. Elle est associée plus précisément à une bradykinésie marquée par l'atteinte de la vitesse du mouvement et l'hypokinésie qui se révèle par une perte d'amplitude des mouvements. L'akinésie est responsable de perturbations des tâches automatiques mais aussi des mouvements volontaires. Les manifestations cliniques au niveau du membre inférieur seront la marche à petits pas, les festinations et le freezing. Ils sont responsables d'une fatigabilité à la marche et d'un risque élevé de chutes. A cela s'ajoutent la micrographie et la perte du ballant du membre supérieur mais aussi des troubles de la parole avec une diminution du débit et un ton monocorde. L'hypertonie musculaire a la particularité d'être asymétrique, à prédominance sur les muscles fléchisseurs ; cela explique notamment l'attitude voûtée en triple flexion du patient parkinsonien. Elle est dite



« plastique » ou « en tuyau de plomb » ou encore « en roue dentée ». Tout comme les autres signes, elle est majorée par la fatigue et le stress. La présence d'une hypertonie plastique est de mauvais pronostic fonctionnel puisqu'elle entraîne une perte d'autonomie plus rapide. Elle peut être mise en évidence par le « signe du poignet figé » ou la « manœuvre de Froment ». Lors de ce test, le thérapeute effectue des mouvements passifs au poignet du patient et lui demande de réaliser des mouvements volontaires avec le membre supérieur controlatéral à celui testé. Dès que le patient va initier le mouvement volontaire, la rigidité de son poignet va s'accroître (13).

Si on utilise souvent le terme « triade symptomatique » pour évoquer les symptômes de la MP, il existe pourtant d'autres signes moteurs caractéristiques et fréquemment rencontrés. Les dyskinésies et les fluctuations motrices sont des effets secondaires fortement liés aux traitements antiparkinsoniens. Pour rappel, les dyskinésies sont des mouvements anormaux volontaires secondaires à une stimulation dopaminergique trop importante par rapport à la fenêtre thérapeutique optimale. Elles peuvent affecter le quotidien du patient et ses relations avec autrui. Les fluctuations motrices peuvent être liées aux traitements médicamenteux ou apparaître spontanément avec la présence de facteurs comme le stress ou la fatigue. On définit alors deux phases qui reflètent ces fluctuations : la phase ON et la phase OFF. En phase ON, le patient présente un état moteur stable et relativement « normal » tandis que la phase OFF est responsable d'une perte de contrôle de l'état moteur avec réapparition des symptômes parkinsoniens (Cf. Figure 2).

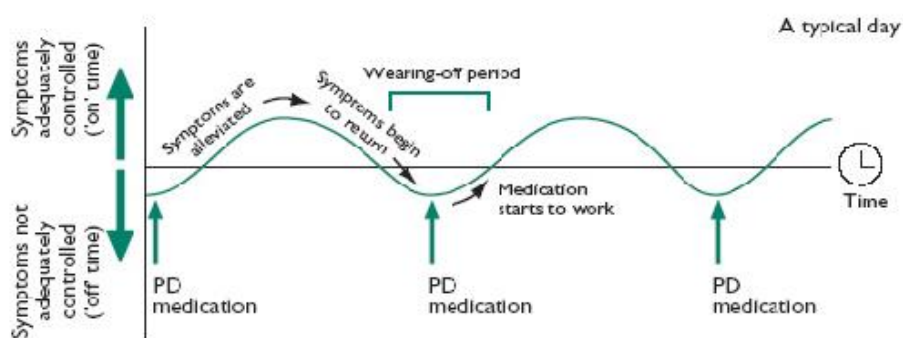


Figure 2 : Représentation schématique des fluctuations motrices lors des phénomènes ON/OFF (14).

Enfin, nous retrouvons dans la symptomatologie motrice ce qu'on appelle des « signes axiaux » comme les troubles de l'équilibre et l'instabilité posturale. Les déformations de la posture, fréquentes et invalidantes, incluent entre autres la camptocormie, le syndrome de Pise, l'antécolis ainsi que la scoliose. A l'origine d'une

altération de l'équilibre, les troubles du contrôle postural sont en lien avec une perte des réflexes de correction posturale. L'instabilité posturale est décrite par L. DEFEBVRE comme « l'un des signes cardinaux » de la MP (12). Son apparition dans l'évolution de la pathologie est néanmoins plus tardive. Physio-pathologiquement, elle est la conséquence d'une détérioration des réactions posturales correctrices et de la perte de coordination entre la posture et le mouvement. Cette détérioration est elle-même consécutive à une altération de perception des référentiels posturaux verticaux. L'observation de la morpho statique du patient met en évidence une attitude posturale typique en rétropulsion, particulièrement visible en position debout mais qui se manifeste aussi en position assise. Le patient a une attitude générale en flexion, le dos courbé, la tête penchée en avant, les hanches et les genoux sont fléchis et les bras collés au tronc. Les pieds peuvent aussi rester « ancrés » dans le sol et entraîner des chutes vers l'avant (15). La rétropulsion est majorée par l'importance du temps passé en station assise et/ou allongée du fait de l'appui postérieur permanent. Cette anomalie posturale est à l'origine d'un handicap fonctionnel puisqu'elle rend complexe entre autres le relevé de chaise, les retournements et les demi-tours. Elle est aussi un facteur de risque de chute avec possibilité de traumatismes potentiellement handicapants.

Les troubles de la marche tout comme les troubles de l'équilibre sont également des signes axiaux. Les perturbations de la marche du patient parkinsonien comprennent une réduction de longueur et de la hauteur des pas, compensée par l'augmentation de la cadence du pas, et la perte du ballant du bras (unilatérale le plus souvent). Le « freezing » est défini par l'arrêt brutal et involontaire de la marche. Il s'accompagne dans certains cas de « festinations » qui désignent la réalisation de petits pas sur place donnant l'impression que le patient court après son centre de gravité. Il apparaît notamment au démarrage de l'action, aux changements de directions et à l'approche d'obstacles et de passages étroits. Il est majoré par le stress, la peur, la fatigue mais peut aussi se déclencher à la suite de stimuli visuels ou auditifs par exemple. Le freezing est responsable de limitations d'activités et de restriction de participation puisqu'il se déclenche notamment à la réalisation de double tâche. Les signes axiaux ont la particularité de n'être que peu voire pas du tout sensibles aux traitements dopaminergiques. D'autres thérapeutiques comme la PEC kinésithérapique sont donc indispensables (16).

### 1.1.3.2. Les signes non-moteurs

Les signes moteurs sont depuis longtemps au centre de la PEC de la MP. Il existe pourtant des troubles non-moteurs qui s'avèrent bien plus nombreux que les troubles moteurs. D'après CHAUDHURI et al., en 2006, il existe plus de 56 signes différents (17). Moins connus, leur diagnostic et leur PEC se révèlent plus difficiles. Si les troubles non-moteurs sont très souvent négligés, les patients les ressentent comme plus gênants et très invalidants. Il en découle un impact majeur sur la qualité de vie (QDV) du patient. CHAUDHURI et al. propose de classer les troubles non-moteurs de la manière suivante (17) :

- Les troubles neuropsychiatriques : on y retrouve majoritairement la dépression, puis l'anxiété et les troubles psychotiques (hallucinations, troubles compulsifs, démence) ;
- Les troubles du sommeil : insomnie, syndrome des jambes sans repos et troubles du comportement en sommeil paradoxal (50% des cas) ;
- Les troubles dysautonomiques : très nombreux, les plus fréquents sont l'hypersalivation (80% des cas), l'hypotension orthostatique (60% des cas) et les troubles gastro-intestinaux dont la constipation (60% des cas) ;
- Les troubles cognitifs : dans 80% des cas, ils se manifestent par une lenteur cognitive, une baisse de l'attention et de la concentration, des troubles de la mémoire ou encore dysexécutifs ;
- Autres troubles : la douleur et la fatigue sont prépondérants parmi les symptômes du patient parkinsonien.

Parmi ce panel de symptômes, certains s'avèrent être des signes précurseurs de la maladie. C'est le cas des troubles du comportement en sommeil paradoxal, de la constipation, des troubles de l'odorat et du goût et la dépression. POEWE et al. retrace l'histoire naturelle de la MP au travers d'une figure (*Cf. Figure 3*). Elle permet de visualiser l'apparition des signes à la fois moteurs et non-moteurs selon les stades d'évolution de la maladie dans le temps (18).

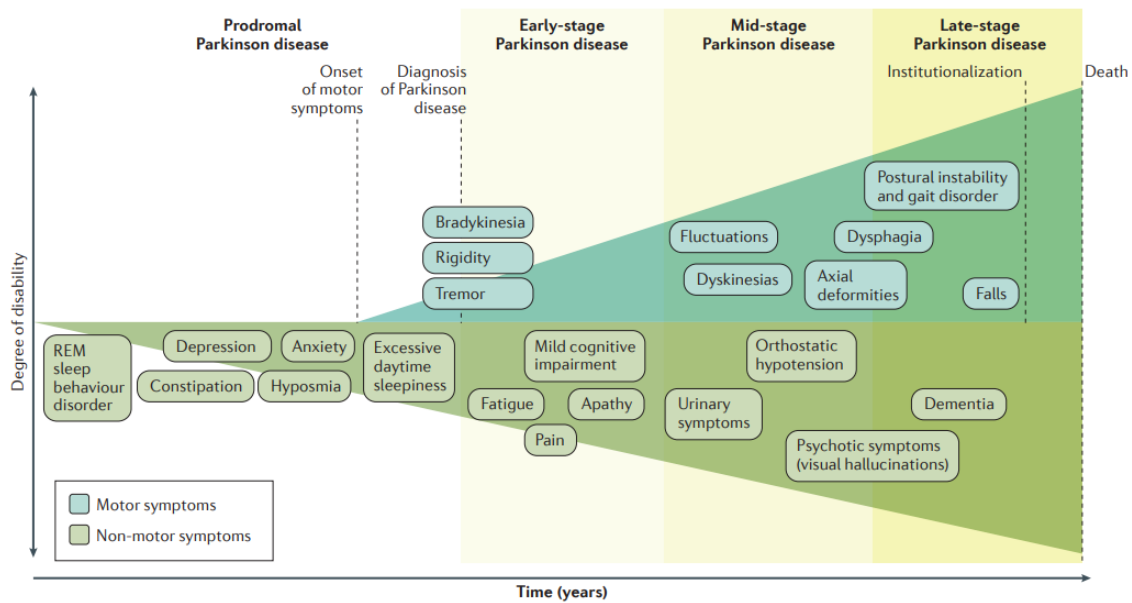


Figure 3 : Histoire naturelle de la maladie de Parkinson (18).

## 1.1.4. Traitements

### 1.1.4.1. Le traitement médicamenteux

Plusieurs facteurs vont moduler la mise en place du traitement médicamenteux de la MP. C'est notamment le cas de l'âge, de la symptomatologie et de la plainte fonctionnelle du patient. Quel que soit le traitement mis en place, l'objectif est de corriger les symptômes du patient et d'en limiter les répercussions sur sa vie quotidienne. La particularité du traitement est la nécessité de suivre un arbre décisionnel afin d'obtenir un traitement individualisé et adapté à chaque patient. Il vise à rétablir une concentration « normale » de dopamine dans le cerveau. Après l'introduction d'un traitement, la posologie est adaptée de manière croissante jusqu'à trouver un bon équilibre entre efficacité et tolérance (10). On dénombre 4 classes de traitements médicamenteux (19) :

- La L-Dopa et inhibiteur de la dopa décarboxylase : il s'agit du traitement de référence dans la MP puisqu'il s'avère être le plus actif. Précurseur de la dopamine, la Lévodopa est décarboxylée en dopamine dans le cerveau et stockée dans les neurones. Le médicament contient également des substances inhibitrices qui ont pour fonction d'empêcher sa dégradation pour prolonger sa durée d'action. Malheureusement, l'efficacité du traitement s'estompe inéluctablement au cours des années ; on appelle ce phénomène « lune de miel ». Elle est aussi à l'origine de dyskésies. Elle est plutôt réservée pour les sujets de plus de 70 ans et/ou les sujets pour lesquels les autres traitements sont mal tolérés ou inefficaces.

- Les agonistes dopaminergiques (AD) : ce sont des substances qui agissent comme la dopamine. Ils sont prescrits en première intention chez le sujet jeune ou en association avec la L-dopa pour en diminuer les doses. Les AD ont pour avantages d’avoir des effets de plus longue durée et une moindre fréquence de complications motrices. Cependant, ils sont responsables d’effets indésirables fréquents et variés tels que les nausées, les vomissements, les hallucinations, les troubles de la compulsion et l’addiction.
- Les inhibiteurs de Mono-Amine-Oxydase B (MAOB) : ils sont utilisés en monothérapie au stade précoce de la maladie lorsque les symptômes ne sont que peu gênants pour le patient. On les associe également à la L-Dopa lors de l’apparition des fluctuations motrices. Leur action consiste à inhiber la MAOB afin d’empêcher la dégradation de la dopamine. Il existe aussi des inhibiteurs de la Catéchol-O-Méthyl-Transférase (COMT) avec le même principe d’action.
- Les anticholinergiques : il assure un blocage de l’acétylcholine, substance dont l’action est opposée à celle de la dopamine.

La sécrétion physiologique de la dopamine est faite de manière pulsatile, ce qui est très difficile à reproduire avec les médicaments. Cela explique que les doses soient fractionnées pour éviter les variations de sécrétions et pour rester dans une zone thérapeutique. Néanmoins, plus on avance dans la maladie, plus la zone thérapeutique devient étroite et l’ajustement du traitement difficile.

#### **1.1.4.2. Le traitement chirurgical**

Le traitement chirurgical proposé dans la MP repose sur la technique de stimulation cérébrale profonde (SCP). Elle consiste à appliquer un courant électrique sur certains noyaux gris centraux via des électrodes implantées dans l’encéphale. Le but est d’inhiber l’activité au niveau des zones stimulées par le courant électrique. On stimule le noyau ventral intermédiaire du thalamus pour réduire les tremblements, le pallidum interne pour lutter contre les dyskinésies et le noyau sous-thalamique pour agir globalement sur la triade parkinsonienne. La SCP va permettre de réduire les prises médicamenteuses et leurs complications. Pour que l’intervention soit effectuée, il faut remplir les critères suivants : être patient très dopa-sensible ; avoir peu ou pas de comorbidités ; motivation importante. Il convient de préciser que le patient qui bénéficie de ce traitement chirurgical suivra tout de même une PEC rééducative identique au patient traité par la pharmacologie (20).

A ces traitements s'ajoutent aussi la mise en place de pompes portables dans les stades avancés ou en cas d'échec des thérapies précédemment évoquées. Pour illustrer ce traitement, nous pouvons prendre l'exemple de la pompe Apokinin indiquée chez les patients parkinsoniens présentant des fluctuations dans l'efficacité de la L-dopa. La perfusion continue permet de maintenir le patient dans la fenêtre thérapeutique optimale au cours de la journée et dans la nuit (21). Il existe aussi le médicament Duodopa qui est administré sous forme de gel dans l'intestin par une pompe portable. Il permet de pallier le déficit en dopamine dans certaines zones cérébrales pour agir notamment sur la rigidité et les tremblements (22).

### **1.1.5. Echelles et questionnaires : bilan de la MP**

De nombreux questionnaires et échelles sont utilisés dans le bilan et le suivi de la MP. Les échelles présentées ci-dessous sont celles actuellement recommandées.

→**UPDRS** [ANNEXE A] : Unified Parkinson Disease Rating Scale (23–25)

Echelle multidimensionnelle, c'est un outil de référence pour quantifier l'évolution de la pathologie et l'efficacité des traitements proposés. Elle comporte 6 sections et son score maximal est de 199 points correspondant à une atteinte grave. L'échelle MDS-UPDRS a été mise au point dans les années 2000 afin de compenser les limites de la première version. Elle se divise en 4 catégories avec 51 items :

- Partie 1 : expériences non-motrices de la vie quotidienne
- Partie 2 : expériences motrices de la vie quotidienne
- Partie 3 : examen moteur
- Partie 4 : complications motrices.

Tous les items sont cotés de 0 à 4 (0 = normal ; 1 = minime ; 2 = léger ; 3 = modéré ; 4 = sévère) et précisent dans quelle phase se trouve le patient (ON/OFF). Son utilisation concerne aussi bien le bilan initial (état des lieux des symptômes) que le suivi de l'évolution de la pathologie et la mesure de son impact sur la vie quotidienne. La posture et la stabilité posturale sont évaluées dans la section III (examen moteur).

→**Echelle de HOEHN et YAHR** [ANNEXE B] : (8)

Echelle d'évaluation globale, initialement partie intégrante de l'échelle UPDRS, elle est maintenant évaluée à part. Elle permet de déterminer le stade évolutif de la maladie par une classification des signes cliniques et des symptômes en 5 stades (0 = normal à 5 = grabataire). Elle montre une bonne corrélation avec la section III de l'UPDRS.

→**PDQ-39** : Parkinson's Disease Questionnaire 39 (12,26)

Echelle fonctionnelle permettant l'évaluation de 39 items répartis en 8 dimensions, sur le mois précédent la réalisation du bilan. Les 8 dimensions concernent la mobilité, les Activités de Vie Quotidienne (AVQ), le bien être affectif, la gêne psychologique, le soutien social, les troubles cognitifs, la communication et l'inconfort physique. Il s'agit en réalité d'une auto-évaluation. Chaque item se cote entre 0 (normal) à 4 (perturbation maximale). Les avantages de cette échelle sont le fait qu'elle soit fiable, validée, simple et rapide d'utilisation.

### **1.1.6. Diagnostic différentiel : MP et syndromes parkinsoniens**

D'après le guide du parcours de soins de la MP, proposé par la Haute Autorité de Santé (HAS) en septembre 2016, elle serait la cause la plus fréquente de syndrome parkinsonien (9). Son évolution est ponctuée par 4 phases témoignant de la progression et du retentissement sur la QDV du patient atteint de cette pathologie neurodégénérative.

- 1<sup>e</sup> phase ou « phase initiale » : L'annonce du diagnostic qui, pour rappel se fait généralement aux environs de 60 ans. Des symptômes peuvent déjà être ressentis par le patient, mais ils n'étaient pas encore reliés à une étiologie particulière. Il convient de préciser que lors de l'apparition des premiers signes moteurs, la maladie a déjà commencé à s'installer bien avant puisque plus de 50% des neurones dopaminergiques sont déjà atteints. Lors de cette phase initiale, on décrit une période qualifiée de « lune de miel » et s'étendant sur plusieurs années (de 5 à 8 ans en moyenne). Durant cette période, le traitement proposé permet au patient de n'être que peu ou non gêné et de pouvoir mener une vie pratiquement normale.
- 2<sup>e</sup> phase ou « phase d'état » : c'est durant cette phase que les complications motrices et non motrices commencent à apparaître. Elle est marquée par l'apparition de blocages (« freezing »), de mouvements anormaux (dyskinésie et dystonies), de troubles de la marche et de la posture, de l'équilibre mais aussi d'autres symptômes comme la bradykinésie et hypokinésie, l'hypotension orthostatique, des troubles respiratoires mixtes et des difficultés en double tâche et des automatismes.
- 3<sup>e</sup> phase ou « phase avancée » : aggravation des symptômes majorant le handicap fonctionnel. Elle est marquée par des troubles posturaux importants, une marche quasi impossible, des déséquilibres et chutes fréquentes, un déconditionnement à

l'effort et une perte de mobilité mais aussi une dysphonie et des troubles respiratoires.

– 4<sup>e</sup> phase ou « phase tardive » : marquée par un déclin moteur considérable conduisant le patient à la grabatisation.

La MPI est à distinguer des autres syndromes parkinsoniens. Le Syndrome Parkinsonien est un syndrome clinique qui se manifeste et se caractérise par la triade suivante : tremblement, akinésie et hypertonie. On appelle « syndrome » l'ensemble de symptômes et signes dont le groupement correspond à une entité nosologique. En fait, la MPI représente 80% des cas de Syndromes Parkinsoniens. Les syndromes « Parkinson + » ou « atypiques » associent, quant à eux, les symptômes de la MPI à d'autres symptômes comme les syndromes cérébelleux, pyramidal, bulbaire, oculomoteur, cortical ou encore l'hypotension orthostatique. Les signes évocateurs d'un syndrome parkinsonien atypique sont entre autres l'absence d'asymétrie, la prédominance axiale, les chutes et dysautonomie précoces et l'absence de réponse à la L-dopa. Parmi les syndromes parkinsoniens atypiques, nous pouvons citer l'Atrophie Multi-Systématisée (AMS), la Dégénérescence Cortico-Basale (DCB), la Paralyse Supra nucléaire Progressive (PSP) et la Démence à Corps de Lewy (DCL) (15,27).

## **1.2. La rééducation dans la maladie de Parkinson**

### **1.2.1. Prise en charge rééducative du patient parkinsonien**

Les principes de la PEC rééducative de la MP varient vraisemblablement selon les stades d'évolution de la pathologie. On établit couramment trois stades d'évolution de la MPI. Lors du premier niveau (« lune de miel ») (stades I et II de HOEHN & YAHR), le rôle du thérapeute est de prodiguer des conseils pour l'hygiène de vie mais aussi d'optimiser les capacités du patient et ses apprentissages, notamment à travers la pratique d'une activité physique régulière. La deuxième phase de rééducation (stade III de HOEHN & YAHR) vise à entretenir les capacités du patient, à pallier les déficiences qui se manifestent ainsi qu'à proposer des stratégies d'adaptation. Il faut tenir compte des fluctuations consécutives au traitement dopaminergique. Le troisième niveau (stade IV et V de HOEHN & YAHR) repose sur le maintien de l'autonomie dans les AVQ, une adaptation des aides du patient et la limitation de l'apparition et/ou de l'aggravation des troubles orthopédiques (28).

Le niveau 1 s'accompagne de symptômes discrets qui n'impactent que faiblement la QDV du patient. Le but de la PEC est d'éduquer le patient pour assurer une bonne



hygiène de vie limitant le retentissement des symptômes. La rééducation consiste également en un maintien des activités physiques régulières pour développer les capacités cardio-respiratoires et optimiser la mobilité, l'équilibre et la posture. Il est alors proposé des exercices d'équilibre, de marche avec obstacles, d'auto-grandissement et d'assouplissement sans oublier un travail de renforcement musculaire plutôt effectué en condition aérobie (28).

Dans le niveau 2, l'apparition des fluctuations du traitement médical entraîne ce qu'on appelle les phases « ON » et « OFF », phases qui se succèdent au cours de la journée. L'akinésie peut alors se manifester à travers une augmentation de la rigidité, des tremblements, de la fatigue et des troubles moteurs. Les objectifs du kinésithérapeute sont alors d'entretenir les capacités fonctionnelles du patient, de solliciter les capacités cognitives et de stimuler de nouvelles stratégies. Les axes de travail portent sur la marche, l'équilibre et les réactions parachutes ainsi que le renforcement des muscles favorisant l'ouverture et l'assouplissement des muscles hypo extensibles. Les mobilisations permettent quant à elles le maintien d'un état orthopédique satisfaisant et le soulagement de la douleur. L'éducation thérapeutique constitue également une approche primordiale de la rééducation (28).

En phase 3, l'objectif est de maintenir un maximum d'autonomie dans les AVQ. Le kinésithérapeute propose donc des exercices à visée fonctionnelle et des aides pour pallier les incapacités. Il participe également à des actions de prévention à la fois par l'adaptation de l'environnement du patient pour réduire le risque de chutes, mais aussi par la surveillance des troubles respiratoires tels que les troubles de déglutition. Il intervient en phase finale de la maladie pour la douleur, les rétractions et les raideurs articulaires (28,29).

Quoi qu'il en soit, l'intervention en kinésithérapie se doit d'être la plus précoce possible. En raison de la diversité des symptômes et de la variabilité des retentissements cliniques, il est essentiel de proposer des programmes riches, variés et adaptés à chaque patient. L'individualisation est un point clé dans l'approche rééducative de la MPI. Les objectifs se tournent principalement vers l'autonomie dans les AVQ et l'amélioration de la QDV. Puisque qu'il s'agit d'une pathologie neurologique chronique, la mise en place d'une auto-rééducation s'avère indispensable et positionne le patient comme acteur de sa PEC (29).

### **1.2.2. Signes d'alerte**

Tout au long de la PEC des patients parkinsoniens, le masseur-kinésithérapeute doit surveiller l'apparition d'évènements que l'on qualifie de « signes d'alerte ». Parmi ces signes, nous retrouvons notamment le déséquilibre du traitement qui se manifeste par des fluctuations motrices. Ces dernières peuvent être responsables d'une limitation invalidante des activités quotidiennes du patient et d'une régression de ses capacités motrices et fonctionnelles. Par ailleurs, le patient peut être amené à chuter de manière répétitive, ce qui requiert une surveillance des possibles blessures et autres complications consécutives à ces chutes. L'hypotension orthostatique se manifeste fréquemment lors de l'évolution de la pathologie mais peut néanmoins être la conséquence d'un traitement récent (origine iatrogénique) devant être réévalué et adapté au patient. Enfin, le praticien doit être alerté par la survenue de troubles du comportement telles que les conduites addictives liées à la prise des traitements médicamenteux dopaminergiques. Elles se manifestent par une addiction aux jeux d'argent, une hypersexualité ou une hyperactivité du patient. Avec l'évolution de la pathologie, d'autres troubles du comportement peuvent se manifester comme les hallucinations visuelles, la démence et la confusion (20).

## **1.3. L'équilibre et le contrôle postural**

### **1.3.1. Physiologie**

Chez l'Homme, le terme « posture » renvoie à la position globale de tous les segments du corps superposés du sol à la tête, à un moment donné. Le système postural repose sur des interactions entre les informations sensorielles, les stratégies motrices et l'influence cognitive. Pour réaliser une activité motrice malgré la gravité et en évitant la chute, deux éléments du système postural sont indispensables (20,30,31):

- L'orientation posturale : capacité à maintenir un rapport équilibré entre les segments corporels et l'environnement pour la réalisation d'une tâche. Elle assure la coordination des différentes forces qui s'appliquent sur le corps humain de sorte à garder une position stable (debout ou assis). Cela requiert l'intégration des informations environnementales et la correction du positionnement des segments corporels pour préserver l'équilibre dans toute activité.
- La stabilité posturale : capacité à maintenir ou rétablir l'équilibre par le maintien de la projection verticale du centre de masse à l'intérieur du polygone de sustentation. Elle assure la station érigée de l'individu (par rapport à la verticale) et

régule les oscillations posturales (par rapport à la surface terrestre). Elle résulte de l'interaction entre le système nerveux et le système musculosquelettique.

Si l'orientation et la stabilité posturale sont décrites comme des fonctions, l'équilibre est plutôt défini comme un « état ». Il correspond à l'état dans lequel le contrôle postural permet à l'individu d'assurer ces deux fonctions, indépendamment de la posture adoptée.

Dans son ouvrage sur la rééducation neurologique, A. PALLOT décrit les éléments contribuant à l'équilibre : l'individu (fonctions motrices, sensorielles et cognitives), la tâche posturale (statique, proactive ou réactive) et l'environnement dans lequel elle se déroule. Une perturbation de leurs interactions peut mener à une altération du contrôle postural pouvant avoir comme conséquence la chute (20). L'équilibre est donc primordial aux activités quotidiennes. Il nécessite une gestion des perturbations posturales, notamment en position debout (où les délais sont extrêmement courts). Une réorganisation posturale rapide est assurée par des synergies musculaires autour de trois stratégies motrices posturales (32) :

- Stratégie de cheville : déplacement de l'ensemble du corps autour des chevilles.
- Stratégie de hanche : déplacement simultané et opposé des articulations des hanches et des chevilles.
- Stratégie verticale/initiation du pas : mobilisation des articulations du membre inférieur.

En cas de déséquilibre ou de perturbation de la posture, deux mécanismes physiologiques interviennent pour les corriger : la réaction posturale et l'ajustement postural anticipé. La mise en jeu de la réaction posturale ne survient qu'après un certain délai dans la mesure où elle doit au préalable recevoir les informations sensorielles issues de la perturbation pour pouvoir ensuite s'y ajuster. La répétition et le caractère prédictif de la perturbation peut permettre à la correction de s'améliorer et au système nerveux de l'anticiper. En revanche, l'ajustement postural anticipé permet une correction anticipée, autrement dit avant la survenue de la perturbation, de l'équilibre et de la posture (33,34).

### **1.3.2. L'équilibre chez le patient parkinsonien**

Les ganglions de la base jouent un rôle clé dans le système d'état d'équilibre. Leur atteinte dans la MP se manifeste donc naturellement par des anomalies de la stabilité posturale. Parmi les mécanismes à l'origine de cette instabilité, nous pouvons citer les

troubles de la coordination posturale, les perturbations des ajustements posturaux et de l'anticipation, le manque de stabilité lors d'activités en double tâche et le défaut d'intégration des afférences sensorielles (31).

L'ouvrage de A. MORAND met en évidence une atteinte de la fonction posturale dans l'évolution de la MP. Le patient adopte une attitude dite « en skieur », qui additionnée à la perte des réflexes parachutes réactionnels et aux déséquilibres, majore le risque de chutes (28). Il est important de noter que ces troubles de l'équilibre sont responsables de limitations de la marche, tout comme les troubles de la marche limitent réciproquement l'équilibre (35). Typiquement, la marche parkinsonienne se caractérise par une perturbation de toutes ses composantes : perte du ballant des bras et de la dissociation des ceintures, festination et freezing, diminution de la hauteur et de la longueur du pas et demi-tours en bloc (Cf. Figure 4). Si le contrôle de l'équilibre pendant la marche requiert un schéma locomoteur fonctionnel, les troubles de l'équilibre postural sont en réalité des facteurs d'instabilité de la marche chez le patient parkinsonien (8).

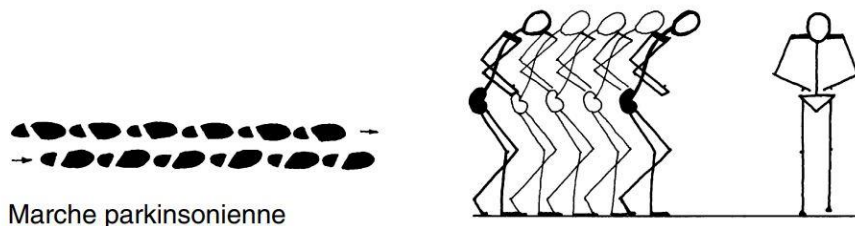


Figure 4 : Représentation de la marche et attitude typiques du patient parkinsonien (36).

### 1.3.3. Les échelles d'évaluation de l'équilibre

Les études scientifiques, dont la population étudiée est atteinte de la MP, analysent les résultats obtenus en se basant sur des échelles de mesures. Le recours à ces échelles permet de quantifier et/ou qualifier des données afin de faciliter la comparaison et l'interprétation des résultats. S'il existe différents outils de mesure pour évaluer l'équilibre du patient parkinsonien, ils sont majoritairement non spécifiques à la MPI. Parmi les échelles couramment utilisées, on retrouve notamment :

→ **Echelle d'équilibre de Berg (BBS)** [ANNEXE C] : (37,38)

L'échelle d'équilibre BBS est une mesure objective des capacités d'équilibre du patient. Elle peut être utilisée comme outil de dépistage et / ou d'évaluation des troubles de l'équilibre. Elle évalue l'équilibre statique et dynamique à travers 14 items cotés entre 0 et 4. Le score total sur 56 permet d'évaluer le risque de chute et le recours

nécessaire à une aide technique. Si cet outil a été développé initialement pour mesurer l'équilibre chez la personne âgée, il est désormais utilisé pour diverses pathologies. D'après une étude de QUTUBUDDIN et al., publiée en avril 2005, il existe une corrélation cohérente entre les résultats du BBS et les scores UPDRS et HOEHN & YAHR. Cette corrélation soutient la validité clinique du BBS dans l'évaluation de l'équilibre de la population parkinsonienne.

→**Timed Up and Go Test (TUGT)** : (39,40)

Le TUGT est un outil de dépistage des capacités de mobilité, d'équilibre et de déplacements locomoteurs chez les personnes âgées avec des troubles de l'équilibre. L'évaluation repose sur une succession de tâches motrices séquentielles dont l'outil de mesure est le temps. Ce test mesure en secondes le temps qu'il faut à l'individu pour se lever d'un fauteuil, marcher sur 3 mètres, faire demi-tour et retourner s'asseoir. Plus le temps d'exécution de l'activité est long, plus le déficit de mobilité physique est élevé. Un temps supérieur à 30 secondes révèle un risque de chute élevé.

→**Tinetti** : (41)

Le test de Tinetti comporte deux parties : un score d'équilibre (Tinetti statique) et un score de marche (Tinetti dynamique). Le score final maximal est de 28 points. Un score inférieur à 20 est un indicateur de risque de chute très élevé. Ce test permet d'évaluer les anomalies d'équilibre et de marche de la personne âgée dans les AVQ.

→**Functional Reach Test (FRT)** : (42)

D'après l'article de L. WAROQUIER-LEROY publié en 2014, le FRT est l'une des méthodes d'évaluation du risque de chute les plus communément utilisées. Il évalue la stabilité vers l'avant de l'individu debout, qui tend volontairement son bras vers l'avant le plus loin possible, tandis que les deux talons doivent rester en contact avec le sol. Le score est obtenu en mesurant la distance entre la position de départ et d'arrivée du bout des doigts. Il est considéré comme fiable et facilement reproductible en inter-examineur et dans le temps. Par ailleurs, son score est corrélé au déplacement antéropostérieur du centre de pression. Un score anormalement faible est un indicateur de risque de chute.

→**Dynamic Gait Index / Functional Gait Assessment (DGI / FGA)** : (43,44)

Le DGI est un outil qui mesure la capacité du patient à adapter son équilibre pendant la marche en réponse à des perturbations externes. Le FGA est un test comprenant 10 items pour évaluer la stabilité posturale dans différentes tâches pendant

la marche. Il s'agit d'une modification du DGI et de ses 8 items pour réduire son effet plafond et augmenter la confiance accordée aux résultats. Ils comprennent une évaluation de la marche en condition stable, avec changements de vitesse, avec mouvements de tête associés, lors de franchissements d'obstacles et de demi-tours ou encore dans les escaliers. Ces tests ont une échelle de cotation de 4 points, allant de « 0 = niveau fonctionnel faible » à « 3 = niveau fonctionnel élevé ». Les scores maximum sont respectivement de 24 points pour le DGI et 30 points pour le FGA. De manière générale, un score faible met en évidence des performances faibles avec déficits de stabilité posturale sévères.

→ **Activities-specific Balance Confidence (ABC)** [ANNEXE D] : (45,46)

Il s'agit d'un questionnaire d'auto-évaluation de 16 items destiné aux personnes âgées et/ou présentant des pathologies neurologiques. Il permet d'auto-évaluer le niveau d'équilibre et de confiance dans les AVQ en intérieur et extérieur. Chacun des items est coté sur une échelle de 11 niveaux, allant de 0% (aucune confiance) à 100% (confiance totale). Le score total est obtenu en faisant la moyenne des scores individuels. Si le score est inférieur à 50%, on considère que l'individu présente un faible niveau de fonctionnement physique.

→ **Balance Evaluation Systems Test (BESTest)** : (47,48)

Créé en 2009, le BESTest comporte 36 items répartis en 6 sections : les contraintes biomécaniques, la limite antérieure, les ajustements posturaux anticipés, les réponses posturales, les préférences sensorielles et l'analyse de la marche. Chacun des items est coté de 0 (pire performance) à 3 (meilleure performance). Fiable et validé, seul ce test permet de déterminer l'origine du déficit d'équilibre. Il est notamment destiné aux patients atteints de pathologies neurologiques comme la MP.

#### **1.3.4. La rééducation des troubles de l'équilibre**

Les troubles de l'équilibre font partie des signes axiaux de la MPI. La difficulté dans la PEC de ces signes axiaux réside dans le fait qu'ils ne sont pas ou peu Dopasensible ; il y a donc une mauvaise réponse des troubles de l'équilibre aux traitements médicamenteux, ce qui explique que les patients soient fréquemment adressés aux kinésithérapeutes. La rééducation joue donc un rôle central dans la PEC des patients parkinsoniens dans la mesure où l'instabilité posturale est l'un des problèmes majeurs rencontrés dans cette pathologie et à l'origine de chutes et d'une morbidité conséquente (49). Les études s'accordent à dire qu'elle montre des bénéfices sur l'instabilité

posturale et les risques de chutes qui y sont liés. La rééducation que l'on qualifie de « conventionnelle » est axée de façon globale sur les étirements et la souplesse articulaire (agonistes / fléchisseurs surtout), le renforcement musculaire spécifique (antagonistes / extenseurs et rotateurs externes d'épaule) et le travail en aérobie (lutte contre la fatigue et le déconditionnement). La sollicitation verticale posturale (travail de la posture), la stimulation des automatismes posturaux et l'utilisation des indices sensoriels externes sont des techniques visant plus spécifiquement l'amélioration de l'équilibre du patient. Une évaluation clinique initiale individuelle du patient permettra d'identifier les déficits et de proposer un traitement adapté au patient. Les principes de rééducation de cette pathologie neurologique dégénérative reposent effectivement sur une individualisation de la PEC ainsi qu'une rééducation dosée, patiente et progressive (50). La rééducation de l'équilibre requiert que les stratégies thérapeutiques mises en place respectent les principes d'adaptation individuelle, de progression et de sécurité du patient.

#### **1.4. La réalité virtuelle, qu'est-ce que c'est ?**

##### **1.4.1. Définition**

Le terme « réalité virtuelle » est un véritable oxymore utilisé pour décrire un monde paradoxal entre la réalité et le virtuel. C'est dans son livre « Le théâtre et son double » qu'A. ARTAUD utilise pour la première fois ces termes. Si la dimension technologique n'est pas encore incluse à l'époque, c'est dans le début des années 1960 avec le « Sensorama » de M. HEILLIG que le concept prend un usage technologique. Les définitions de la réalité virtuelle sont multiples et évolutives. On retiendra notamment celle de BOZEC de 2017 qui décrit la réalité virtuelle comme « générée par des moyens informatiques et simulant la réalité physique » (51).

D'après FUCHS, en 1997, « *la finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne [...] une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel* ». La définition de la réalité virtuelle repose sur deux mots-clés : l'immersion et l'interaction. Cette technologie se base sur l'immersion d'une personne dans un monde virtuel et sur l'interaction du sujet, autrement dit, sa capacité d'agir dans le monde virtuel. On ne peut pas parler de réalité virtuelle si ces deux conditions ne sont pas réalisées, elles doivent l'être au moins partiellement. Le principe de fonctionnement de la réalité virtuelle repose sur une boucle en environnement virtuel

interactif, qui est en fait l'équivalent de la boucle « perception, cognition, action » de l'Homme dans l'environnement réel (Cf. Figure 5).

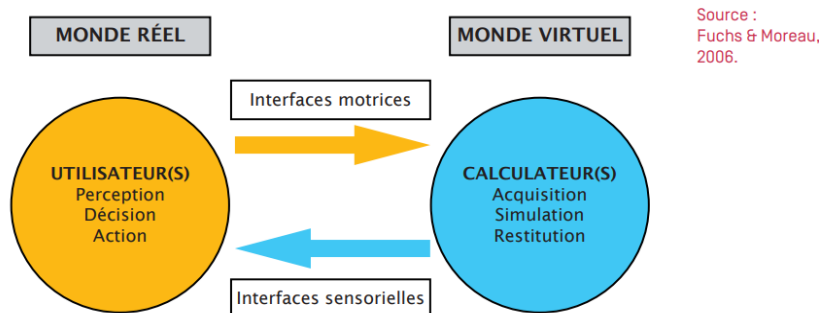


Figure 5 : La boucle « perception, cognition, action » passant par le monde virtuel.

L'utilisateur du dispositif agit sur l'environnement virtuel par ses actions (des gestes ou des déplacements) captées par des interfaces motrices. Ces informations motrices sont reçues par le calculateur qui organise alors les modifications de l'environnement virtuel et des informations sensorielles (indiqués visuels, sonores, mesures, ...) sont retransmises à l'utilisateur. Il existe néanmoins deux paramètres pouvant perturber le déroulement de la boucle du monde réel et par conséquent, le sujet lui-même : la latence et les incohérences sensori-motrices. On appelle « latence » l'intervalle de temps entre l'action de l'utilisateur et le retour des informations sensorielles après la modification de l'environnement virtuel. Les incohérences sensori-motrices représentent aussi un obstacle à la qualité de la boucle (52).

D'un point de vue technique, la réalité virtuelle exploite l'informatique pour créer un environnement virtuel interactif dans lequel peut agir l'utilisateur. L'informatique produit une simulation dynamique des éléments du monde virtuel (objets ou personnages virtuels) tout en respectant les lois physiques et comportementales. Les interfaces matérielles dites « comportementales » se composent d'interfaces sensorielles, motrices et sensori-motrices. Les interfaces « sensorielles » transmettent au sujet toutes les variations du monde virtuel à travers ses sens. Les interfaces « motrices » transmettent les actions motrices du sujet à l'ordinateur. Quant aux interfaces « sensori-motrices », elles assurent les échanges d'informations dans les deux sens (52).

Les dispositifs de réalité virtuelle se répartissent en trois catégories selon le degré d'immersion qu'ils proposent : les systèmes non immersifs, les systèmes semi-immersifs et les systèmes immersifs. Tous ces systèmes permettent le retour en temps réel des informations (53). Dans un système non immersif, l'environnement virtuel est



classiquement projeté sur un écran d'ordinateur standard ou sur un mur. L'interaction du sujet se fait au moyen d'une souris, d'un joystick ou bien d'une télécommande. La différence réside notamment dans le fait que l'utilisateur n'est pas totalement isolé de l'environnement réel. A l'opposé, nous retrouvons la réalité virtuelle immersive où l'utilisateur est « plongé » dans un environnement en 3D générée par un ordinateur (54).

Comme le décrit la figure ci-dessous (*Cf. Figure 6*), les dispositifs d'entrée et de sortie des données varient d'un système à l'autre. Les dispositifs d'entrée comprennent des souris d'ordinateur, des claviers ou des joysticks pour la réalité non immersive ; des manettes et des capteurs pour la réalité semi-immersive et des gants et des commandes vocales pour le système immersif total. Quant aux dispositifs de sortie, ils peuvent aller d'écrans standards de haute résolution (système non-immersif) aux visiocasques (système totalement immersif) en passant par de larges écrans et systèmes de projection (système semi-immersif). Plus le degré d'immersion est élevé, plus l'interaction est importante (55).

Types of VR systems			
VR system	Non-immersive VR	Semi-immersive VR	Fully-immersive VR
Input devices	Mice, keyboards, joysticks and trackballs.	Joystick, space balls and data gloves.	Gloves and voice commands.
Output devices	Standard high-resolution monitor	Large screen monitor, large screen projector system, and multiple television projection systems	Head mounted display (HMD), CAVE
Resolution	High	High	Low-medium
Sense of immersion	Non-low	Medium-high	High
Interaction	Low	Medium	High
Price	Lowest cost VR system	Expensive	Very expensive

**Figure 6** : Tableau descriptif des différents types de réalité virtuelle et de leurs caractéristiques (55).

### 1.4.2. Apport de la réalité virtuelle dans la rééducation

Bien qu'elle soit plutôt récente et en pleine émergence, la réalité virtuelle se répand de plus en plus dans le domaine de la santé, d'autant que ses indications sont de plus en plus nombreuses. D'après une publication de l'Ordre des masseurs-kinésithérapeutes en juillet 2020, la réalité virtuelle est un outil qui s'adresse à tout type de patients (des enfants aux personnes âgées) et s'applique dans de nombreuses affections : en neurologie (maladie d'Alzheimer, troubles cognitifs, AVC, MP), en traumatologie, en rhumatologie mais aussi dans le cadre de la rééducation vestibulaire et de l'équilibre (56).

Elle offre notamment de nouvelles perspectives dans le domaine de la rééducation. Dans la pratique kinésithérapique, son utilisation permet à la fois la réalisation de bilans et la proposition d'exercices de traitement. Plusieurs études sur le

sujet s'attache à démontrer que le retour accru d'informations visuelles (notamment lors de séances de réalité virtuelle) permettrait une meilleure planification et exécution du programme moteur et renforcerait les possibilités d'ajustements moteurs (57). SEVERIANO et al. explique notamment que l'exposition des stimuli, au moyen de la réalité virtuelle, favorise la neuroplasticité du SNC. Les stimuli permettent de corriger ou d'apporter des informations sensorielles potentiellement absentes ou altérées chez les patients parkinsoniens. Cela peut générer de nouvelles interactions favorisant l'apprentissage et l'activation de nouvelles connexions neuronales (58).

Les points forts de cet outil de rééducation sont l'individualisation des programmes proposés, la progressivité des niveaux de difficultés et l'intensité des tâches à effectuer. Tous ces paramètres contribuent à éviter la mise en échec et la lassitude du patient. En effet, selon une étude de ABBRUZZESE et al. (2015), le programme se doit d'être axé sur les objectifs mais de nombreuses variables sont à définir comme l'intensité, la complexité et la spécificité des exercices proposés. Le programme doit s'adapter aux caractéristiques de chaque patient (2). La réalité virtuelle présente des avantages à la fois pour le patient, le masseur-kinésithérapeute et la rééducation de la pathologie (Cf. *Tableau 1*) (49,59).

**Tableau 1** – Avantages de la réalité virtuelle pour la rééducation de la MP et ses protagonistes.

<b>Patient</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Retour par feedback visuel et auditif</li> <li>– Focalisation attentionnelle détournée</li> <li>– Aspect ludique pour accroître sa motivation et le sortir de la routine de soins</li> <li>– Variété des exercices qui lutte également contre l'ennui</li> <li>– Travail en situation écologique</li> <li>– Exercices actifs : patient acteur de sa PEC</li> </ul>
<b>Masseur-kinésithérapeute</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Construction d'un programme selon les objectifs thérapeutiques</li> <li>– Evaluation de la progression par des données qualitatives et quantitatives</li> <li>– Suivi en temps réel des performances du patient</li> </ul>
<b>Rééducation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Répétition de gestes pour une automatisation</li> <li>– Travail analytique à global</li> </ul>

Malheureusement, elle présente toutefois ses limites. Il se peut que le patient n'adhère pas à la proposition thérapeutique ou ne supporte pas la perturbation sensorielle que provoque la réalité virtuelle. Elle peut notamment être la source de perturbations de l'équilibre ou d'une confusion psychologique. Par ailleurs, certains facteurs pourraient facilement compromettre la généralisation de son usage comme le coût élevé des dispositifs immersifs et les modalités d'apprentissage requises à son utilisation (59).

## **2. Méthodologie**

### **2.1. Format de la revue de littérature**

Débuter l'élaboration d'un mémoire nécessite au préalable d'identifier la forme qu'il va suivre et les critères qu'il convient de respecter. Les revues de littérature sont des études dites « secondaires » puisqu'elles consistent à faire une synthèse des informations recueillies dans les études primaires (60). La réalisation de notre revue de littérature suit la méthodologie IMRaD (*Introduction, Methods, Results, and Discussion*) couramment utilisée pour structurer la rédaction de mémoires et d'articles scientifiques.

### **2.2. Méthodologie de recherche**

#### **2.2.1. Elaboration de la question de recherche et objectifs de la revue**

La lutte contre la MP est un véritable enjeu de santé publique, d'autant que les prévisions montrent une importante croissance du nombre de patients atteints. C'est pourquoi il apparaît pertinent de poursuivre les recherches pour actualiser nos connaissances théoriques et pratiques quant à sa PEC rééducative. La rééducation par la kinésithérapie est un axe essentiel dans le parcours de soins du patient atteint de la MP. Complémentaire au traitement médicamenteux, nombreuses sont les techniques utilisées et permettant, entre autres, une amélioration et/ou un maintien des capacités motrices et non motrices du patient. Si la réalité virtuelle voit ses débuts dans les années 1960, son utilisation dans le domaine de la santé n'est que récente et en plein essor. L'apparition d'un nouvel outil kinésithérapique soulève inévitablement des questions quant à son efficacité et sa pertinence dans nos pratiques professionnelles. Il convient également d'analyser sa faisabilité et mise en œuvre dans nos interventions quotidiennes.

La première étape requiert de délimiter le sujet de ce mémoire et formuler la question de recherche qui seront la base de construction de notre travail. Comme l'explique A. PALLOT dans son ouvrage Evidence Based Practice en rééducation, la nature des critères varie selon le type de question ciblée (60). Dans le cas présent, il s'agit d'une question thérapeutique pour laquelle nous utilisons le modèle PICO (*Cf. Tableau 2*) (61).

**Tableau 2** – Définition des critères PICOS pour formuler la question de recherche.

<b>P</b>	<u>Patient/Problème</u>	MPI
<b>I</b>	<u>Intervention</u>	Réalité virtuelle immersive et non-immersive en clinique
<b>C</b>	<u>Comparaison</u>	Thérapie conventionnelle OU avant/après la réalité virtuelle
<b>O</b>	<u>Outcomes/Résultats</u>	Echelles / mesures des paramètres d'équilibre
<b>S</b>	<u>Schéma d'étude</u>	(à affiner par la suite)

La réalisation du mémoire a pour objectif de refléter la démarche réflexive sur le sujet abordé. Les premières recherches menées dans la littérature scientifique témoignent de la disponibilité des études et de l'actualité de l'utilisation de la réalité virtuelle dans la rééducation de la MP. Afin de définir la stratégie méthodologique qui sera appliquée, plusieurs questions se posent comme le profil du lecteur à qui s'adresse la revue, les objectifs de la revue et les points à mettre en avant. L'intérêt escompté pour le métier de masseur-kinésithérapeute est d'évaluer au travers de ce mémoire la pertinence de l'utilisation de la réalité virtuelle dans la PEC rééducative d'un patient parkinsonien. Cela permettra d'apporter aux connaissances théoriques une analyse scientifique et enrichissante quant à sa mise en pratique masso-kinésithérapique. Au fur et à mesure des lectures, plusieurs objectifs reviennent fréquemment comme la potentielle amélioration de la marche et de l'équilibre du patient parkinsonien. Nous décidons de concentrer notre travail sur les paramètres d'équilibre du patient, d'autant que les troubles de l'équilibre ne répondent pas toujours aux traitements médicamenteux.

Au travers de cette revue de littérature, nous établirons donc un état des lieux de la validité scientifique de la réalité virtuelle et de ses effets sur les troubles de l'équilibre du patient parkinsonien. En effet, il s'agit de déterminer si l'outil de rééducation qu'est la réalité virtuelle repose sur des fondements scientifiques solides et s'il répond à la demande d'une amélioration des paramètres de l'équilibre dans le cadre d'une MP.

A la suite de ces réflexions, **nous cherchons à comprendre les fondements scientifiques de l'utilisation de la réalité virtuelle dans la rééducation des patients atteints de la maladie de Parkinson, ainsi que son efficacité potentielle pour améliorer les scores et les paramètres d'équilibre.**

### **2.2.2. Mots-clés**

Les mots-clés utilisés ont été traduits du français vers la langue anglaise avec l'outil HeTOP et répertoriés dans le tableau suivant (*Cf. Tableau 3*).

**Tableau 3** – Mots-clés utilisés pour la recherche dans les bases de données.

Terme français	Terme anglais
« Maladie de Parkinson »	« Parkinson disease »
« Réalité virtuelle »	« Virtual reality »
« Equilibre »	« Postural balance »
« Rééducation »	« Rehabilitation » / « Physiotherapy »

### **2.2.3. Bases de données**

Les recherches d'articles scientifiques ont été effectuées sur plusieurs bases de données : Pubmed, Cochrane, Scopus, PEDro et Web of Science. D'autres bases de recherche ont été consultées mais n'ont pas fourni de résultat correspondant à notre équation de recherche, ou répondant à nos objectifs de mémoire. La consultation de nombreux ouvrages dans les bibliothèques universitaires ont permis d'étayer les données scientifiques sur le sujet abordé et de justifier les éléments développés.

### **2.2.4. Equation de recherche**

Les équations de recherche sont construites à partir des mots-clés précédemment retenus et des opérateurs booléens « AND » et « OR » pour associer les termes clés entre eux. L'opérateur booléen NOT n'a pas été utilisé de façon à conserver l'exhaustivité de la sélection des études. Nous avons placé des guillemets pour unir les termes « parkinson disease » afin que la base de données ne recherche que des articles portant sur la MP et non sur d'autres maladies. Nous avons fait de même pour le terme « virtual reality ». En revanche, nous avons fait le choix de ne pas lier « postural » et « balance » afin de ne pas être trop sélectif, d'autant que ces termes peuvent être indépendants. Le terme « postural » n'a pas été intégré dans l'équation de recherche sur PEDro car il limitait fortement le nombre d'articles obtenus, d'autant que certains semblaient pertinents pour ce travail.

L'utilisation de la réalité virtuelle comme outil de rééducation dans le champ de la kinésithérapie est de plus en plus étudiée, ce qui explique le choix de placer le curseur des dates de publication des articles du 1<sup>e</sup> janvier 2013 au 31 décembre 2022. Cela permet de suivre l'évolution des réflexions sur la pertinence de cet outil au cours des dix dernières années. Aucun filtre n'a été appliqué concernant le type d'articles afin de prendre connaissance des données issues de différents schémas d'études. Les recherches ont été menées de novembre 2022 à début février 2023.

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des équations de recherche utilisées dans les différentes bases de données consultées, ainsi que le nombre de résultats obtenus à la suite de ces recherches (Cf. *Tableau 4*). Le nombre de résultats total sur l'ensemble des bases de données s'élève à 170 articles.

**Tableau 4** – Synthèse des équations de recherche pour chaque base de données et nombre de résultats ressortis.

Bases de données	Equations de recherche	Résultats
Pubmed	« parkinson disease » AND « virtual reality » AND postural balance AND (rehabilitation OR physiotherapy)	48
Scopus		59
Web of Science		16
Cochrane	« parkinson disease » AND « virtual reality » AND postural balance AND rehabilitation	33
Pedro	parkinson disease* virtual reality* balance* rehabilitation	14
<u>Nombre total d'articles</u> :		<b>170</b>

### 2.3. Critères d'éligibilité

Pour mener notre analyse et établir des bases de comparaison entre les différents articles, il convient de déterminer des critères d'éligibilité, indispensables à la sélection des articles dans le diagramme de flux. Ces critères ont été affinés au cours du processus de sélection et notamment après la lecture intégrale des articles. Nous avons opté pour cette méthodologie plus rigoureuse pour ne pas omettre d'articles comportant des informations clés sur le sujet traité. C'est notamment le cas du schéma d'étude qui a été affiné avant l'inclusion des articles dans la revue de littérature. Dans cette optique, nous avons défini des critères d'inclusion afin de délimiter le sujet traité (Cf. *Tableau 5*).

**Tableau 5** – Critères d'inclusion.

<u>Dates de publication</u>	≤ 10 ans d'ancienneté, soit de 2013 à 2022
<u>Langue</u>	Anglais ou français
<u>Disponibilité</u>	Texte en intégralité et résultats disponibles
<u>Population</u>	– Patients atteints de la MPI – ≥ 18 ans – Sans pathologie ou trouble autre associé – Pas de restriction sur le sexe, la durée et sévérité de la pathologie
<u>Intervention</u>	– Type d'intervention principale : rééducation par la réalité virtuelle immersive ou non-immersive – Cadre : en clinique – Mise en œuvre : seule ou associée à une thérapie conventionnelle
<u>Comparaison</u>	– A la thérapie conventionnelle – Avant/après l'intervention de réalité virtuelle
<u>Outcomes</u>	Au moins une échelle/paramètre d'équilibre utilisé(e) et évalué(e)
<u>Schéma d'étude</u>	Revue systématique avec ou sans méta-analyses

Nous avons débuté le processus d'exclusion par la suppression des doublons. Puis, nous avons exclu les titres et abstracts ne répondant pas aux critères PICO établis initialement. Enfin, les études qui remplissaient les critères suivants ont été exclues (Cf. *Tableau 6*) :

**Tableau 6** – Critères d'exclusion.

<u>Dates de publication</u>	Publications antérieures à 2013
<u>Langue</u>	Article non disponible en version anglaise ou française
<u>Disponibilité</u>	Textes non disponibles en intégralité et manque de données sur les résultats
<u>Population</u>	– Patients atteints d'autres pathologies neurologiques/sujets sains – < 18 ans
<u>Intervention</u>	– Type d'intervention principale : autre que la réalité virtuelle – Cadre : à domicile
<u>Comparaison</u>	– Absence de groupe contrôle – A un traitement autre qu'un traitement de rééducation physique
<u>Outcomes</u>	Résultats ne comportant aucune mesure des paramètres de l'équilibre
<u>Schéma d'étude</u>	Articles de revue, études pilote, études de cohorte, études préliminaires, Essais Contrôlés Randomisés, essais cliniques, protocole, revues d'expert ou narratives

## 2.4. Sélection des études

La sélection des études suit une méthodologie précise qui s'organise en plusieurs étapes. L'ensemble de ce processus est représenté à travers un diagramme de flux (Cf. *Figure 7*) qui synthétise les quatre étapes de la méthode PRISMA (*Preferred Reporting Item for Systematic Review and Meta-Analysis*).

A partir des équations précédemment définies (Cf. *Tableau 4*), nous interrogeons les cinq bases de données sélectionnées, sans oublier d'appliquer le filtre relatif à l'intervalle des dates de publication. Le nombre total de résultats, autrement dit, toutes bases confondues, s'élève à 170 articles. Tous les articles ont été recueillis dans le logiciel Zotero et organisés en dossiers afin de procéder à la suppression des doublons et définir la bibliothèque définitive de notre revue de littérature. La phase de sélection débute par la suppression des doublons. Cette dernière a été effectuée manuellement. Cela nous permet d'exclure 76 articles et de réduire la sélection à 94 résultats. La majorité des articles analysés étaient disponibles immédiatement et gratuitement. Seuls quelques-uns, également gratuits, ont nécessité une demande auprès des auteurs.

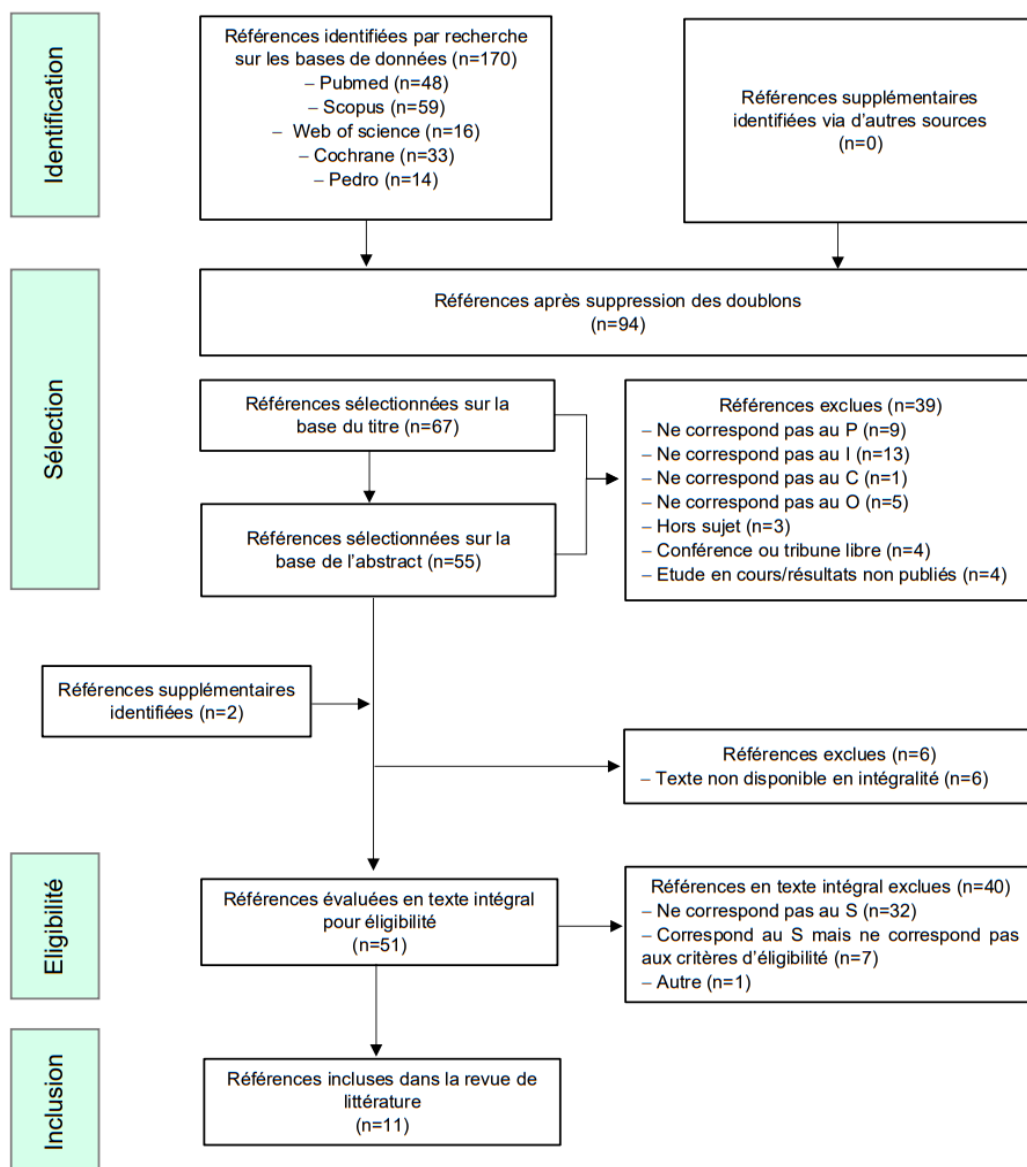


Figure 7 : Diagramme de flux PRISMA, qui illustre l'ensemble du processus de sélection des études.

Une fois que les doublons ont été éliminés de la sélection, la deuxième étape de tri consiste à parcourir les titres d'articles puis les résumés (*abstracts*). Nous retenons les articles uniquement si les titres semblent en rapport avec notre question de recherche. Si nous avons un doute sur la pertinence d'un article d'après son titre, nous le conservons pour approfondir son analyse et déterminer s'il est pertinent ou non pour notre revue de littérature. La lecture des résumés nous permet d'éliminer les articles qui ne répondent pas aux critères PICOS. Avec cette sélection, nous disposons de 55 articles. Une liste avec justification des études exclues sur la base du titre et de l'abstract est fournie en annexe [ANNEXE E].



L'étape suivante consiste à lire l'ensemble des 55 articles restants. Six références ont été écartées car leur texte intégral n'était pas accessible. Une analyse minutieuse des textes permet de vérifier s'ils sont pertinents avec le sujet de cette revue, en examinant particulièrement les données relatives à la technique de réalité virtuelle et aux mesures des paramètres d'équilibre dans la population étudiée. Au cours de nos recherches, deux références supplémentaires ont été identifiées comme potentiellement pertinentes pour notre revue de littérature. Nous les avons alors intégrées dans notre diagramme de flux et traitées de la même manière que les études identifiées au début du processus. Cela élève notre échantillon de références à 51 articles.

La phase finale est l'inclusion des études dans notre revue de littérature. Après avoir lu les textes dans leur intégralité, nous décidons d'appliquer un critère d'exclusion sur le schéma d'étude. Nous ne procédons à cette sélection qu'une fois avoir lu tous les articles dont nous disposons. Cette approche nous permet de rester exhaustif et d'avoir une vision globale des données scientifiques présentes dans la littérature. Ainsi, nous retenons uniquement les schémas d'études offrant les preuves les plus solides pour répondre à une question thérapeutique. Nous choisissons de ne conserver que les revues systématiques avec ou sans méta-analyse comprenant des Essais Contrôlés Randomisés (ECR), disponibles et qui respectent nos critères d'éligibilité précédemment établis. Nous avons élaboré un tableau pour vérifier si les études répondent à ces critères [ANNEXE F]. Nous avons fait le choix d'exclure la revue proposée par LU et al. (2022) puisqu'il s'agit d'une vue d'ensemble faisant l'état de revues systématiques et méta-analyses (62). Or, la majorité de ces revues ayant déjà été retenues dans notre sélection, il nous semble plus pertinent de ne pas l'inclure. Cette dernière étape fixe notre échantillon final à 11 références.

### **3. Résultats**

#### **3.1. Présentation et description des études incluses**

Le cheminement de notre sélection nous permet finalement d'inclure 11 études dans notre revue de littérature. Parmi elles, on compte 2 revues systématiques, 8 revues systématiques avec méta-analyses et 1 méta-analyse en réseau d'ECR. Toutes les études ont été publiées entre 2019 et 2022 et ont pris place dans différents pays comme l'Italie, la Chine, le Royaume-Uni, le Pakistan, le Brésil ou encore Taiwan (*Cf. Figure 8*). Une description et synthèse de chaque étude sont proposées sous forme de tableau en annexe [ANNEXE G].



**Figure 8** : Graphiques en secteurs représentant la proportion des études incluses selon l'année de publication et selon le pays de mise en place.

Plusieurs questions de recherche sont soulevées par ces revues systématiques. Afin de guider la prise de décision dans la réadaptation de la MP, *CHEN et al. (2020)* (63) et *TRIEGAARDT et al. (2020)* (64) veulent déterminer de façon générale le rôle à court terme de la réalité virtuelle sur la MP et ses mesures cliniques. L'étude de *WANG et al. (2019)* (65) vise à évaluer son efficacité sur l'équilibre et la marche des patients atteints de la MP. Les mêmes paramètres sont étudiés par *LEI et al. (2019)* (66) qui souhaite fournir une base scientifique pour la réadaptation de la MP en étudiant les effets de la réalité virtuelle. *LI et al. (2021)* (67) et *LINA et al. (2020)* (68) ont pour but d'estimer et synthétiser les preuves de l'efficacité de l'entraînement basé sur la réalité virtuelle dans l'amélioration de l'équilibre et d'autres paramètres comme la fonction motrice, la marche, les AVQ, la QDV et les symptômes dépressifs. Seules les revues systématiques de *SANTOS et al. (2019)* (69) et *WU et al. (2020)* (70) jugent plus spécifiquement l'effet de la Nintendo Wii® et de l'exergaming sur l'équilibre et la QDV des individus touchés par cette maladie. Les dernières références que nous avons incluses mentionnent les effets de l'association ou de l'opposition de cette intervention avec la rééducation classique de la MP. En effet, *SARASSO et al. (2022)* (71) s'intéresse aux bénéfices d'une association de la réalité virtuelle avec l'entraînement conventionnel de l'équilibre par rapport à l'entraînement de l'équilibre seul. Plus récemment, l'étude de *KASHIF et al. (2022)* (72) compare l'application de la RV avec ou sans thérapie conventionnelle pour améliorer l'équilibre, les paramètres de marche et la fonction motrice des patients parkinsoniens. Enfin, *CHUANG et al. (2022)* (73) porte un intérêt à l'utilisation de technologies modernes dans la réadaptation, en établissant une comparaison de l'exergaming et de la réalité virtuelle avec d'autres approches de thérapie conventionnelle.

## 3.2. Critères de jugement

Parmi les études sélectionnées, les critères de jugement sont pour la plupart divisés en critères « primaires » et « secondaires ». Néanmoins, 5 études parmi les 11 incluses ne font pas cette distinction.

### 3.2.1. Critères primaires principaux

En étudiant les critères primaires sur lesquels se focalisent les références conservées, nous retrouvons principalement l'équilibre et la marche.

- L'équilibre : si plusieurs outils de mesure de l'équilibre sont utilisés, l'échelle la plus couramment employée reste la BBS, puisque l'ensemble des études a spécifié son utilisation. Le paramètre d'équilibre est aussi fréquemment évalué par le TUGT, que seuls *SANTOS et al.* et *LI et al.* n'utilisent pas dans leur analyse (67,69). Finalement, peu d'études mesurent les paramètres d'équilibre en se basant sur le centre de masse ou le centre de pression.
- La marche : plus de 50% des études de cette revue de littérature (7 études sur 11) intègrent ce critère de jugement primaire (64–66,68,71–73). La marche met en jeu de nombreux paramètres, ce qui explique notamment la variété des outils utilisés pour son analyse qualitative et/ou quantitative. Majoritairement, les études recourent aux outils suivants : 10-Meter Walk Test pour la vitesse de marche, 6 Minutes Walk Test pour l'endurance à la marche et le DGI et FGA pour la stabilité de la marche. On constate que les critères de marche et d'équilibre se chevauchent dans certains tests dans la mesure où leurs troubles sont réciproquement liés. A cela s'ajoute une étude des paramètres spatiaux de la marche comme la longueur du pas et de la foulée.

### 3.2.2. Critères secondaires principaux

Bien que la littérature issue de nos recherches se concentre essentiellement sur ces critères primaires, nous pouvons extraire des données relatives à d'autres symptômes rencontrés dans la MP. Cela reflète la symptomatologie multiple de cette maladie neurodégénérative, et les conséquences physiques, psychiques et fonctionnelles qu'elle peut avoir. Les critères secondaires portent notamment sur la fonction motrice (UPDRS III), la fonction cognitive (Mini Mental State Examination (MMSE)), la QDV (PDQ-39), les AVQ (UPDRS II ; Modified Barthel Index (MBI)) mais aussi la peur de chuter et la confiance dans l'équilibre (Falls Efficacy Scale-International (FES-I) ; ABC). Plus de 80% des études intègrent l'échelle de confiance dans l'équilibre (ABC). Beaucoup

des revues systématiques, comme celle de *LI et al.* (67), s'intéressent aux symptômes dépressifs et neuropsychologiques des patients parkinsoniens par le biais des échelles Geriatric Depression Scale (GDS), Beck Depression Inventory (BDI), Hamilton-Depression Rating Scale (HAMD) ou encore Hospital Anxiety Depression Scale (HADS).

### **3.2.3. Critères de jugement de notre revue de littérature**

Parmi les critères de jugement cités précédemment, nous avons procédé à une sélection parmi les échelles d'évaluation pour nous permettre à la fois de confronter les données extraites des études et d'orienter leur analyse vers notre question de recherche. Les scores que nous avons retenus sont en accord avec le rapport de la HAS (juin 2016) à propos des modalités de la prise en charge non médicamenteuse des troubles moteurs de la MP (74). Nous synthétisons dans un tableau les scores utilisés dans les études ainsi que la fonction et le nombre de participants qu'ils évaluent [ANNEXE H]. Toutefois, certains critères de jugement peuvent permettre d'évaluer plusieurs fonctions à la fois. Il est à noter que certaines études vont ainsi recourir au même critère de jugement, autrement dit à la même échelle d'évaluation, pour mesurer des fonctions distinctes. C'est notamment le cas des outils d'évaluation DGI et FGA qui sont utilisés pour évaluer la fonction d'équilibre (63,70), la fonction de marche (66,72), ou encore la stabilité pendant la marche (71). De façon similaire, le TUGT est appliqué dans le but de mesurer l'équilibre (63,65,70,72), la fonction motrice (64,68) ou plus précisément la mobilité (66,71). Du fait de l'hétérogénéité des paramètres ciblés par ces outils de bilan, nous décidons d'extraire les données issues de ces échelles même si le paramètre ciblé diffère de la fonction de l'équilibre. L'interprétation des résultats doit donc rester prudente puisqu'aucune étude ne précise sur quel aspect fonctionnel des tests portent leurs affirmations.

- **BBS ou Berg Balance Scale**

L'échelle la plus couramment utilisée parmi les revues systématiques et méta-analyses sélectionnées est la BBS. En effet, 8 références sur 11 ont recours à cette échelle pour mesurer l'impact des interventions expérimentales et/ou de contrôle sur les paramètres de l'équilibre. Seules trois revues (*LEI et al.* ; *LI et al.* ; *CHUANG et al.*) ne renseignent pas le moyen par lequel ils ont évalué l'équilibre (66,67,73). Le recours accru à ce score est soutenu par QUTUBUDDIN et al. qui démontre sa validité clinique dans la MP (37). Ses possibilités d'utilisation comme test de dépistage ou comme

mesure d'évolution des capacités d'équilibre font du BBS un instrument pertinent pour évaluer l'efficacité d'un traitement de rééducation sur les déficits d'équilibre (37). Le changement minimal détectable en pratique clinique varie de 2,8 à 6,6 points (38). Néanmoins, certaines études comme celle de *SARASSO et al.* (71), suggèrent que l'effet plafond du BBS pourrait restreindre la détection de tout changement en cas de déficits d'équilibre plus discrets. L'absence d'évaluation du contrôle postural réactif est également décrit comme une limitation de ce test (75).

- **TUGT ou Timed Up and Go Test**

Tout comme le BBS, le TUGT est étudié dans 8 revues parmi les 11 incluses. Il nous permet de mesurer les progrès de l'équilibre statique et dynamique des patients au cours des interventions de traitement. Les thérapeutes peuvent réaliser un bilan des fonctions d'équilibre en recherchant l'existence d'une démarche ralentie et hésitante, de pertes de l'équilibre dans les transferts et le changement de direction, ainsi que les capacités de se mouvoir. Le changement minimal du TUGT, pour qu'il soit cliniquement significatif, est estimé à 3,5 secondes (76).

- **DGI/ FGA ou Dynamic Gait Index / Fonctionnal Gait Assessment**

La mesure du DGI permet d'évaluer la capacité des participants à maintenir leur équilibre pendant la marche. Il s'agit donc d'un critère de jugement pertinent pour notre revue puisque qu'il évalue la qualité de l'équilibre et du contrôle postural en réponse à des perturbations externes variables. Plus le score diminue, plus le risque de chute et les déficiences du patient sont élevés. Le FGA est intéressant puisqu'il évalue la stabilité posturale pendant la marche et la capacité à exécuter des tâches motrices pendant la marche. Si *PETERSEN et al.* définit le changement minimal détectable du FGA à 4 points pour des patients atteints de la MP (77), le score du DGI doit être supérieur à 2,9 points pour être cliniquement détecté (76).

- **ABC ou Activities-specific Balance Confidence Scale**

L'échelle ABC est utilisée pour évaluer la confiance des individus dans leur capacité à maintenir l'équilibre dans les AVQ. Il s'agit d'un indicateur pertinent pour notre analyse puisqu'il existe une corrélation significative avec la perception de l'équilibre, les performances d'équilibre en unipodal et en tandem, le FRT et le risque de chutes (78).

### 3.3. Synthèse des résultats par thèmes

#### 3.3.1. Population ciblée et ses caractéristiques

Parmi les études sélectionnées, toutes ciblent la même population avec des individus atteints de la MP. En revanche, les caractéristiques de la population sont variables d'une étude à l'autre selon les facteurs suivants : l'âge moyen, le genre, le stade et la durée de la maladie. Seulement 3 études (*CHEN et al.* ; *SANTOS et al.* ; *LI et al.*) imposent des restrictions quant à l'âge (> 18 ans (63,67) ; entre 40 et 80 ans (69)) et le stade Hoehn & Yahr (I à III (63,69) ; I à IV (67)). Par ailleurs, la revue systématique avec méta-analyse de *CHEN et al.* est la seule à préciser durant quelle phase de fluctuations (ON/OFF) se déroulent les évaluations (63). Il s'agit pourtant d'un facteur déterminant dans les soins de kinésithérapie puisque ces phénomènes de fluctuations impactent fortement les capacités motrices du patient. Pour rappel, la phase « ON » correspond à une période où les symptômes sont contrôlés par le bon fonctionnement de la lévodopa tandis que la phase « OFF » est caractérisée par un dérèglement de celle-ci entraînant la réapparition des tremblements, de la rigidité et de la lenteur des mouvements.

Toutes études confondues, le nombre total de participants inclus s'élève à 6 484 individus atteints de la MP. Toutefois, la taille des échantillons oscille quant à elle entre 1 et 130 individus. Il est important de préciser que 81 études intégrées dans les revues systématiques avec ou sans méta-analyses sélectionnées présentent un échantillon limité à moins de 30 participants.

Si 3 études ont imposé des restrictions sur l'âge, toutes les études (à l'exception de *CHEN et al.* (63) qui ne fournit pas cette donnée) n'ont finalement inclus que des adultes. L'âge moyen des individus atteints de la MP dans cette revue de littérature varie de 43 à 91 ans, estimant donc la moyenne d'âge à 67 ans. Néanmoins, on peut noter que la plupart des échantillons de patients parkinsoniens ont une fourchette d'âge entre 60 et 80 ans.

Concernant le genre des individus, nous observons à chaque fois un nombre majoritaire d'hommes. Le ratio, calculé dans 7 des 11 études de notre revue, est d'environ 53 à 64% d'hommes pour 36 à 47% de femmes. Ces renseignements statistiques sont en adéquation avec les données épidémiologiques selon lesquelles les hommes seraient 1,5 fois plus touchés par la MP que les femmes.

Enfin, le stade et la sévérité de la MP sont exprimés à travers l'échelle HOEHN&YAHR et la durée depuis laquelle le diagnostic de la MP a été posée. Le stade d'évolution de la MP est compris entre I et III pour 5 études et I à IV pour 4 études. D'après les cotations de l'échelle, notre revue de littérature s'appuie sur des individus à des stades évolutifs hétérogènes de la maladie (stades I à IV), mais dont l'autonomie dans la marche et la station debout est conservée. La durée de la maladie, lorsqu'elle est renseignée (64,65,69,71,73), est comprise entre 0,29 et 13 ans avec une durée moyenne de 6 à 7 ans pour l'ensemble des études. Cette durée moyenne de progression de la maladie correspond globalement à la jonction entre la phase « initiale » et la phase d'« état » durant laquelle surviennent les complications motrices et non motrices.

### **3.3.2. Intervention de réalité virtuelle et ses modalités**

La question de recherche de ce mémoire vise à étudier les effets de la réalité virtuelle dans la rééducation des troubles de l'équilibre du patient parkinsonien. Néanmoins, chacune des interventions de réalité virtuelle synthétisées ici requiert d'être définie selon plusieurs critères d'application comme le type de système utilisé, l'intensité, la fréquence et la durée totale des interventions.

- Outils / systèmes de RV

Pour apprécier l'effet qu'exerce la « réalité virtuelle » dans la rééducation parkinsonienne, il convient d'examiner la manière dont elle est définie dans les études et les systèmes par lesquels elle est mise en place. La réalité virtuelle est ainsi souvent décrite comme un système d'interface de haute technologie entre l'individu et l'ordinateur (*WANG et al.* (65)). Cette technologie génère alors un environnement virtuel très similaire au monde réel grâce au feedback immédiat et aux multiples canaux sensoriels impliqués (64,65,72). Le niveau d'immersion, élément clé de la réalité virtuelle, reste variable d'une intervention à l'autre. *LINA et al.* appuie l'idée que le degré d'immersion est susceptible d'impacter l'ampleur des améliorations (68). Si la plupart des études retrouvées dans la littérature recourt à des systèmes non immersifs, il semblerait que les systèmes plus immersifs montrent des bénéfices supplémentaires. Cela peut s'expliquer par l'impression pour le patient d'être physiquement plus présent dans le monde virtuel.

En relevant l'ensemble des systèmes utilisés au sein de notre échantillon d'études, il apparaît que les systèmes non spécifiques commerciaux, tels que la Nintendo Wii® ou

la Kinect Xbox<sup>®</sup>, sont les plus répandus dans la réhabilitation neurologique de la MP (65,71). Malgré tout, des dispositifs plus complexes et spécifiques comme les systèmes NIRVANA (67,71,72), BioFlex FP (66,67,71), Gamepad (68,71,72), SMART (71,72) ou encore en AFT peuvent également être employés (66,71,72). 4 études rapportent quant à elles le recours à des systèmes customisés (64,66,71,72). La revue systématique et méta analyse de SARASSO *et al.* ne montre de supériorité significative de la réalité virtuelle que lorsque les systèmes employés sont spécifiques ( $p < 0,0001$ ) (71). Il constate en effet que leur efficacité sur l'équilibre surpasse celle des jeux commerciaux couramment proposés (71,73). Par ailleurs, la spécificité de ces systèmes offre la possibilité, selon KASHIF *et al.*, de concevoir des interventions individualisées ciblant des objectifs précis de réadaptation dans la MP (72). CHUANG *et al.* rejoint cette idée en soulignant l'importance de développer des outils de réalité virtuelle personnalisés pour fournir un programme d'exercice adapté et spécifique à chaque patient (73). Malheureusement, il est difficile de mettre en évidence l'ampleur réelle de cette technologie innovante sur l'amélioration des paramètres d'équilibre chez les patients parkinsoniens. La généralisation des résultats est compromise par la variabilité des équipements de réalité virtuelle utilisés dans les articles scientifiques (65,66,72).

- Modalités d'application des interventions

Plusieurs paramètres sont à définir lors de la mise en place d'un programme de réalité virtuelle. Dans un premier temps, il convient d'établir la durée de chaque session d'entraînement que les études qualifient d'« intensité ». En considérant l'ensemble des revues et méta-analyses intégrées dans notre sélection, l'intensité des interventions proposées varie de 15 à 100 minutes.

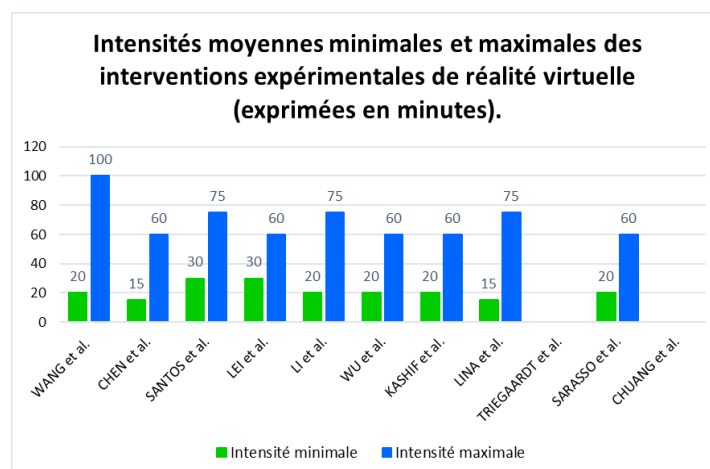


Figure 9 : Histogramme représentant l'intensité moyenne minimale et maximale des interventions recensées dans les revues examinées.



D'après l'histogramme précédent (Cf. Figure 9), les durées minimales et maximales de sessions sont le plus souvent définies à 20 minutes et 60 minutes, respectivement. *WU et al.* considère que 20 minutes d'exergaming sont suffisantes pour engendrer une amélioration de l'équilibre (70). Cet argument n'est pas en accord avec les conclusions de *LI et al.* qui montre une amélioration significative de l'équilibre avec des sessions plus longues et intenses de réalité virtuelle. Elles permettraient de retrouver plus efficacement la fonction d'équilibre grâce à l'assimilation de tâches répétées sur une période plus étendue (67).

Selon les données issues de nos recherches, une fréquence d'entraînement de 2 à 5 jours par semaine serait majoritairement mise en place dans les interventions (Cf. Figure 10). En effet, plus de 75% des revues exprimant cette donnée ont rapporté un nombre de 2 séances minimum et 5 séances maximum par semaine. Seules les 2 études de *TRIEGAARDT et al.* et *CHUANG et al.* n'ont pas donné de précision sur ces deux paramètres d'intensité et de fréquence d'entraînement (64,73).

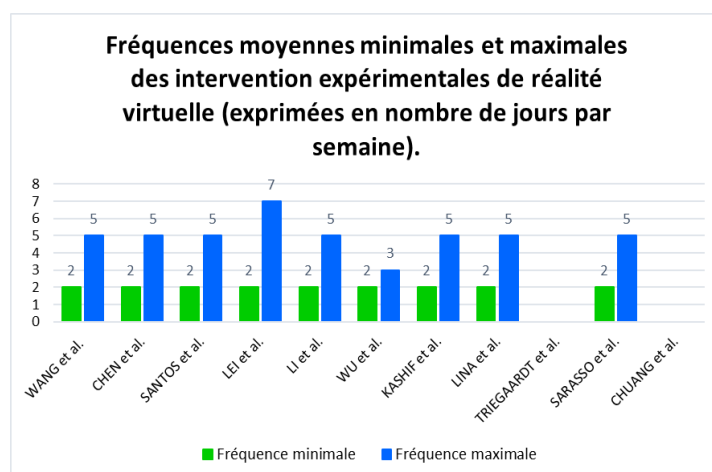
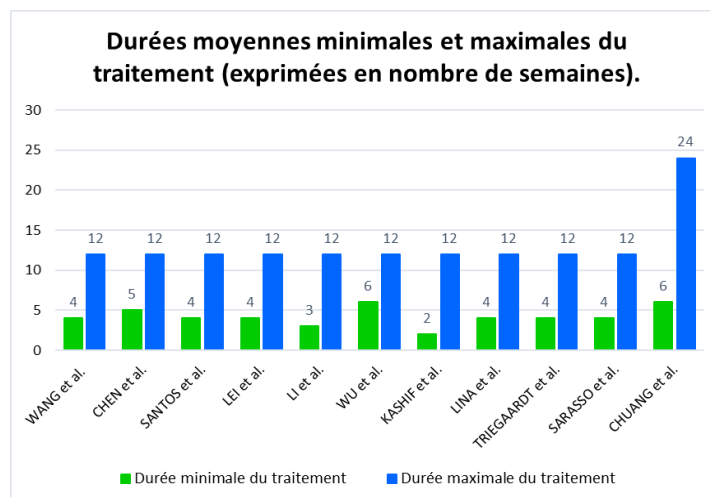


Figure 10 : Histogramme représentant la fréquence moyenne minimale et maximale des interventions recensées dans les revues examinées.

L'analyse de chaque revue-systématique et méta-analyse permet d'extraire la durée totale de traitement (Cf. Figure 11), alors comprise entre 2 semaines minimum (*KASHIF et al.*) et 24 semaines maximum (*CHUANG et al.*) (72,73). Néanmoins, au moins 50% des études de cette revue (6 études sur 11) fixent ce paramètre entre 4 à 12 semaines (64–66,68,69,71). Malheureusement, aucune comparaison n'a pu être établie sur le nombre de sessions recommandé en raison d'un manque de données explicites sur cette variable.



**Figure 11** : Histogramme représentant la durée moyenne minimale et maximale des interventions recensées dans les revues examinées.

L'ensemble de ces données nous amène à la conclusion que la variabilité du nombre de session, de l'intensité, de la fréquence et de la durée totale des traitements ne permet pas d'obtenir de résultats homogènes (65,66,69). Pour le moment, aucune littérature n'a permis de montrer quelle posologie apporte le plus de bénéfices chez les patients parkinsoniens suivant une intervention de réalité virtuelle (66,72). Pourtant, il s'agit de covariables ayant un impact potentiel sur l'ampleur d'effet des interventions comme le montre la méta régression à plusieurs variables de *LI et al.* (67). De futures recherches doivent encore investiguer quelles sont les modalités optimales à appliquer pour atteindre les meilleurs effets possibles de la réalité virtuelle (65,71).

### 3.3.3. Groupe contrôle

Pour déterminer si la réalité virtuelle peut être considérée comme un outil de rééducation, les études comparent son efficacité par rapport à d'autres propositions de thérapies. Or, il nous faut dans un premier temps apprécier s'il existe une similarité des groupes de comparaison entre les revues intégrées.

Premièrement, nous rencontrons plusieurs schémas de comparaison. Certaines revues systématiques utilisent un schéma à 2 ou 3 bras dont au moins un bras reçoit un traitement basé sur la réalité virtuelle (63,65,73). Lorsque l'étude repose sur 3 bras de traitement, la réalité virtuelle est comparée à la thérapie conventionnelle ainsi qu'à l'absence de traitement ou des traitements dits « habituels ». Les études à 2 bras comprennent un groupe expérimental (réalité virtuelle) et un groupe témoin qui repose sur des interventions actives, passives ou l'absence d'intervention (63,70,71). Si la plupart des articles établissent une comparaison entre la technologie émergente de la

réalité virtuelle et la rééducation traditionnelle apportée aux patients atteints de la MP, *KASHIF et al.* fait le choix de comparer l'application de la réalité virtuelle à la rééducation mais aussi à des approches différentes de la rééducation couramment utilisée comme par exemple l'ergothérapie, la thérapie d'imitation motrice ou la neurostimulation électrique fonctionnelle (72).

Parmi les références retenues, 9 études précisent dans leurs critères d'inclusion les conditions de comparaison des interventions de réalité virtuelle aux groupes témoins. Le groupe contrôle suit une thérapie conventionnelle (*SANTOS et al.* (69) ; *SARASSO et al.* (71)), des soins habituels (*LI et al.* (67)) ou n'importe quel type de programme d'entraînement (*CHEN et al.* (63)). Il peut être plus spécifique avec des groupes d'intervention active et/ou passive. Parmi les interventions passives, nous retrouvons l'absence d'intervention (*TRIEGAARDT et al.* (64) ; *WANG et al.* (65)), l'éducation à la prévention des chutes (*LEI et al.* (66)), le traitement usuel (*CHUANG et al.* (73)) ou le placebo relativement difficile à mettre en place en raison du type de technologie expérimentale utilisée (*WANG et al.* (65)). Les alternatives actives intègrent quant à elles les exercices sans réalité virtuelle (*WANG et al.* (65) ; *LEI et al.* (66)), l'entraînement actif supervisé (*LEI et al.* (66) ; *CHUANG et al.* (73)), les entraînements actifs de l'équilibre et de la mobilité (*SARASSO et al.* (71)) ou encore la rééducation physique (*LI et al.* (67)).

La lecture et l'analyse des articles mettent en évidence une grande variabilité des interventions de comparaison. Le contenu des séances du groupe contrôle comprend majoritairement l'entraînement conventionnel global et l'entraînement spécifique de l'équilibre puisqu'ils sont identifiés dans 8 études sur 11. Viennent ensuite la technique de traitement neurodéveloppemental avec stimulation électrique fonctionnelle (NDT-FES), puis l'entraînement à l'intégration sensorielle et le renforcement musculaire décrits dans presque la moitié des études. Quelques revues utilisent comme moyen de comparaison l'éducation à la prévention des chutes mais aussi les traitements habituels, autrement dit sans intervention supplémentaire à la routine du patient. La réalité virtuelle est aussi comparée à d'autres approches comme le décrit *KASHIF et al.* avec l'entraînement sur tapis roulant ou le vélo stationnaire, l'ergothérapie traditionnelle ou encore l'entraînement moteur basé sur l'imitation (72).

Dans sa méta-analyse en réseau d'ECR, *CHUANG et al.* a pour objectif de comparer l'efficacité de l'exergaming et de la réalité virtuelle avec plusieurs composantes de la thérapie conventionnelle (73). Il effectue une étude à trois bras avec

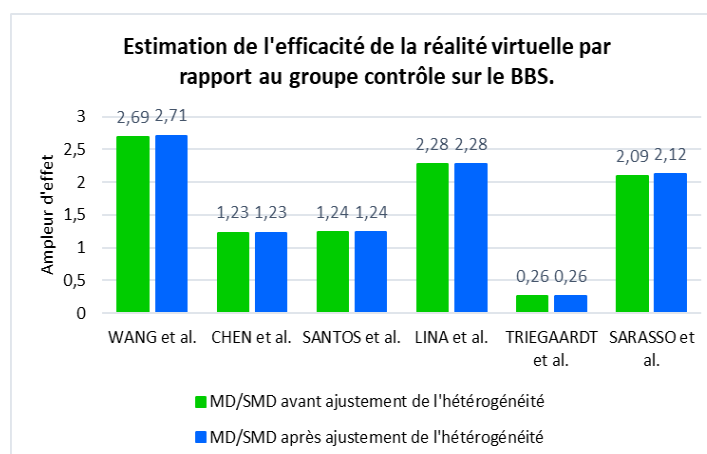
l'exergaming / réadaptation virtuelle assistée par la technologie, les moyens de rééducation traditionnelle sans outil de réalité virtuelle et le traitement usuel. Il définit le traitement usuel comme la poursuite de la mobilité et des activités physiques habituelles et quotidiennes du patient sans qu'aucune intervention supplémentaire ne soit mise en place. La rééducation traditionnelle active recourt à sept moyens thérapeutiques dont les programmes d'entraînement à l'équilibre avec un travail de l'équilibre statique, de la gravité et des exercices de rotation du tronc debout. Le contenu du programme visant une amélioration de l'équilibre est globalement similaire entre les études puisqu'il propose communément des exercices statiques et dynamiques du contrôle postural, un travail sur les limites de stabilité et le transfert de poids, possiblement réalisés en double-tâche (70–72).

### 3.3.4. Echelles d'évaluation

Pour déterminer et comparer l'efficacité des interventions expérimentales et de contrôle, les résultats sont exprimés sous forme de différence moyenne (MD) ou différence moyenne standardisée (SMD). Une synthèse des résultats obtenus par les études est proposée en annexe pour chaque échelle d'évaluation [ANNEXE I].

- **BBS ou Berg Balance Scale**

Parmi les études de notre revue de littérature, seulement 6 méta-analyses ont évalué l'effet des interventions sur le score BBS (63–65,68,69,71). Les résultats montrent une augmentation de ce score quel que soit le groupe d'intervention.



**Figure 12** : Histogramme représentant les résultats des interventions sur le BBS, basés sur le calcul des différences moyennes.

L'histogramme que nous avons réalisé (Cf. Figure 12) montre que les différences moyennes (MD) calculées dans les méta-analyses sont comprises entre 0,26 et 2,60

points. Notre revue de littérature indique donc une différence moyenne globale de 1,63 points sur le BBS. Toutes les études, à l'exception de la méta-analyse de *TRIEGAARDT et al.* (64), mettent en évidence une signification statistique en faveur de la réalité virtuelle. Malgré l'absence de signification, les résultats de *TRIEGAARDT et al.* encouragent l'utilisation de la réalité virtuelle (64). Néanmoins, le changement global du BBS reste inférieur au seuil de détection clinique établi à 2,80 points. Les résultats n'ont donc pas de signification clinique. Après ajustement de l'hétérogénéité, les conclusions sont identiques avec une différence moyenne globale de 1,64 points sur le BBS, ce qui soutient la supériorité de la réalité virtuelle par rapport au groupe contrôle.

• **TUGT ou Timed Up and Go Test**

La mesure des résultats à travers le TUGT est entreprise dans 8 articles de cette revue de littérature. De manière plus précise, on note que 4 revues ont eu recours au TUGT pour mesurer l'équilibre (63,65,70,72), 2 études pour la mobilité (66,71) et 1 étude pour la fonction motrice (68). *TRIEGAARDT et al.* mentionne son utilisation mais ne détaille ni le nombre d'études et de participants correspondants ni la fonction étudiée à travers ce test (64). En ce qui concerne la réalisation des histogrammes (*Cf. Figure 13*), tous déterminent un résultat en faveur de la réalité virtuelle lorsque la MD est négative, à l'exception du graphique de la mesure du TUGT dans l'étude de *SARASSO et al.* (71). Nous pouvons donc interpréter d'après les figures ci-dessous que seule la revue systématique et méta-analyse d'ECR de *CHEN et al.* se positionne en faveur d'une supériorité du groupe contrôle (63). Les autres revues mettent en évidence une amélioration du temps de réalisation du TUGT avec la réalité virtuelle (65,66,68,71).

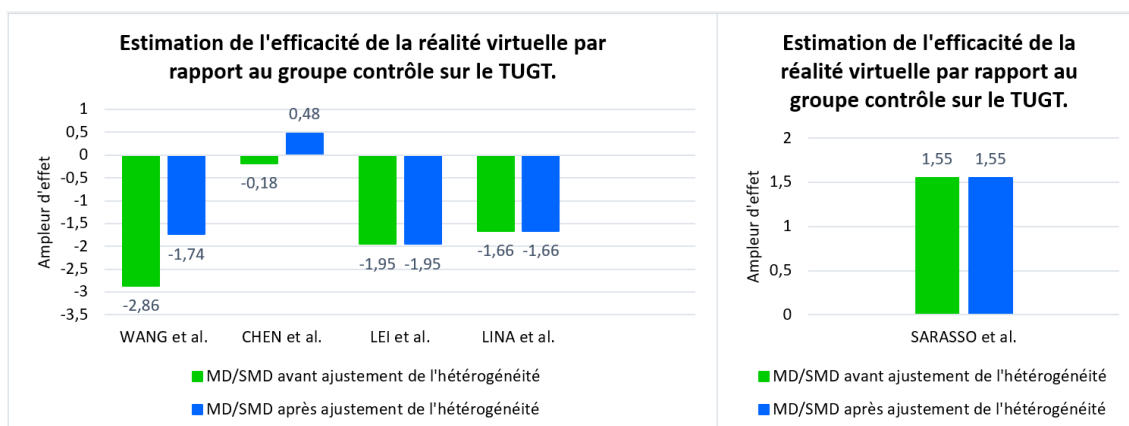


Figure 13 : Histogrammes représentant les résultats des interventions sur le TUGT, basés sur le calcul des différences moyennes.

Cette amélioration oscille de 0,18 seconde à 2,86 secondes avant correction de l'hétérogénéité et de 1,55 secondes à 1,95 secondes après ajustement du I<sup>2</sup>. De plus, en prenant en considération la fiabilité des résultats, toutes les études en faveur d'une supériorité de la réalité virtuelle dans les progrès du TUGT montrent une différence statistique significative par rapport au groupe témoin. A l'inverse, les résultats de *CHEN et al.* tendent vers le groupe témoin mais ne sont pas significatifs d'un point de vue statistique ( $p = 0,08$ ) (63). Cependant, aucun des résultats ne met en évidence une amélioration suffisamment grande pour être détectée cliniquement. Tous les résultats obtenus sont en effet inférieurs à 3,5 secondes ; seuil de changement minimal détectable.

- **DGI / FGA ou Dynamic Gait Index / Functional Gait Assessment**

Ces 2 échelles sont utilisées dans notre revue de littérature pour déterminer l'impact de la réalité virtuelle sur la stabilité pendant la marche. Une augmentation du score DGI traduit une réduction du risque de chute. De la même manière, un score FGA plus élevé est associé à une meilleure stabilité posturale. Notre revue de littérature intègre 3 études ayant utilisé ces outils (*CHEN et al.* (63) ; *LEI et al.* (66) ; *SARASSO et al.* (71)). Le but est de rechercher si l'une ou l'autre des interventions proposées montre de meilleurs résultats sur la stabilité des patients pendant la marche.

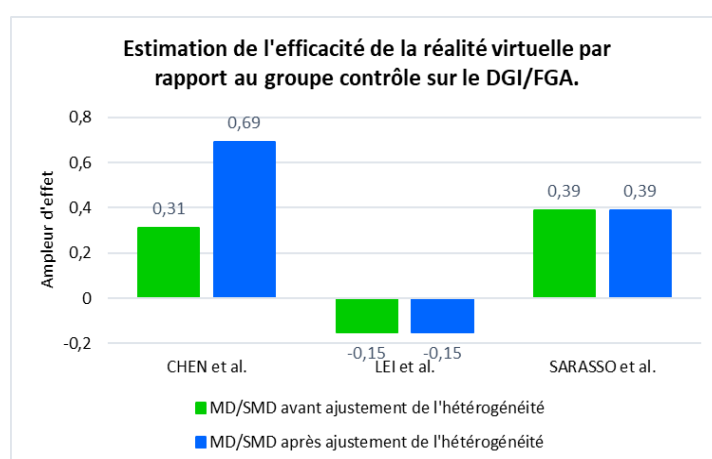


Figure 14 : Histogramme représentant les résultats des interventions sur le DGI / FGA, basés sur le calcul des différences moyennes.

Il existe une divergence de résultats (Cf. Figure 14). Les résultats montrent que deux études sont en faveur de la réalité virtuelle avec une différence moyenne globale de 0,35 point. Après correction de l'hétérogénéité, le score augmente de 0,54 point pour les études en faveur de la réalité virtuelle, tandis que le score reste identique pour l'étude de *LEI et al.* (66). Selon les données issues des 3 études, il n'existe aucune

différence significative statistique entre les groupes expérimentaux et témoins. Le seuil de détection clinique des changements de ces scores n'étant pas non plus atteint, nous pouvons conclure à une absence de signification clinique (63,66,71).

- **ABC ou Activities-specific Balance Confidence Scale**

Le score ABC est un critère de jugement permettant d'évaluer la confiance des participants dans leur équilibre au cours des AVQ. Seules les 2 méta-analyses de *CHEN et al.* et *SARASSO et al.* (63,71) intégrant un total de 9 études proposent une estimation de l'efficacité des interventions sur le score ABC (Cf. Figure 15). *CHEN et al.* rapporte une augmentation de 1,69% de ce score, tandis que *SARASSO et al.* ne montre qu'une très faible augmentation de 0,08% (63,71). On note donc une amélioration globale de 0,89%. L'ajustement de l'hétérogénéité n'a pas modifié les résultats puisque les indices d'hétérogénéité ( $I^2$ ) respectifs sont de 0% et 10%. Chacune des méta-analyses conclut l'absence de différence significative entre les deux groupes ( $p = 0,44$  et  $p = 0,49$ ), mais les résultats sont en faveur du groupe expérimental avec un programme de réalité virtuelle (63,71). Selon le rapport d'élaboration de la HAS (2016) sur les techniques et modalités de la prise en charge non médicamenteuse des troubles moteurs de la MP, un changement minimum de 12% du score ABC peut être détecté cliniquement (74). Le pourcentage d'amélioration calculé dans cette revue est bien loin du seuil de détection clinique.

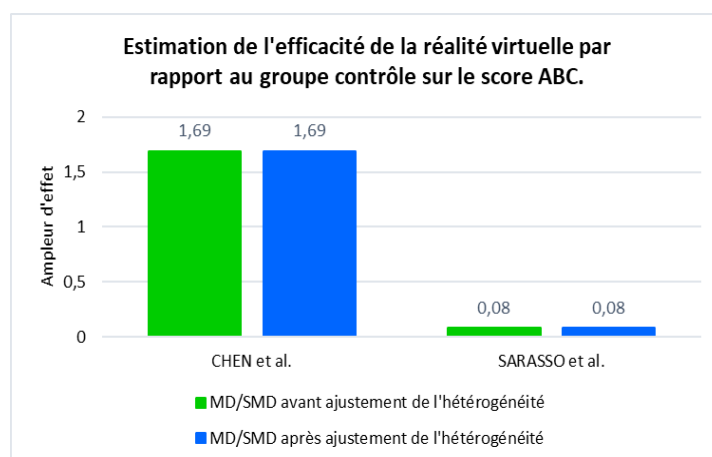


Figure 15 : Histogramme représentant les résultats des interventions sur le score ABC, basés sur le calcul des différences moyennes.

### 3.3.5. Suivi

En outre, il est nécessaire de déterminer à quels instants T des programmes ont été effectuées les mesures. On dénombre 4 revues systématiques avec méta-analyses

(64,66,68,69) et 1 revue systématique (70) dans lesquelles les temps d'évaluations ne sont pas indiqués. Les thérapeutes ont réalisé des évaluations en pré-intervention dans 4 articles et en post-intervention immédiate dans 5 articles. La plupart des études sont caractérisées par l'absence de suivi à long terme. En revanche, *LI et al.* effectue un suivi de 2 semaines à 24 mois tandis que les suivis de *SARASSO et al.* et *CHUANG et al.* s'étendent respectivement de 2 à 12 mois et de 1 à 4 semaines (67,71,73).

Parmi les points couramment discutés dans la PEC de la MP, se pose la question du maintien des bénéfices de la rééducation sur le long terme. Plusieurs études, comme celle de *LI et al.* (67), soulignent l'importance d'un suivi kinésithérapique de longue durée pour l'optimisation des capacités fonctionnelles, de l'autonomie ou de l'indépendance des patients. Pourtant, la rééducation conventionnelle peine à maintenir l'adhérence des patients dans le temps selon *CHUANG et al.* (73). Elle fait aussi face à des obstacles (tels que le coût, la sécurité ou le personnel disponible) empêchant la régularité des entraînements et le suivi rigoureux de l'évolution de la maladie (66,72). Très peu d'études évaluent si les effets des interventions persistent plusieurs mois après la fin du traitement. Sur l'ensemble des revues intégrées dans ce mémoire, la période de suivi oscille de 2 semaines à 15 mois. *WANG et al.* et *KASHIF et al.* s'accordent à dire que les groupes expérimentaux fondés sur la réalité virtuelle ont rapporté un maintien des améliorations de l'équilibre sur des périodes de suivi de 3 à 15 mois (65,72). Ces conclusions sont en opposition avec l'étude de *SARASSO et al.*, d'après qui l'utilisation de la réalité virtuelle ne semble pas justifiée pour garantir des effets durables sur les déficits d'équilibre des patients parkinsoniens (71). Les données statistiques à l'appui montrent une absence de différence significative entre la réalité virtuelle et la rééducation conventionnelle de l'équilibre. Pour autant, les résultats semblent en faveur de la réalité virtuelle pour le TUGT, DGI / FGA, ABC et les composantes somatosensorielle et visuelle du Sensory Organization Test (SOT) évaluant le contrôle postural. Seuls le BBS et la composante vestibulaire du SOT seraient davantage améliorés par l'entraînement conventionnel. De même, les effets positifs après 12 semaines d'exergaming s'estompent eux aussi dans le temps comme le montre *WU et al.* (70).

### **3.3.6. Analyse de sous-groupes**

Les revues systématiques et méta-analyses de *WANG et al.*, *LI et al.*, *SARASSO et al.* ont procédé à des analyses en sous-groupes (65,67,71). La confrontation des résultats



en sous-groupes détermine si les répercussions des interventions restent identiques ou non selon les caractéristiques initiales des patients et notamment la sévérité de leurs déficits. *WANG et al.* cherche à comprendre si le stade H&Y (HOEHN & YAHR) influence les résultats des interventions sur le BBS et TUGT (65). De la même manière, *SARASSO et al.* effectue des analyses selon les caractéristiques de départ des patients (scores BBS et TUGT initiaux), les modalités de l'intervention de réalité virtuelle et les stades H&Y (71). Premièrement, les sous-groupes qui associent les participants à des déficits moins sévères sont les groupes avec un BBS > 47, un TUGT < 16 secondes et un stade de sévérité H&Y ≤ 2. Les participants avec un score BBS > 47 ont montré une amélioration de 0,81 point avec une supériorité non significative de la réalité virtuelle (p = 0,09) dans l'étude de *SARASSO et al.* (71). D'après *WANG et al.* et *SARASSO et al.* (65,71), les patients à un stade H&Y ≤ 2 n'ont pas obtenu de résultats significativement différents entre les deux groupes d'interventions (respectivement p = 0,10 et p = 0,19), mais l'amélioration du BBS semble meilleure pour ceux ayant suivi le protocole de réalité virtuelle (respectivement MD = 1,83 et MD = 1,03). Concernant le TUGT, *SARASSO et al.* montre une différence moyenne non significative (p = 0,07) de 0,89 seconde pour la réalité virtuelle par rapport au groupe contrôle (71). Pour les participants aux stades H&Y ≤ 2, les résultats révèlent une différence non significative des deux interventions sur le TUGT (respectivement p = 0,12 et p = 0,26). Pourtant, les résultats de *WANG et al.* (2 études, 44 participants) sont en faveur du groupe contrôle avec une différence moyenne de -1,05, tandis que ceux de *SARASSO et al.* montre une tendance supérieure de la réalité virtuelle (MD = 0,72) (65,71). Deuxièmement, les déficits sévères sont caractérisés initialement par un BBS ≤ 37, un TUGT > 16 secondes et des stades H&Y > 2. Selon *SARASSO et al.*, la réalité virtuelle apporte des améliorations significativement plus importantes du BBS que celles du groupe d'entraînement conventionnel (avec MD = 4,89 ; p < 0,00001) lorsque l'instabilité posturale initiale est plus importante (BBS ≤ 37) (71). Les patients aux stades H&Y > 2 montrent des bénéfices supérieurs significatifs avec la réalité virtuelle par rapport au groupe contrôle. Les résultats mis en évidence dans les études sont similaires avec une amélioration de 2,66 points pour *WANG et al.* et 2,54 points pour *SARASSO et al.* (65,71). Les effets observés pour un TUGT > 16 secondes suivent les mêmes directions que ceux du TUGT < 16 secondes. *SARASSO et al.* montre une différence moyenne non significative (p = 0,12) de 2,17 secondes de la réalité virtuelle par rapport au groupe contrôle (71). De la même manière, il existe une différence non significative des deux

interventions lorsque le stade H&Y est supérieur à 2. Les résultats de *WANG et al.* sont en faveur du groupe contrôle (MD = -3,68, p = 0,13), tandis que ceux de *SARASSO et al.* sont en faveur de la réalité virtuelle (MD = 2,02, p = 0,07) (65,71). Les sous-groupes établis par *LI et al.* étudient si la région, le contexte de soins et les dispositifs utilisés ont un lien avec le résultat des interventions (67). Bien qu'aucune différence significative n'ait été démontrée entre les sous-groupes, l'analyse indique que l'entraînement avec des consoles de jeux vidéo serait plus efficace que les génériques puisque seule l'intervention expérimentale avec jeux vidéo montre des résultats significatifs (p<0,01) (67). D'autres études suggèrent que le système de réalité virtuelle utilisé aurait un lien significatif avec les résultats. Selon *SARASSO et al.*, les systèmes spécifiques seraient significativement plus efficaces que les systèmes non spécifiques (p=0,01) (71). La particularité de la revue de *LI et al.* est la réalisation d'une méta régression à une et plusieurs variables (67). L'analyse univariée démontre l'impact significatif de l'âge (p=0,010), du nombre de sessions (p=0,042) et de la fréquence (p=0,023) sur l'efficacité des interventions. Dans l'analyse multivariée, seul l'âge moyen influence significativement l'ampleur d'effet (p=0,047). La méta régression conclut que la réalité virtuelle est davantage efficace pour améliorer l'équilibre chez les jeunes et avec de longues et intenses sessions (67). De plus, l'idée que le dosage joue un rôle clé dans l'efficacité du traitement est soutenue par les observations de *SARASSO et al.* (71). L'exclusion de la seule étude avec un dosage plus élevé dans le groupe expérimental que le groupe témoin n'a entraîné aucune modification de l'effet global de la réalité virtuelle sur l'équilibre. Pour autant, les résultats du sous-groupe  $37 < \text{BBS} \leq 47$  ont perdu leur significativité statistique, dévoilant l'impact du dosage sur le traitement (71).

## **4. Discussion**

### **4.1. Confrontation des résultats**

#### **4.1.1. Résumé des principaux résultats**

Nous avons développé précédemment les résultats extraits des articles de recherche. L'objectif de cette revue de littérature est de les confronter pour apporter une vue d'ensemble des conclusions établies sur le sujet. Pour synthétiser les données, la population ciblée par les interventions proposées dans les études se compose d'individus adultes atteints de la MPI. Les participants sont pour la plupart de sexe masculin et âgés de 60 à 80 ans. Avec une durée de maladie moyenne de 6 à 7 ans, les patients sont autonomes en station debout et à la marche (stades I à III de H&Y). Les

groupes expérimentaux de réalité virtuelle sont pour la plupart des systèmes non immersifs et non spécifiques commerciaux. La revue de littérature met en lumière les modalités les plus répandues des programmes de réalité virtuelle qui appliquent une intensité de 20 à 60 minutes et une fréquence de 2 à 5 jours pour une durée totale de traitement de 4 à 12 semaines. Les groupes témoins intègrent des prises en charge actives ou passives avec des modalités d'application similaires et au contenu souvent proche mais sans réalité virtuelle. La mise en parallèle avec la thérapie conventionnelle de rééducation de la MP est la plus fréquente dans les études.

Il est nécessaire de comparer les résultats des études en fonction des critères de jugement que nous avons établis. Les résultats montrent qu'un programme de rééducation avec réalité virtuelle apporte des améliorations statistiquement significatives du BBS et TUGT, avec une supériorité par rapport au groupe témoin. Malgré tout, les améliorations ne sont pas suffisantes pour une détection clinique. Les scores DGI / FGA et ABC ne traduisent aucune différence significative entre les deux groupes bien que les faibles améliorations tendent en faveur de l'intervention expérimentale.

L'ampleur d'effet des interventions peut varier selon les caractéristiques initiales des participants. L'analyse réalisée entre les sous-groupes a permis de montrer que le stade de sévérité (H&Y) n'impacte pas significativement l'effet des programmes sur le BBS ( $p = 0,27$  et  $p = 0,18$ ) ou le TUGT ( $p = 0,30$  et  $p = 0,31$ ) (65,71). Toutefois, *LEI et al.* considère que ces différences de stades H&Y peuvent malgré tout affecter dans une certaine mesure l'effet de l'intervention expliquant alors l'hétérogénéité des résultats (66). Pour les scores d'équilibre, *SARASSO et al.* révèle que si le score initial du BBS influence l'ampleur d'effet des interventions ( $p = 0,0008$ ), ce n'est pas le cas du temps de réalisation initial du TUGT ( $p = 0,38$ ). Selon lui, le type de dispositif joue également un rôle dans la modulation des résultats ( $p = 0,02$ ) (71). A l'inverse, les résultats de *LI et al.* traduisent l'absence d'impact significatif du type de dispositif ( $p = 0,31$ ), du cadre et de la région de mise en place sur l'effet des thérapies (67).

D'après *SARASSO et al.*, il n'existe pas de différences significatives entre le groupe expérimental et le groupe témoin quant à la durabilité des améliorations du BBS et du TUGT (71). Pourtant, si les résultats sont en faveur d'une utilisation de l'entraînement conventionnel pour le BBS, ils s'orientent plutôt vers un recours à la réalité virtuelle pour le TUGT. Les méta-analyses n'ont pas fourni de résultats chiffrés pour le suivi des améliorations des autres critères de jugement.

#### 4.1.2. Qualité des preuves

L'analyse des données comprend une évaluation de la certitude des preuves qui détermine la confiance accordée aux résultats. L'outil GRADE, utilisé par seulement 5 de nos revues systématiques, détermine la qualité globale des preuves des principales mesures de résultats. L'évaluation de la certitude prend en considération cinq éléments : le schéma d'étude, le risque de biais, l'incohérence des résultats, le caractère indirect et l'imprécision des résultats. Les niveaux de qualité des preuves sont hiérarchisés de la manière suivante : aucune preuve, preuve de très faible qualité, preuve de faible qualité, preuve de qualité modérée et preuve de haute qualité. Premièrement, 3 études ont mis en évidence des preuves faibles (*SARASSO et al.* (71)) à modérées (*CHEN et al.* (63) ; *WANG et al.* (65)) que la réalité virtuelle était plus efficace que les interventions actives de contrôle pour le BBS (63,65,71). En revanche, les preuves ne sont que très faibles à faibles pour le TUGT. Les analyses en sous-groupe ont révélé que la sévérité des déficits des participants influençait l'ampleur d'effet de la réalité virtuelle sur l'amélioration de l'équilibre. Parmi les scores BBS, il existe une hétérogénéité des qualité des preuves. En utilisant GRADE, la certitude de preuve est jugée très faible pour un BBS > 47, faible si le BBS est compris entre 37 et 47 puis modérée pour un BBS ≤ 37 (71). Ainsi, la certitude des preuves augmente avec l'importance des déficits d'équilibre. A l'inverse, le TUGT possède un niveau de preuve très faible lorsqu'il est inférieur ou égal à 16 secondes, et faible lorsqu'il dépasse les 16 secondes. Pour les autres critères de jugement de notre analyse, *CHEN et al.* met en évidence des preuves modérées de l'efficacité de la réalité virtuelle que ce soit pour la stabilité pendant la marche (DGI / FGA) ou la confiance des participants dans leur équilibre (ABC) (63). *CHUANG et al.* propose une toute autre approche puisqu'il cherche à déterminer si l'exergaming et la réadaptation assistée par la technologie virtuelle associent des résultats plus favorables aux mesures d'équilibre que les soins usuels et autres thérapies actives (73). D'après l'étude de *CHUANG et al.*, il existe des preuves faibles à élevées que l'exergaming entraîne des améliorations significativement supérieures de l'équilibre que le traitement usuel et les autres approches actives. Par ailleurs, des preuves très faibles à élevées montrent que la réalité virtuelle est supérieure aux soins usuels et aux interventions actives, à l'exception du tapis roulant et des exercices traditionnels d'équilibre (73) [ANNEXE J].

#### 4.1.3. Lien avec la physiopathologie de la MP

Les mécanismes d'action de la réalité virtuelle sur la physiopathologie de la MP semblent encore hypothétiques. Néanmoins, les références de cette revue de littérature approfondissent les retentissements de cette nouvelle technologie sur les déficiences liées à la MP.

La réalité virtuelle est une forme de rééducation active avec simulation d'activités réelles. L'apprentissage moteur repose sur un ensemble de processus cognitifs associés à la pratique, l'entraînement et l'expérience, conduisant ainsi à des changements durables du comportement moteur. Il est influencé par les capacités de base de l'individu qui, dans la MP, sont réduites mais aussi par l'attitude, le degré de motivation et les expériences antérieures du mouvement. La réalité virtuelle est une technique pertinente pour promouvoir l'apprentissage moteur puisqu'elle propose différents niveaux de difficultés selon les capacités initiales des patients, accroît leur motivation et stimule la mémoire des scènes familières (*LEI et al.*, (66)). La théorie de l'apprentissage requiert 3 stades (79) :

- Stade 1 ou cognitif : il requiert une représentation mentale de la tâche à effectuer et nécessite de guider le patient pour détecter les erreurs.
- Stade 2 ou associatif : caractérisé par la diminution de l'attention cognitive nécessaire à la tâche motrice mais nécessitant un feedback pour améliorer son exécution.
- Stade 3 ou d'automatisation : l'automatisation pouvant prendre du temps, cela requiert de maintenir la motivation. Ce stade est complexifié avec des tâches multiples et une variation des environnements rencontrés.

Les jeux de réalité virtuelle sont en mesure de fournir un feedback instantané sur les performances et de proposer une diversité de tâches et d'environnements de complexité croissante. Les feedbacks visuels et auditifs aident le SNC à générer de nouveaux schémas moteurs et de nouvelles connexions pour pallier les déficits d'équilibre. De nombreuses études soulignent les bénéfices de cette technologie sur la neuroplasticité des aires déficientes. Elle se distingue notamment en proposant un entraînement moteur et cognitif simultané contribuant à majorer les améliorations de l'équilibre. La réalité virtuelle améliore en effet les capacités du cerveau à percevoir, intégrer et traiter les informations, ce qui conduit à un meilleur maintien de l'équilibre et du contrôle postural (64,66–68,72).

La MP confronte les patients à des difficultés pour réagir aux changements de conditions. L'intégration d'informations visuelles et somatosensorielles, apportées par la réalité virtuelle, aide les patients à contrôler activement la position des segments du corps et la direction de leurs mouvements dans l'espace. Le contrôle du tonus et du positionnement du corps permet d'améliorer la fonction d'équilibre en agissant sur la surface d'appui, les référentiels internes et l'adaptation à l'environnement (66,68,72). Les troubles vestibulaires à l'origine de l'instabilité posturale sont des symptômes invalidants de la MP et peu sensibles à la dopamine. La rééducation physique permet de retarder la dégénérescence des cellules en favorisant la libération de neurotransmetteurs. Les jeux proposés par la réalité virtuelle permettent d'améliorer la fonction vestibulaire puis la stabilité debout. Une réadaptation physique qui s'appuie sur la réalité virtuelle avec ses caractéristiques d'immersion, d'interaction et d'imagination permettrait donc de combiner leurs bénéfices (68,72,73).

#### **4.1.4. Les avantages de la réalité virtuelle**

L'objectif de ce mémoire est de déterminer si la réalité virtuelle peut être intégrée de manière pertinente dans les outils de rééducation de la MP actuellement proposés. Il s'agit alors de s'intéresser aux avantages qu'elle propose par rapport aux autres moyens de rééducation conventionnelle. Tout d'abord, la motivation est un élément essentiel au bon déroulement des prises en charge kinésithérapiques et à leur maintien dans le temps. Beaucoup d'études soulignent dans leurs discussions que la réalité virtuelle est bénéfique pour la motivation des participants, leur enthousiasme et leur adhérence aux activités de soins (65,66,68,72). Les jeux de réalité virtuelle proposent un mode d'exercice plus amusant, encourageant et stimulant avec notamment des notions de récompenses, défis et scores de réussite (66–68). Cela accroît l'engagement actif des participants et leur compliance dans la rééducation de longue durée qu'impose la MP. De plus, cette technologie propose des programmes d'exercices ayant une large capacité d'adaptation aux besoins et aux caractéristiques personnelles et pathologiques de chaque individu (66,68,72). Elle permet aussi d'obtenir des données en temps réel et renforce l'interaction entre les patients et les intervenants du système de santé (66,72). Son faible coût lorsqu'il s'agit de jeux non immersifs disponibles dans le commerce rend cette approche facilement accessible et économique (63,64).

## **4.2. Analyse critique de la revue de littérature**

Après avoir confronté les résultats, nous allons aborder et exposer de manière critique les forces et les faiblesses de notre revue de littérature.

### **4.2.1. Niveau de preuves des études incluses**

Le schéma d'étude retenu dans nos critères d'éligibilité nous a permis d'inclure des références dont les niveaux de preuve scientifique sont considérés élevés. Selon la pyramide du niveau de la preuve, les revues systématiques et méta-analyses montrent une qualité plus élevée parmi les différentes études existantes. Cette hiérarchie des niveaux de preuves est soutenue par la HAS selon laquelle les revues systématiques et méta-analyses fournissent un niveau 1 de preuve scientifique, correspondant au grade A des recommandations (preuve scientifique établie) [ANNEXE K]. L'évaluation critique de la qualité méthodologique des revues systématiques et méta-analyses est réalisée par l'échelle AMSTAR-2 (Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews 2) (65). Cet outil relève les faiblesses de chaque étude en attribuant un score global basé sur 16 domaines, dont seuls 7 sont considérés critiques. Les cotations « Oui », « Oui partiel » ou « Non » suivent les indications apportées par A. PALLOT (60). Finalement, les études sont classées selon 4 niveaux de confiance : élevé, modéré, faible et critiquement faible. Un des facteurs empêchant de statuer sur la pertinence de la réalité virtuelle dans la rééducation de la MP est la qualité méthodologique critiquement faible (6 études sur 11) à faible (5 études sur 11) des revues intégrées ici [ANNEXE L]. L'aperçu général donné par cette revue de littérature est à interpréter avec mesure du fait des faiblesses méthodologiques des études qu'elle intègre.

### **4.2.2. Intérêts et points forts de la revue**

Cette revue de littérature explore l'effet d'une rééducation par la réalité virtuelle sur l'amélioration des troubles de l'équilibre des patients atteints de la MP. Le fait de n'intégrer que des revues systématiques avec ou sans méta-analyses permet de donner plus de poids aux arguments discutés. De plus, les résultats sont issus d'études récentes publiées ces dix dernières années. Cette limite temporelle de publication offre un regard scientifique actuel sur le sujet. Ce critère est essentiel au vu de l'intérêt grandissant porté à l'utilisation des nouvelles technologies et notamment de la réalité virtuelle. La pratique de la kinésithérapie se doit d'utiliser des méthodes, régulièrement mises à jour, validées par des preuves scientifiques. Par ailleurs, nos critères de recherches ont permis

d'orienter notre intervention sur une population bien précise : les adultes atteints de la MP. Toutes les revues intégrées dans notre étude ciblent donc une population homogène, facilitant les possibilités de généraliser nos conclusions. Enfin, un des points forts de notre revue est d'analyser l'effet de la réalité virtuelle dans la rééducation de la MP à partir de critères de jugement qui se basent sur quatre échelles d'équilibre validées comme outil d'évaluation de la MP. Cela permet une mesure concrète et chiffrée de l'amélioration fonctionnelle de l'équilibre de ces patients.

#### **4.2.3. Limites et points faibles de la revue**

Notre revue de littérature présente elle-même des limites qu'il est impératif de souligner. Il est fortement probable que nous ayons omis de la littérature en raison des choix effectués dans notre stratégie de recherche. Premièrement, nos équations de recherche ont été construites à partir d'un nombre limité de mots-clés. Des études pertinentes ont pu ne pas apparaître dans les résultats obtenus du fait de la sélectivité de ces mots-clés. Par ailleurs, nous n'avons exploité que 5 bases de données numériques. Néanmoins, en considérant le nombre de doublons d'une base à l'autre, nos recherches ont permis d'étayer notre revue avec un échantillon satisfaisant d'articles disponibles. L'absence de recherche dans la littérature grise et les critères de restriction ont pu écarter de nos résultats des sources intéressantes pour apporter des réponses à notre problématique. Parmi les restrictions de publication que nous avons appliquées, nous retrouvons notamment le choix du langage (anglais et français uniquement) et des dates de publication. Le choix de n'intégrer que les articles des dix dernières années nous a peut-être empêchés de mesurer l'évolution de la réalité virtuelle dans le domaine de la rééducation. De plus, certaines études n'ont pas pu être admises dans notre sélection finale puisqu'elles n'étaient pas encore disponibles en intégralité. Il conviendra de les analyser une fois leur publication intégrale définitive de manière à les confronter à notre travail et enrichir ce dernier des nouvelles données apportées. Une autre limite de notre revue de littérature est le fait qu'elle ne soit construite qu'à partir de revues systématiques et méta-analyses. Le fait que deux études n'associent pas de méta-analyses à leur revue systématique a rendu difficile la possibilité d'établir des liens avec les autres références. En effet, l'absence de données chiffrées sur les paramètres d'équilibre ne permettaient pas de les mettre en corrélation avec les méta-analyses. Nous avons rencontré des difficultés dans la rédaction de la partie « analyse » du fait



des nombreuses informations fournies par les études et des divers points abordés dans leur partie « discussion ».

Les études que nous avons intégrées dans notre revue de littérature exposent de nombreuses limitations qu'il nous faut prendre en considération pour interpréter avec prudence les conclusions qu'elles avancent. Premièrement, la majorité des études (8 études sur 11) soulignent que les petites tailles d'échantillon empêchent malheureusement d'extrapoler les résultats à l'ensemble de la population atteinte de la MP. En effet, cela pourrait être à l'origine des faibles effets obtenus par les interventions de réalité virtuelle, de même que l'absence de différence significative retrouvée pour la plupart des résultats. La généralisation des résultats est d'autant plus compliquée par le nombre limité d'ECR disponibles, jugé insuffisant pour faire des recommandations cliniques. Deuxièmement, des difficultés sont rencontrées dans l'interprétation des résultats puisqu'il existe une variabilité considérable des interventions expérimentales, tant dans la forme et le dispositif de réalité virtuelle utilisés que dans la posologie (nombre de sessions, fréquence, durée et intensité) et le contenu du programme. Par ailleurs, nous sommes fréquemment confrontés à l'absence de description satisfaisante des interventions (et notamment des interventions de contrôle), ce qui rend l'interprétation plus difficile. Au-delà des résultats eux-mêmes, l'estimation de l'effet global est restreinte du fait de l'hétérogénéité des mesures de résultats comme le soulignent *CHEN et al.*, *SARASSO et al.* et *CHUANG et al.* (63,71,73). En effet, la diversité des échelles et index utilisés notamment dans l'évaluation de l'équilibre complique la mise en relation des résultats issus des différentes interventions. Parmi les lacunes mises en évidence au travers de cette revue de littérature, il revient fréquemment l'absence de données sur le maintien des effets de la réalité virtuelle dans le temps. Or, il semble difficile de statuer sur la pertinence d'une intervention de rééducation si elle n'évalue pas ses potentiels bénéfiques dans le temps. Cela est d'autant plus problématique puisque la rééducation de la MP implique des soins sur le long terme.

#### **4.2.4. Biais**

L'analyse critique de notre revue de littérature apporte une discussion à propos de l'existence de biais. On distingue les biais personnels (liés à l'élaboration de la revue, l'interprétation et la synthèse des données issues des recherches) des biais relatifs aux

études incluses elles-mêmes. Notre revue de littérature comprend les biais personnels suivants :

– Biais de recherche :

Nous rencontrons un biais de recherche dans l'interprétation de la littérature disponible, pour la grande majorité, en anglais. Bien que nos recherches se soient restreintes aux langues française et anglaise, presque toutes les références obtenues étaient rédigées en anglais. Nous avons donc mis en application nos connaissances de la langue anglaise et utilisé des logiciels informatiques pour le vocabulaire technique. Néanmoins, il convient d'admettre que l'interprétation et la traduction d'explications scientifiques, parfois complexes, ont pu être la source d'erreurs de compréhension et constituer un biais personnel important de ce mémoire.

– Biais de sélection :

Un biais méthodologique est automatiquement induit par le choix des bases de recherche, des mots-clés, des articles et des données. Il est possible que certains articles aient été exclus sur la base du titre ou de l'abstract alors que le contenu se serait révélé intéressant pour notre analyse. De plus, la sélection des études éligibles et l'extraction des données n'ont pas été effectuées en double évaluateurs. Il aurait été plus rigoureux que ces processus ne dépendent pas que d'un seul évaluateur afin d'écartier le risque de subjectivité. Les critères de jugement de cette revue établis à partir d'outils de mesures liés à l'équilibre constituent un biais de sélection. L'absence d'analyse des autres paramètres disponibles peut influencer la tendance à soutenir ou réfuter l'hypothèse de l'utilité de la réalité virtuelle dans la rééducation de la MP.

– Biais de résultats :

Les résultats amenés par la revue ont également pu être biaisés par le calcul de moyenne à partir de moyennes déjà établies par les méta-analyses. En effet, cela peut entraîner des écarts de résultats entre l'effet réel et l'effet estimé par nos calculs. Pour déterminer si les résultats sont significatifs ou non, nous avons utilisé la valeur  $p$  fournie dans les études. De manière générale, les études considéraient le résultat comme significativement statistique si la valeur  $p$  était inférieure ou égale à 0,05 ( $p \leq 0,05$ ). Un autre biais possible repose sur l'interprétation des « *forest plots* » ou « *graphiques en forêt* ». Il s'agit d'une représentation graphique largement utilisée dans les revues systématiques avec méta-analyse pour confronter les résultats portant sur la même question mais issus de différentes études. La méthode de lecture de ce type de graphique

nous était méconnue jusqu'à la réalisation de ce travail, il est donc possible que des erreurs d'interprétation aient été commises lors du recueil des données.

Tous ces biais sont à distinguer de ceux attribués aux études incluses dans la revue de littérature. Tout d'abord, le biais de résultats est retrouvé dans les études puisque les méta-analyses effectuent de nombreux calculs afin de répondre à l'hypothèse initiale. En règle générale, les risques de biais les plus courants dans les études portent sur l'allocation cachée et la manque d'aveuglement des thérapeutes et des participants. Ils sont susceptibles de fausser les résultats. Il existe aussi des biais de confusion liés d'une part à la diversité des groupes « contrôle » et « expérimentaux » et leur manque de description, et d'autre part, à la présence de facteurs de confusion. Si certaines études ont évalué l'hétérogénéité significative ou non des données initiales des participants, il ne faut pas omettre que l'âge, le sexe, l'effet pharmacologique, la diversité et la durée des interventions peuvent entraîner des biais non contrôlés. A cela s'ajoutent les biais de suivi avec un échancier de suivi variable et insuffisamment décrit pour la plupart des études, et les biais de publication dont l'évaluation adéquate n'est apportée que pour 5 des études éligibles à notre revue de littérature.

## **Conclusion**

La MP est une pathologie neurodégénérative parmi les plus répandues dans le monde. Les recherches scientifiques se multiplient pour déterminer les moyens de traitement les plus adaptés à ses symptômes. Au vu de l'intérêt croissant de la santé pour les nouvelles technologies, la réalité virtuelle apparaît prometteuse pour répondre aux attentes de rééducation de la MP. Cette revue de littérature avait pour objectif de mesurer la validité scientifique et les effets de la réalité virtuelle sur les troubles de l'équilibre du patient parkinsonien. Au travers des réflexions scientifiques, elle cherche à répondre à la question de recherche : **En quoi l'utilisation d'un programme de rééducation en réalité virtuelle peut-elle contribuer à améliorer les scores et les paramètres d'équilibre ?**

L'analyse et la mise en commun des 11 revues scientifiques sélectionnées appuient l'utilisation de la réalité virtuelle dans la rééducation de l'équilibre parkinsonien. La majorité des études la considèrent comme une technique complémentaire à la rééducation conventionnelle. Les résultats ont été appréciés par les changements induits sur les scores d'équilibre employés en pratique clinique. Ils confirment l'effet thérapeutique de la réalité virtuelle sur les paramètres d'équilibre et

du contrôle postural. Si elle s'avère aussi efficace que les thérapies habituellement mises en œuvre en rééducation, peu d'études sont en mesure d'affirmer ou de réfuter l'hypothèse d'une supériorité des effets de la réalité virtuelle. Pourtant, elle est à envisager comme un moyen de rééducation pertinent dans la mesure où les résultats, bien que non significatifs, penchent en faveur de cette intervention lorsqu'elle est comparée à une PEC classique. La confiance accordée aux preuves est jugée comme faible à modérée pour le BBS, très faible à faible pour le TUGT et modérée pour les autres critères de jugement (DGI / FGA, ABC). Nous pouvons noter que la confiance accordée aux preuves est plus importante lorsque les déficits sont plus sévères. L'une des études de notre revue a montré des améliorations supérieures de la réalité virtuelle par rapport à la rééducation conventionnelle et aux soins usuels avec une qualité globale de preuve respectivement modérée et élevée. Le manque de significativité souvent constaté entre les deux propositions peut alors s'expliquer par l'hétérogénéité des interventions et des mesures effectuées. Des paramètres comme le bien-être, la motivation et la stimulation cognitive n'ont pas été évalués mais pourraient encourager le recours à cette nouvelle approche. Toutefois, la vue d'ensemble apportée par notre revue de littérature doit être interprétée avec prudence. Elle intègre des études aux qualités méthodologiques individuelles jugées critiquement faibles à faibles. Les biais présents dans les études sont responsables d'une diminution de fiabilité des résultats. Je déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt dans la réalisation de cette revue.

Plusieurs pistes d'amélioration peuvent être suggérées pour approfondir notre travail de recherche. Puisque les programmes virtuels de rééducation sont de plus en plus populaires, il est nécessaire d'étendre nos investigations aux nouvelles publications scientifiques. Il serait également intéressant de cibler des articles portant sur le maintien des effets de la réalité virtuelle sur le long terme. Cela déterminerait si les effets bénéfiques sont durables. D'autres études doivent établir la posologie et les modalités les plus optimales pour renforcer les effets thérapeutiques de cette forme de rééducation. Par ailleurs, la réalisation d'ECR de plus grande taille d'échantillon permettrait de produire des méta-analyses et recommandations cliniques de meilleure qualité sur ce sujet.

La réalisation de ce mémoire apporte aux masseurs-kinésithérapeutes une vue d'ensemble du potentiel de la réalité virtuelle dans la PEC des troubles de l'équilibre de la MP. Il s'appuie sur des outils concrets d'évaluation de l'équilibre, couramment utilisés dans la profession. Il offre alors la possibilité aux kinésithérapeutes de transférer

les résultats de cette revue dans leur raisonnement professionnel et leurs pratiques. La construction de ce travail de recherche m'a permis de me familiariser avec la démarche scientifique sur une problématique en lien avec la kinésithérapie. Il a contribué à l'acquisition de connaissances approfondies de la physiopathologie et rééducation de la MP. J'ai pu développer un esprit scientifique critique sur la mise en place de tels protocoles. Ma future pratique professionnelle s'oriente vers un exercice en centre de rééducation fonctionnelle, où les pathologies neurologiques dont la MP y sont fréquemment prises en charge. Je me suis interrogée sur l'utilisation clinique de la réalité virtuelle dès sa mise en application au cours d'un de mes stages.

Les conclusions extraites des études sélectionnées nous éclairent sur la compatibilité d'une rééducation basée sur la réalité virtuelle avec la PEC de cette pathologie en centre. Bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires, les données disponibles semblent en faveur de son utilisation comme adjuvant du mode de rééducation actuel. À la suite de ce travail, je pense que la réalité virtuelle peut être un outil thérapeutique intéressant pour une PEC optimale de ces patients. La possibilité d'améliorer de façon similaire les troubles de l'équilibre tout en renforçant la motivation et l'implication des patients offre un réel potentiel pour maintenir le patient acteur de sa PEC. Cette condition est d'autant plus primordiale qu'il s'agit d'une pathologie neurodégénérative avec une rééducation requise sur le long terme.

En explorant la littérature, plusieurs études s'interrogent sur la mise en place de la réalité virtuelle à domicile. Les auteurs émettent l'hypothèse de bénéfices de cette forme d'intervention pour les patients atteints de la MP. Les recommandations de PEC de cette pathologie suggèrent de renforcer la participation active et l'autonomie du patient. La réalité virtuelle à domicile semble être un outil de rééducation compatible avec ces recommandations. Il convient néanmoins de déterminer le type de dispositifs adapté à ce contexte de soins et de s'assurer de la faisabilité et sécurité des séances à réaliser chez soi. En effet, la MP et les troubles de l'équilibre qui lui sont associés sont responsables d'un risque de chutes. L'absence de surveillance directe des patients pourrait être un frein à cette proposition. Pour garantir les conditions de sécurité et prévenir les chutes, nous pourrions envisager d'établir, à partir des scores d'équilibre de cette revue, le profil des patients compatibles avec un programme de réalité virtuelle à domicile. Concrètement, les échelles BBS, DGI et FGA fournissent une évaluation de ce risque. Selon la HAS, il est recommandé d'utiliser le TUGT. Bien que les items ne soient pas spécifiques aux chutes, l'évaluateur détermine le risque perçu de tomber lors

des différentes tâches. L'échelle ABC est complémentaire puisqu'elle évalue la confiance et la peur de tomber dans les AVQ. Les critères mesurés permettraient de définir les profils les plus aptes à suivre ce mode de rééducation avec un risque minime de chute. Il s'agirait de patients ayant obtenu des scores BBS > 41/56, DGI > 19/24, FGA > 18/30, TUGT < 20 secondes et un score > 50% sur l'échelle ABC. Puisque les modalités de ces échelles concordent avec les activités proposées par les entraînements de réalité virtuelle, cela renforce l'idée de s'appuyer sur ces items pour déterminer l'aptitude des participants à poursuivre ces soins rééducatifs à domicile. La réalisation d'un bilan kinésithérapique fondé sur ces scores serait donc un préalable à l'orientation du patient vers un entraînement autonome en réalité virtuelle. Mais alors, la réalité virtuelle à domicile pourrait-elle prolonger les effets temporaires de l'entraînement virtuel effectué en clinique ?

## Bibliographie

1. Zagnoli F, Rouhart F. Maladie de Parkinson. 2e éd. Doin; 2006. (Conduites).
2. Abbruzzese G, Marchese R, Avanzino L, Pelosin E. Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges. *Parkinsonism and Related Disorders*. 2016;22:S60-4.
3. Santé Publique. Maladie de Parkinson [Internet]. [cité 12 août 2022]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-neurodegeneratives/maladie-de-parkinson>
4. Ministère de la Santé et de la Prévention. La maladie de Parkinson [Internet]. [cité 12 août 2022]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-neurodegeneratives/article/la-maladie-de-parkinson>
5. SPF. Fréquence de la maladie de Parkinson en France : Données nationales et régionales 2010-2015 [Internet]. [cité 13 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-neurodegeneratives/maladie-de-parkinson/frequence-de-la-maladie-de-parkinson-en-france-donnees-nationales-et-regionales-2010-2015>
6. Assurance maladie. Personnes prises en charge pour maladie de Parkinson en 2019 [Internet]. [cité 22 août 2022]. Disponible sur: [https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/2019\\_fiche\\_maladie-parkinson.pdf](https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/2019_fiche_maladie-parkinson.pdf)
7. Inserm. Maladie de Parkinson [Internet]. 2022 [cité 12 août 2022]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/parkinson-maladie/>
8. Defebvre L, Vérin M. La maladie de Parkinson. Elsevier Masson; 2015. 276 p.
9. Haute autorité de santé (HAS). Guide parcours de soins parkinson [Internet]. [cité 14 janv 2023]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide\\_parours\\_de\\_soins\\_parkinson.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_parours_de_soins_parkinson.pdf)
10. Dulac M, Zimmer L, Sanandedji E. Cardiologie et neurologie. De Boeck Supérieur; 2019. 144 p.
11. Institut du Cerveau. Les symptômes, diagnostics et évolution de la maladie de Parkinson - ICM [Internet]. [cité 6 oct 2022]. Disponible sur: <https://institutducerveau-icm.org/fr/parkinson/symptomes-diagnostic-evolution/>
12. SOFMA, Defebvre L, Vérin M. La maladie de Parkinson. Elsevier Health Sciences; 2020. 304 p.
13. Grabli D. Maladie de Parkinson et syndromes parkinsoniens : les signes moteurs. *La Presse Médicale*. 1 mars 2017;46(2, Part 1):187-94.

14. Europe P. Wearing off and motor fluctuations [Internet]. [cité 11 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.parkinsonseurope.org/about-parkinsons/symptoms/motor-symptoms/wearing-off-and-motor-fluctuations/>
15. Dujardin K, Defebvre L. Neuropsychologie de la maladie de Parkinson et des syndromes apparentés. Elsevier Masson; 2011. 188 p.
16. Moreau C, Cantiniaux S, Delval A, Defebvre L, Azulay JP. Les troubles de la marche dans la maladie de Parkinson : problématique clinique et physiopathologique. *Revue Neurologique*. févr 2010;166(2):158-67.
17. Chaudhuri KR, Healy DG, Schapira AHV, National Institute for Clinical Excellence. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: diagnosis and management. *Lancet Neurol*. mars 2006;5(3):235-45.
18. Poewe W, Seppi K, Tanner CM, Halliday GM, Brundin P, Volkmann J, et al. Parkinson disease. *Nat Rev Dis Primers*. 23 mars 2017;3:17013.
19. Vidal. Le traitement médicamenteux de la maladie de Parkinson [Internet]. [cité 6 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/systeme-nerveux/maladie-parkinson/traitement.html>
20. Pallot A, Rostagno S, Tourlet C. Rééducation en neurologie: Eléments pour une pratique clinique raisonnée. Elsevier Health Sciences; 2022. 642 p.
21. Vidal. Apokinin [Internet]. [cité 7 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/medicaments/gammes/apokinin-579.html>
22. Vidal. Duodopa [Internet]. [cité 7 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/medicaments/gammes/duodopa-25470.html>
23. Goetz CG. Movement Disorder Society-Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): a new scale for the evaluation of Parkinson's disease. *Rev Neurol (Paris)*. janv 2010;166(1):1-4.
24. Bleton JP. Evaluation de la maladie de Parkinson par l'échelle MDS-UPDRS. *Le mensuel pratique et technique du kinésithérapeute* [Internet]. 10 sept 2014 [cité 5 oct 2022];557. Disponible sur: <https://www.ks-mag.com/article/754-evaluation-de-la-maladie-de-parkinson-par-l-echelle-mds-updrs>
25. Defebvre L. L'échelle MDS-UPDRS. *Pratique Neurologique - FMC*. 1 sept 2018;9(3):192-4.
26. Martinez-Martin P, Jeukens-Visser M, Lyons KE, Rodriguez-Blazquez C, Selai C, Siderowf A, et al. Health-related quality-of-life scales in Parkinson's disease: critique and recommendations. *Mov Disord*. nov 2011;26(13):2371-80.
27. Tranchant C. Autres syndromes parkinsoniens. *La Presse Médicale*. 1 mars 2017;46(2, Part 1):210-7.



28. Morand A de. Pratique de la rééducation neurologique. Elsevier Health Sciences; 2022. 357 p.
29. Defebvre L. Place de la rééducation dans la maladie de Parkinson : pour quels patients ? Revue Neurologique. avr 2015;171:A218.
30. Duclos N., C. Duclos C., Mesure S. Contrôle postural : physiologie, concepts principaux et implications pour la réadaptation. EMC - Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation. 2017;13(1):1-9 [Article 26-007-B-40].
31. Pérennou D. Physiologie et physiopathologie du contrôle postural. La Lettre de médecine physique et de réadaptation. 1 sept 2012;28.
32. Marin L, Bardy BG. Les coordinations posturales : Approches neuromusculaire et dynamique. Movement & Sport Sciences. 2011;74(3):39-52.
33. Viel E. La marche humaine, la course et le saut: biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements. Elsevier Masson; 2000. 286 p.
34. Azulay JP, Cantiniaux S, Vacherot F, Vaugoyeau M, Assaiante C. Locomotion : physiologie, méthodes d'analyse et classification des principaux troubles. EMC - Neurologie. janv 2009;6(2):1-10.
35. Mancini M, Nutt JG, Horak FB. Chapter 6 - How is dynamic balance during walking affected by PD? Mancini M, Nutt JG, Horak FB, éditeurs. Balance Dysfunction in Parkinson's Disease. 1 janv 2020;99-122.
36. Fuller G, Masson C, Co JS&. L'examen neurologique facile. Elsevier Masson; 2012. 244 p.
37. Qutubuddin AA, Pegg PO, Cifu DX, Brown R, McNamee S, Carne W. Validating the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease: A key to rehabilitation evaluation. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1 avr 2005;86(4):789-92.
38. Downs S. The Berg Balance Scale. J Physiother. janv 2015;61(1):46.
39. Brooks D, Davis AM, Naglie G. Validity of 3 physical performance measures in inpatient geriatric rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil. janv 2006;87(1):105-10.
40. Info AVC. Timed Up and Go (TUG) [Internet]. [cité 15 janv 2023]. Disponible sur: <https://strokengine.ca/fr/assessments/timed-up-and-go-tug/>
41. Haute autorité de santé (HAS). Référentiel concernant l'évaluation du risque de chutes chez le sujet âgé autonome et sa prévention [Internet]. [cité 15 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013->

- 04/referentiel\_concernant\_levaulation\_du\_risque\_de\_chutes\_chez\_le\_sujet\_age\_autonome\_et\_sa\_prevention.pdf
42. de Waroquier-Leroy L, Bleuse S, Serafi R, Watelain E, Pardessus V, Tiffreau AV, et al. The Functional Reach Test: Strategies, performance and the influence of age. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. août 2014;57(6-7):452-64.
  43. Consortium national de formation en santé (CNFS). Index de marche dynamique (DGI) [Internet]. 2018 [cité 20 mars 2023]. Disponible sur: <https://cnfs.ca/agees/tests/mesurer-la-capacite-physique/index-de-marche-dynamique-dgi>
  44. Wrisley DM, Kumar NA. Functional gait assessment: concurrent, discriminative, and predictive validity in community-dwelling older adults. *Phys Ther*. mai 2010;90(5):761-73.
  45. Info AVC. Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC Scale) [Internet]. [cité 15 janv 2023]. Disponible sur: <https://strokengine.ca/fr/assessments/activities-specific-balance-confidence-scale-abc-scale/>
  46. Franchignoni F, Giordano A, Ronconi G, Rabini A, Ferriero G. Rasch validation of the Activities-specific Balance Confidence Scale and its short versions in patients with Parkinson's disease. *J Rehabil Med*. juin 2014;46(6):532-9.
  47. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Physical Therapy*. 1 mai 2009;89(5):484-98.
  48. Liegeon E. L'évaluation de l'équilibre en gériatrie : Le BESTest [Internet]. Actukiné. 2022 [cité 23 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.actukine.com/levaulation-de-lequilibre-en-geriatrie-le-bestest/>
  49. Pazzaglia C, Imbimbo I, Tranchita E, Minganti C, Ricciardi D, Lo Monaco R, et al. Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial. *Physiotherapy*. mars 2020;106:36-42.
  50. Benatru I, Vaugoyeau M, Azulay JP. Postural disorders in Parkinson's disease. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 1 déc 2008;38(6):459-65.
  51. Bozec Y. L'apprentissage à travers la réalité virtuelle [Internet]. Disponible sur: [https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user\\_upload/Projets/agence\\_des\\_usages/Etat\\_Art.pdf](https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/agence_des_usages/Etat_Art.pdf)
  52. Fuchs P. *Le traité de la réalité virtuelle*. Presses de l'Ecole des Mines; 2003.
  53. Phu S, Kirk B, Duque G. Postural Instability—Balance, Posture and Gait. In: *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier; 2019. p. B978012801238311431X.

54. Fusco A, Tieri G. Challenges and Perspectives for Clinical Applications of Immersive and Non-Immersive Virtual Reality. *Journal of Clinical Medicine*. janv 2022;11(15):4540.
55. Mujber TS, Szecsi T, Hashmi MSJ. Virtual reality applications in manufacturing process simulation. *Journal of Materials Processing Technology*. 30 nov 2004;155-156:1834-8.
56. Ordre des masseurs-kinésithérapeutes. Serious game et réalité virtuelle au service de la rééducation en kinésithérapie [Internet]. 2020 [cité 22 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.ordremk.fr/actualites/patients/serious-game-et-realite-virtuelle-au-service-de-la-reeducation-en-kinesitherapie/>
57. Martens, K.A.E., Shine, J.M., Lewis, S.J.G. Using Virtual Reality to Advance the Understanding and Rehabilitation of Gait Impairments in Parkinson's Disease. In: Barbieri, F, Vítório, R (eds) *Locomotion and Posture in Older Adults* [Internet]. 2017 [cité 25 janv 2023]. Disponible sur: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48980-3\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48980-3_25)
58. Severiano MIR, Zeigelboim BS, Teive HAG, Santos GJB, Fonseca VR. Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study. *Arq Neuropsiquiatr*. févr 2018;76(2):78-84.
59. Piette P, Pasquier J. Réalité virtuelle et rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*. août 2012;12(128-129):38-41.
60. Pallot A. *Evidence Based Practice en rééducation: Démarche pour une pratique raisonnée*. Elsevier Health Sciences; 2019. 421 p.
61. Elsevier. Evidence-based practice en rééducation [Internet]. [cité 1 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/kine-osteo/evidence-based-practice-en-reeducation>
62. Lu Y, Ge Y, Chen W, Xing W, Wei L, Zhang C, et al. The effectiveness of virtual reality for rehabilitation of Parkinson disease: an overview of systematic reviews with meta-analyses. *Syst Rev*. déc 2022;11(1):50.
63. Chen Y, Gao Q, He CQ, Bian R. Effect of Virtual Reality on Balance in Individuals With Parkinson Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther*. 23 juin 2020;100(6):933-45.
64. Triegaardt J, Han TS, Sada C, Sharma S, Sharma P. The role of virtual reality on outcomes in rehabilitation of Parkinson's disease: meta-analysis and systematic review in 1031 participants. *Neurol Sci*. mars 2020;41(3):529-36.
65. Wang B, Shen M, Wang YX, He ZW, Chi SQ, Yang ZH. Effect of virtual reality on balance and gait ability in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. juill 2019;33(7):1130-8.

66. Lei C, Sunzi K, Dai F, Liu X, Wang Y, Zhang B, et al. Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. *PLoS One*. 2019;14(11):e0224819.
67. Li R, Zhang Y, Jiang Y, Wang M, Ang WHD, Lau Y. Rehabilitation training based on virtual reality for patients with Parkinson's disease in improving balance, quality of life, activities of daily living, and depressive symptoms: A systematic review and meta-regression analysis. *Clin Rehabil*. août 2021;35(8):1089-102.
68. Lina C, Guoen C, Huidan W, Yingqing W, Ying C, Xiaochun C, et al. The Effect of Virtual Reality on the Ability to Perform Activities of Daily Living, Balance During Gait, and Motor Function in Parkinson Disease Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Phys Med Rehabil*. oct 2020;99(10):917-24.
69. Santos P, Scaldaferrri G, Santos L, Ribeiro N, Neto M, Melo A. Effects of the Nintendo Wii training on balance rehabilitation and quality of life of patients with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*. 2019;44(4):569-77.
70. Wu YT, Wu YF, Ye JH. Adults with Parkinson's Disease Undergoes Exergaming Training to Improve Balance: A Systematic Review. *International Journal of Information and Education Technology*. 1 févr 2020;10.
71. Sarasso E, Gardoni A, Tettamanti A, Agosta F, Filippi M, Corbetta D. Virtual reality balance training to improve balance and mobility in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol*. avr 2022;269(4):1873-88.
72. Kashif M, Ahmad A, Bandpei MAM, Farooq M, Iram H, e Fatima R. Systematic review of the application of virtual reality to improve balance, gait and motor function in patients with Parkinson's disease. *Medicine*. 5 août 2022;101(31):e29212.
73. Chuang CS, Chen YW, Zeng BY, Hung CM, Tu YK, Tai YC, et al. Effects of modern technology (exergame and virtual reality) assisted rehabilitation vs conventional rehabilitation in patients with Parkinson's disease: a network meta-analysis of randomised controlled trials. *Physiotherapy*. déc 2022;117:35-42.
74. Haute autorité de santé (HAS). *Maladie de parkinson et syndromes apparentés : techniques et modalités de la prise en charge non médicamenteuse des troubles moteurs* [Internet]. [cité 1 avr 2023]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2016-07/maladie\\_de\\_parkinson\\_et\\_syndromes\\_apparentes\\_-\\_rapport\\_delaboration.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2016-07/maladie_de_parkinson_et_syndromes_apparentes_-_rapport_delaboration.pdf)
75. Schlenstedt C, Brombacher S, Hartwigsen G, Weisser B, Möller B, Deuschl G. Comparing the Fullerton Advanced Balance Scale with the Mini-BESTest and Berg Balance Scale to assess postural control in patients with Parkinson disease. *Arch Phys Med Rehabil*. févr 2015;96(2):218-25.

76. Huang SL, Hsieh CL, Wu RM, Tai CH, Lin CH, Lu WS. Minimal detectable change of the timed « up & go » test and the dynamic gait index in people with Parkinson disease. *Phys Ther.* janv 2011;91(1):114-21.
77. Petersen C, Steffen T, Paly E, Dvorak L, Nelson R. Reliability and Minimal Detectable Change for Sit-to-Stand Tests and the Functional Gait Assessment for Individuals With Parkinson Disease. *J Geriatr Phys Ther.* 2017;40(4):223-6.
78. Filiatrault J, Gauvin L, Fournier M, Parisien M, Robitaille Y, Laforest S, et al. Evidence of the psychometric qualities of a simplified version of the Activities-specific Balance Confidence scale for community-dwelling seniors. *Arch Phys Med Rehabil.* mai 2007;88(5):664-72.
79. Delignières D. Chapitre VIII. L'apprentissage moteur. In Paris cedex 14: Presses Universitaires de France; 2015. p. 78-95. (Que sais-je ?; vol. 2e éd.).

## Table des illustrations

Tableau 1 – Avantages de la réalité virtuelle pour la rééducation de la MP et ses protagonistes.....	26
Tableau 2 – Définition des critères PICOS pour formuler la question de recherche. ....	28
Tableau 3 – Mots-clés utilisés pour la recherche dans les bases de données. ....	29
Tableau 4 – Synthèse des équations de recherche pour chaque base de données et nombre de résultats ressortis. ....	30
Tableau 5 – Critères d’inclusion.....	30
Tableau 6 – Critères d’exclusion. ....	31
Figure 1 : Dysfonctionnement de la boucle thalamo-corticale (10). ....	7
Figure 2 : Représentation schématique des fluctuations motrices lors des phénomènes ON/OFF (14). ....	9
Figure 3 : Histoire naturelle de la maladie de Parkinson (18). ....	12
Figure 4 : Représentation de la marche et attitude typiques du patient parkinsonien (36). .....	20
Figure 5 : La boucle « perception, cognition, action » passant par le monde virtuel. ....	24
Figure 6 : Tableau descriptif des différents types de réalité virtuelle et de leurs caractéristiques (55). ....	25
Figure 7 : Diagramme de flux PRISMA, qui illustre l’ensemble du processus de sélection des études. ....	32
Figure 8 : Graphiques en secteurs représentant la proportion des études incluses selon l’année de publication et selon le pays de mise en place.....	34
Figure 9 : Histogramme représentant l’intensité moyenne minimale et maximale des interventions recensées dans les revues examinées. ....	40
Figure 10 : Histogramme représentant la fréquence moyenne minimale et maximale des interventions recensées dans les revues examinées. ....	41
Figure 11 : Histogramme représentant la durée moyenne minimale et maximale des interventions recensées dans les revues examinées. ....	42
Figure 12 : Histogramme représentant les résultats des interventions sur le BBS, basés sur le calcul des différences moyennes.....	44
Figure 13 : Histogrammes représentant les résultats des interventions sur le TUGT, basés sur le calcul des différences moyennes. ....	45

Figure 14 : Histogramme représentant les résultats des interventions sur le DGI / FGA, basés sur le calcul des différences moyennes.....	46
Figure 15 : Histogramme représentant les résultats des interventions sur le score ABC, basés sur le calcul des différences moyennes.....	47

## Table des annexes

ANNEXE A : <i>Echelle UPDRS.</i> .....	I
ANNEXE B : <i>Echelle de HOEHN&amp;YAHR.</i> .....	II
ANNEXE C : <i>Berg Balance Scale.</i> .....	III
ANNEXE D : <i>Activities-specific Balance Confidence.</i> .....	V
ANNEXE E : <i>Justification de l'exclusion des études et liste des études exclues.</i> .....	VI
ANNEXE F : <i>Critères d'éligibilité des revues systématiques et/ou méta-analyses.</i> ...	VIII
ANNEXE G : <i>Tableaux récapitulatifs des données issues des études incluses.</i> .....	XI
ANNEXE H : <i>Critères de jugement utilisés par les études incluses.</i> .....	XXII
ANNEXE I : <i>Tableaux de synthèse des résultats selon l'échelle utilisée.</i> .....	XXIII
ANNEXE J : <i>Tableau récapitulatif des résultats de la comparaison des interventions proposées par CHUANG et al. et de la qualité globale des preuves.</i> .....	XXVII
ANNEXE K : <i>Niveau de preuve scientifique des études selon l'HAS.</i> .....	XXVIII
ANNEXE L : <i>Evaluation de la qualité méthodologique des études incluses (AMSTAR-2).</i> .....	XXIX



**ANNEXE A : Echelle UPDRS.**

Tirée de : Trudelle P. Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS).  
Kinesther Rev. mars 2006;6(51):20-4.

**Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS)**

Kinesither Rev 2006;(51):20-4

Unified Parkinson's disease rating scale (UPDRS)															
Nom :		Date :		UPDRS =											
Année de naissance :		Stable : Oui Non		prédominance : D - G - AH - M - T											
Début de la maladie :		début de traitement :		cocher : <input type="checkbox"/> seul <input type="checkbox"/> conjoint <input type="checkbox"/> enfant <input type="checkbox"/> autre											
		Date :		on	off	on	off	on	off	on	off	on	off	on	off
	Dopa mg/jour :		Heure dernière prise :												
1	Affaiblissement intellectuel (0-4 points)														
2	Troubles de la pensée (0-4 points)														
3	Dépression (0-4 points)														
4	Motivation-initiative (0-4 points)														
<b>État mental, comportemental, thymique Sous-total (max = 16)</b>															
5	Parole (0-4 points)														
6	Salivation (0-4 points)														
7	Déglutition (0-4 points)														
8	Écriture (0-4 points)														
9	S'alimenter (0-4 points)														
10	Habillage (0-4 points)														
11	Hygiène (0-4 points)														
12	Se retourner dans le lit (0-4 points)														
13	Chutes non liées au piétinement (0-4 points)														
14	Piétinement (0-4 points)														
15	Marche (0-4 points)														
16	Tremblement (0-4 points)														
17	Douleurs (0-4 points)														
<b>Activités de la vie quotidienne sous-total (max = 52)</b>															
18	Parole (0-4 points)														
19	Expression faciale (0-4 points)														
20	Tremblement de repos : face, lèvres, menton (0-4 points)														
	Main : droite (0-4 points)														
	Gauche (0-4 points)														
	Pieds : droit (0-4 points)														
	Gauche (0-4 points)														
21	Tremblement d'action droit (0-4 points)														
	Tremblement d'action gauche (0-4 points)														
22	Rigidité : cou (0-4 points)														
	Membre supérieur droit (0-4 points)														
	Membre supérieur gauche (0-4 points)														
	Membre inférieur droit (0-4 points)														
	Membre inférieur gauche (0-4 points)														
23	Tapotement des doigts : droits (0-4 points)														
	Gauches (0-4 points)														
24	Mouvements des mains : droit (0-4 points)														
	Gauche (0-4 points)														
25	Mouvements alternatifs : droit (0-4 points)														
	Gauche (0-4 points)														
26	Agilité de la jambe : droite (0-4 points)														
	Gauche (0-4 points)														
27	Se lever d'une chaise (0-4 points)														
28	Posture (0-4 points)														
29	Démarche (0-4 points)														
30	Stabilité posturale (0-4 points)														
31	Bradykinésie (0-4 points)														
<b>Examen moteur Sous-total (max = 108)</b>															
<b>Total de 1-31 (max = 176)</b>															
<b>Complications du traitement : A) Dyskinésie</b>															
32	Durée de la dyskinésie (0-4 points)														
33	Incapacité dû à la dyskinésie (0-4 points)														
34	Dyskinésies douloureuses (0-4 points)														
35	Dyskinésie matinale précoce (0-1 point)														
<b>Complications du traitement : B) Fluctuations cliniques</b>															
36	Périodes off prédictives (0-1 point)														
37	Périodes off non prédictives (0-1 point)														
38	Périodes off brutales (0-1 point)														
39	Proportions de off (0-4 points)														
<b>Complications du traitement : Autres complications</b>															
40	Anorexie, nausées, vomissements (0-1 point)														
41	Insomnies, somnolence (0-1 point)														
42	hypotension orthostatique (0-1 point)														
<b>Stades de Hoehn et Yahr : 0 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5</b>															
<b>AVQ - Schwab et England : 0-10-20-30-40-50-60-70-80-90-100 %</b>															

AH = Akineto-hypertonique ; M = mixte ; T = tremblante ; D = Droit ; G = Gauche

**ANNEXE B : Echelle de HOEHN&YAHR.**

Tirée de : Defebvre L, Vérin M, Fumat C. La maladie de Parkinson. 3<sup>e</sup> éd. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2015. Page 128.

<b>Stades</b>	<b>Manifestations de la maladie</b>
<b>1</b>	Unilatérale
<b>1,5</b>	Unilatérale avec atteinte axiale
<b>2</b>	Bilatérale sans trouble de l'équilibre
<b>2,5</b>	Bilatérale légère avec retentissement lors du test de la poussée
<b>3</b>	Bilatérale légère à modérée, certaine instabilité posturale, physiquement autonome
<b>4</b>	Handicap sévère, toujours capable de marcher ou de se tenir debout sans aide
<b>5</b>	Malade en chaise roulante ou alité, il n'est plus autonome

## ANNEXE C : Berg Balance Scale.

Tirée de : Référentiel d'auto-évaluation des pratiques professionnelles en masso-kinésithérapie, HAS / Service évaluation des pratiques / Janvier 2006.

### (3) Échelle d'équilibre de Berg (Berg balance scale) (traduction libre)

Réf : Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D : *Measuring balance in the elderly. Preliminary development of an instrument. Physiother Can* 1989 ; 41 : 304-11.

Échelle d'équilibre de Berg. Kinésithérapie, la revue 2004 (32-33) : 50-3 :

Nom : Prénom : Endroit de réalisation des tâches :		Médecin prescripteur : Diagnostic : Kinésithérapeute :		Dates		
Instructions, items et cotation						
<b>1. Transfert assis-debout. Levez-vous. Essayez de ne pas utiliser vos mains pour vous lever</b>	4 : capable de se lever sans les mains et se stabilise indépendamment					
	3 : capable de se lever indépendamment avec les mains					
	2 : capable de se lever avec les mains après plusieurs essais					
	1 : a besoin d'un minimum d'aide pour se lever ou se stabiliser					
	0 : a besoin d'une assistance modérée ou maximale pour se lever					
<b>2. Station debout sans appui. Restez debout sans vous tenir</b>	4 : capable de rester debout en sécurité 2 minutes					
	3 : capable de rester debout 2 minutes avec une supervision					
	2 : capable de rester debout 30 secondes sans se tenir					
	1 : a besoin de plusieurs essais pour rester debout 30 secondes sans se tenir					
	0 : incapable de rester debout 30 secondes sans assistance					
<b>Si le sujet peut rester debout 2 minutes sans se tenir, attribuer le score maximum à l'item 3 et passer à l'item 4.</b>						
<b>3. Assis sans dossier mais les pieds en appui au sol ou sur un repose-pieds. Restez assis les bras croisés pendant 2 minutes</b>	4 : capable de rester assis en sûreté et sécurité pendant 2 minutes					
	3 : capable de rester assis en sûreté et sécurité pendant 2 minutes avec une supervision					
	2 : capable de rester assis 30 secondes					
	1 : capable de rester assis 10 secondes					
	0 : incapable de rester assis sans appuis 10 secondes					
<b>4. Transfert debout-assis. Asseyez-vous</b>	4 : S'assoit en sécurité avec une aide minimale des mains					
	3 : Contrôle la descente en utilisant les mains					
	2 : Utilise l'arrière des jambes contre le fauteuil pour contrôler la descente					
	1 : S'assoit indépendamment mais a une descente incontrôlée					
	0 : a besoin d'une assistance pour s'asseoir					
<b>5. Transfert d'un siège à un autre</b>	4 : Se transfert en sécurité avec une aide minimale des mains					
	3 : Se transfert en sécurité mais a absolument besoin des mains					
	2 : Se transfert mais avec des directives verbales et/ou une supervision					
	1 : a besoin d'une personne pour aider					
	0 : a besoin de 2 personnes pour assister ou superviser					
<b>6. Station debout yeux fermés. Fermez les yeux et restez debout yeux fermés 10 secondes</b>	4 : capable de rester debout 10 secondes en sécurité					
	3 : capable de rester debout 10 secondes avec une supervision					
	2 : capable de rester debout 3 secondes					
	1 : incapable de garder les yeux fermés 3 secondes mais resté stable					
	0 : a besoin d'aide pour éviter les chutes					

<b>7. Station debout avec les pieds joints. Serrez vos pieds et restez debout sans bouger</b>	4 : capable de placer ses pieds joints indépendamment et reste debout 1 minute en sécurité			
	3 : capable de placer ses pieds joints indépendamment et reste debout 1 minute avec une supervision			
	2 : capable de placer ses pieds joints indépendamment et de tenir 30 secondes			
	1 : a besoin d'aide pour atteindre la position mais est capable de rester debout ainsi 15 secondes			
	0 : a besoin d'aide pour atteindre la position et est incapable de rester debout ainsi 15 secondes			
<b>8. Station debout, atteindre vers l'avant, bras tendus. Levez les bras à 90°. Étendez les doigts vers l'avant aussi loin que vous pouvez</b>	4 : peut aller vers l'avant en toute confiance > 25 cm			
	3 : peut aller vers l'avant > 12,5 cm en sécurité			
	2 : peut aller vers l'avant > 5 cm en sécurité			
	1 : peut aller vers l'avant mais avec une supervision			
	0 : perd l'équilibre quand essaye le mouvement ou a besoin d'un appui extérieur			
<b>9. Ramassage d'un objet au sol. Ramassez le chausson qui est placé devant vos pieds</b>	4 : capable de ramasser le chausson en sécurité et facilement			
	3 : capable de ramasser le chausson avec une supervision			
	2 : incapable de ramasser le chausson mais l'approche à 2-5 cm et garde un équilibre indépendant			
	1 : incapable de ramasser et a besoin de supervision lors de l'essai			
	0 : incapable d'essayer ou a besoin d'assistance pour éviter les pertes d'équilibre ou les chutes			
<b>10. Debout, se tourner en regardant par-dessus son épaule droite et gauche. Regardez derrière vous par-dessus l'épaule gauche. Répétez à droite</b>	4 : regarde derrière des 2 côtés et déplace bien son poids			
	3 : regarde bien d'un côté et déplace moins bien son poids de l'autre			
	2 : tourne latéralement seulement mais garde l'équilibre			
	1 : a besoin de supervision lors de la rotation			
	0 : a besoin d'assistance pour éviter les pertes d'équilibre ou les chutes			
<b>11. Tour complet (360°). Faites un tour complet. De même dans l'autre direction</b>	4 : capable de tourner de 360° en sécurité en 4 secondes ou moins			
	3 : capable de tourner de 360° d'un côté seulement en 4 secondes ou moins			
	2 : capable de tourner de 360° en sécurité mais lentement			
	1 : a besoin d'une supervision rapprochée ou de directives verbales			
	0 : a besoin d'une assistance lors de la rotation			
<b>12. Debout, placer alternativement un pied sur une marche du ou sur un marchepied. Placez alternativement chacun de vos pieds sur la marche de ou sur le marchepied. Continuez jusqu'à ce que chaque pied ait réalisé cela 4 fois</b>	4 : capable de rester debout indépendamment et en sécurité et complète les 8 marches en 20 secondes			
	3 : capable de rester debout indépendamment et complète les 8 marches en > 20 secondes			
	2 : capable de compléter 4 marches sans aide et avec une supervision			
	1 : capable de compléter > 2 marches avec une assistance minimale			
	0 : a besoin d'assistance pour éviter les chutes/incapable d'essayer			
<b>13. Debout un pied devant l'autre. Montrez au sujet. Placez un pied directement devant l'autre. Si vous sentez que vous ne pouvez pas le faire, essayez de placer votre talon plus loin que les orteils du pied opposé</b>	4 : capable de placer son pied directement devant l'autre (tandem) indépendamment et de tenir 30 secondes			
	3 : capable de placer son pied devant l'autre indépendamment et de tenir 30 secondes			
	2 : capable de réaliser un petit pas indépendamment et de tenir 30 secondes			
	1 : a besoin d'aide pour avancer le pied mais peut le maintenir 15 secondes			
	0 : perd l'équilibre lors de l'avancée du pas ou de la position debout			
<b>14. Station unipodale. Restez sur un pied aussi longtemps que vous pouvez tenir</b>	4 : capable de lever un pied indépendamment et de tenir > 10 secondes			
	3 : capable de lever un pied indépendamment et de tenir entre 5 et 10 secondes			
	2 : capable de lever un pied indépendamment et de tenir au moins 3 secondes			
	1 : essaye de lever le pied, incapable de tenir 3 secondes mais reste debout indépendamment			
	0 : incapable d'essayer ou a besoin d'assistance pour éviter les chutes			
Score total : maximum 56 points				

**ANNEXE D : *Activities-specific Balance Confidence.***

Tirée de : Franchignoni F, Giordano A, Ronconi G, Rabini A, Ferriero G. Rasch validation of the Activities-specific Balance Confidence Scale and its short versions in patients with Parkinson's disease. J Rehabil Med. 2014 Jun;46(6):532-9.

1. Marcher autour de la maison
2. Monter ou descendre les escaliers
3. Se pencher pour ramasser une pantoufle à l'avant d'un placard
4. Atteindre une petite boîte sur une étagère au niveau des yeux
5. Se tenir sur la pointe des pieds et atteindre quelque chose au-dessus de sa tête
6. Debout sur une chaise pour atteindre quelque chose
7. Balayer le sol
8. Marcher à l'extérieur de la maison vers une voiture garée dans l'allée
9. Entrer ou sortir d'une voiture
10. Marcher à travers un stationnement au centre commercial
11. Monter ou descendre une rampe
12. Marcher dans un centre commercial bondé où les gens passent rapidement
13. Être bousculé par des gens qui se déplacent à travers un centre commercial
14. Monter ou descendre d'un escalier roulant tout en tenant la rampe
15. Marche ou arrêt sur un escalier roulant tout en tenant des colis (de sorte de ne pas être en mesure de tenir la rampe)
16. Marcher à l'extérieur sur des trottoirs glacés

L'échelle ABC est une mesure subjective de la confiance en l'équilibre. Le patient doit évaluer sa confiance dans les activités de vie quotidienne sans perte d'équilibre ou instabilité reprises par 16 items. Le score total est un pourcentage qui varie entre 0% (aucune confiance) et 100% (confiance totale).

## ANNEXE E : Justification de l'exclusion des études et liste des études exclues.

### Références exclues sur titre

Raison	Nombre	Références
Ne correspondant pas au P du PICO (autres pathologies que la maladie de Parkinson)	n = 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- He M, Zhang HN, Tang ZC, Gao SG. Balance and coordination training for patients with genetic degenerative ataxia: a systematic review. <i>Journal of Neurology</i>. 2021 ;268(10):3690-705.</li> <li>- NCT05026099. Boxing Training for Upper Limb Functions, Balance, and Quality of Life in Stroke.</li> <li>- NCT04750850. Core Stability Exercises and Hereditary Ataxia.</li> <li>- Exergaming for dementia and mild cognitive impairment - Voinescu, A – 2021</li> <li>- Pollock A, Farmer SE, Brady MC, Langhorne P, Mead GE, Mehrholz J, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke.</li> <li>- Hazelton C, Thomson K, Todhunter-Brown A, Campbell P, Chung CS, Dorris L, et al. Interventions for perceptual disorders following stroke.</li> <li>- Khalil H, Al-Sharman A, El-Salem K, Alghwiri AA, Al-Shorafat D, Khazaaleh S, et al. The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): A feasibility study. <i>NRE</i>. 2 janv 2019;43(4):473-82.</li> <li>- Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction - McDonnell, MN – 2015</li> <li>- Khan F, Amatya B, Kesselring J, Galea M. Telerehabilitation for persons with multiple sclerosis.</li> </ul>
Ne correspondant pas au I du PICO	n = 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Truijten S, Abdullahi A, Bijsterbosch D, van Zoest E, Conijn M, Wang Y, et al. Effect of home-based virtual reality training and telerehabilitation on balance in individuals with Parkinson disease, multiple sclerosis, and stroke: a systematic review and meta-analysis. <i>Neurol Sci</i>. mai 2022;43(5):2995-3006.</li> <li>- Perrochon A, Borel B, Istrate D, Compagnat M, Daviet JC. Exercise-based games interventions at home in individuals with a neurological disease: A systematic review and meta-analysis. <i>Annals of Physical and Rehabilitation Medicine</i>. sept 2019;62(5):366-78.</li> <li>- Yang WC, Wang HK, Wu RM, Lo CS, Lin KH. Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. <i>J Formos Med Assoc</i>. sept 2016;115(9):734-43.</li> <li>- Scopus - Document details - Teleneurorehabilitation for Parkinson's Disease: A Panacea for the Times to Come?   Signed in [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> <li>- NCT04982887. Tele-Rehabilitation in Parkinson's Disease. <a href="https://clinicaltrials.gov/show/NCT04982887">https://clinicaltrials.gov/show/NCT04982887</a> [Internet]. 30 sept 2021 [cité 7 janv 2023];</li> <li>- Gandolfi M, Geroin C, Dimitrova E, Boldrini P, Waldner A, Bonadiman S, et al. Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. <i>Biomed Res Int</i>. 2017;2017:7962826.</li> <li>- de Moura JA, Chowdhury TI, Leal JC, Pimentel Piemonte ME, Kopczyński MC, Quarles JP, et al. Virtual functional mobility test: A potential novel tool for assessing mobility of individuals with Parkinson's disease in a multitask condition. <i>J Clin Neurosci</i>. nov 2021;93:17-22.</li> </ul>
Ne correspondant pas au O du PICO	n = 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orgeta V, McDonald KR, Poliakoff E, Hindle JV, Clare L, Leroi I. Cognitive training interventions for dementia and mild cognitive impairment in Parkinson's disease. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews</i> [Internet]. 2020 [cité 7 janv 2023];(2).</li> <li>- Scopus - Document details - How Cognitive Reserve should Influence Rehabilitation Choices using Virtual Reality in Parkinson's Disease   Signed in [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> <li>- Piccinini G, Imbimbo I, Ricciardi D, Coraci D, Santilli C, Lo Monaco MR, et al. The impact of cognitive reserve on the effectiveness of balance rehabilitation in Parkinson's disease. <i>Eur J Phys Rehabil Med</i>. août 2018;54(4):554-9.</li> <li>- Šumec R, Filip P, Sheardová K, Bareš M. Psychological Benefits of Nonpharmacological Methods Aimed for Improving Balance in Parkinson's Disease: A Systematic Review. <i>Behav Neurol</i>. 2015;2015:620674.</li> <li>- Imbimbo I, Coraci D, Santilli C, Loreti C, Piccinini G, Ricciardi D, et al. Parkinson's disease and virtual reality rehabilitation: cognitive reserve influences the walking and balance outcome. <i>Neurol Sci</i>. nov 2021;42(11):461521.</li> </ul>
Titre hors sujet	n = 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews</i> [Internet]. 2019 [cité 7 janv 2023];(1).</li> <li>- Online Simulation-Based Mastery Learning with Deliberate Practice: developing Interprofessional Communication Skill   <i>Cochrane Library</i> [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> </ul>
Nature de l'article : conférence ou tribune libre	n = 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pazzaglia C, Imbimbo I, Tranchita E, Minganti C, Ricciardi D, Monaco RL, et al. Reply to Letter to the Editor: « Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial ». <i>Physiotherapy</i>. mars 2021;110:88-9.</li> <li>- Özden F. Letter to the Editor: « Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial ». <i>Physiotherapy</i>. mars 2021;110:87.</li> <li>- TISHW 2016 - 1st International Conference on Technology and Innovation in Sports, Health and Wellbeing. <i>Proceedings</i>. In 2016.</li> <li>- Scopus - Document details - Is virtual reality really effective in parkinson's disease?   Signed in [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> </ul>
<b>TOTAL :</b>	<b>n = 27</b>	

### Références exclues après lecture de l'abstract

Raison	Nombre	Références
Ne correspondant pas au I du PICO	n=6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Van der Veen SM, Thomas JS. A Pilot Study Quantifying Center of Mass Trajectory during Dynamic Balance Tasks Using an HTC Vive Tracker Fixed to the Pelvis. <i>Sensors (Basel)</i>. 1 déc 2021;21(23):8034.</li> <li>- Kashif M, Ahmad A, Bandpei MAM, Syed HA, Raza A, Sana V. A Randomized Controlled Trial of Motor Imagery Combined with Virtual Reality Techniques in Patients with Parkinson's Disease. <i>JPM</i>. 12 mars 2022;12(3):450.</li> <li>- Harris DM, Rantalainen T, Muthalib M, Johnson L, Duckham RL, Smith ST, et al. Concurrent exergaming and transcranial direct current stimulation to improve balance in people with Parkinson's disease: study protocol for a randomised controlled trial. <i>Trials</i>. 16 juill 2018;19(1):387.</li> <li>- Kashif M, Ahmad A, Bandpei MAM, Gillani SA, Hanif A, Iram H. Effects of Virtual Reality with Motor Imagery Techniques in Patients with Parkinson's Disease: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. <i>Neurodegener Dis</i>. 2020;20(2 3):90 6.</li> <li>- Allen NE, Canning CG, Almeida LRS, Bloem BR, Keus SH, Löfgren N, et al. Interventions for preventing falls in Parkinson's disease. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]</i>. 2022 [cité 7 janv 2023];(6).</li> <li>- Scopus - Document details - Feasibility of adapting a classroom balance training program to a video game platform for people with Parkinson's disease   Signed in [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> </ul>
Ne correspondant pas au C du PICO	n=1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doná F, Aquino CC, Gazzola JM, Borges V, Silva SMCA, Ganança FF, et al. Changes in postural control in patients with Parkinson's disease: a posturographic study. <i>Physiotherapy</i>. sept 2016;102(3):272 9.</li> </ul>
Hors sujet	n=1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scopus - Document details - Motor learning deficits in Parkinson's disease (PD) and their effect on training response in gait and balance: A narrative review   Signed in [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> </ul>
Etudes en cours ou résultats non publiés	n=4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NCT04084743. Dual Task and Virtuality Training Innovation to Improve Balance, Posture and Gait in Patients With Parkinson Disease. <a href="https://clinicaltrials.gov/show/NCT04084743">https://clinicaltrials.gov/show/NCT04084743</a> [Internet]. 30 sept 2019 [cité 7 janv 2023]</li> <li>- EFFECTS OF VIRTUAL REALITY ON PARKINSONIAN GAIT: BLIND CONTROLLED RANDOMIZED CLINICAL TRIAL PROTOCOL   Cochrane Library [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> <li>- NCT04884646. Effects of Virtual Reality Versus Motor Imagery Versus Routine Physical Therapy in Patients With Parkinson's Disease. <a href="https://clinicaltrials.gov/show/NCT04884646">https://clinicaltrials.gov/show/NCT04884646</a> [Internet]. 31 mai 2021 [cité 7 janv 2023]</li> <li>- Virtual Reality for Parkinson's Disease   Cochrane Library [Internet]. [cité 7 janv 2023].</li> </ul>
<b>TOTAL :</b>	<b>n=12</b>	

## ANNEXE F : Critères d'éligibilité des revues systématiques et/ou méta-analyses.

Etude	Données	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait  Cano-Porras et al.	Date de publication	2018	Oui
	Langue	Anglais	Oui
	Disponibilité	Texte en intégral	Oui
	Population	MPI, SEP, AVC, TC, PC	×
	Intervention	Rééducation par la RV	Oui
	Comparaison	RV vs CT ou pré/post RV	Oui
	Outcomes	Equilibre (BBS, TUG), marche, double-tâche	Oui
	Schéma d'études	Revue systématique	Oui
Effect of virtual reality on balance and gait ability in patients with Parkinson's disease  Wang et al.	Date de publication	2019	Oui
	Langue	Anglais	Oui
	Disponibilité	Texte en intégral	Oui
	Population	MPI	Oui
	Intervention	Rééducation par la RV	Oui
	Comparaison	CG : renforcement musculaire, entraînement traditionnel à l'équilibre, exercices globaux, traitement neurodéveloppemental et stimulation électrique fonctionnelle	Oui
	Outcomes	Equilibre (BBS, TUGT) Marche (T10m, TD6M)	Oui
	Schéma d'études	Revue systématique avec méta-analyse	Oui
Effect of Virtual Reality on Balance in Individuals With Parkinson Disease  Chen et al.	Date de publication	2020	Oui
	Langue	Anglais	Oui
	Disponibilité	Texte en intégral	Oui
	Population	MPI	Oui
	Intervention	Rééducation par la RV	Oui
	Comparaison	CG : de n'importe quel type	Oui
	Outcomes	BBS, TUGT, ABC, DGI/FGA	Oui
	Schéma d'études	Revue systématique avec méta-analyse	Oui
Effectiveness of Physical Therapy Interventions in Reducing Fear of Falling Among Individuals With Neurologic Diseases  Abou et al.	Date de publication	2020	Oui
	Langue	Anglais	Oui
	Disponibilité	Texte en intégral	Oui
	Population	MPI, AVC, SEP, PC, lésions médullaires	×
	Intervention	Rééducation par plusieurs techniques de thérapie physique	×
	Comparaison	CG : traitement usuel ou autre type de rééducation	Oui
	Outcomes	ABC, FES-I	×
	Schéma d'études	Revue systématique avec méta-analyse	Oui
Effects of the Nintendo Wii training on balance rehabilitation and quality of life of patients with Parkinson's disease  Santos et al.	Date de publication	2019	Oui
	Langue	Anglais	Oui
	Disponibilité	Texte en intégral	Oui
	Population	MPI	Oui
	Intervention	Rééducation par la RV (Nintendo Wii)	Oui
	Comparaison	CG : thérapie conventionnelle	Oui
	Outcomes	Equilibre (BBS, logiciel Liberty, Balance master) QDV	Oui
	Schéma d'études	Revue systématique avec méta-analyse	Oui
Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease  Lei et al.	Date de publication	2019	Oui
	Langue	Anglais	Oui
	Disponibilité	Texte en intégral	Oui
	Population	MPI	Oui
	Intervention	Rééducation par la RV	Oui
	Comparaison	CG : éducation, soins de réhabilitation, entraînement supervisé, exercices non-RV	Oui
	Outcomes	Marche (DGI, TD6M, TD10M) Equilibre (BBS, COP, DBP) Mobilité (TUGT) Autres secondaires	Oui
	Schéma d'études	Revue systématique avec méta-analyse	Oui
Markerless motion capture systems as training device in neurological rehabilitation : a systematic review of their use, application, target population and efficacy  Knippenberg et al.	Date de publication	2017	Oui
	Langue	Anglais	Oui
	Disponibilité	Texte en intégral	Oui
	Population	MPI, AVC, SEP, TC, démences	×
	Intervention	Rééducation par la RV	Oui
	Comparaison	CG : pas de précisions	Oui
	Outcomes	Equilibre (BBS) Autres	Oui
	Schéma d'études	Revue systématique	Oui



Motor-Cognitive Dual-Task Training in Persons With Neurologic Disorders  Fritz et al.	<u>Date de publication</u>	2015	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI, TC, Alzheimer	×	Oui
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV ou combinaison double-tâche et thérapie	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : soins usuels (exercices ou rien) ou avant/après RV	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Mobilité (vitesse, longueur pas, équilibre) Performance cognitive	Oui	×
	<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique	Oui	×
Nintendo Wii training on postural balance and mobility rehabilitation of adults with Parkinson's disease  Feraz et al.	<u>Date de publication</u>	2017	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI, sujets sains	×	Oui
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (Nintendo Wii)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : rééducation conventionnelle ou rien	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS ++) Autres outils	Oui	×
	<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique	Oui	×
Rehabilitation training based on virtual reality for patients with Parkinson's disease in improving balance, quality of life, activities of daily living, and depressive symptoms  Li et al.	<u>Date de publication</u>	2021	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (exercices interactifs)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : soins usuels ou rééducation physique	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS) QDV (PDQ39) AVQ (SE-ADL) Symptômes dépressifs (BDI)	Oui	×
	<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique avec méta-analyse régressive	Oui	×
Adults with Parkinson's disease undergoes exergaming training to improve balance  Wu et al.	<u>Date de publication</u>	2020	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (exercices relatifs à l'équilibre et l'instabilité posturale)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	Avant/après Entre 2 ou 3 groupes Pas de comparaison	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS, Tinetti, MiniBEST, DGI, TUGT, FES-1, Falls risk test, Stability Index, LOS, OLS, POMA, ABC)	Oui	×
	<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique	Oui	×
Exergaming as a viable therapeutic tool to improve static and dynamic balance among older adults and people with idiopathic Parkinson's disease  Harris et al.	<u>Date de publication</u>	2015	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI et PA	×	Oui
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (exergaming)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : intervention visant spécifiquement l'équilibre	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre statique (BBS) Equilibre dynamique (TUGT) Contrôle postural (posturographie, plateformes de force...)	Oui	×
	<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique avec méta-analyse	Oui	×
Standards of Virtual Reality Application in Balance Training Programs in Clinical Practice  Juras et al.	<u>Date de publication</u>	2019	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI, PC, AVC	×	Oui
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (jeux sans exercices traditionnels d'équilibre)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : pas de précisions	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS, Tinetti, FRT, BOT-2, 10 steps climbing test) Equilibre dynamique et marche (T10m, POMA, DGI, Sit-To-Stand, CBM) COP (plateformes, Pedoscan, Smart Balance System, Balance Master System)	Oui	×
	<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique	Oui	×

Systematic review of the application of virtual reality to improve balance, gait and motor function in patients with Parkinson's disease  Kashif et al.	<u>Date de publication</u>	2022	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV seule ou RV + thérapie conventionnelle	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : moteur, SIBT, ergothérapie, RV sans tapis, vélo avec électrostimulation fonctionnelle	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS, TUGT, FRT, LOS, OLS, UPDRS III, ABC) Marche (T10m, TD6M, FGA, DGI, FGQ, Liberty System, GaitRite) Fonction motrice Autres secondaires	Oui	×
<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique	Oui	×	
The Effect of Virtual Reality on the Ability to Perform Activities of Daily Living, Balance During Gait, and Motor Function in Parkinson Disease Patients  Lina et al.	<u>Date de publication</u>	2020	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (entraînement global, équilibre)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : thérapie physique, thérapie conventionnelle, entraînement d'intégration sensorielle pour l'équilibre, tapis marche, exercices globaux et d'équilibre, entraînement conventionnel de l'équilibre, traitement neurodéveloppemental et stimulation électrique fonctionnelle, rien	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS) Marche (T10m) Fonction motrice (TUGT) AVQ (MBI) Autres secondaires	Oui	×
<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique avec méta-analyse	Oui	×	
The effectiveness of virtual reality for rehabilitation of Parkinson disease  Lu et al.	<u>Date de publication</u>	2022	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (avec ou sans interventions combinées)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : actif (soins habituels) ou passif (éducation/rien)	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS, TUGT, SLS, MiniBEST) Marche (DGI, FGA, TD2M ou TD6M) Autres secondaires (contrôle postural)	Oui	×
<u>Schéma d'études</u>	Vue d'ensemble de revues systématiques avec méta-analyses	Oui	×	
The role of virtual reality on outcomes in rehabilitation of Parkinson's disease  Triegaardt et al.	<u>Date de publication</u>	2020	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV (immersif ou non)	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : - Actif (thérapie conventionnelle, entraînement à la marche/équilibre) - Traitement neurodéveloppemental + stimulation électrique fonctionnelle Actif + passif	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS, BESTest, ABC, FRT, COP, DHI) Marche (T10m, TD6M, SST, POM, TUG, longueur de foulée) AVQ (MBI, Nottingham Extended AVQ Test) QDV (PDQ39, SF36) Fonction cognitive (MoCA, BDIS, HDS) Fonction motrice globale (UPDRS)	Oui	×
<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique avec méta-analyse	Oui	×	
Virtual reality balance training to improve balance and mobility in Parkinson's disease  Sarasso et al.	<u>Date de publication</u>	2022	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV seule ou RV + thérapie conventionnelle	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : thérapie conventionnelle (exercices statiques/dynamiques sur le contrôle postural, limites de stabilité, transferts de poids et marche)	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre (BBS, MiniBEST) Marche (vitesse, paramètres spatiaux, TD6M, DGI, FGA) Confiance dans l'équilibre (ABC, FES) Signes moteurs (UPDRS III) QDV (PDQ39, PDQ8) Contrôle postural (SOT) Chutes	Oui	×
<u>Schéma d'études</u>	Revue systématique avec méta-analyse	Oui	×	
Effects of modern technology (exergame and virtual reality) assisted rehabilitation vs conventional rehabilitation in patients with Parkinson's disease  Chuang et al.	<u>Date de publication</u>	2022	Oui	×
	<u>Langue</u>	Anglais	Oui	×
	<u>Disponibilité</u>	Texte en intégral	Oui	×
	<u>Population</u>	MPI	Oui	×
	<u>Intervention</u>	Rééducation par la RV/exergaming	Oui	×
	<u>Comparaison</u>	CG : entraînement actif ou traitement usuel	Oui	×
	<u>Outcomes</u>	Equilibre Marche Acceptabilité (taux d'abandon) Autres secondaires	Oui	×
<u>Schéma d'études</u>	Méta-analyse en réseau d'ECR	Oui	×	

ANNEXE G : Tableaux récapitulatifs des données issues des études incluses.

Titre – Auteur(s) – Date – Pays	Type	Caractéristiques de la population	Critères d'inclusion / exclusion	Type d'intervention	Posologie de l'intervention	Paramètres étudiés	Objectifs	Résultats	Limitations	Source
Effect of Virtual Reality on Balance in Individuals With Parkinson Disease CHEN et al. 2020 Chine	Revue systématique et méta-analyse d'ECR → RS = 14 ECR (qualitatif) → MA = 12 ECR (quantitatif)	<u>Population</u> : MPI Stades I à III  <u>Nombre</u> : RS = 574 participants (qualitatif) MA = 481 participants (quantitatif)  <u>Sexe</u> : NR  <u>Age moy.</u> : NR  <u>Durée moy. maladie</u> : NR  <u>Phase</u> : ON (NR dans 4 études)	<u>Inclusion</u> : – Adultes avec MPI – ECR – Comparaison RV vs CG (de n'importe quel type) – Au moins 1 mesure d'équilibre  <u>Exclusion</u> : – Conférences, protocoles – Etudes avec données incomplètes ou de mauvaise conception	<u>EG</u> = RV <u>CG</u> = – RV vs CT (n=5) – RV vs CT vs rien (n=3) – RV vs actif (n=2) – RV vélo vs rien (n=1) – RV avec SCP vs SCP seule  <u>Système</u> : – Nintendo Wii Fit (n=6) – Danse informatisée (n=2) Autres (planche d'équilibre dynamique, ordinateur, écran, Xbox, Kinect...)	<u>Nombre de sessions</u> = 10 à 36  <u>Durée session</u> = 15 à 60 min  <u>Fréquence</u> = 2 à 5 semaines  <u>Durée traitement</u> = 5 à 12 semaines  <u>Evaluations</u> : – Pré-intervention – Post-intervention immédiate	<u>Primaires</u> : BBS (n=8)  <u>Secondaires</u> : ABC (n=2) TUGT (n=4) DGI/FGA (n=5)	Identifier les effets à court terme de la RV sur l'équilibre dans la MP.  Comparer avec des interventions actives.	Amélioration sign. à court terme pour BBS, DGI, FGA avec RV>actif Sans signification clinique  Amélioration de l'équilibre efficace avec RV et interventions active  RV comme adjuvant, plus économique, possibilité à domicile.	– Nombre limité d'études – Hétérogénéité – Biais : âge, sexe, diversité intervention, traitement – Variété d'exercices  <u>Conflit d'intérêt</u> : Aucun déclaré	Pubmed Scopus Web of Science

<p><b>The role of virtual reality on outcomes in rehabilitation of Parkinson's disease</b></p> <p>TRIEGAARDT et al.</p> <p>2020</p> <p>Royaume-Uni</p>	<p>Revue systématique avec méta-analyse</p> <p>RS = 27 études (qualitatif) MA = 10 études (quantitatif)</p>	<p><u>Population</u> :</p> <p>MPI</p> <p><u>Nombre</u> :</p> <p>RS = 688 participants MA = 343 participants</p> <p><u>Sexe</u> : (21 études) 308H/211F (59%H/41%F)</p> <p><u>Age moy.</u> :</p> <p>RS = 60,3 à 72 ans MA = 61,1 à 78,4 ans</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> :</p> <p>RS = 5,1 à 9,8 ans MA = 6 à 9,4 ans</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>Inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– MPI et d'origine familiale (peu importe âge/sexe/durée/médication)</li> <li>– RV immersive ou non</li> <li>– CG = actif ou passif (sans alternative)</li> <li>– ECR</li> </ul> <p><u>Exclusion</u> : NR</p> <p>Langage/date : pas de filtres</p>	<p><u>EG</u> = RV</p> <p><u>CG</u> =</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Intervention active (CT, entraînement marche/équilibre)</li> <li>– NDT + SEF</li> <li>– Actif et passif</li> </ul>	<p><u>Systèmes</u> :</p> <p><u>RS</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nintendo Wii (n=11)</li> <li>– X-box Kinect (n=4)</li> <li>– Customisé (n=2)</li> <li>– Autres commerciaux (n=10)</li> </ul> <p><u>MA</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nintendo Wii +++</li> <li>– Planches d'équilibre</li> <li>Systèmes de vidéo capture</li> </ul>	<p><u>RS</u> :</p> <p><b>Marche</b> (T10m, TD6M, POMMA, TUG)</p> <p><b>Equilibre</b> (ABC, FRT, BBS, COP, BESTest, DHI)</p> <p><b>AVQ</b> (MBI, Nottingham Extended AVQ Test)</p> <p><b>QDV</b> (PDQ39, SF36)</p> <p><b>Fonction cognitive</b> (MoCA, BDIS, HDS)</p> <p><u>MA</u> :</p> <p><b>Marche</b></p> <p><b>Longueur foulée</b></p> <p><b>Equilibre</b> (BBS)</p> <p><b>Fonction motrice globale</b> (UPDRS)</p> <p><b>AVQ</b></p> <p><b>QDV</b> (PDQ39)</p> <p><b>Fonction cognitive</b></p>	<p>Examiner l'efficacité de la RV chez le patient avec la MP.</p>	<p>RV améliore la fonction motrice/fonction cognitive/équilibre/coordination/QDV</p> <p>Bénéfices de la RV avec ou sans CT + accès aux soins, sécurité, intérêt, faible coût)</p> <p>➔ Apport de preuves scientifiques pour intégrer la RV dans les programmes de routine de réadaptation de la MP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nombre limité d'études et de participants</li> <li>– Pas de suivi à LT</li> <li>– Hétérogénéité interventions</li> </ul> <p><u>Conflit d'intérêt</u> : Aucun déclaré</p>	<p>Pubmed Scopus PEDro</p>
--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	------------------------------------

<p><b>Effect of virtual reality on balance and gait ability in patients with Parkinson's disease</b></p> <p>WANG et al.</p> <p>2019</p> <p>Chine</p>	<p>Revue systématique avec méta-analyse</p> <p>(12 ECR)</p>	<p><u>Population</u> :</p> <p>MP</p> <p><u>Nombre</u> :</p> <p>419 participants</p> <p><u>Sexe</u> :</p> <p>62%H/38%F</p> <p><u>Age moy.</u> :</p> <p>EC = 65,9 ans CG = 65,3 ans</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> :</p> <p>EC = 6,95 ans CG = 6,52 ans</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>Inclusion</u> :</p> <p>– MP</p> <p>– Pas de restrictions sur âge, sexe, sévérité et durée maladie, posologie</p> <p>– Seulement ECR qui évaluent les effets de RV sur l'équilibre et la marche</p> <p>– Comparaison de 2 interventions ou plus (dont 1 avec RV)</p> <p>– Au moins 1 mesure quantitative</p> <p>– Evaluation efficacité RV vs alternative</p> <p>– Etudes non anglaises</p> <p><u>Exclusion</u> :</p> <p>– Doublons</p> <p>– Revues, rapports de cas, lettres, articles non publiés et conférences</p> <p>Données originales inadéquates</p>	<p><u>EG</u> = RV</p> <p><u>CG</u> (n=7)</p> <p><u>Système</u> :</p> <p>Nintendo Wii Fit (n=5)</p> <p>Kinect X-Box/sensor (n=3)</p>	<p><u>Intensité</u> = 20 à 100 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 5 semaines</p> <p><u>Durée traitement</u> = 4 à 12 semaines</p> <p><u>Evaluations</u> : Post-intervention immédiate</p>	<p><b>Equilibre</b> (BBS, TUGT)</p> <p><b>Marche</b> (T10m, TD6M)</p>	<p>Evaluer l'efficacité de la RV.</p>	<p><b>Equilibre</b> :</p> <p>↑ sign. score BBS avec RV&gt;CT</p> <p>↓ sign. TUGT avec RV&gt;CT</p> <p><b>Marche</b> :</p> <p>Pas de différences sign. pour vitesse et distance (TD6M)</p> <p>Différences sign. pour longueur du pas avec RV&gt;CT</p>	<p>– Petits échantillons</p> <p>– Hétérogénéité interventions</p> <p>– Variabilité des programmes et contenus</p> <p>– Variabilité de la posologie</p> <p>– Pas de suivi à LT</p> <p>– Pas de description précise de la RV</p> <p>– Omission de littérature (mots-clés)</p> <p>– Pas en aveugle</p> <p><u>Conflit d'intérêt</u> :</p> <p>– Aucun déclaré</p>	<p>Pubmed</p> <p>Scopus</p> <p>PEDro</p>
--	---	--	---	---	--	---	---------------------------------------	---	--	--

<p><b>Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease</b></p> <p>LEI et al.</p> <p>2019</p> <p>Chine</p>	<p>Revue systématique avec méta-analyse</p> <p>(16 articles)</p>	<p><u>Population</u> :</p> <p>MP</p> <p><u>Nombre</u> :</p> <p>555 participants</p> <p><u>Taille d'échantillon</u> :</p> <p>De 20 à 76 participants</p> <p><u>Sexe</u> :</p> <p>353H/202F (64%H/36%F)</p> <p><u>Age moy.</u> :</p> <p>66,11 ans (de 60,95 à 74,17 ans)</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> : NR</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>P</u> = MP sans limitation de genre/âge/durée/sévérité</p> <p><u>I</u> = Exercices et réadaptation motrice avec réalité virtuelle</p> <p>Pas de limitation de durée/fréquence</p> <p><u>C</u> = CG (éducation, soins de réhabilitation, entraînement supervisé, exercice non-RV)</p> <p><u>Q</u> = ?</p> <p><u>S</u> = ECR</p> <p><u>Exclusion</u> :</p> <p>– Autres langues que l'anglais</p> <p>– Co-intervention</p>	<p><u>EG</u> = RV avec équilibre, jeux, sports, feedback visuel, marche</p> <p><u>CG</u> = rééducation conventionnelle</p> <p><u>Systèmes</u> :</p> <p>Nintendo Wii, VFT, Kinect, plateformes d'équilibre, Xbox 360...</p>	<p><u>Durée session</u> = 30 min à 60 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 7 x semaine</p> <p><u>Durée traitement</u> = 4 à 12 semaines</p>	<p><u>Primaires</u> :</p> <p><b>Marche</b> (DGI, TD6M, TD10M)</p> <p><b>Equilibre</b> (COP, BBS, DBP)</p> <p><b>Mobilité</b> (TUGT)</p> <p><u>Secondaires</u> :</p> <p><b>Fonction motrice globale</b> (UPDRS III)</p> <p><b>AVQ</b> (UPDRS II, Index Barthel)</p> <p><b>QDV</b> (PDQ39, WHOQOL-OLD)</p> <p><b>Confiance dans l'équilibre</b> (FES-I, ABC)</p> <p><b>Symptômes neuropsychologiques</b> (BAI, BDI, GDS15, HAMD)</p> <p><b>Fonction cognitive</b> (MCA, MMSE, DSF)</p> <p><b>EI</b> (nombre et types)</p>	<p>Apporter une base plus scientifique pour la réadaptation de la MP avec une RS avec MA.</p>	<p>Différences sign. : longueur de pas et foulée/TUGT/QDV/équilibre/confiance dans l'équilibre/symptômes neuropsych. → avec RV &gt; CG</p> <p>EI (vertiges)</p> <p>Jeux immersifs : ↑ intérêt/initiative/mémoire</p> <p>RV considérée comme au moins aussi efficace que rééducation conventionnelle, voire meilleure.</p>	<p>– Hétérogénéité intervention/modalités/données</p> <p>– Coût non abordé</p> <p>– Pas en aveugle</p> <p>– Omission d'études</p> <p><u>Conflit d'intérêt</u> :</p> <p>Aucun déclaré</p>	<p>Pubmed</p> <p>Scopus</p>
--	--	---	---	--	--	---	---	---	--	-----------------------------

<p><b>Rehabilitation training based on virtual reality for patients with Parkinson's disease in improving balance, quality of life, activities of daily living, and depressive symptoms</b></p> <p>LI et al.</p> <p>2021</p> <p>Chine</p>	<p>Revue systématique avec méta-analyse régressive</p> <p>(22 ECR)</p>	<p><u>Population</u> : MP</p> <p><u>Nombre</u> : 836 participants</p> <p><u>Taille d'échantillon</u> : de 20 à 83 participants</p> <p><u>Sexe</u> : NR</p> <p><u>Age moy.</u> : EG = 66,5 ans CG = 67,2 ans</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> : NR</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>P</u> = MP, &gt; 18 ans, H&amp;Y I à IV <u>I</u> = interventions de RV (ordinateurs, vidéo, téléphone, applications, dispositifs de RV) <u>C</u> = soins habituels ou rééducation physique <u>Q</u> = équilibre/QDV/AVQ/symptômes dépressifs <u>S</u> = tout type d'ECR</p> <p>Type de publication : titres de recherche primaire publiés + thèses non publiées Dates : pas de limites Langues : anglais et chinois</p> <p><u>Exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Démences et déficits cognitifs <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervention sans RV</li> <li>- Autres interventions de réadaptation</li> </ul> </li> <li>- Etudes non expérimentales, qualitatives, revues, études en cours <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lettres, éditoriaux, conférences, articles non disponibles en entier</li> </ul> </li> <li>- Langues autres que anglais et chinois</li> </ul>	<p><u>EG</u> = RV avec 2 à 10 exercices interactifs</p> <p><u>CG</u> = soins usuels ou rééducation physique</p> <p><u>Système</u> : Nintendo Wii Xbox 360 Kinect Tablettes Ordinateurs</p> <p><u>Avec ou sans supervision</u></p>	<p><u>Nombre de sessions</u> = 10 à 60</p> <p><u>Intensité</u> = 20 à 75 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 5x semaine</p> <p><u>Durée traitement</u> = 3 à 12 semaines</p> <p><u>Suivi</u> : dans 7 études</p>	<p><b>Equilibre</b> (BBS) <b>QDV</b> (PDQ39) <b>AVQ</b> (SE-ADL) <b>Symptômes dépressifs</b> (BDI)</p> <p><u>Analyses de sous-groupes</u> : Région, mise en place, outils</p>	<p>Synthèse des preuves de l'efficacité de l'entraînement de rééducation basé sur la RV pour la MP pour l'amélioration de l'équilibre, QDV, AVQ et symptômes dépressifs.</p>	<p>Améliorations sign. équilibre/QDV/AVQ /dépression après la RV</p> <p>Amélioration sign. de l'équilibre pour les patients parkinsoniens jeunes avec sessions longues et intenses</p> <p>Pas de différences sign. entre les sous-groupes</p> <p>Impact de la posologie et de l'âge sur l'ampleur d'effet sur l'équilibre</p>	<p>- Petits échantillons - Plupart des études en Asie - Manque de description des interventions - Preuve très faible à faible</p> <p><u>Conflit d'intérêt</u> : Aucun déclaré</p>	<p>PEDro</p>
---	--	--	---	---	--	---	--	---	---	--------------

<p><b>The Effect of Virtual Reality on the Ability to Perform Activities of Daily Living, Balance During Gait, and Motor Function in Parkinson Disease Patients</b></p> <p>LINA et al.</p> <p>2020</p> <p>Chine</p>	<p>Revue systématique avec méta-analyse</p> <p>(12 ECR)</p>	<p><u>Population</u> : MP</p> <p><u>Nombre</u> : 360 participants</p> <p><u>Taille d'échantillon</u> : de 18 à 76 participants EG = 9 à 38 CG = 9 à 38</p> <p><u>Sexe</u> : EG = 4 à 23 H/0 à 15 F CG = 4 à 28 H/1 à 16 F</p> <p><u>Age moy.</u> : EG = 58,89 à 85 ans CG = 60 à 85 ans</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> : NR</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>Inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– MP avec marche autonome sans déficit cognitif/visuel/auditif</li> <li>– RV vs thérapie conventionnelle</li> <li>– Mesures : équilibre/marche/performance des AVQ <ul style="list-style-type: none"> <li>– ECR</li> <li>– Textes disponibles en anglais/chinois</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Doublons</li> <li>– Revues, rapports de cas, lettres, conférences, articles non publiés</li> <li>– Données incomplètes</li> <li>– Pas de détails sur les résultats primaires</li> </ul>	<p>EG = RV (entraînement global, équilibre)</p> <p>CG =</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Thérapie physique</li> <li>– Thérapie conventionnelle</li> <li>– Entraînement d'intégration sensorielle pour l'équilibre</li> <li>– Tapis marche <ul style="list-style-type: none"> <li>– Rien</li> </ul> </li> <li>– Exercices globaux et d'équilibre</li> <li>– Entraînement conventionnel à l'équilibre <ul style="list-style-type: none"> <li>– NDT + FES</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Systèmes RV</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gamepad</li> <li>– Tele Wii</li> <li>– Wii Fit</li> <li>– Nintendo Wii</li> <li>– Kinect X-box</li> </ul>	<p><u>Durée session</u> = 15 min à 75 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 5 x semaine</p> <p><u>Durée traitement</u> = 4 à 12 semaines</p>	<p><u>Primaires</u> : <b>Equilibre</b> (BBS) <b>Fonction motrice</b> (TUGT) <b>Marche</b> (T10m) <b>AVQ</b> (MBI)</p> <p><u>Autres</u> : UPDRS III PDQ39 ABC</p>	<p>Vue d'ensemble de la littérature pour estimer l'effet de la RV sur l'équilibre pendant la marche, la fonction motrice et la performance des AVQ.</p> <p>Fournir une base spécifique pour le traitement de réadaptation clinique.</p>	<p><b>Equilibre</b> : amélioration sign. avec RV &gt; CG</p> <p><b>Fonction motrice</b> : amélioration sign. après RV</p> <p><b>Marche</b> : Effets sign. positifs avec RV</p> <p><b>AVQ</b> : amélioration sign. après RV</p> <p>Souvent non-immersif</p> <p>➡ RV efficace pour améliorer l'équilibre. Utilisation comme traitement de rééducation dans la MP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Petits échantillons</li> <li>– Nombre limité d'études spécifiques</li> <li>– Nombre insuffisant d'articles</li> <li>– Pas d'historique des traitements antérieurs des patients</li> </ul> <p><u>Conflit d'intérêt</u> : Aucun déclaré</p>	<p>Pubmed Scopus</p>
---	---	--	---	--	--	--	---	---	--	--------------------------



<p><b>Effects of the Nintendo Wii training on balance rehabilitation and quality of life of patients with Parkinson's disease</b></p> <p>SANTOS et al.</p> <p>2019</p> <p>Brésil</p>	<p>Revue systématique avec méta-analyse</p> <p>(5 ECR)</p>	<p><u>Population</u> : MPI Stades H&amp;Y I à III</p> <p><u>Nombre</u> : 139 participants</p> <p><u>Taille d'échantillon</u> : de 20 à 35 participants</p> <p><u>Sexe</u> : 74 H/65 F (53%H/47%F)</p> <p><u>Age moy.</u> : 60 à 70 ans</p> <p><u>Durée moy. maladie</u>: 6,4 à 7,9 ans</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>Inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ECR sur les effets de la NintendoWii sur l'équilibre et la qualité de vie dans la MP</li> <li>– NintendoWii seule ou non vs thérapie conventionnelle</li> <li>– Sexes : hommes et femmes</li> <li>– Age entre 40 et 80 ans</li> </ul> <p><u>Exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Différentes modalités de RV</li> <li>– Association à d'autres pathologies</li> <li>– Protocoles (pas de données finales)</li> </ul>	<p><u>EG</u> = rééducation conventionnelle + jeux avec Nintendo Wii</p> <p>Pour l'équilibre (n=36)</p> <p>Pour la QDV (n=28)</p> <p><u>CG</u> = rééducation conventionnelle</p> <p>Pour l'équilibre (n=36)</p> <p>Pour la QDV (n=28)</p> <p><u>Système</u> : Nintendo Wii</p>	<p><u>Durée session</u> = 30 à 75 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 5 x semaine</p> <p><u>Durée traitement</u> = 4 à 12 semaines</p>	<p><b>Equilibre</b> (BBS, logiciel Liberty et Balance Master)</p> <p><b>QDV</b></p>	<p>Analyser les ECR publiés qui investiguent les effets de la Nintendo Wii vs thérapie conventionnelle sur l'équilibre et la QDV dans la MP.</p>	<p><b>Equilibre</b> : ↑ sign. de l'équilibre avec NW + CT &gt; CT seule</p> <p><b>QDV</b> : ↑ sign. de l'équilibre avec NW + CT &gt; CT seule</p> <p>NW + CT &gt; CT seule mais la combinaison des 2 améliore l'équilibre statique, dynamique et la QDV</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Petits échantillons</li> <li>– Interprétation difficile de l'action isolée de la NW</li> <li>– Variabilité de la durée des sessions</li> <li>– Qualité méthodologique faible</li> <li>– Peu de description des interventions</li> </ul> <p><u>Conflit d'intérêt</u> : Aucun déclaré</p>	<p>Pubmed Scopus</p>
--	--	---	---	---	--	---	--	---	--	--------------------------

<p><b>Adults with Parkinson's disease undergoes exergaming training to improve balance</b></p> <p>WU et al.</p> <p>2020</p> <p>Taiwan</p>	<p>Revue systématique</p> <p>(11 études : 8 ECR, 2 études semi-expérimentales , 1 étude de cas)</p>	<p><u>Population</u> : MP</p> <p><u>Nombre</u> : 292 participants</p> <p><u>Taille d'échantillon</u> : de 1 à 76 participants</p> <p><u>Sexe</u> : H &gt; F, mais pas toujours indiqué</p> <p><u>Age moy.</u> : Entre 43 et 91 ans, mais pas toujours indiqué</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> : NR</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>Inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Langue : anglais</li> <li>– Articles autres que théoriques, d'introduction ou de revues</li> </ul> <p>– Intervention avec exergaming</p> <p><u>Exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sujets n'ayant pas la MP</li> <li>– Etudes avec des exercices traditionnels pour un entraînement à l'équilibre</li> <li>– Etudes avec analyse qualitative</li> </ul>	<p>EG = RV avec exercices relatifs à l'équilibre et l'instabilité posturale</p> <p><u>Comparaison</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>Avant/après</u> (2 études)</li> <li>– <u>Entre 2 groupes</u> (2 études)</li> <li>– <u>Entre 3 groupes</u> (2 études) <ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>Pas de comparaison</u> (3 études)</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Systèmes</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Exergaming (Motion Rehab AVE 3D + Augmentative VR software) (2 études)</li> <li>– WiiFit (6 études) <ul style="list-style-type: none"> <li>– VR balance training system (1 étude)</li> </ul> </li> <li>– Treadmill + Xbox Kinect (1 étude)</li> <li>– Kinect sensor (1 étude)</li> </ul>	<p><u>Durée session</u> = 20 min à 60 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 3x semaine</p> <p><u>Durée traitement</u> = 6 à 12 semaines</p>	<p><b>Equilibre</b> (BBS, Tinetti, MiniBESTest, DGI, TUGT, FES-I, Falls risk test, Stability Index, LOS, OLS, POMA, ABC)</p>	<p>Revue systématique de l'intervention par un entraînement en exergaming et mesure de l'équilibre.</p> <p>Identifier les bénéfices pour l'amélioration de l'équilibre.</p> <p>Guider des futures études ou la rééducation.</p>	<p><u>Exergaming</u> : Amélioration sign. de l'équilibre et effet positif sur l'instabilité posturale avec RV &gt; entraînement conventionnel</p> <p><u>Wii</u> : Amélioration sign. équilibre/fatigue/marche/équilibre dynamique/franchissement obstacle</p> <p>Pas de maintien sur le long terme</p> <p>Exergaming recommandé pour le traitement de l'instabilité posturale.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diversité des systèmes utilisés</li> <li>– Hétérogénéité des échelles de mesure utilisées</li> </ul> <p><u>Conflit d'intérêt</u> : Aucun déclaré</p>	<p>Scopus</p>
---	---	--	---	--	---	--	---	--	---	---------------

<p><b>Virtual reality balance training to improve balance and mobility in Parkinson's disease</b></p> <p>SARASSO et al.</p> <p>2022</p> <p>Italie</p>	<p>Revue systématique et méta-analyse</p> <p>RS = 22 études (qualitatif)</p> <p>MA = 20 études (quantitatif)</p>	<p><u>Population</u> : MP</p> <p><u>Nombre</u> : 901 participants EG = 451 CG = 450</p> <p><u>Sexe</u> : 546H/355F (61%H/39%F)</p> <p><u>Age moy.</u> : 60 à 78 ans</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> : 4 à 10 ans</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>P</u> = MP avec troubles de l'équilibre/mobilité mais marche autonome</p> <p><u>I</u> = programme de rééducation structurée avec RV pour améliorer l'équilibre (pas de sessions uniques)</p> <p><u>C</u> = intervention active d'équilibre/mobilité (exercices dynamiques/statiques sur contrôle postural, limites de stabilité, transferts de poids et marche)</p> <p><u>Q</u> = marche/équilibre/ mobilité</p> <p><u>S</u> = ECR sans filtre de langue</p> <p><u>Exclusion</u> : – Etudes avec échantillon mixte des pathologies Si pas de CG ou si CG = rien</p>	<p><u>EG</u> = RV intégrée à la thérapie conventionnelle ou RV seule</p> <p><u>CG</u> = thérapie conventionnelle</p> <p><u>Systèmes</u> : – Spécifique (n=12) – Non spécifique : X-box, Nintendo Wii (n=10)</p>	<p><u>Durée session</u> = 20 min à 60 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 5 x semaine</p> <p><u>Durée traitement</u> = 4 à 12 semaines</p> <p><u>Evaluations</u> : – Pré-intervention – Post-intervention immédiate – Suivi : 2/6 sem et 1/2/3/6/12 mois</p>	<p><b>Equilibre</b> (BBS, miniBESTest)</p> <p><b>Mobilité</b> (TUG)</p> <p><b>Marche</b> (vitesse, paramètres spatiaux, DGI, FGA, TD6M)</p> <p><b>Confiance dans l'équilibre</b> (ABC, FES)</p> <p><b>Signes moteurs</b> (UPDRS III)</p> <p><b>QDV</b> (PDQ39, PDQ8)</p> <p><b>Contrôle postural</b> (SOT)</p> <p><b>Chutes</b></p> <p><u>Analyses de sous-groupes</u> selon la gravité de départ des troubles (BBS, TUG, H&amp;Y, RV spécifique ou non)</p>	<p>Comparer les effets de la « RV + équilibre » vs entraînement à l'équilibre seul pour améliorer l'équilibre/mobilité/vitesse de marche dans la MP à différents stades ; immédiatement après et dans le temps.</p> <p>Analyser les résultats primaires selon le type de RV.</p>	<p>Effets bénéfiques de RV + équilibre pour l'équilibre/mobilité.</p> <p>RV avec potentiel d'entraînement à la fois dans les domaines moteur et cognitif.</p> <p>– Plus grands effets de la combinaison « RV+ équilibre » si déficits et sévérité élevés au départ : devient pertinente pour des déficits modérés/sévères de l'équilibre</p> <p>– RV spécifique (jeux customisés) &gt; RV non spécifique (jeux commerciaux)</p> <p>– Pas de maintien des effets dans le temps. RV non justifiée pour des effets durables</p>	<p>– Petits échantillons</p> <p>– Hétérogénéité des résultats mesurés</p> <p>– Pas de mesures primaires pour la plupart des études</p> <p>– Risque de biais élevé</p> <p><u>Conflit d'intérêt</u> : Compensations et supports pour le rédacteur en chef + éditeur en chef</p>	<p>Pubmed Scopus</p>
---	--	--	---	---	--	--	--	--	---	--------------------------

<p><b>Systematic review of the application of virtual reality to improve balance, gait and motor function in patients with Parkinson's disease</b></p> <p>KASHIF et al.</p> <p>2022</p> <p>Pakistan</p>	<p>Revue systématique</p> <p>(25 études)</p>	<p><u>Population</u> : MP</p> <p><u>Nombre</u> : 864 participants</p> <p><u>Sexe</u> : 529 H/335F (61%H/39%F)</p> <p><u>Age moy.</u> : variable</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> : NR</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>Inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– MP</li> <li>– RV avec/sans thérapie conventionnelle</li> <li>– Equilibre/marche/fonction motrice</li> <li>– ECR</li> <li>– Langue : anglais</li> </ul> <p><u>Exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Déficits cognitif/auditif/visuel</li> </ul>	<p><u>EG</u> = RV + thérapie conventionnelle ou RV seule</p> <p><u>CG</u> = moteur, SIBT, ergothérapie, RV sans tapis, vélo avec électrostimulation fonctionnelle</p> <p><u>Contenu</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– RV : équilibre, jeux sport, marche, retour visuel, aérobic, fonctionnel, danse...</li> <li>– Thérapie conventionnelle : équilibre, transferts de poids, coordination motrice, étirements, double-tâche, marche, renforcement, prévention chutes</li> </ul> <p><u>Système</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Télé Wii</li> <li>– Kinect Xbox</li> <li>– AVF</li> <li>– Board exergaming</li> <li>– Custom-made VR</li> <li>– SMART</li> <li>– Nintendo Wii Fit</li> <li>– Nirvana</li> <li>– Gamepad</li> </ul>	<p><u>Durée session</u> = 20 min à 60 min</p> <p><u>Fréquence</u> = 2 à 5 x semaine</p> <p><u>Durée traitement</u> = 2 à 12 semaines</p> <p><u>Lieu</u> : clinique (n=24), domicile (n=1)</p> <p><u>Evaluations</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Pré-intervention</li> <li>– Post-intervention immédiate</li> <li>– Pas de suivi (n=7)</li> </ul>	<p><u>Primaires</u> :</p> <p><b>Equilibre</b> (BBS, TUGT, FRT, LOS, OLS, UPDRS III, ABC)</p> <p><b>Marche</b> (T10m, FGA, TD6M, Liberty system, DGI, FGQ, GaitRite, inertial measurement unit)</p> <p><b>Fonction motrice</b> (UPDRS III, Finger tapping test, excitabilité cortico-spinale, Electromagnetic motion tracking system, analyse de la trajectoire motrice, Biometrics Data LINKS System, Wii BB et Patriot Motion Sensor)</p> <p><u>Secondaires</u> :</p> <p><b>QDV</b></p> <p><b>Risque chutes</b></p> <p><b>Santé</b></p> <p><b>Participation</b></p> <p><b>Fonction physique</b></p> <p><b>Symptômes MS</b></p> <p><b>Fonction cognitive</b></p> <p><b>Force musculaire</b></p> <p><b>Emotions</b></p> <p><b>Satisfaction</b></p> <p><b>AVQ</b> (SF36, PDQ39, MFI, DASH, FIM, GDS...)</p>	<p>Identifier les études qui montrent les effets de la RV avec/sans thérapie conventionnelle pour améliorer l'équilibre, les paramètres de marche et la fonction motrice.</p> <p>Evaluation critique et qualité des études.</p>	<p><b>Equilibre</b> : RV &gt; thérapie conventionnelle</p> <p><b>Marche</b> : RV &gt; thérapie conventionnelle active</p> <p><b>Fonction motrice</b> : Différences sign. pour la RV avec transferts faciles dans le monde réel</p> <p><b>Autres</b> : Amélioration capacités motrices et cognitives, stabilité posturale, intérêt</p> <p>➡ RV = méthode de soutien de la réadaptation de la MP</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Petits échantillons</li> <li>– Manque de suivi</li> <li>– Pas de généralisation possible</li> <li>– Omission d'études</li> <li>– Pas en aveugle pour les patients</li> <li>– Faible qualité des études</li> <li>– Pas d'études du coût</li> </ul> <p><u>Conflit d'intérêt</u> : Aucun déclaré</p>	<p>Pubmed Scopus Web of Science</p>
---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	---

<p><b>Effects of modern technology (exergame and virtual reality) assisted rehabilitation vs conventional rehabilitation in patients with Parkinson's disease</b></p> <p>CHUANG et al.</p> <p>2022</p> <p>Taiwan</p>	<p>Méta-analyse en réseau d'ECR</p> <p>(23 articles inclus)</p>	<p><u>Population</u> :</p> <p>MP</p> <p><u>Nombre</u> :</p> <p>949 participants</p> <p><u>Sexe</u> :</p> <p>58%H/42%F</p> <p><u>Age moy.</u> :</p> <p>67 ans (entre 60 et 75 ans)</p> <p><u>Durée moy. maladie</u> :</p> <p>6,6 ans</p> <p><u>Phase</u> : NR</p>	<p><u>Inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– MPI sujets humains</li> <li>– ECR avec soit traitement usuel soit entraînement actif contrôlé</li> <li>– ECR sur changements des outcomes avec exergaming et RV</li> <li>– Articles formels publiés</li> </ul> <p><u>Exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Si pas sur la MPI</li> <li>– Si pas de CG</li> </ul> <p>Dates de publication : pas de filtre</p>	<p><u>EG</u> = exergaming/RV</p> <p><u>CG1</u> = entraînement actif</p> <p><u>CG2</u> = traitement usuel</p>	<p><u>Durée du traitement</u> = 8 à 40h (env 24,6h)</p> <p>Sur environ 11,7 semaines.</p> <p><u>Evaluations</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Pré-intervention</li> <li>– Post-intervention immédiate</li> <li>– Suivi : 1 à 4 semaines</li> </ul>	<p><u>Primaires</u> :</p> <p><b>Equilibre Marche</b> (échelles de paramètres)</p> <p><b>Acceptabilité</b> (taux abandon)</p> <p><u>Secondaires</u> :</p> <p><b>QDV</b></p> <p><b>Symptômes dépressifs</b></p> <p><b>Risque de chutes</b></p>	<p>Comparer l'efficacité et l'acceptabilité de l'exergaming et RV par rapport à la thérapie conventionnelle pour la rééducation de la MP.</p>	<p><u>Exergaming et RV</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Amélioration équilibre/marche &gt; aux 2 groupes contrôlés</li> <li>– Indices sensoriels, feedbacks en temps réel, transferts vers vie réelle, mouvements du corps entier</li> <li>– Parfois non adapté aux besoins de la population et parfois jeux trop complexes</li> <li>– Jeux customisés &gt; jeux commerciaux</li> </ul> <p>☞ Preuves pour soutenir l'application de l'exergaming/RV dans la réadaptation de la MP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Petits échantillons</li> <li>– Hétérogénéité de la population</li> <li>– Variété d'échelles et méthodologies utilisées</li> <li>– Cadre différent</li> <li>– Nombre limité d'ECR</li> <li>– Pas d'évaluation des stades sévères/effet placebo/rapport coût-efficacité/chutes</li> </ul> <p><u>Conflit d'intérêt</u> :</p> <p>Aucun déclaré</p>	<p>Science Direct</p>
--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	-----------------------

### Abréviations :

**ABC** = Activities Specific Balance Confidence ; **AVQ** = Activités de Vie Quotidienne ; **BAI** = Beck Anxiety Inventory ; **BBS** = Berg Balance Scale ; **BDI** = Beck Depression Inventory ; **BESTest** = Balance Evaluation Systems Test ; **CG** = Control Group / groupe contrôle ; **COP** = Center Of Pressure / centre de pression ; **CT** = Conventional Therapy / thérapie conventionnelle ; **DASH** = Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand ; **DBP** = Dynamic Balance Performance ; **DGI** = Dynamic Gait Index ; **DHI** = Dizziness Handicap Inventory ; **DSF** = Digit Span Forward ; **ECR** = Essai Contrôlé Randomisé ; **EG** = Experimental Group / groupe expérimental ; **EI** = Evènements Indésirables ; **F** = Femme ; **FES-I** = Falls Efficacy Scale-International ; **FGA** = Functional Gait Assessment ; **FIM** = Functional Independence Measure ; **FRT** = Functional Reach Test ; **GDS-15** = Geriatric Depression Scale-15 ; **H** = Homme ; **H&Y** = Hoehn & Yahr ; **HAMD ou HDRS** = Hamilton Depression Rating Scale ; **LOS** = Limits Of Stability ; **LT** = Long Terme ; **MA** = Méta-Analyse ; **MBI** = Modified Barthel Index ; **MCA ou MoCA** = Montreal Cognitive Assessment ; **MFI** = Multidimensional Fatigue Inventory ; **Min.** = minimum ; **MMSE** = Mini Mental State Examination ; **Moy.** = moyenne ; **MP** = Maladie Parkinson ; **MPI** = Maladie Parkinson Idiopathique ; **NDT + FES** = Neurodevelopmental Treatment and Functional Electrical Stimulation / traitement neurodéveloppemental + stimulation électrique fonctionnelle ; **NR** = Non Renseigné ; **NW** = Nintendo Wii ; **OLS** = One-Leg Stance ; **PDQ-39** = Parkinson's Disease Questionnaire-39 ; **PDQ-8** = Parkinson's Disease Questionnaire-8 ; **POMA** = Performance Oriented Mobility Assessment ; **QDV** = Qualité De Vie ; **RS** = Revue Systématique ; **RV** = Réalité Virtuelle ; **SCP** = Stimulation Cérébrale Profonde ; **SE-ADL** = Schwab and England ADL scale ; **SF-36** = Short Form-36 ; **SIBT** = Sensory Integration Balance Test ; **Sign.** = significatif ; **TD6M/TD10M** = Test de marche de 6 Minutes/10 Minutes ; **TD10m** = Test de marche de 10 mètres ; **TUGT** = Timed Up and Go Test ; **UPDRS** = Unified Parkinson Disease Rating Scale ; **VFT** = Visual Feedback Training ; **WHOQOL-OLD** = World Health Organization Quality Of Life for Older Persons ; ↑ = augmentation ; ↓ = diminution.

**ANNEXE H : Critères de jugement utilisés par les études incluses.**

<b>Etudes</b>	<b>Données</b>	<b>BBS</b>	<b>TUGT</b>	<b>DGI/FGA</b>	<b>ABC</b>
<b>WANG et al. (2019)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	9 études	5 études	×	×
	<i>Nombre de participants</i>	299	144		
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre	Equilibre		
<b>CHEN et al. (2020)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	8 études	4 études	5 études	2 études
	<i>Nombre de participants</i>	266	120	220	115
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre	Equilibre	Equilibre	Equilibre
<b>SANTOS et al. (2019)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	3 études	×	×	×
	<i>Nombre de participants</i>	72			
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre			
<b>LEI et al. (2019)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	×	7 études	3 études	3 études
	<i>Nombre de participants</i>		237	130	104
	<i>Fonction étudiée</i>		Mobilité	Marche	Confiance équilibre
<b>LI et al. (2021)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	×	×	×	×
	<i>Nombre de participants</i>				
	<i>Fonction étudiée</i>				
<b>WU et al. (2020)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	8 études	4 études	3 études	2 études
	<i>Nombre de participants</i>	231	103	109	34
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre	Equilibre	Equilibre	Equilibre
<b>KASHIF et al. (2022)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	14 études	7 études	5 études	2 études
	<i>Nombre de participants</i>	505	200	236	121
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre	Equilibre	Marche	Equilibre
<b>LINA et al. (2020)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	9 études	7 études	×	×
	<i>Nombre de participants</i>	281	190		
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre	Fonction motrice		
<b>TRIEGAARDT et al. (2020)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	5 études	<i>Non précisés</i>	×	<i>Non précisés</i>
	<i>Nombre de participants</i>	166			
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre			
<b>SARASSO et al. (2022)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	14 études	8 études	6 études	7 études
	<i>Nombre de participants</i>	430	236	207	334
	<i>Fonction étudiée</i>	Equilibre	Mobilité	Stabilité de marche	Confiance équilibre
<b>CHUANG et al. (2022)</b>	<i>Nombre d'études avec ce score/échelle</i>	×	×	×	×
	<i>Nombre de participants</i>				
	<i>Fonction étudiée</i>				

ANNEXE I : Tableaux de synthèse des résultats selon l'échelle utilisée.

**BBS**

Références	Caractéristiques des études incluses dans ces revues	Nombre de sujets dans chaque groupe	Graphique en forêt	Pondération (poids des études)	Hétérogénéité	Conclusion
<i>WANG et al. (2019)</i>	9 études (7 études) 299 participants (233) De 2012 à 2017	EG = 152 (119) CG = 147 (114)	<u>Carrés</u> : côté RV : 8/9 (6/7) et côté CG : 1/9 (1/7) <u>Bornes</u> : Min : -5,42 et Max : 11,59 <u>Lien significatif</u> : 4 études (3 études) <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 2,2% (0%) Max : 15,5% (27,8%)	I <sup>2</sup> = 69% → élevée/sign. I <sup>2</sup> = 9% → faible	<b>Effet significatif sur le BBS Avec RV &gt; CG</b> MD = 2,69 (2,71) IC95% = [1,37 ; 4,02] ([1,80 ; 3,63]) p < 0,0001
<i>CHEN et al. (2020)</i>	8 études (7 études) 266 participants (216) De 2012 à 2018 (De 2012 à 2017)	EG = 135 (110) CG = 131 (106)	<u>Carrés</u> : côté RV : 5/8 (4/7) et côté CG : 3/8 (3/7) <u>Bornes</u> : Min : -3,97 et Max : 7,04 <u>Lien significatif</u> : 4 études (3 études) <u>Modèle</u> : effet aléatoire (fixe)	Min : 7,8% (0%) Max : 16% (23,2%)	I <sup>2</sup> = 56% → élevée/sign. I <sup>2</sup> = 26% → modérée	<b>Augmentation significative du BBS Avec RV &gt; CG</b> MD = 1,23 (0,99) IC95% = [0,15 ; 2,31] ([0,26 ; 1,72]) p = 0,03 (0,008)
<i>SANTOS et al. (2019)</i>	3 études 72 participants De 2012 à 2017	EG = 36 CG = 36	<u>Carrés</u> : côté RV : 3/3 et côté CG : 0/3 <u>Bornes</u> : Min : -1,34 et Max : 4,47 <u>Lien significatif</u> : 1 étude <u>Modèle</u> : effet fixe	Min : 18% Max : 44,3%	I <sup>2</sup> = 6% → faible	<b>Amélioration significative du BBS Avec Nintendo Wii + CT &gt; CT seule</b> MD = 1,24 IC95% = [0,24 ; 2,25] p = 0,02
<i>LINA et al. (2020)</i>	9 études 281 participants De 2012 à 2019	EG = 141 CG = 140	<u>Carrés</u> : côté RV : 7/9 et côté CG : 1/9 <u>Bornes</u> : Min : -5,42 et Max : 11,81 <u>Lien significatif</u> : 5 études <u>Modèle</u> : effet fixe	Min : 1,1% Max : 19,8%	I <sup>2</sup> = 38% → modérée	<b>Amélioration significative du BBS Avec RV &gt; CG</b> MD = 2,28 IC95% = [1,39 ; 3,16] p < 0,00001
<i>TRIEGAARDT et al. (2020)</i>	5 études 166 participants De 2012 à 2017	EG = 85 CG = 81 (Intervention active)	<u>Carrés</u> : côté RV : 2/5 et côté CG : 1/5 <u>Bornes</u> : Min : -1,02 et Max : 5,73 <u>Lien significatif</u> : 1 étude <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 5,1% Max : 28,7%	I <sup>2</sup> = 61% → élevée/sign.	<b>Aucune différence significative Plutôt en faveur de la RV</b> MD = 0,26 IC95% = [-0,30 ; 0,82] p = 0,37
<i>SARASSO et al. (2022)</i>	14 études (13 études) 430 participants (410) De 2011 à 2020	EG = 217 (207) (RV-BT) CG = 213 (203) (BT seule)	<u>Carrés</u> : côté RV : 11/14 (10/13) et côté CG : 3/14 (3/13) <u>Bornes</u> : Min : -3,96 et Max : 7,97 <u>Lien significatif</u> : 5 études (4 études) <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 3,3% (0%) Max : 9,5% (10,3%)	I <sup>2</sup> = 88% → élevée/sign. I <sup>2</sup> = 89% → élevée/sign.	<b>Effet significatif sur le BBS Avec RV-BT &gt; BT</b> MD = 2,09 (2,12) IC95% = [0,86 ; 3,33] ([0,81 ; 3,43]) p = 0,0009 (0,001)

BBS = Berg Balance Scale ; BT = Balance Training, CG = Control Group, EG = Experimental Group, Max = maximum, Min = minimum, RV = Réalité Virtuelle, Sign. = significative

## TUGT

Références	Caractéristiques des études incluses dans ces revues	Nombre de sujets dans chaque groupe	Graphique en forêt	Pondération (poids des études)	Hétérogénéité	Conclusion
<i>WANG et al. (2019)</i>	5 études (6 études) 144 participants (98) De 2015 à 2017 (De 2015 à 2016)	EG = 73 (50) CG = 71 (48)	<u>Carrés</u> : côté RV : 4/5 (3/4) et côté CG : 1/5 (1/4) <u>Bornes</u> : Min : -10,80 et Max : 9,84 <u>Lien significatif</u> : 2 études (1 étude) <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 9% (0%) Max : 24,4% (38,9%)	$I^2 = 73\%$ → élevée/sign. $I^2 = 0\%$ → nulle	<b>Impact significatif sur le TUGT</b> <b>Avec RV &gt; CG</b> MD = -2,86 (-1,74) IC95% = [-5,60 ; -0,12] ([-3,21 ; -0,27]) p = 0,04 (0,02)
<i>CHEN et al. (2020)</i>	4 études (3 études) 120 participants (96) De 2015 à 2018 (De 2016 à 2018)	EG = 61 (49) CG = 59 (47)	<u>Carrés</u> : côté RV : 2/4 (1/3) et côté CG : 1/4 (1/3) <u>Bornes</u> : Min : -3,08 et Max : 2,54 <u>Lien significatif</u> : 2 études (1 étude) <u>Modèle</u> : effet aléatoire (fixe)	Min : 11,9% (0%) Max : 31,4% (50%)	$I^2 = 78\%$ → élevée/sign. $I^2 = 21\%$ → faible	<b>Aucune différence significative sur le TUGT</b> <b>Plutôt en faveur de la RV (en faveur du CG)</b> MD = -0,18 (0,48) IC95% = [-1,37 ; 1,00] ([-0,05 ; 1,01]) p = 0,76 (0,08)
<i>LEI et al. (2019)</i>	7 études 237 participants De 2014 à 2018	EG = ? CG = ?	<u>Carrés</u> : côté RV : 5/7 et côté CG : 0/7 <u>Bornes</u> : Min : -12,97 et Max : 6,97 <u>Lien significatif</u> : 3 études <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 0,73% Max : 22,38%	$I^2 = 60,1\%$ → élevée/sign.	<b>Effet significatif sur le TUGT</b> <b>Avec RV &gt; CG</b> MD = -1,95 IC95% = [-2,81 ; -1,08] p < 0,01
<i>LINA et al. (2020)</i>	7 études 190 participants De 2014 à 2019	EG = 99 CG = 91	<u>Carrés</u> : côté RV : 6/7 et côté CG : 1/7 <u>Bornes</u> : Min : -18,93 et Max : 9,24 <u>Lien significatif</u> : 2 études <u>Modèle</u> : effet fixe	Min : 1,7% Max : 47,6%	$I^2 = 27\%$ → modérée	<b>Amélioration significative du TUGT</b> <b>Avec RV &gt; CG</b> MD = -1,66 IC95% = [-2,74 ; 0,58] p = 0,003
<i>SARASSO et al. (2022)</i>	8 études 236 participants De 2015 à 2019	EG = 117 (RV-BT) CG = 119 (BT seule)	<u>Carrés</u> : côté RV : 7/8 et côté CG : 1/8 <u>Bornes</u> : Min : -2,57 et Max : 6,58 <u>Lien significatif</u> : 4 études <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 9,4% Max : 13,6%	$I^2 = 93\%$ → élevée/sign.	<b>Effet significatif sur le TUGT</b> <b>Avec RV-BT &gt; BT</b> MD = 1,55 IC95% = [0,04 ; 3,06] p = 0,04

BT = Balance Training, CG = Control Group, EG = Experimental Group, Max = maximum, Min = minimum, RV = Réalité Virtuelle, Sign. = significative, TUGT = Timed Up and Go Test



## DGI / FGA

Références	Caractéristiques des études incluses dans ces revues	Nombre de sujets dans chaque groupe	Graphique en forêt	Pondération (poids des études)	Hétérogénéité	Conclusion
<i>CHEN et al. (2020)</i>	5 études (4 études) 220 participants (150) De 2015 à 2018	EG = 112 (76) CG = 108 (74)	<u>Carrés</u> : côté RV : 4/5 (4/4) et côté CG : 1/5 (0/4) <u>Bornes</u> : Min : -1,86 et Max : 3,31 <u>Lien significatif</u> : 2 études (1 étude) <u>Modèle</u> : effet aléatoire (fixe)	Min : 9,6% (0%) Max : 26,7% (51,7%)	I <sup>2</sup> = 64% → élevée/sign. I <sup>2</sup> = 0% → nulle	<b>Aucune différence significative sur DGI/FGA</b> <b>Plutôt en faveur de la RV</b> <b>Différence significative avec RV &gt; CG</b> MD = 0,31 (0,69) IC95% = [-0,56 ; 1,19] ([0,12 ; 1,26]) p = 0,48 (0,02)
<i>LEI et al. (2019)</i>	3 études 130 participants De 2015 à 2017	EG = ? CG = ?	<u>Carrés</u> : ? <u>Bornes</u> : Min : -0,86 et Max : 1,14 <u>Lien significatif</u> : 0 étude <u>Modèle</u> : ?	Min : 17,73 % Max : 58,27%	I <sup>2</sup> = 32% → modérée	<b>Aucune différence significative sur DGI entre les 2 groupes</b> MD = -0,15 IC95% = [-0,50 ; 0,19] p = 0,387
<i>SARASSO et al. (2022)</i>	6 études 207 participants De 2015 à 2020	EG = 104 (RV-BT) CG = 103 (BT seule)	<u>Carrés</u> : côté RV : 5/6 et côté CG : 1/6 <u>Bornes</u> : Min : -1,03 et Max : 1,67 <u>Lien significatif</u> : 2 études <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 15,1% Max : 20,2%	I <sup>2</sup> = 71% → élevée/sign.	<b>Aucune différence significative sur DGI/FGA</b> <b>Plutôt en faveur de la RV</b> MD = 0,39 IC95% = [-0,15 ; 0,93] p = 0,15

BT = Balance Training, CG = Control Group, DGI = Dynamic Gait Index, EG = Experimental Group, Max = maximum, Min = minimum, RV = Réalité Virtuelle, Sign. = significative

## ABC

Références	Caractéristiques des études incluses dans ces revues	Nombre de sujets dans chaque groupe	Graphique en forêt	Pondération (poids des études)	Hétérogénéité	Conclusion
<i>CHEN et al. (2020)</i>	2 études 115 participants De 2014 à 2017	EG = 58 CG = 57	<u>Carrés</u> : côté RV : 2/2 et côté CG : 0/2 <u>Bornes</u> : Min : -4,36 et Max : 11,36 <u>Lien significatif</u> : 0 étude <u>Modèle</u> : effet fixe	Min : 30,2% Max : 69,8%	I <sup>2</sup> = 0% → nulle	<b>Aucune différence significative sur ABC</b> <b>Plutôt en faveur de la RV</b> MD = 1,69 IC95% = [-2,62 ; 6,01] p = 0,44
<i>SARASSO et al. (2022)</i>	7 études 334 participants De 2015 à 2020	EG = 169 (RV-BT) CG = 165 (BT seule)	<u>Carrés</u> : côté RV : 6/7 et côté CG : 1/7 <u>Bornes</u> : Min : -0,69 et Max : 3,08 <u>Lien significatif</u> : 1 étude <u>Modèle</u> : effet aléatoire	Min : 2,4% Max : 32,9%	I <sup>2</sup> = 10% → faible	<b>Aucune différence significative sur ABC</b> <b>Plutôt en faveur de la RV</b> MD = 0,08 IC95% = [-0,15 ; 0,32] p = 0,49

ABC = Activities-Specific Balance Confidence Scale ; BT = Balance Training, CG = Control Group, EG = Experimental Group, Max = maximum, Min = minimum, RV = Réalité Virtuelle, Sign. = significative

### Légende :

MD : différence absolue entre les scores moyens dans les deux groupes.

IC95% : intervalle de valeur qui a 95% de chance de contenir la vraie valeur du paramètre estimé.

p : probabilité d'obtenir les résultats observés d'un test, en supposant que l'hypothèse nulle est correcte.

I<sup>2</sup> : outil statistique de mesure de l'hétérogénéité des études.

I<sup>2</sup> < 25% = hétérogénéité faible

25% < I<sup>2</sup> < 50% = hétérogénéité modérée

I<sup>2</sup> > 50% = hétérogénéité élevée/significative

Les données indiquées en rouge correspondent aux paramètres et résultats retrouvés après exclusion des études à l'origine d'une hétérogénéité.

**ANNEXE J : Tableau récapitulatif des résultats de la comparaison des interventions proposées par CHUANG et al. et de la qualité globale des preuves.**

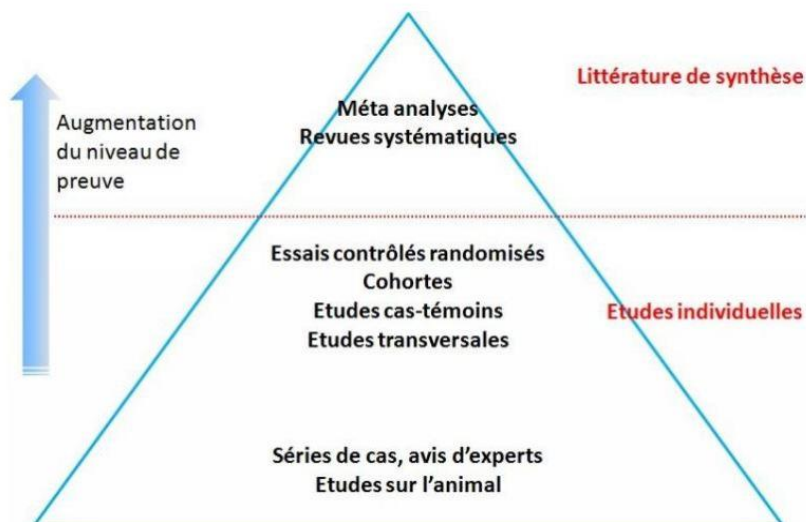
Comparaison	Résultats	Qualité globale des preuves (GRADE)
Exergame VS TT	Améliorations de l'équilibre avec Exergaming > soins usuels / autres interventions actives	Modérée ⊕⊕⊕○
Exergame VS VRT		Faible ⊕⊕○○
Exergame VS BET		Modérée ⊕⊕⊕○
Exergame VS SBT		Modérée ⊕⊕⊕○
Exergame VS TET		Modérée ⊕⊕⊕○
Exergame VS CTP*		Elevée ⊕⊕⊕⊕
Exergame VS NeuTFES		Elevée ⊕⊕⊕⊕
Exergame VS TAU *		Elevée ⊕⊕⊕⊕
Exergame VS FPERE *		Elevée ⊕⊕⊕⊕
VRT VS TT	Améliorations de l'équilibre avec VRT < tapis roulant	Très faible ⊕○○○
VRT VS BET	Pas de différence entre les 2 interventions	Très faible ⊕○○○
VRT VS SBT	Améliorations de l'équilibre avec VRT > soins usuels / autres interventions actives	Très faible ⊕○○○
VRT VS TET		Très faible ⊕○○○
VRT VS CTP		Modérée ⊕⊕⊕○
VRT VS NeuTFES		Très faible ⊕○○○
VRT VS TAU*		Elevée ⊕⊕⊕⊕
VRT VS FPERE *		Faible ⊕⊕○○

\* significatif

**BET** = Balance Exercise Training (exercices d'équilibre), **CTP** = conventional rehabilitation training (rééducation conventionnelle), **FPERE** = Fall Prevention Education and exercise training (éducation à la prévention des chutes et exercices), **NeuTFES** = Neurodevelopmental Training and Functional Electrical Stimulation (entraînement neurodéveloppemental et stimulation électrique fonctionnelle), **SBT** = Stationary Bicycle Training (vélo stationnaire), **TAU** = usual care (soins usuels), **TET** = Traditional Exercise Training (exercices traditionnels), **TT** = Treadmill Training (tapis roulant), **VRT** = Virtual Reality Training (réalité virtuelle).

**ANNEXE K : Niveau de preuve scientifique des études selon l'HAS.**

**Pyramide de preuve des différentes études**



Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

**ANNEXE L : Evaluation de la qualité méthodologique des études incluses (AMSTAR-2).**

Etudes	AMSTAR-2																Qualité
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	
<i>WANG et al. (2019)</i>	Oui	Oui partiel	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	<b>L</b>
<i>CHEN et al. (2020)</i>	Oui	Oui partiel	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	<b>CL</b>
<i>SANTOS et al. (2019)</i>	Oui	Non	Non	Oui partiel	Oui	Oui	Non	Oui partiel	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	<b>CL</b>
<i>LEI et al. (2019)</i>	Oui	Oui	Non	Oui partiel	Oui	Oui	Non	Oui partiel	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	<b>L</b>
<i>LI et al. (2021)</i>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	<b>L</b>
<i>WU et al. (2020)</i>	Oui	Non	Non	Oui partiel	Non	Oui	Non	Oui partiel	Non	Non	Pas de méta-analyse	Pas de méta-analyse	Non	Non	Pas de méta-analyse	Oui	<b>CL</b>
<i>KASHIF et al. (2022)</i>	Oui	Oui partiel	Non	Oui partiel	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Pas de méta-analyse	Pas de méta-analyse	Non	Non	Pas de méta-analyse	Oui	<b>CL</b>
<i>LINA et al. (2020)</i>	Oui	Oui partiel	Non	Oui partiel	Oui	Oui	Non	Oui partiel	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Oui	<b>CL</b>
<i>TRIEGAARDT et al. (2020)</i>	Oui	Oui partiel	Non	Oui partiel	Oui	Non	Non	Oui partiel	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	<b>CL</b>
<i>SARASSO et al. (2022)</i>	Oui	Oui	Non	Oui partiel	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	<b>L</b>
<i>CHUANG et al. (2022)</i>	Oui	Oui	Non	Oui partiel	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	<b>L</b>

Etudes	Cotations		
	Oui	Oui partiel	Non
<i>WANG et al. (2019)</i>	12/16 75%	1/16 6,25%	3/16 18,75%
<i>CHEN et al. (2020)</i>	11/16 68,75%	1/16 6,25%	4/16 25%
<i>SANTOS et al. (2019)</i>	8/16 50%	2/16 12,50%	6/16 37,50%
<i>LEI et al. (2019)</i>	11/16 68,75%	2/16 12,50%	3/16 18,75%
<i>LI et al. (2021)</i>	13/16 81,25%	0/16 0%	3/16 18,75%
<i>WU et al. (2020)</i>	3/13 23,08%	2/13 15,38%	8/13 61,54%
<i>KASHIF et al. (2022)</i>	6/13 46,15%	2/13 15,39%	5/13 38,46%
<i>LINA et al. (2020)</i>	8/16 50%	3/16 18,75%	5/16 31,25%
<i>TRIEGAARDT et al. (2020)</i>	6/16 37,50%	3/16 18,75%	7/16 43,75%
<i>SARASSO et al. (2022)</i>	12/16 75%	1/16 6,25%	3/16 18,75%
<i>CHUANG et al. (2022)</i>	11/16 68,75%	1/16 6,25%	4/16 25%

### **Légende :**

1. Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2. Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3. Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4. Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5. Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6. Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7. Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8. Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9. Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10. Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13. Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14. Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15. S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16. Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

**Domaines critiques** : Q2, Q4, Q7, Q9, Q11, Q13, et Q15.

### **Niveaux de qualité méthodologique :**

- **High (H)** : Aucune ou une seule faiblesse non-critique. La revue systématique fournit un résumé précis et complet des résultats des études disponibles qui traitent de la question d'intérêt.
- **Moderate (M)** : Plus d'une faiblesse non-critique. La revue systématique présente plus d'une faiblesse, mais pas de défaut critique. Elle peut fournir un résumé précis des résultats des études disponibles qui ont été incluses dans la revue.
- **Low (L)** : Une faiblesse critique avec ou sans faiblesse non-critique. L'analyse présente un défaut critique et peut ne pas fournir un résumé précis et complet des études disponibles qui traitent de la question d'intérêt.
- **Critically Low (CL)** : Plus d'une faiblesse critique avec ou sans faiblesse non-critique. L'analyse présente plus d'un défaut critique et ne doit pas être considérée comme un résumé précis et complet des études disponibles.



# Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

## *Intérêt de la Réalité Virtuelle dans la rééducation des troubles de l'équilibre du patient atteint de la Maladie de Parkinson : revue de littérature*

**GOUVERNEUR-CLOUET Léane**

### **Résumé :**

**Contexte :** Parmi les techniques émergentes de rééducation, la réalité virtuelle est un outil thérapeutique qui semble répondre aux principes rééducatifs de la maladie de Parkinson.

**Objectif :** Le but de cette étude est d'apprécier, en s'appuyant sur la littérature scientifique, la pertinence de ce type d'intervention dans l'amélioration des troubles de l'équilibre parkinsonien.

**Méthode :** Des recherches scientifiques ont été menées sur 5 bases de données et l'outil PICO a été utilisé pour définir les critères d'inclusion et d'exclusion. Notre revue de littérature intègre 11 études.

**Résultats :** Les résultats sont évalués à travers l'amélioration des scores d'équilibre utilisés en pratique. Malgré l'absence de supériorité statistiquement significative, la majorité des résultats sont en faveur de la réalité virtuelle par rapport au groupe témoin.

**Conclusion :** D'après les résultats actuels, la réalité virtuelle pourrait être utilisée comme complément à la rééducation clinique de l'équilibre des individus atteints de la maladie de Parkinson. Néanmoins, de futures études sont nécessaires pour définir les modalités optimales et déterminer si les bénéfices sont durables.

**Mots clés :** Maladie de Parkinson, équilibre, réalité virtuelle, rééducation.

### **Abstract :**

**Background :** Among the emerging rehabilitation techniques, virtual reality is a therapeutic tool that seems to meet the rehabilitation principles of Parkinson's disease.

**Purpose :** The aim of this study is to assess, based on evidence from the scientific literature, the relevance of this type of intervention in the improvement of Parkinson's balance disorders.

**Method :** Scientific searches were conducted on 5 databases and the PICO tool was used to define the inclusion and exclusion criteria. Our literature review includes 11 studies.

**Results :** The results were evaluated through the improvement of balance scores commonly used in clinical practice. Although there was no statistically significant superiority, the majority of the results were in favor of virtual reality compared to the control group.

**Conclusion :** Based on the current results, virtual reality could be used as an adjunct to clinical balance rehabilitation in individuals with Parkinson's disease. Nevertheless, further studies are needed to define the optimal modalities and determine whether the benefits are sustainable.

**Key words :** Parkinson's disease, postural balance, virtual reality, rehabilitation.