

Table des matières

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Introduction | 1 |
| 2. | Cadre théorique..... | 2 |
| 2.1 | Sclérose en plaques | 2 |
| 2.1.1 | Epidémiologie | 2 |
| 2.1.2 | Physiopathologie | 3 |
| 2.1.3 | Symptômes | 4 |
| 2.1.4 | Echelles d'évaluation..... | 4 |
| 2.1.5 | Les différentes formes de sclérose en plaques..... | 5 |
| 2.2 | L'équilibre | 6 |
| 2.2.1 | La définition | 6 |
| 2.2.2 | Les organes sensoriels | 6 |
| 2.2.3 | Les stratégies adaptatives | 7 |
| 2.2.4 | L'équilibre et la SEP | 8 |
| 2.2.5 | Les outils d'évaluation clinique de l'équilibre | 8 |
| 2.2.6 | Le traitement de l'équilibre | 9 |
| 2.3 | Réalité virtuelle | 10 |
| 2.3.1 | Le fonctionnement de la Wii | 11 |
| 2.3.2 | Le fonctionnement de la Kinect | 11 |
| 2.3.3 | Les neurones miroirs | 12 |
| 2.3.4 | Neuroplasticité..... | 13 |
| 3. | Problématique..... | 14 |
| 3.1 | Objectif de recherche..... | 14 |
| 3.2 | Question de recherche | 14 |
| 4. | Méthodologie..... | 15 |
| 4.1 | Le design | 15 |
| 4.2 | Type d'études..... | 15 |
| 4.3 | Outcome primaire..... | 15 |
| 4.4 | PI(C)O | 15 |
| 4.5 | Stratégie de recherche..... | 16 |
| 4.5.1 | Choix des bases de données | 16 |
| 4.5.2 | Elaborations des équations de recherche | 16 |
| 4.5.3 | Equations de recherche..... | 16 |
| 4.6 | Sélection des articles | 16 |
| 4.6.1 | Langue | 16 |
| 4.6.2 | Titre | 16 |
| 4.6.3 | Lecture du résumé | 17 |
| 4.6.4 | Texte intégral..... | 17 |
| 4.7 | Qualité des articles | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5. | Résultats..... | 18 |
| 5.1 | Diagramme de flux..... | 18 |
| 5.2 | Articles sélectionnés..... | 18 |
| 5.2.1 | Qualité des articles sélectionnés..... | 19 |
| 5.3 | Extraction des résultats..... | 20 |
| 5.4 | Hétérogénéité..... | 20 |
| 5.5 | Analyse descriptive..... | 20 |
| 5.6 | Méta-analyse..... | 22 |
| 5.6.1 | Réalité virtuelle vs groupe contrôle – BBS..... | 22 |
| 5.6.2 | Réalité virtuelle vs groupe contrôle – POMA..... | 23 |
| 5.6.3 | Réalité virtuelle vs groupe contrôle – TUG..... | 23 |
| 6. | Discussion..... | 24 |
| 6.1 | Les études retenues..... | 24 |
| 6.1.1 | Qualité..... | 24 |
| 6.1.2 | Outils d'évaluation utilisés..... | 25 |
| 6.1.3 | Patients inclus dans les études..... | 25 |
| 6.2 | Interprétation des résultats..... | 26 |
| 6.2.1 | BBS..... | 26 |
| 6.3 | Implication pour la pratique clinique..... | 30 |
| 6.3.1 | Modalités de traitement..... | 31 |
| 6.3.2 | Logiciel..... | 31 |
| 6.3.3 | Traitement à domicile..... | 32 |
| 6.3.4 | Différence Wii et Kinect..... | 32 |
| 6.4 | Limites de notre travail..... | 33 |
| 6.5 | Forces de notre travail..... | 33 |
| 6.6 | Comparaison avec la revue de Taylor et Griffin (2013)..... | 34 |
| 6.7 | Comparaison avec la littérature pour l'AVC..... | 34 |
| 7. | Conclusion..... | 35 |
| | Liste des références bibliographiques..... | 36 |
| | Annexes..... | 42 |

Liste des abréviations

AVC : Accident vasculaire cérébral

BBS : Berg Balance Scale

CI : Confidence interval

CM : Centre de masse

EDSS: Expanded Disability Status Scale

EMG: Electromyogramme

HLA : Human leukocyte antigen

I₂ : Hétérogénéité

IC : Intervalle de confiance

JBI : Johanne Briggs Institute

MID : Différence minimale importante

MSFC : Multiple Sclerosis Functional Composite

MSIF : Multiple Sclerosis International Federation

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PICO : Patient, Intervention, Comparison, Outcome

POMA : Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment

RCT : Randomised Control Trial

RevMan : Review Manager [programme informatique]

RV : Réalité virtuelle

SD : Standard Deviation

SEP : Sclérose en plaques

SMD : Standard Mean Difference

SNC : Système nerveux central

TUG : Timed Up and Go

VR : Virtual reality

WBB : Wii Balance Board

WMD : Différence moyenne pondérée

1. Introduction

La sclérose en plaques (SEP) est une maladie inflammatoire neurodégénérative chronique du système nerveux central (SNC). Il s'agit de la maladie auto-immune du SNC la plus commune (Berer & Krishnamoorthy, 2014). En 2015, elle touchait 2,5 millions de personnes à travers le monde (Backus, 2016). Selon la Société suisse de la sclérose en plaques (2016), environ 10'000 personnes sont atteintes en Suisse.

Dans le cadre de cette maladie, le système immunitaire, pour des raisons encore mal connues, attaque par erreur les gaines de myéline, ce qui engendre des zones inflammatoires dans le SNC. Ces zones entraînent la destruction des gaines de myéline et des axones, ce qui amène une forte perturbation des signaux tant ascendants que descendants, voire une abolition de la conduction si l'axone est détruit (Finlayson, 2013).

Cette perturbation entraîne principalement un ralentissement de la vitesse de conduction des influx nerveux avec de multiples conséquences, notamment l'apparition de troubles de l'équilibre. Les réponses adaptatives sont moins efficaces. Avec l'évolution de la maladie, une diminution de la mobilité, une faiblesse musculaire ainsi que des troubles de la sensibilité peuvent apparaître (Finlayson, 2013).

De plus, ces troubles de l'équilibre augmentent le risque de chute avec pour conséquences une perte de confiance et d'indépendance, un isolement social et une diminution des activités. En effet, plus de 50% des patients SEP chutent dans une période de trois à six mois et parmi eux, 30% à 50% chutent plus d'une fois (Hugos, Frankel, Tompkins, & Cameron, 2016).

Les chutes entraînent souvent une hospitalisation, une diminution de l'autonomie et de la qualité de vie voire mènent à un placement en institution. Cela engendre aussi des répercussions financières sur les coûts de la santé. En Suisse, selon la SUVA (2016), les chutes et faux-pas, toutes populations confondues, coûtent plus d'un milliard de francs par année.

L'équilibre est donc un objectif thérapeutique prioritaire à travailler avec les patients SEP afin de limiter le risque de chutes et ainsi de prolonger le maintien à domicile le plus longtemps possible.

Dans le cadre de cette maladie neurodégénérative chronique, les traitements ont pour but l'entretien des fonctions nécessaires à une vie sécuritaire et autonome. Toutefois, certains traitements peuvent être perçus par les patients comme longs et fastidieux.

De nombreux moyens de traitement existent pour améliorer l'équilibre des patients SEP et il est important de les choisir afin de maintenir une dynamique qui assure la compliance du patient. Par son aspect ludique et innovant, la réalité virtuelle (RV) semble à même de garantir cette dynamique sur le long terme. C'est un outil qui permet à son utilisateur d'interagir avec un environnement en trois dimensions dans un cadre sécurisé. La RV est déjà utilisée dans le traitement de l'équilibre chez les patients ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC) ou atteints de la maladie de Parkinson. Plus récemment, son utilisation est apparue dans le traitement des patients SEP.

Ainsi, afin d'orienter nos choix futurs de cliniciens, nous souhaitons connaître l'efficacité de la RV dans le traitement de l'équilibre chez les patients SEP. Nous avons choisi d'effectuer une méta-analyse pour répondre à cette question.

2. Cadre théorique

2.1 Sclérose en plaques

2.1.1 Epidémiologie

D'après une étude de l'OMS en association avec la *Multiple Sclerosis International Federation* (MSIF) il y avait 2,1 millions de cas recensés de SEP en 2008. Ce chiffre a augmenté à 2,5 millions en 2015 (Backus, 2016).

La SEP peut se manifester à tout âge, mais l'âge moyen du début des symptômes est d'environ 30 ans (Dua, Rompani, World Health Organization, & Multiple Sclerosis International Federation, 2008). Elle touche rarement les personnes de moins de 15 ans (3-5%) et de plus de 50 ans (3-12%) (Finlayson, 2013). La SEP touche deux fois plus les femmes que les hommes. La prévalence de la SEP est plus élevée dans les pays développés (89 pour 100'000) que dans les pays en voie de développement (30-10 pour 100'000) et dans les pays du tiers-monde (0,5 pour 100'000) (Dua et al., 2008).

Les causes précises du développement de la SEP chez les personnes atteintes sont encore mal connues, cependant des facteurs environnementaux et génétiques ont pu être identifiés.

2.1.1.1 Facteurs environnementaux

Les personnes fumeuses semblent être plus à risque que les autres de développer une SEP. L'explication serait liée à une augmentation des agents inflammatoires dans le sang et des modifications de perméabilité de la barrière hémato-encéphalique. De plus, les fumeurs ont tendance à développer des formes de SEP plus agressives.

La prévalence de la SEP semble influencée par la latitude. En effet, plus on s'éloigne de l'équateur, plus elle augmente. Cette constatation paraît liée à un manque de vitamine D.

Celui-ci, qu'il soit lié à la géographie, aux conditions de vie ou à la génétique, pourrait être corrélé à une augmentation de la prévalence et de la gravité de la SEP (Finlayson, 2013).

2.1.1.2 Facteurs génétiques

Les études démographiques qui comparent la prévalence entre continents, pays, cultures et au sein des familles, ont permis d'émettre l'hypothèse de l'existence d'un facteur génétique sous-jacent au déclenchement d'une SEP. Plusieurs gènes ont été identifiés comme susceptibles d'augmenter le risque de développer une SEP, mais leur rôle dans le développement de la maladie n'a pas encore été démontré avec certitude. A l'heure actuelle, le gène le plus souvent désigné est le gène *Human Leukocyte Antigen* (HLA) codant les antigènes d'histocompatibilité (permettant aux cellules immunitaires de reconnaître les cellules du soi) et dont certaines formes seraient la cause de l'augmentation de la prévalence de SEP dans certaines populations (Finlayson, 2013).

Cependant, il s'agit bien d'une susceptibilité de développement de la maladie et aucun gène ou combinaison de gènes identifiés à ce jour n'est responsable à lui seul et à coup sûr du déclenchement de la maladie.

2.1.2 Physiopathologie

La SEP se caractérise par une inflammation temporaire du SNC touchant la gaine de myéline, les axones et, dans une moindre mesure, le corps cellulaire des neurones. Cette inflammation est visible à l'imagerie sous formes de plaques. Leur localisation varie suivant les patients et le stade de la maladie mais elles sont souvent retrouvées autour des ventricules de l'encéphale, dans le corps calleux, dans la région sous-corticale, dans les zones postérieures et latérales de la moelle épinière et dans les nerfs optiques (Finlayson, 2013).

Comme indiqué précédemment, si les causes initiales des poussées inflammatoires de la SEP sont encore mal connues, les processus biologiques à l'origine de l'inflammation auto-immune de la gaine de myéline et les axones ont pu être décrits.

Le processus inflammatoire débute dans la circulation sanguine lorsqu'une cellule présentatrice d'antigène (une cellule macrophage par exemple) présente à une cellule T un antigène ressemblant à un auto-antigène de myéline, activant ainsi la cellule T. Cette présentation permet à la cellule T activée de passer la barrière hémato-encéphalique (normalement imperméable aux cellules inflammatoires) et de passer de la circulation sanguine au liquide céphalo-rachidien.

Une fois la barrière hémato-encéphalique traversée, la cellule T libère des cytokines qui affaiblissent la barrière, permettant le passage d'autres cellules T.

Ces cytokines vont recruter d'autres cellules immunitaires dans le liquide céphalo-rachidien : les cellules B et les macrophages. Les cellules B vont aussi libérer des anticorps qui vont attaquer directement les gaines de myéline et les oligodendrocytes. Les macrophages vont s'attaquer directement aux gaines de myéline en les phagocytant. Les cytokines sécrétées par les cellules T sont toxiques pour la myéline et participent également à sa dégradation. De plus, une fois dépourvus de gaine de myéline, les axones deviennent eux aussi sensibles aux cytokines et sont détériorés à leur tour. L'accumulation de dégradation axonale pourrait être responsable de l'aggravation des symptômes du patient au fur et à mesure que la maladie progresse. Toutes ces cellules et protéines immunitaires participent donc à la démyélinisation et à la détérioration des axones.

Cependant, les oligodendrocytes ont la capacité de reformer la gaine de myéline et ainsi de faire face à l'inflammation auto-immune, c'est la remyélinisation. Elle permet l'amélioration de l'état général du patient après la phase précédente dite de poussée inflammatoire.

Les cycles de poussées/rémissions dans lesquels se trouvent les patients aux premiers stades de la maladie sont liés aux phases de démyélinisation/remyélinisation des axones dans le système nerveux central. L'évolution des patients, dans des stades plus avancés de la SEP, serait due à l'atteinte des axones qui, contrairement à la gaine de myéline, ne se régénèrent pas ou peu (Brück, 2005 ; Haines, Inglese, & Casaccia, 2011).

2.1.3 Symptômes

Les symptômes de la SEP sont nombreux et les premiers signes de la maladie varient d'une personne atteinte à une autre. A terme, de nombreuses fonctions sont touchées. La vision, par une perte ou un changement d'acuité visuelle. L'équilibre, qui est la conséquence de plusieurs symptômes différents comme nous l'expliquerons dans le chapitre suivant. La sensibilité, par perte ou diminution de celle-ci lors de stimuli cutanés. La cognition, les personnes atteintes de SEP éprouvent des difficultés de concentration et d'apprentissage, de la fatigue et un parfois des symptômes de dépression. La marche est également altérée, les patients réduisent petit à petit leur périmètre de marche et finissent par se munir d'un moyen auxiliaire. Enfin, les fonctions digestives et uro-génitale sont aussi touchées et les personnes atteintes de SEP peuvent faire face à des troubles d'incontinences ou de rétentions urinaire, des constipations, ou des troubles érectiles (Finlayson, 2013).

2.1.4 Echelles d'évaluation

Il existe deux échelles d'évaluations de la SEP : l'*Expanded Disability Status Scale* (EDSS) (Kurtzke, 1983) et la *Multiple Sclerosis Functional Composite* (MSFC) (Fischer, Rudick, Cutter, Reingold, & National MS Society Clinical Outcomes Assessment Task Force, 1999). L'échelle la plus couramment utilisée en clinique et en recherche est l'EDSS.

Elle se divise en sept catégories auxquelles s’ajoutent une huitième qui est accessoire. Chaque catégorie correspond à une fonction potentiellement atteinte. Ces catégories sont évaluées sur une échelle de zéro à cinq points voire six pour les fonctions sensitive, intestinale et urinaire ainsi que visuelle. Le score global est ramené à 10 et présenté en ordre croissant de sévérité comme montré par la figure 1 ci-dessous :

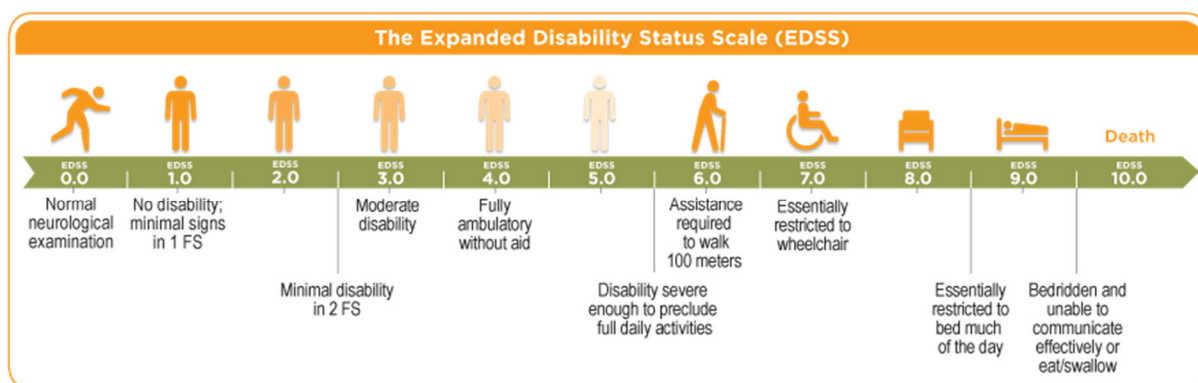


Figure 1 : Graduation de l’EDSS, tiré de MSatrium, 2015

2.1.5 Les différentes formes de sclérose en plaques

Il existe plusieurs formes de SEP et le tableau 1 ci-après met en évidence les caractéristiques des différentes formes.

| Type | Caractéristiques | Fréquence |
|---|---|---|
| Poussées-rémissions (PR) ou récurrente-rémittente | Poussées clairement définies, suivies d’une récupération des fonctions plus ou moins complète. Pas de progression entre les poussées. | 85% |
| Seconde progressive (SP) | Début d’évolution en PR suivi d’une progression avec ou sans poussées occasionnelles ou plateau au niveau des fonctions. Progression de la maladie dans le temps. | 50% PR évoluent en SP 15 ans après diagnostic |
| Primaire progressive (PP) | Péjoration graduelle mais continue dans le temps, quelques fluctuations, mais pas de poussées distinctes. | 10% |

| | | |
|---------------------------|--|----|
| Progressive avec poussées | Evolution progressive marquée par des poussées distinctes, avec ou sans récupération. Progression entre les poussées. | 5% |
|---------------------------|--|----|

Tableau 1 : Résumé des différentes formes de la SEP, traduit et adapté de Finlayson (2013).

2.2 L'équilibre

2.2.1 La définition

Il n'y a pas de définition unique et figée de l'équilibre car c'est une notion vaste et complexe qui a été étudiée sous divers angles, notamment la biomécanique et la neurologie.

D'après le dictionnaire de kinésithérapie et réadaptation de Dufour et Gedda (2007), l'équilibre est une fonction sensori-motrice qui permet de compenser les effets de la gravité. Le maintien de l'équilibre, nécessitant que la projection du centre de gravité soit maintenue à l'intérieur du polygone de sustentation, est assuré par des stratégies motrices en réaction à des informations en provenance de l'appareil vestibulaire, de la vision et du cervelet. On distingue l'équilibre statique de l'équilibre dynamique. En d'autres termes, l'équilibre est une synergie entre les systèmes vestibulaire, proprioceptif et visuel qui a pour but de maintenir le centre de gravité, ou centre de masse (CM), dans la base de sustentation.

Dans la partie qui suit, nous allons expliquer les processus physiologiques nécessaires à l'obtention et au maintien d'une position d'équilibre ainsi que ce qu'ils impliquent dans le cas d'une SEP.

2.2.2 Les organes sensoriels

L'équilibre du corps humain est assuré par différents sens et organes qui travaillent en synergie pour maintenir et rétablir l'équilibre ou anticiper un déséquilibre et ainsi garantir une position stable du corps humain dans son environnement. Ces organes sensoriels peuvent être répartis en trois systèmes distincts. Le système vestibulaire, composé de l'oreille interne, renseigne sur le positionnement et sur les mouvements de la tête. Le système proprioceptif est lui constitué des mécanorécepteurs de la peau, des muscles et des articulations. Ils informent le SNC sur la position du corps dans l'espace. Enfin, le système visuel, constitué des yeux, donne des informations supplémentaires sur la position et les mouvements de la tête ainsi que sur ce qui entoure l'individu (Finlayson, 2013).

Ces organes renseignent l'encéphale sur la position du corps et sur l'environnement qui l'entoure via les voies ascendantes des cordons dorsaux pour les récepteurs proprioceptifs, les nerfs vestibulocochléaires (nerf VIII) pour le système vestibulaire et via les nerfs optiques (nerf II) pour la vision.

Le cervelet joue un rôle de coordinateur. Il agit également sur la régulation du tonus des muscles du tronc afin de maintenir l'équilibre ou de le rétablir par différentes stratégies adaptatives s'il a été perturbé.

2.2.3 Les stratégies adaptatives

L'organisation du contrôle postural précédemment décrit utilise trois sortes de stratégie, appelées adaptatives. Ces stratégies, décrites ci-après ont pour but de d'annuler les forces extérieures qui tendent à déséquilibrer le sujet grâce à des réactions motrices stéréotypées (Bronstein et al., 2004).

La stratégie de cheville (ou stratégie du centre de pression) se caractérise par un mouvement de pendule inversé autour de la cheville. Ce mouvement est quasi imperceptible à l'œil nu mais est discernable à l'électromyogramme (EMG). Lors d'une légère perturbation sur une surface large et stable qui projette le CM du sujet vers l'avant, on détecte à l'EMG une activité des muscles gastrocnémiens (90 ms après la perturbation), suivi par une activité des muscles ischio-jambiers et enfin des muscles paravertébraux à environ 20 ms d'intervalle entre chaque groupe musculaire (Bronstein et al., 2004). A l'inverse, lors d'une perturbation qui projette le CM du sujet vers l'arrière, ce sont les antagonistes des muscles cités précédemment qui vont s'activer, d'abord les tibiaux antérieurs puis les quadriceps et enfin les abdominaux. Dans les deux cas, les muscles s'activent dans une séquence de distal à proximal et déclenche une rotation de tout le corps autour de la cheville, d'où l'analogie au pendule inversé. Ces mouvements de faible amplitude sont destinés à maintenir le CM le plus possible au centre de la base de sustentation (Finlayson, 2013). Cette stratégie est utilisée généralement lors de la position debout sur un plan stable ou lors de très légères perturbations.

La stratégie de hanche (ou stratégie du centre de masse) se caractérise par un large mouvement de courbure au niveau de la hanche. Elle est observée lorsque la stratégie de cheville n'est plus utilisable, notamment lorsque la surface du support sur lequel le sujet se tient est plus étroite que son pied (Bronstein et al., 2004). Comme pour la stratégie de cheville, la stratégie de hanche est caractérisée par une séquence de contraction musculaire détectable à l'EMG. Lors d'une perturbation qui entraîne le centre de gravité vers l'avant, la séquence de contraction est la suivante : les abdominaux se contractent, puis les quadriceps pour effectuer une flexion de hanche amenant le bassin vers l'arrière. Dans le cas d'une perturbation inverse, comme pour la stratégie de cheville, ce sont les antagonistes de ces muscles qui se contractent pour effectuer une extension de hanche et amener le bassin vers l'avant (Horak & Nashner, 1986). Ces mouvements sont destinés à ramener le CM vers le centre de la base de sustentation lorsque celui-ci se trouve à la frontière de la base de sustentation (Finlayson, 2013).

La stratégie de cheville est plutôt utilisée lors de perturbation de faible vitesse, de 10 cm/s à 55-80 cm/s. Au-delà de cette limite, des réactions d'équilibration impliquant la hanche commencent à apparaître.

Cependant, aucune stratégie pure de hanche n'a été observée mais plutôt une synergie entre les stratégies de hanche et de cheville (Bronstein et al., 2004)

Enfin, la stratégie du pas est utilisée dans la situation où le CM sort de la base de sustentation. Elle se caractérise par un mouvement rapide d'un ou des deux membres inférieurs, selon l'amplitude et la vitesse du déséquilibre, dans le but de modifier la base de sustentation et d'y réintégrer le CM. Cette stratégie du pas déplace la base de sustentation vers le CM pour retrouver l'équilibre contrairement aux stratégies de hanche et de cheville qui maintenaient le CM sur la base de sustentation (Finlayson, 2013).

2.2.4 L'équilibre et la SEP

Le phénomène selon lequel les stratégies d'adaptation deviennent moins efficaces par diminution voire destruction de la capacité de transmission nerveuse s'aggrave suite au manque de mobilité et à la faiblesse musculaire qui s'installe avec l'évolution de la maladie. Certaines stratégies adaptatives, notamment la stratégie de cheville, se retrouvent peu chez les personnes atteintes de SEP du fait de la faiblesse musculaire et de la perte de sensibilité (Finlayson, 2013). Les personnes atteintes de SEP ont tendance à utiliser la stratégie du pas plutôt que celle de hanche quand leur CM s'approche du bord de la base de sustentation, mais en faisant plus de pas de petite amplitude avec une base de sustentation élargie (Finlayson, 2013).

Les problèmes d'équilibre ont un impact direct sur la qualité de vie du patient et sur le risque de chute et de blessures. Selon Hugos et al. (2016), plus de 50% des patients SEP chutent dans une période de trois à six mois et parmi eux, 30% à 50% chutent plus d'une fois.

Les conséquences de ces chutes peuvent être d'autant plus graves si la personne atteinte présente d'autres comorbidités comme par exemple une ostéoporose.

2.2.5 Les outils d'évaluation clinique de l'équilibre

Nous avons décrit à quel point le risque de chutes était présent chez les patients SEP. Dans la pratique clinique, il est donc primordial d'évaluer et de quantifier ces risques. Face à la diversité des outils d'évaluation et à la nécessité d'associer plusieurs évaluations afin de déterminer de manière fiable le risque de chutes, nous avons choisi de retenir trois outils fréquemment utilisés en clinique et en recherche (Chiu, Au-Yeung, & Lo, 2003).

2.2.5.1 Le Berg Balance Scale

Le *Berg Balance Scale* (BBS) (Berg, Wood-Dauphinee, Williams & Gayton, 1989) est une échelle originalement développée pour mesurer l'équilibre de la personne âgée mais elle est ensuite aussi été utilisée/validée pour les patients victimes d'AVC, de la maladie de Parkinson ou encore de SEP.

Cette échelle évalue 14 tâches, chacune étant cotée sur cinq points où quatre représente la capacité du patient à effectuer la tâche de manière sécuritaire et indépendante et zéro, l'incapacité d'effectuer la tâche sans aide. Les tâches évaluées comprennent l'évaluation de la stabilité, des réactions d'adaptation et les réactions de rattrapage. Le score maximal est de 56 points.

La sensibilité et la spécificité du BBS chez des patients atteints de SEP a été déterminé à, respectivement, 94% et 32% (Nilsagard, Lundholm, Denison et Gunnarsson, 2009). Selon Stevenson (2001), la différence minimale importante (MID) se situe à six points.

2.2.5.2 Le Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment

Le *Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment* (POMA) (Tinetti, 1986) est une échelle d'évaluation de l'équilibre développée en premier lieu pour la gériatrie. Elle consiste en 16 items, neuf portants sur l'équilibre et sept portants sur la marche. Chacun de ces items est coté sur trois points, de zéro à deux. Deux correspond au score maximal et indique une indépendance pour effectuer la tâche et zéro à l'incapacité d'effectuer la tâche de manière sécuritaire ou en utilisant une aide.

Le POMA est fréquemment utilisé en clinique, notamment en raison de sa rapidité d'exécution, de sa simplicité ainsi que son faible coût. Le POMA n'a pas été étudié pour la SEP et de ce fait, les valeurs psychométriques et le MID n'ont pas été déterminés. Cependant, il a été utilisé avec des personnes âgées et une sensibilité de 64% et une spécificité de 66% ont été déterminé (Faber, Bosscher et van Wieringen, 2006). Enfin, le MID a été calculé à 4 points selon ces auteurs.

2.2.5.3 Le Timed Up and Go

Le *Timed Up and Go* (TUG) (Podsiadlo & Richardson, 1991) est un outil d'évaluation de l'équilibre développé pour les patients gériatriques et neurologiques. Le patient, assis sur une chaise, se lève et va tourner autour d'un cône placé trois mètres devant lui avant de revenir s'asseoir. C'est le temps nécessaire au patient pour effectuer le test qui est mesuré.

Le TUG a de bonnes qualités psychométriques avec une fiabilité intra et inter évaluateurs assez bonne, une sensibilité de 73% et une spécificité de 54% avec les patients SEP (Schädler & Aviv, 2009). D'après la littérature, le MID pour la SEP n'a pas été calculé. Cependant, une amélioration de 23% ou une péjoration de 31% sont les pourcentages minimaux pour constater un changement clinique (Nilsagard, Lundholm, Gunnarsson et Denison, 2007).

2.2.6 Le traitement de l'équilibre

Les troubles de l'équilibre se manifestent par une augmentation du balancement postural, une diminution de l'efficacité des réactions d'équilibration et des réactions de rattrapage (Hoang et al., 2016). D'origines diverses, il n'existe pas de traitement universel efficace mais plusieurs moyens de traitements choisis en fonction des objectifs fixés avec le patient et des capacités de ce dernier. Ce faisant, un traitement adapté

– qu’il soit individuel ou en groupe – comprend l’entraînement de stratégies motrices adapté et multi-sensoriel, un entraînement de force aérobie et contre résistance ainsi que plusieurs approches neurothérapeutiques telles que les facilitations, des exercices de marche en encore les exercices de Frenkel (Paltamaa, Sjögren, Peurala, & Heinonen, 2012).

Huit catégories d’exercices pour améliorer l’équilibre chez des personnes âgées ont été analysées dans une revue de la littérature pour les personnes âgées (Howe, Rochester, Neil, Skelton, & Ballinger, 2011) : (1) démarche, équilibre, coordination et tâches fonctionnelles ; (2) exercices de renforcement en résistance ou en puissance ; (3) exercices en trois dimensions tels que Tai-Chi, Qi Gong, danse et yoga ; (4) activité physique générale de type marche ; (5) activité physique générale de type vélo ; (6) exercices d’équilibre contrôlés par ordinateur utilisant un feedback visuel ; (7) plateformes vibrantes ; (8) combinaison d’exercices issus des sept catégories précédentes.

Il a été mis en évidence que les patients SEP étaient limités dans les traitements par une fatigue centrale liée à la maladie. De plus, la redondance des traitements et les traitements médicamenteux peuvent entraîner une certaine lassitude et un désintérêt du patient pour sa thérapie (Garg, Bush, & Gappmaier, 2016).

La réalité virtuelle (RV), approche relativement récente, pourrait offrir un complément aux traitements conventionnels et permettre de lutter contre cette lassitude.

De nombreux chercheurs et cliniciens ont exploré l’utilisation de dispositifs commerciaux comme moyens de traitement, notamment dans la prise en charge de troubles de l’équilibre (Lange, Flynn, Proffitt, Chang, & « Skip » Rizzo, 2010).

2.3 Réalité virtuelle

Lowood (2015) définit la RV comme une simulation générée par ordinateur permettant à l'utilisateur d'interagir avec un environnement en trois dimensions à l'aide d'objets interactifs qui envoient et reçoivent des informations. Cette définition permet de mettre en lumière deux éléments essentiels de la réalité virtuelle : (1) un environnement simulé en trois dimensions et (2) interactif, c’est-à-dire qu’il reçoit et donne des informations à l’utilisateur.

Il existe de nombreux systèmes de réalité virtuelle disponibles dans le commerce, pour la plupart consacrés au jeu vidéo.

Cependant, suite à la commercialisation de la Wii et la popularisation du *motion gaming* permettant d’interagir par le mouvement avec l’environnement simulé, l’aspect vidéoludique de la réalité virtuelle a pu être détourné à des fins de réhabilitation thérapeutique.

Dans la partie suivante, nous allons expliquer le fonctionnement de la Wii et de la Kinect qui sont les deux systèmes de réalité virtuelle les plus fréquemment rencontrés dans la littérature.

2.3.1 Le fonctionnement de la Wii

2.3.1.1 La Wiimote

La *Wiimote* ou télécommande Wii est la manette de la Wii qui retranscrit le mouvement de la main dans laquelle elle est tenue. Ce dispositif comporte un accéléromètre qui permet de retranscrire les mouvements dans les trois dimensions et ainsi permettre la simulation d'activités fonctionnelles. La figure 2 ci-dessous présente le dispositif ainsi que les axes analysés par l'accéléromètre.

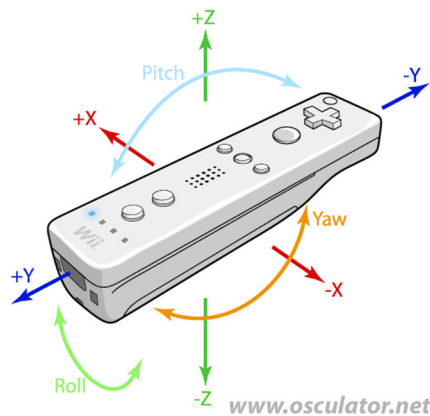


Figure 2 : Télécommande Wiimote et les différents axes que capture son accéléromètre, tiré de Osculator.net, (2010)

Traduction : Yaw : lacet ; Pitch : tangage ; Roll : roulis

2.3.1.2 La Wii Balance Board

La Wii Balance Board (WBB) se présente sous la forme d'un pèse-personne. Elle permet, à l'aide de capteurs de charge, de déterminer la position de la projection du CM au sol ainsi que son déplacement. Elle intègre ainsi une composante d'équilibre dans les jeux.

Cet accessoire nécessite d'être calibré au début de chaque séance de jeu, ce qui implique que le joueur descende et remonte sur la plateforme qui doit être placée sur une surface plane et solide.

La WBB apporte aux jeux une dimension dynamique plus importante que la Wiimote puisqu'elle permet des mouvements plus fonctionnels mais en même temps, elle exige du joueur de rester continuellement dessus.

2.3.2 Le fonctionnement de la Kinect

La Kinect de Microsoft se présente sous la forme d'une caméra qui se place face au joueur. Elle permet de détecter directement l'entièreté du corps du joueur sans accessoire supplémentaire.

Pour permettre cette détection du corps dans l'espace, la Kinect est munie d'un capteur de profondeur. En effet, à l'aide d'un émetteur et d'une caméra, le capteur détecte l'environnement et la position du joueur dans ce dernier.

L'émetteur envoie des rayons infrarouges qui sont partiellement réfléchis et captés par la caméra. La Kinect est capable de déterminer où se situe le joueur et lui applique un squelette numérique comme le montre la figure 3. Ainsi, ce squelette permet de détecter les mouvements de chaque segment du joueur pour les reproduire à l'écran.

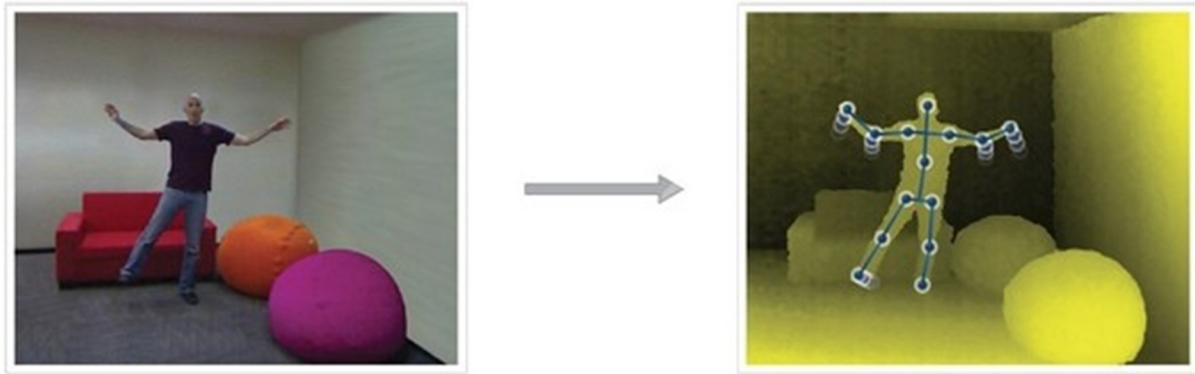


Figure 3 : Principe de fonctionnement de la Kinect, tiré de Subby (2010)

A gauche : l'environnement et le joueur ; à droite : l'environnement et le joueur, représenté sous la forme d'un squelette numérique, tels que perçus par la Kinect.

La réalité virtuelle est donc un moyen de traitement envisageable mais comment agit-elle ? Nous avons vu précédemment que l'équilibre était assuré par une synergie de trois systèmes : le système vestibulaire, la proprioception et la vision. Cette alliance permet une réponse adaptée et rapide aux perturbations. Le fait de travailler sur des plateformes instables ou d'autres éléments susceptibles d'induire des déséquilibres force l'organisme à améliorer et affiner ses réactions afin de ne pas chuter.

D'après la littérature, un exercice fonctionnel, orienté vers la tâche, avec un feedback visuel démontre des résultats extrêmement probants (Krakauer, 2006). La RV satisfait à ces critères car elle permet de placer le patient dans un environnement certes virtuel mais proche de la réalité, de lui demander de réaliser une tâche concrète et lui donne un feedback visuel. Cependant, au-delà de ces aspects pratiques, la réalité virtuelle va agir sur deux éléments fondamentaux dans l'apprentissage : les neurones miroirs et la neuroplasticité.

2.3.3 Les neurones miroirs

Les neurones miroirs sont une classe de neurones découverts en 1998 par Rizzolatti et ses collègues chez le singe puis chez l'être humain.

Ils se situent dans le lobe frontal et s'activent de manière intense et synchrone lors de la production d'un mouvement actif mais également, lorsqu'un mouvement est observé chez une tierce personne (Kolb & Whishaw, 2002 ; Hanawa et al., 2016).

L'hypothèse a donc été posée que ces neurones pourraient être fondamentaux dans la compréhension, la reconnaissance et l'imitation d'actions. D'autres auteurs ont mis en évidence que ces neurones pourraient être liés à l'apparition du langage et que ce sont ces mêmes neurones qui nous permettent de percevoir les émotions et d'y être sensible (Kolb et Whishaw, 2002).

D'autres éléments ont mis en évidence que ces neurones s'activaient de manière plus intense durant l'observation d'un comportement dirigé vers un but. Le simple fait de mimer une action ne les active que faiblement. Cependant, il est encore difficile aujourd'hui de savoir si ces neurones miroirs agissent seuls ou s'ils font partie d'un réseau comprenant les régions pariétales et frontales et intervenant dans l'apprentissage par imitation (Purves et al., 2015).

2.3.4 Neuroplasticité

Si presque tous les organes du corps humain possèdent la capacité de se régénérer, du moins en partie, le cerveau et l'œil y font exception. En effet, compte-tenu de l'immense variabilité des cellules nerveuses et de leur fonctionnement, le cerveau des mammifères est réfractaire à toute réparation. Cependant, le cerveau possède une capacité de réorganisation fonctionnelle que l'on appelle neuroplasticité qui permet de compenser une partie des lésions touchant l'encéphale. En effet, ce dernier possède la faculté de moduler son fonctionnement et son agencement afin de compenser une perte de cellules nerveuses (Purves et al., 2015).

Il a été observé que le cortex moteur primaire possédait un certain degré de plasticité dû à la richesse des connexions axonales se propageant dans n'importe quel endroit du cortex. A la manière d'une carte, certaines de ces connexions sont plus fortes et plus importantes que d'autres. En cas de lésions, les liens les plus faibles se renforcent pour pallier les fonctions atteintes.

A ceci s'associe un certain degré de bourgeonnement local des branches axonales ou dendritiques des neurones intacts, ce qui renforce les connexions restantes (Purves et al., 2015).

La neuroplasticité chez les patients SEP est préservée, y compris dans les stades avancés de la maladie. Cependant, il semblerait que la destruction focale mais étendue des axones nécessitent que le patient SEP active, pour une même fonction, un réseau sensori-moteur plus étendu que chez une personne saine. Ceci implique des prises en charge plus longues mais aussi avec un intérêt particulier porté à la capacité de neuroplasticité et ceci, dès le début de la prise en charge (Zeller & Classen, 2014).

La RV permet au patient d'effectuer un mouvement fonctionnel et de bénéficier d'un retour visuel immédiat. Ceci stimule de manière intense les neurones miroirs et la neuroplasticité.

Prosperini et al. (2014) ont montré qu'un entraînement intensif, orienté vers la tâche, réalisé à l'aide de la RV, sur 12 semaines chez des patients SEP avait engendré une modification des deux pédoncules cérébelleux supérieurs, ce qui démontre l'effet de la RV sur la neuroplasticité. Cependant, il est important de préciser qu'après la période de *wash-out*, les changements observés ne perduraient pas. Les auteurs évoquent toutefois que la disparition des effets avait aussi été observée chez des patients sains après un court entraînement de RV.

3. Problématique

La SEP est une maladie neurodégénérative chronique qui se caractérise par une démyélinisation voire une destruction des axones par phase de poussées. Les patients atteints souffrent de nombreux symptômes dont des troubles de l'équilibre. Ceux-ci sont dus à une diminution de l'efficacité des réactions d'adaptation et de rattrapage liée au ralentissement de l'influx nerveux.

La physiothérapie cherche à maintenir ces réactions les plus efficaces possible afin de prévenir les risques de chutes et préserver ainsi la qualité de vie des patients. Pour ce faire, le physiothérapeute recourt à des exercices spécifiques de marche, d'équilibre, de proprioception et de renforcement. Cependant, une alternative à ces traitements est déjà utilisée dans les cas de patients AVC ou atteints de la maladie de Parkinson, il s'agit de la RV.

La RV n'a pas encore été étudiée en détail pour la SEP alors qu'elle semble avoir des effets au niveau de la neuroplasticité corrélés à une amélioration de l'équilibre. Cependant, il n'existe pas encore de consensus sur son efficacité.

3.1 Objectif de recherche

Ce travail a pour objectif de déterminer, à l'aide d'une méta-analyse, quelle est l'efficacité d'un traitement de réalité virtuelle sur les troubles de l'équilibre chez des patients atteints de sclérose en plaques.

3.2 Question de recherche

Quelle est l'efficacité de la réalité virtuelle dans le traitement de l'équilibre chez des patients atteints de sclérose en plaques ?

4. Méthodologie

Ce chapitre a pour but de décrire les différents choix qui ont guidé notre recherche et la sélection des articles en vue de répondre à notre question de recherche.

4.1 Le design

Nous avons décidé d'effectuer une revue de littérature avec méta-analyse, afin de compléter la revue de littérature sur le même sujet qui n'en comportait pas (Taylor et Griffin., 2015). Nous avons ainsi cherché à apporter une dimension statistique supplémentaire à notre travail de revue de la littérature d'articles quantitatifs.

4.2 Type d'études

Nous avons inclus dans notre travail des études randomisées contrôlées (RCT). Nous avons cherché des études utilisant la RV comme moyen de traitement des troubles de l'équilibre des patients SEP.

4.3 Outcome primaire

Face à la diversité des outils de mesures, nous avons retenu le BBS, le POMA et le TUG car il s'agit de trois outils fréquemment utilisés en clinique et en recherche et qui permettent d'établir le risque de chutes dans une population de patients neurologiques.

4.4 PI(C)O

Population : Patients adultes souffrant de SEP dont le diagnostic était posé selon les critères de MacDonald de 2010, peu importe la forme de la maladie et son stade d'évolution.

Intervention : Traitement de l'équilibre sur des dispositifs commerciaux de réalité virtuelle de type non-immersive.

(Comparaison) : Il n'y pas dans ce travail d'éléments de comparaison.

Outcome : Equilibre mesuré par le BBS, le POMA et le TUG.

4.5 Stratégie de recherche

4.5.1 Choix des bases de données

Les bases de données utilisées ont été PEDro, PubMed, Embase, Web of Science et Cinahl car il s'agit de ressources fiables et regroupant une grande partie de la littérature biomédicale, dont celle qui est ciblée par la question de recherche.

4.5.2 Elaborations des équations de recherche

Pour l'élaboration des équations de recherche, les auteurs ont établi une liste de mots-clés correspondant à la question. Cette liste a servi de base à une recherche de descripteurs, Mesh, thésaurus et Emtree. Si aucun descripteur n'a été trouvé, le mot-clé a été utilisé directement et les termes étaient liés par les opérateurs booléens OR et AND.

4.5.3 Equations de recherche

Les équations de recherche suivantes ont été utilisées :

PEDro : Virtual reality AND multiple sclerosis / Wii AND multiple sclerosis / Kinect AND multiple sclerosis

PubMed : ("virtual reality" OR "exergaming" OR "gaming technology" OR "video games" OR "augmented reality" OR "virtual rehabilitation" OR "wii" OR "kinect") AND "balance" AND "multiple sclerosis"

Cinahl : ((MH "Virtual Reality") OR (MH "Video Games") OR (MH "Exergames") OR "wii" OR "kinect" OR "augmented reality")) AND "balance" AND (MH "Multiple Sclerosis")

Embase : ('virtual reality'/exp OR 'video game'/exp OR virtual rehabilitation OR wii OR kinect OR 'exergaming' OR gaming technology) AND 'multiple sclerosis'/exp AND 'balance'

Web of Science : TOPIC: (Virtual Reality) AND TOPIC: (Balance) AND TOPIC: (Multiple Sclerosis)

4.6 Sélection des articles

4.6.1 Langue

Seuls les articles en français et en anglais ont été retenus car il s'agit des deux langues que nous maîtrisons suffisamment pour pouvoir lire et interpréter leur contenu scientifique.

4.6.2 Titre

Le titre des articles devait être en lien avec la problématique. L'aspect « réalité virtuelle » devait être mentionné dans le titre, de même que la référence à une population de patients SEP.

4.6.3 Lecture du résumé

La lecture du résumé permet de déterminer si les articles répondent aux critères d'inclusion et en cas de doute, l'article est obtenu en texte intégral.

4.6.4 Texte intégral

Seuls les articles disponibles en texte intégral sont sélectionnés. Cela permet de compléter les informations données par le résumé et de vérifier leur correspondance aux critères d'inclusion.

4.7 Qualité des articles

Les articles seront évalués à l'aide la grille du Joanna Briggs Institute (JBI) (The Johanna Briggs Institute, 2014) qui est utilisée pour l'évaluation de différents types d'études, notamment les RCT. Cette grille a pour but de mettre en avant les biais possibles, à savoir biais de sélection, biais de performance, biais d'attribution et biais de détection (Lockwood, Oh, & Sfetcu, 2011). Le choix de cette grille se justifie par le fait qu'elle a été validée pour l'évaluation des RCT mais de plus, elle nécessite l'évaluation de deux personnes différentes, ce qui permet de renforcer l'analyse qualitative des articles.

Chaque auteur a analysé de manière indépendante les articles puis les grilles ont été comparées. Aucune divergence n'a été mise en évidence. Le tableau 2 résume la qualité des articles sélectionnés.

La grille se trouve en annexe [I].

5. Résultats

5.1 Diagramme de flux

La figure 4 ci-dessous représente le diagramme de flux.

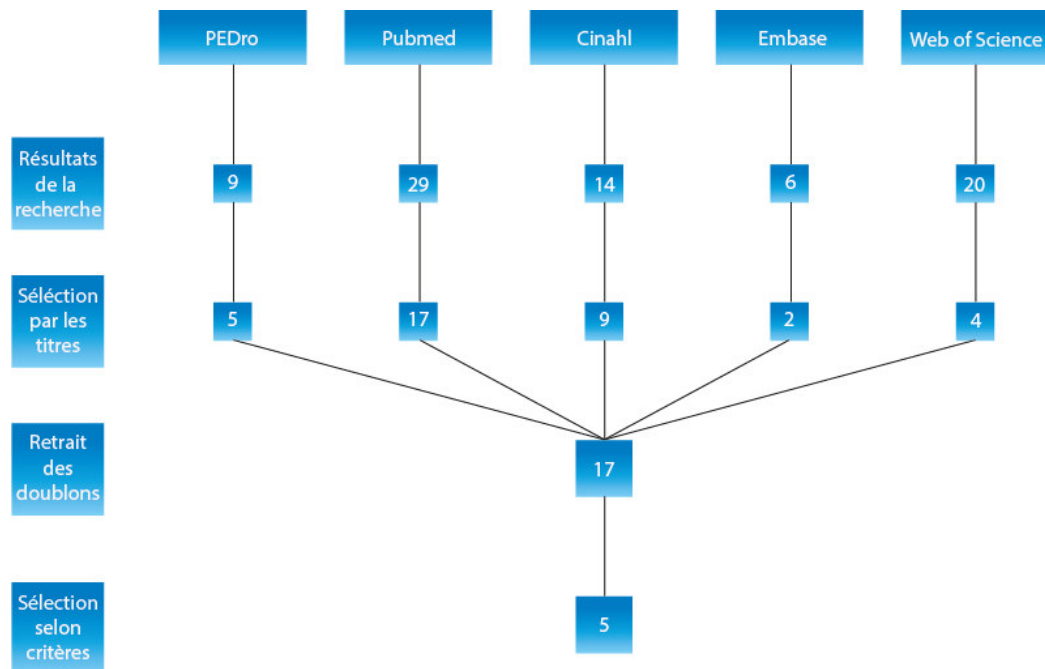


Figure 4 : Diagramme de flux

5.2 Articles sélectionnés

Nos recherches et nos sélections nous ont menés à cinq articles :

Brichetto, G., Spallarossa, P., De Carvalho, M. L. L., & Battaglia, M. A. (2013). The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: A pilot randomized control study. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(9), 1219-1221.

Guidi, I., Giovannelli, T., & Paci, M. (2013). Effects of Wii exercises on balance in people with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 19(7), 965.

Gutierrez, R. O., Galan Del Rio, F., Cano de la Cuerda, R., Alguacil Diego, I. M., Gonzalez, R. A., & Page, J. C. M. (2013). A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation*, 33(4), 545-554.

Lozano-Quilis, J.-A., Gil-Gomez, H., Gil-Gomez, J.-A., Albiol-Perez, S., Palacios-Navarro, G., Fardoun, H. M., & Mashat, A. S. (2014). Virtual rehabilitation for multiple sclerosis using a kinect-based system: randomized controlled trial. *JMIR serious games*, 2(2), e12.

Nilsagård, Y. E., Forsberg, A. S., & von Koch, L. (2013). Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 19(2), 209-216.

5.2.1 Qualité des articles sélectionnés

Les articles sélectionnés ont été analysé selon la grille du JBI. Le tableau 2 en présente la synthèse.

| | Was the assignment to treatment groups truly random? | Were participants blinded to treatment allocation? | Was allocation to treatment groups concealed from the allocator? | Were the outcomes of people who withdrew described and included in the analysis? | Were those assessing outcomes blind to the treatment allocation? | Were the controls and treatment groups comparable at entry? | Were groups treated identically other than for the named interventions? | Were outcomes measured in the same way for all groups? | Were outcomes measured in a reliable way? | Was appropriate statistical analysis used? |
|----------------------|--|--|--|--|--|---|---|--|---|--|
| Brichetto (2013) | + | ? | ? | NA | + | + | + | + | + | + |
| Guidi (2013) | ? | ? | ? | NA | ? | + | + | + | + | + |
| Gutierrez (2013) | ? | ? | ? | ? | + | + | - | + | + | + |
| Lozano-Quilis (2014) | + | ? | ? | - | ? | + | + | + | + | + |
| Nilsagård (2012) | + | ? | ? | - | + | + | + | + | + | + |

Tableau 2 : Synthèse de la qualité des articles selon la grille du JBI (2014)
 Abréviations : + : Oui ; - : Non ; ? : Pas clair ; NA : Ne s'applique pas

5.3 Extraction des résultats

Les valeurs moyennes avec l'écart-type ont été mis en évidence et introduites dans le logiciel Review Manager (RevMan) 5 afin d'obtenir les *forest plot* présentés ci-après.

Les résultats sont présentés de deux manières : d'abord, de manière descriptive afin de les résumer et d'en avoir une vision globale puis de manière plus détaillée avec l'apport des *forest plot*.

5.4 Hétérogénéité

L'hétérogénéité peut se mesurer à l'aide du test de I^2 . Il décrit le pourcentage de variabilité dû à l'hétérogénéité plutôt qu'au hasard et s'interprète selon l'échelle suivante (The Cochrane Collaboration, 2011) :

- 0-40% : pas de différence importante
- 30-60% : hétérogénéité modérée
- 50-90% : hétérogénéité substantielle
- 75-100% : hétérogénéité considérable

5.5 Analyse descriptive

Les données décrites dans ce chapitre sont résumées dans le tableau 3 ci-dessous. Les données complètes sont présentées dans l'annexe [II] et les données de chaque article dans les annexes [III] à [VII].

En ce qui concerne l'équilibre évalué par le BBS, les données de quatre études ont été traitées. Il s'agit de quatre RCT. L'ensemble de ces études donne un panel de 114 patients. Dans les groupes expérimentaux, 30 patients ont effectué leur traitement à l'aide de la Kinect, dont 25 à domicile, et 27 patients sur la Wii. Dans les groupes contrôle, 48 patients ont réalisé un traitement comprenant des exercices de marche, de proprioception et de tonification musculaire et huit patients n'ont reçu que des recommandations pour la prévention des chutes.

Il est impossible d'établir une synthèse de la population car les données concernant l'âge, l'EDSS ou la forme de SEP ne sont pas disponibles dans toutes les études.

Pour l'équilibre évalué par le POMA, les données de deux études ont été traitées. Il s'agit de deux RCT. La compilation de ces études donne un échantillon de 61 patients. Dans le groupe « RV », tous les patients ont utilisé la Kinect, dont 25 à domicile et pour le groupe contrôle, les 31 patients ont effectué un traitement conventionnel avec des exercices d'équilibre, de proprioception, de tonification et de marche.

Les patients de ces études présentaient un âge moyen de 42,85 ans \pm 8,9 et une proportion de 52% de femmes pour 47% d'hommes.

Enfin, le TUG a été analysé dans deux études. Il s'agit de deux RCT qui incluaient un total de 95 patients. Dans le groupe expérimental, 42 patients ont effectué leur traitement sur la Wii et six patients l'ont réalisé sur la Kinect. Pour le groupe contrôle, 42 patients n'ont accompli aucun traitement et les cinq autres ont exécuté des exercices d'équilibre et de marche.

Les patients de ces études présentaient un âge moyen de 47,1 ans \pm 10,7 et une proportion de 72 % de femmes pour 28 % d'hommes.

| | BBS | | POMA | | TUG | |
|-----------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| N études | 4 | | 2 | | 2 | |
| Groupes | RV | Contrôle | RV | Contrôle | RV | Contrôle |
| N total | 57 | 48 | 30 | 31 | 47 | 44 |
| Kinect | 30 | | 30 | | 6 | |
| dont à domicile | 25 | | 25 | | 0 | |
| Wii | 27 | | 0 | | 41 | |
| dont à domicile | 0 | | 0 | | 0 | |
| Âge moyen | ND | | 42.85 \pm 8.9 | | 47.1 \pm 10.7 | |
| EDSS moyen | ND | | ND | | ND | |
| F/H | ND | | 52 / 47 | | 72 / 28 | |

Tableau 3 : Résumé de l'analyse descriptive

Abréviations : BBS : Berg Balance Scale ; POMA : Tinetti Postural Mobility Assessment ; TUG : Timed Up & Go ; RV : Réalité virtuelle ; ND : Non disponible

5.6 Méta-analyse

5.6.1 Réalité virtuelle vs groupe contrôle – BBS

Afin d'évaluer l'efficacité d'un traitement de RV par rapport à un groupe contrôle sur l'équilibre évalué par le BBS, nous avons compilé les données post-étude des études de Gutierrez et al. (2013), Guidi et al. (2013), Brichetto et al. (2013) et Lozano-Quilis et al. (2014) afin d'obtenir le tableau 4 ci-dessous.

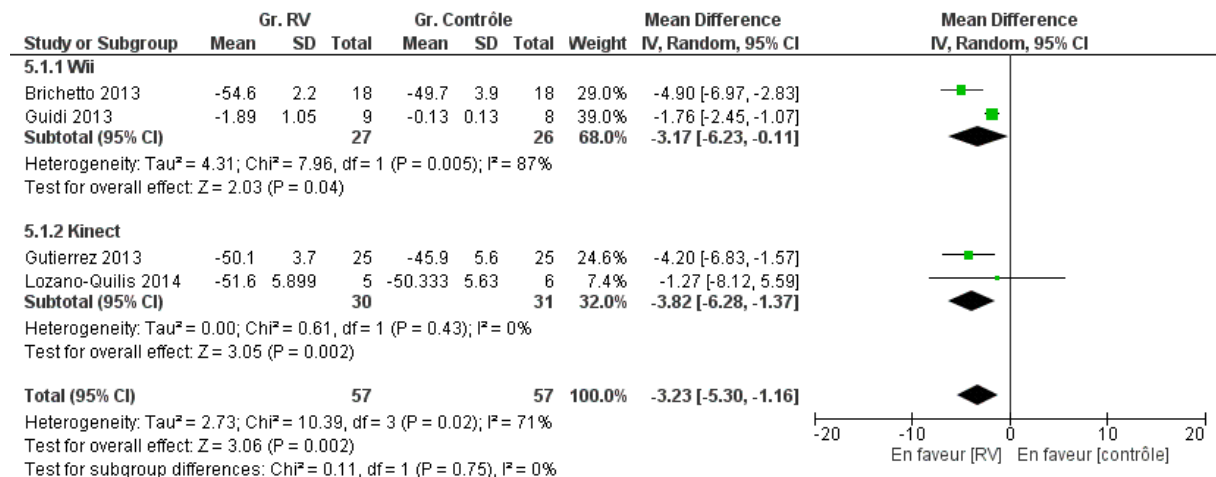


Tableau 4 : Comparaison entre RV et contrôle sur le BBS

Abréviations : SD : standard deviation ; CI : confidence interval ; I² : hétérogénéité ; P : valeur P

L'analyse a inclus 57 patients dans le groupe « RV » et 57 patients dans le groupe contrôle. La différence moyenne pondérée (WMD) est de 3,23 en faveur du groupe « RV » [95% CI -5.30, -1.16]. Cet effet démontre une différence significative en faveur de la réalité virtuelle (P = 0,002) avec toutefois un intervalle de confiance (IC) assez large. L'hétérogénéité est considérée comme substantielle avec un test de I² à 71%.

Les deux études qui ont utilisé la Wii comprenaient 27 patients dans le groupe « RV » et 26 dans le groupe contrôle. La WMD est de 3.17 en faveur de la RV [95% CI -6.23, -0.11]. La différence entre les deux groupes est significative (P = 0.04), avec un IC assez large. L'hétérogénéité est considérable avec un test de I² à 87%.

Les deux études qui ont utilisé la Kinect avaient 30 dans le groupe « RV » et 31 patients dans le groupe contrôle. La WMD est 3.82 en faveur de la RV [95% CI -6.28, -1.37]. La différence est significative (P = 0.002) mais avec un IC assez large. L'hétérogénéité est quant à elle considérée comme non importante avec un test de I² à 0%.

5.6.2 Réalité virtuelle vs groupe contrôle – POMA

Afin d'évaluer l'efficacité d'un traitement de RV par rapport à un groupe contrôle sur l'équilibre évalué par le POMA, nous avons compilé les données post-intervention des études de Gutierrez et al. (2013) et Lozano-Quilis et al. (2014) afin d'obtenir le tableau 5 ci-dessous.

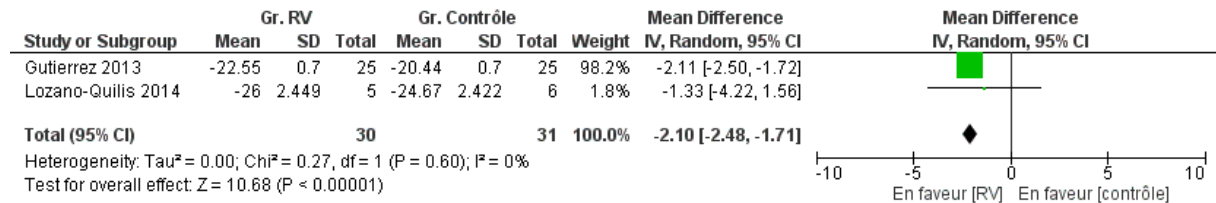


Tableau 5 : Comparaison entre le Gr. RV et Gr. contrôle sur le POMA

Abréviations : SD : standard deviation ; CI : confidence interval ; I² : hétérogénéité ; P : valeur P

L'analyse des deux études a inclus 30 patients dans le groupe « RV » et 31 dans le groupe contrôle. La différence moyenne pondérée (WMD) est de 2,1 en faveur du groupe « RV » [95% CI -2,48, -1.71]. Cet effet démontre une différence significative en faveur de la réalité virtuelle (P = <0,00001). L'hétérogénéité est considérée comme non importante avec de test de I² à 0%.

5.6.3 Réalité virtuelle vs groupe contrôle – TUG

Afin d'évaluer l'efficacité d'un traitement de RV par rapport à un groupe contrôle sur l'équilibre évalué par le TUG, nous avons compilé les données post-intervention des études de Lozano-Quilis (2013) et Nilsagård (2013) afin d'obtenir le tableau 6 ci-dessous.

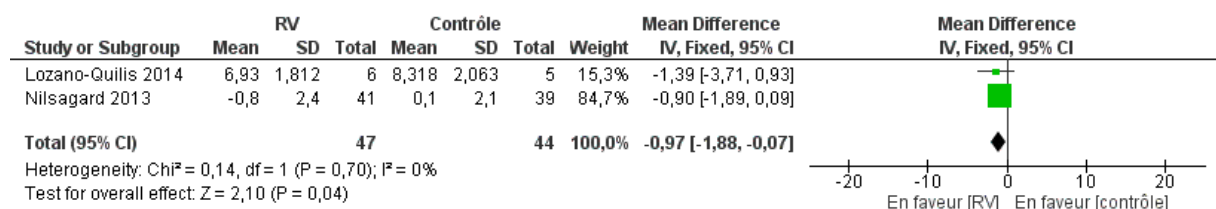


Tableau 6 : Comparaison entre le Gr. RV et le Gr. Contrôle sur la variation du centre de pression

Abréviations : SD : standard deviation ; CI : confidence interval ; I² : hétérogénéité ; P : valeur P ; Std. Mean Difference : Standard Mean Difference

L'analyse a inclus 47 patients dans le groupe « RV » et 44 patients dans le groupe contrôle. La WMD est de 0.97 en faveur du groupe « RV » [95% CI -1.88, -0.07]. Ce résultat démontre une différence significative (P = 0,04) et une hétérogénéité non importante avec un test de I² à 0%.

6. Discussion

L'objectif principal de notre travail était d'évaluer l'efficacité de l'utilisation de la RV pour le traitement de l'équilibre de patients atteints de SEP. Nous avons pris comme indicateur le BBS, le POMA et le TUG.

Dans cette partie, nous allons nous intéresser à l'interprétation des résultats en les détaillant pour le BBS, le POMA et le TUG. Ensuite, nous mettrons en évidence les limites des études utilisées et des outils d'évaluation, les différences entre la Wii et la Kinect avant d'émettre quelques implications pour la pratique clinique.

6.1 Les études retenues

6.1.1 Qualité

Les études utilisées ont été soumises à la grille du JBI afin de déterminer leur qualité. C'est un point que nous souhaitons aborder dans la discussion car cela est en mesure d'influencer la portée des résultats obtenus.

En reprenant chacun des items présents dans la grille, nous constatons que les études de Guidi et al. (2013) et Gutierrez et al. (2013) ne précisent pas si l'assignation des groupes était vraiment randomisée. Ceci est problématique puisque nous sommes en droit de nous demander si cela n'influence pas les résultats obtenus par ces auteurs.

Aucune étude ne précise si les participants étaient aveuglés à l'attribution du traitement. C'est un élément qu'il est difficile d'obtenir dans des études utilisant un moyen de traitement particulier comme la RV.

Aucune étude ne précise si l'attribution des groupes aux traitements s'est effectuée sans que la personne chargée de l'attribution soit au courant.

En ce qui concerne le traitement des données des participants ayant quitté l'étude en cours de route, trois études ne sont pas concernées car elles n'ont pas eu de *drop-out*. L'étude de Gutierrez et al. (2013) ne précise pas si les *drop-out* ont été inclus et dans celle de Lozano-Quilis et al. (2014), l'abandon n'a pas été intégré dans les résultats. Ainsi, hormis pour Gutierrez et al., nous avons un panel de patient ayant été jusqu'au bout de l'intervention, ce qui est un élément positif car cela ne fausse pas les résultats obtenus.

L'évaluation des participants s'est réalisée à l'aveugle dans au moins deux études mais les études de Guidi et al. (2013) et Lozano-Quilis et al. (2014) ne le précise pas. Il existe ainsi un risque que les patients aient été influencés et que l'évaluation des thérapeutes ait été faussée.

Pour toutes les études, les groupes ont été jugés similaires en *baseline* ce qui est un point positif qui ne favorise pas un groupe plus qu'un autre. Les groupes ont été traités de la même manière, aucune préférence n'a été mise en avant dans les études.

Les *outcomes* ont été mesurés de la même manière dans chaque groupe ce qui est aussi un gage de qualité et d'équité entre les groupes et finalement, toutes les études ont utilisé des calculs statistiques qui sont connus et validés.

Au-delà de l'aspect qualitatif, il est important de revenir sur certains points concernant la littérature retenue. Premièrement, il faut reconnaître qu'il existe encore peu de contenu sur la RV et les patients atteints de SEP. En effet, nous trouvons beaucoup plus de littérature pour la maladie de Parkinson et l'AVC. Deuxièmement, le nombre de patients sur lequel nous avons pu baser nos résultats est relativement restreint puisque cette méta-analyse ne contient que 194 patients, toutes études confondues. C'est un problème dans le sens où la portée de nos résultats s'en trouve quelque peu réduite. D'ailleurs, toutes les études utilisées mettent en avant cette limite et la nécessité de faire un travail similaire sur un plus large panel de patients.

6.1.2 Outils d'évaluation utilisés

Nous avons choisi d'utiliser, parmi le large panel d'outils évaluant l'équilibre, le BBS, le POMA et le TUG. Ce choix se justifie par la volonté de couvrir un équilibre statique et dynamique.

En effet, nous avons constaté que plus le test était dynamique, plus les résultats étaient faibles. Au vu des résultats qui semblent démontrer des améliorations plus importantes sur l'équilibre statique que dynamique, nous pouvons émettre l'hypothèse que l'efficacité de la RV se limiterait à l'amélioration de l'équilibre statique. Toutefois, cela dépend des exercices et des modalités travaillées dans l'intervention. La question est donc de savoir si la limitation provient du dispositif ou du type de jeu utilisé. Selon nous, il est extrêmement difficile d'attribuer cela à l'un ou l'autre tant ils sont interdépendants.

6.1.3 Patients inclus dans les études

Il est intéressant de se demander quels sont les particularités des patients inclus dans les études. Cependant, les différents auteurs n'ont pas systématiquement présenté ces éléments dans leurs panels de patients.

L'âge moyen des participants inclus dans les études est de $44,3 \pm 10$ ans. Or, la maladie se déclare généralement entre 30 et 40 ans (Finlayson, 2013). Ceci laisse supposer que les patients intégrés aux études étaient modérément atteints par la maladie. Il aurait été intéressant de connaître l'EDSS pour les patients mais cette donnée n'est pas disponible de manière claire et systématique. En effet, seuls Gutierrez et al., Guidi et al. (2012) et Bricchetto et al. (2013) ont mentionné quel était l'EDSS de leur population. Cependant, les auteurs ne l'ont pas toujours précisé de manière détaillée.

De plus, seuls Gutierrez et al. (2013), Nilsagård et al. (2013), Lozano-Quilis et al. (2013) ont précisé quelles étaient les formes de SEP de leurs patients et dans quelle proportion.

En ce qui concerne la proportion homme/femme, seule l'étude de Guidi et al. ne précise pas cette donnée mais nous avons tout de même une proportion moyenne de 65,5 % de femmes pour 34,5 % d'hommes pour les autres études. Il est difficile d'en conclure quoi que ce soit car la SEP touche plus les femmes que les hommes.

Il est donc difficile de mettre en avant une population plus à même de bénéficier des effets de la RV.

6.2 Interprétation des résultats

6.2.1 BBS

Quatre études ont analysé l'évolution de l'équilibre en suivant le BBS, deux avec la Wii et deux avec la Kinect. La méta-analyse montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les groupes « RV » et contrôle. La WMD est évaluée à 3,23 points en faveur de la RV avec un IC compris entre 1,16 et 5,30.

Cependant, certains éléments sont à mettre en évidence dans l'analyse de ces résultats. Tout d'abord, l'IC est assez large, ce qui montre que les effets de l'intervention sont mal connus. A ceci s'associe une hétérogénéité substantielle avec un test de I^2 à 71 %. Cet élément montre qu'en soi, les résultats des différentes études ne sont pas concordants et qu'à nouveau, les effets de l'intervention sont peu connus. Nous avons donc un résultat pour le BBS qui est statistiquement significatif mais avec de nombreux éléments mettant en doute le réel effet de l'intervention.

Il devient donc intéressant de détailler les sous-groupes.

6.2.1.1 Sous-groupe Wii

Pour les études ayant utilisé la Wii, nous remarquons tout d'abord que l'étude de Guidi et al. (2013) n'a que 17 patients contre 36 pour celle de Brichetto et al. (2013) mais qu'elle a pourtant plus de poids que cette dernière. Cela s'explique par l'utilisation de *mean change* pour l'étude de Guidi et al. et de *mean end* pour celle de Brichetto et al. Il est autorisé de mixer ces deux sources de données mais cela a pour conséquence de modifier le poids alloué à chaque étude. En effet, l'utilisation de *mean change* s'accompagne de déviation standard plus faible et de ce fait, le poids augmente (The Cochrane Collaboration, 2011).

Le résultat de ce sous-groupe montre une différence significative en faveur de la RV mais avec un IC très large et une hétérogénéité considérable. Ceci tend à montrer que les effets de la Wii sur l'équilibre sont difficiles à démontrer.

6.2.1.2 Sous-groupe Kinect

Pour les deux études ayant utilisé la Kinect, nous remarquons qu'elles ont des valeurs similaires pour les groupes « RV » mais que les groupes contrôle ont environ cinq points d'écart. Ceci met en évidence une légère différence entre les groupes contrôle et les interventions effectuées auprès de ces derniers. Il est intéressant de mentionner ici que Gutierrez et al. (2013) a proposé des exercices de proprioception, de marche, de renforcement et d'étirements alors que Lozano-Quilis et al. (2014) proposait des exercices d'équilibre et de marche.

L'étude de Lozano-Quilis et al. (2014) présente un résultat de 1,27 en faveur de la RV mais avec un IC très large ce qui péjore sensiblement la qualité du résultat. L'IC de l'étude de Gutierrez et al. (2013) est plus faible avec un résultat plus marqué en faveur de la RV.

Un élément important à mettre en évidence aussi est l'importante différence du nombre de participants car l'étude de Lozano-Quilis et al. (2014) en comporte 11 contre 50 pour celle de Gutierrez et al. (2013). Si cela a été pris en compte au niveau du poids, nous avons quand même une différence très marquée qui joue un rôle dans les scores auprès des groupes contrôle.

Enfin, nous avons une hétérogénéité faible avec un test de I^2 à 0%. Ce résultat démontre que les résultats des études sont concordants et que la Kinect pourrait avoir des effets plus déterminés que la Wii.

L'analyse des sous-groupes a permis de mettre en évidence quelques détails péjorant la qualité des résultats mais il reste encore des éléments à mettre en avant qui sont communs aux différentes études.

Tout d'abord, il n'existe pas de différence importante entre les sous-groupes puisque l'hétérogénéité est considérée comme non importante et il n'y a pas de différence significative entre les groupes. De plus, le nombre de patients pour chaque sous-groupe est très proche. Toutefois, cela ne nous permet pas de mettre en évidence la supériorité d'un dispositif par rapport à l'autre.

Ensuite, le BBS est coté sur 56 points et l'on considère que le risque de chute est faible si le patient fait un score entre 41 et 56 points (Schädler & Aviv, 2009). Or, les valeurs moyennes des patients pour les groupes « RV » des études de Brichetto et al. (2013), Gutierrez et al. (2013) et Lozano-Quilis et al. (2014)¹ sont de $52,1 \pm 3,9$ points et pour les groupes contrôle de $48,6 \pm 5$ points. Cela montre que les sujets des différentes études présentaient un faible risque de chute.

De plus, une vérification des données en *baseline* montre que la moyenne pour les groupes « RV » étaient à $49,3 \pm 5,4$ points et pour les groupes contrôle à $47,3 \pm 5$ points. Ceci démontre que la population choisie pour participer aux études était déjà à faible risque de chute. Ainsi, obtenir des résultats avec des valeurs si élevées n'a rien de surprenant et l'on peut se demander si les effets de la RV seraient les mêmes avec un échantillon à plus haut risque de chute.

¹ Les données pour l'étude de Guidi et al. (2013) ne sont pas disponibles.

Finalement, le résultat de la méta-analyse donne une WMD à 3,23 en faveur de la RV. Quand bien même ce résultat est significatif, il est important de rappeler que l'on parle ici de différence statistique mais que cela peut différer en clinique. En effet, on considère que le MID pour le BBS se situe à six points (Stevenson, 2001). Or, avec une WMD à 3,23 points, les effets de la RV ne sont pas suffisants pour permettre une amélioration perceptible au niveau clinique.

6.2.1.3 POMA

Deux études ont analysé la variation de l'équilibre selon le POMA et elles ont toutes les deux utilisé la Kinect. La méta-analyse montre qu'il y a une différence statistiquement significative en faveur de la RV avec une WMD à 2,18 points et un IC compris entre 1.8 et 2.57.

L'IC est plutôt large et cela démontre que les effets de l'intervention sont difficiles à établir. Il est donc intéressant de regarder au-delà des valeurs statistiques.

Tout d'abord, le nombre de participants entre les deux études varie énormément. En effet, l'étude de Gutierrez et al. (2013) à 50 patients alors que celle de Lozano-Quilis et al. (2014) n'en comporte que 11. Quand bien même cela a été pris en compte au niveau du poids alloué à chaque étude, il y a ici une différence non négligeable. De plus, quoique les résultats des deux études soient en faveur de la RV, l'étude de Lozano-Quilis et al. présente un score plus contrasté avec un IC extrêmement large. Cela a montré que les effets de la RV sont relativement faibles et que plus un échantillon est grand, plus l'accumulation de ces petits effets donne des résultats intéressants.

Il convient aussi de s'interroger sur la valeur de l'hétérogénéité. Celle-ci est calculée à 0%, ce qui indique que les résultats des études sont concordants.

Un autre élément à prendre en compte est les scores des deux groupes dans chacune des études. En effet, le POMA a comme score maximal 28 points et on constate que les groupes RV ont un score moyen à $23,6 \pm 1,5$ points et les groupes contrôle un score de $23,2 \pm 1,6$ points.

Une vérification de ces mêmes données en *baseline* nous montre que les groupes RV ont un score moyen à $22,1 \pm 1,6$ points et les groupes contrôle à $22,5 \pm 1,5$ points. Cela démontre quelque chose d'intéressant. Non seulement, l'amélioration est faible entre les données *baseline* et post-intervention mais surtout, que les patients sont à risque de chutes modéré selon l'échelle du POMA. En effet, un score compris entre 19 et 23 points est synonyme d'un risque de chutes modéré et il est considéré comme faible lorsqu'il est supérieur à 24 points. Donc, non seulement le risque de chutes des patients n'évolue pas mais surtout, les effets de l'intervention sont extrêmement faibles.

Ainsi, nous nous sommes interrogés sur les raisons qui pouvaient expliquer une si faible évolution dans les scores du POMA.

Comme annoncé plus haut, le POMA est composé de deux parties, une statique et une dynamique. Quand bien même les deux interventions réalisées dans les études diffèrent puisque que Lozano-Quilis et al. (2014) a utilisé un *serious game* et Gutierrez et al. (2013) le jeu *Kinect Sports* livré avec la console, ces deux interventions ont de similaire qu'elles ne travaillent que l'équilibre statique. Certes, les patients effectuent des mouvements mais cela ne travaille ni la marche ni les retournements. Ainsi, on peut supposer que l'intervention effectuée a influencé la partie statique du POMA mais pas la partie dynamique et cela expliquerait donc que l'amélioration soit relativement faible. Toutefois, il est important de préciser que l'étude de Lozano-Quilis et al. avait un protocole particulier pour le groupe expérimental. En effet, ce groupe effectuait durant 45 minutes par semaine les mêmes exercices que le groupe contrôle, à savoir des exercices de marche et d'équilibre avant d'effectuer les 15 dernières minutes de la séance sur la Kinect.

Nous sommes donc en mesure de nous demander si une intervention de RV permet une amélioration globale de l'équilibre ou si, au contraire, elle ne permet qu'une amélioration spécifique.

6.2.1.4 TUG

Deux études ont analysé l'équilibre selon le TUG. L'étude de Nilsagård et al. (2012) utilisait la Wii et celle de Lozano-Quilis et al. (2014) la Kinect. La méta-analyse démontre un résultat significatif avec une WMD à 0,97 en faveur de la RV avec un IC compris entre 0.07 et 1.88.

A nouveau, nous sommes confrontés à un IC relativement large ce qui montre que les effets de la RV sont difficiles à interpréter malgré une hétérogénéité nulle.

Il existe une grosse différence au niveau du nombre de participants entre les deux études. Celle de Nilsagård et al. (2012) comprend 80 patients contre 11 pour celle de Lozano-Quilis et al. (2014) et même si cela a été intégré dans le poids de l'étude, c'est un élément problématique car nous avons une grosse différence entre les participants. De plus, dans la mesure où Lozano-Quilis et al. utilise la Kinect, il devient difficile de savoir, pour le TUG, si l'un des dispositifs semble plus adapté que l'autre.

Il est intéressant aussi de constater que les scores obtenus par les patients sont bons car on considère que les patients SEP ont un risque de chuter lorsqu'ils font plus de 13,6 secondes au test (Schädler et Aviv, 2009). Ainsi, en considérant en détail les données en *baseline*, nous constatons que le groupe RV présentait un score moyen de $11,5 \pm 5,2$ secondes et le groupe contrôle de $9,9 \pm 4,8$ secondes. Nous avons donc un groupe de patients déjà peu atteints et ne présentant pas de risque de chutes au départ. De plus, cela confirme les observations effectuées avec le BBS et le POMA.

Nous avons intégré le TUG car il est plus dynamique que les deux autres outils utilisés et nous souhaitons vérifier si la RV concernait un équilibre plutôt statique ou si l'équilibre dynamique était aussi amélioré.

Or, nous constatons que l'amélioration est de moins d'une seconde et cela ne représente pas une grande amélioration, surtout vu les scores obtenus.

Certes, pour pouvoir marcher, il est nécessaire d'avoir un équilibre suffisant et c'est probablement cela qui a été amélioré au travers des traitements mais l'équilibre dynamique ne semble pas être travaillé de manière spécifique par la RV.

Il aurait été intéressant de comparer le résultat obtenu à la différence minimale importante pour le TUG mais celui-ci n'a pas été calculé pour la SEP d'après la *Multiple Sclerosis Task Force* (Multiple Sclerosis Task Force, 2015). Si l'on calcule le pourcentage de changement, celui-ci est de 7,8% or Nilsagård et al, (2007) reportait qu'un changement notable était perceptible à partir de 23% d'amélioration. De plus, Huang et al. (2011) ont établi un seuil de signification clinique pour les patients atteints de la maladie de Parkinson à 3,5 secondes. Même s'il ne s'agit pas de la même pathologie, il est intéressant de constater que l'amélioration de 0,97 seconde est extrêmement faible et semble avoir peu de signification pour la clinique.

De plus, en prenant en compte les interventions effectuées par les auteurs, nous constatons que Nilsagård et al. (2013) n'a rien fait faire à son groupe contrôle alors que Lozano-Quilis et al. (2014) leur a fait faire des exercices d'équilibre et de marche. Ainsi, le groupe contrôle de Nilsagård et al. (2012) s'est péjoré de 0,1 seconde alors que le groupe de Lozano-Quilis et al. (2014) s'est très légèrement amélioré. Ceci n'a rien d'étonnant mais ce qui est plus intéressant, c'est de constater que même en ayant suivi un programme de RV sur Wii, à raison deux séances de 30 minutes par semaine, les patients de Nilsagård et al. ne se sont même pas améliorés d'une seconde.

Par contre, les patients de Lozano-Quilis et al. (2014) ont obtenu un meilleur résultat avec seulement 15 minutes de RV par semaine. Toutefois, il est important de rappeler ici que ces patients suivaient le même programme que le groupe contrôle pendant 45 minutes avant d'effectuer les dernières 15 minutes sur la RV. Il convient donc de se demander si la combinaison d'exercices spécifiques d'équilibre et de marche, complété par un traitement de RV représente une piste intéressante et si cette durée limitée de RV est suffisante pour engendrer des changements.

6.3 Implication pour la pratique clinique

Etablir une implication pour la clinique est quelque chose de relativement difficile mais pourtant fondamental. Les résultats que nous avons obtenus sont des statistiques et de ce fait, il est intéressant de dépasser l'aspect purement statistique pour s'intéresser à la clinique.

En comparant les résultats individuels obtenus pour le BBS, le POMA et le TUG, nous constatons que certaines études présentent des résultats plus concluants que d'autres.

Ces études sont celles de Brichetto et al. (2013) ; Lozano-Quilis et al. (2014) et Gutierrez et al. (2010). De ce fait, nous avons souhaité mettre en avant les éléments qui, selon nous, sont pertinents en vue de l'utilisation de la RV comme moyen de traitement. Toutefois, il est important de préciser que l'on ne

peut pas faire abstraction de la qualité des études, et celle de Gutierrez et al. est de qualité inférieure aux autres.

6.3.1 Modalités de traitement

Les études ont toutes des modalités différentes mais il n'existe pas vraiment de différences notables entre les études. En effet, seule Lozano-Quilis (2014) n'effectue qu'une séance par semaine, de 15 minutes uniquement mais elle est combinée à 45 minutes d'exercices d'équilibre et de marche.

Nilsagård et al. (2013) et Guidi et al. (2013) font effectuer deux séances par semaines mais les durées varient. En effet, les durées sont respectivement de 30 et 45 minutes.

Brichetto et al. (2013) est l'étude qui demande le plus de temps à ses patients puisqu'il leur fait effectuer trois séances de 60 minutes par semaine.

Enfin, Gutierrez et al. (2010) ont soumis les patients à quatre séances par semaine et la particularité était une augmentation progressive du temps d'exposition jusqu'à 20 minutes maximum.

Ainsi, face au manque de similitude entre les modalités, il semble difficile de mettre en évidence une modalité plus efficace qu'une autre. Il convient donc d'explorer le logiciel utilisé et le dispositif.

6.3.2 Logiciel

Pour le logiciel utilisé, un seul auteur a utilisé un *serious game*. Il s'agit de l'étude de Lozano-Quilis et al. (2014) avec le programme RemoviEM.

Ce programme comporte trois exercices de réhabilitation motrice, *Touchball*, *TakeBall* et *StepBall*. Le premier travaille principalement sur l'équilibre et le transfert de poids du patient en réalisant des mouvements latéraux du tronc tout en essayant d'attraper des objets virtuels placés dans l'environnement. Le second se focalise sur les diagonales de Kabat en demandant au patient de déplacer un objet virtuel avec les deux mains dans un temps limité prédéfini par le thérapeute. Le dernier travail sur l'équilibre et le transfert de poids est de réaliser des mouvements latéraux avec une charge unipodale en demandant au patient de marcher sur des objets virtuels placés au sol avant qu'ils ne disparaissent. Pour compliquer l'exercice, le patient peut avoir à éviter des obstacles virtuels placés entre l'objet et lui (Lozano-Quilis et al., 2014).

A la description du logiciel, il est facile de se rendre compte qu'il comporte peu d'éléments dynamique mais pourtant, avec les deux derniers exercices, il se rapproche d'un travail dynamique, ce qui participe probablement au résultat obtenu pour la méta-analyse du TUG.

Les autres auteurs ont tous utilisé des jeux de base fournis avec les consoles et tous les jeux effectués sur Wii nécessitaient l'utilisation de la *WBB*.

L'avantage indéniable d'un *serious game* est sa flexibilité et la possibilité que le thérapeute a, pour autant qu'il en ait la maîtrise, de modifier les objectifs et la difficulté de manière à l'adapter le plus

possible au patient. De plus, le *serious game* est un moyen de traitement ludique alors qu'un jeu commercial est un jeu détourné pour servir de moyen de traitement (Taylor & Griffin, 2015).

6.3.3 Traitement à domicile

Parmi les études retenues, une seule a effectué le traitement à domicile à raison de quatre séances par semaine. Dans la mesure où il s'agit de l'étude de Gutierrez et al. (2013) ayant utilisé la Kinect, nous avons, sur la base des résultats obtenus pour le BBS et le POMA, essayé de déterminer si un traitement à domicile présentait un avantage par rapport à un traitement en institution.

Malheureusement, il serait trop présomptueux de pouvoir donner un résultat compte-tenu de la différence entre les études.

En effet, Gutierrez et al. (2013) disposait de 25 patients qui effectuaient quatre séances par semaine à raison de maximum 20 minutes par séance. Lozano-Quilis et al. (2014) soumettait les six patients à 15 minutes de RV par semaine, précédé de 45 minutes d'exercices de marche et d'équilibre.

Certes, les résultats sont en faveur de l'étude de Gutierrez et al. (2013) mais on ne parle que de résultats statistiques. Il serait donc intéressant d'effectuer un autre travail sur ce sujet car les traitements à domicile semblent avoir des effets positifs sur la participation des patients.

6.3.4 Différence Wii et Kinect

Nous l'avons vu précédemment, la Wii et la Kinect sont deux systèmes de réalité virtuelle reposant sur des technologies et des concepts très différents. On est donc en droit de se demander si l'un des systèmes est supérieur à l'autre pour la réhabilitation de troubles de l'équilibre chez les patients SEP.

D'abord il convient de préciser qu'en terme d'efficacité de traitement, il manque encore de la littérature notamment avec la Kinect pour pouvoir déclarer qu'une des deux consoles est supérieure à l'autre, ce que nous constatons aussi car aucun résultat ne permet de mettre en avant la supériorité d'un dispositif sur l'autre. Plus d'étude sur la Kinect et des études comparatives Wii/Kinect sont nécessaires pour répondre sur cette question.

Si l'on veut comparer les deux consoles, il faut donc prendre en compte d'autres paramètres tels que le ressenti des patients, les logiciels proposés, les possibilités de développement de logiciel adaptés à la réhabilitation ou encore les possibilités de suivi pour la télé-réhabilitation.

D'après une étude qualitative de Plow & Finlayson (2014) interrogeant patient et thérapeute sur leurs ressentis suite à un traitement à l'aide de Wii Fit. La Wii présentait plusieurs problèmes d'ergonomie comparé à la Kinect. La taille relativement étroite de la WBB et le fait de devoir en monter et descendre régulièrement pour la calibrer, était perçu comme risqué par certains patients. Ce défaut d'ergonomie ne concerne pas la Kinect étant donné que la caméra suffit à calculer les mouvements sans besoin d'appareil auxiliaire.

En termes de logiciel dans le cas de la Wii, les exercices proposés dans Wii Fit étaient appréciés par les participants de l'étude de Plow & Finlayson (2014) et le système comparant leurs scores d'une partie à l'autre les incitait à se dépasser. En revanche, les feedbacks négatifs de la console étaient jugés comme non nécessaires et démotivants par les patients car ils étaient issus d'une comparaison de leurs performances avec celles de personnes saines. Dans le cas de la Kinect, il manque des études qualitatives dans la littérature pour se prononcer sur les logiciels qui accompagnent la console. Cependant contrairement à la Wii, cet appareil permet le développement de logiciels spécifiques à la réhabilitation qui permettrait d'éviter ces défauts (Taylor & Griffin, 2015).

Pour la télé-réhabilitation, la Wii ne permet pas au thérapeute d'adapter les traitements à distance ou encore de suivre l'évolution de patient autrement qu'en tenant un registre des exercices effectués et des scores du patient. En revanche, la Kinect dispose des technologies nécessaires pour permettre cela avec un logiciel développé spécifiquement. De plus, elle permet au patient d'avoir un feedback du thérapeute via internet (Taylor & Griffin, 2015).

6.4 Limites de notre travail

La limite principale de notre travail réside dans les études que nous avons utilisées. En effet, et comme expliqué auparavant, la littérature est restreinte et le fait de n'avoir pu utiliser que quatre études pour le BBS, deux pour le POMA et deux pour le TUG réduit encore la portée de notre travail.

Toutefois, certaines limites et biais sont inhérents à notre méthodologie et il est important de les mentionner.

Tout d'abord, notre travail souffre d'un biais de sélection puisque, de par la restriction linguistique et le choix de nos bases de données, nous avons probablement mis de côté des articles qui auraient pu étoffer ce travail.

Ensuite, de manière indépendante, nous sommes confrontés à un biais de publication. En effet, il est plausible qu'un certain nombre d'études ne soit pas publié car les résultats ne seraient pas positifs. Nous n'avons pas effectué de recherche à grande échelle pour connaître l'étendue de ces études non publiées et de ce fait, nous prenons le risque de ne travailler qu'avec des travaux positifs, ce qui pourrait amener à une surestimation de nos résultats.

6.5 Forces de notre travail

A notre connaissance, il n'existe pas de méta-analyse traitant de l'efficacité de la RV pour le traitement de l'équilibre chez les patients SEP, nous sommes les premiers à avoir effectué un tel travail. Nous avons pu apporter une dimension statistique intéressante dans un domaine encore peu exploré et mis en évidence les limites de la RV pour le traitement de l'équilibre chez les patients SEP.

De plus, nous avons pu remarquer que la RV, telle qu'utilisée dans les études, ne permettait pas de travailler l'équilibre dynamique et que les performances à la marche des patients restaient relativement stables alors que l'équilibre statique s'améliorait.

6.6 Comparaison avec la revue de Taylor et Griffin (2013)

Nous avons choisi d'effectuer une méta-analyse pour apporter un élément statistique, absent dans le travail de Taylor et Griffin (2013).

Ces auteurs étaient arrivés à la conclusion qu'il n'existait actuellement pas de consensus sur la durée de l'entraînement et son intensité ainsi que sur les *outcomes* pertinents pour l'évaluation d'une telle intervention. De plus, ils mettaient en évidence que les dispositifs commerciaux ne sont pas développés pour être utilisés en réhabilitation mais que ce sont avant tout des jeux destinés au grand public et ceci, malgré les résultats intéressants de ces études. Enfin, ils présentaient la Kinect comme plus intéressante car il était plus facile de développer des logiciels particuliers et ainsi plus adaptés à la population et à ses besoins.

De notre côté, nous avons pu mettre en évidence que la RV présentait un réel intérêt mais qu'elle ne constituait pas un traitement « miracle » puisqu'aucun stade de signification clinique n'avait été atteint. De même, nous n'avons pas trouvé de consensus au niveau de la durée d'intervention et d'un type de dispositif plus efficace qu'un autre.

Néanmoins, nous pouvons mettre en évidence que la RV semble être plus efficace sur l'équilibre statique que dynamique et de ce fait, la portée de la RV est encore limitée.

6.7 Comparaison avec la littérature pour l'AVC

Compte tenu de nos résultats, nous avons souhaité prendre un peu de distance et regarder si la RV était efficace avec des patients atteints d'AVC. Nous avons consulté une revue systématique et méta-analyse publiée en 2016 (de Rooij, van de Port, & Meijer, 2016). Les auteurs ont réussi à déterminer que la RV était plus efficace qu'un traitement conventionnel sans RV pour améliorer l'équilibre et la marche chez ces patients. Toutefois, ils n'ont pas été en mesure de déterminer si la RV apportait des résultats cliniquement significatifs.

Il est important de mentionner qu'il est difficile de déterminer l'efficacité d'un traitement de physiothérapie en neurologie. En effet, la neurologie est un domaine particulier où chaque patient présente des spécificités anatomiques et fonctionnelles qui lui sont propres. En raison de différents mécanismes tels que la neuroplasticité et de manière plus générale de l'organisation corticale, chaque individu possède son propre agencement. Quand bien même les fonctions sont liées à des aires précises et définies, elles n'y sont pas cantonnées. L'organisation et la manière de fonctionner du cerveau ne sont

pas encore complètement connues et cela rend l'évaluation de l'efficacité d'un traitement difficile. De plus, il n'existe pas de test *gold-standard* en neurologie qui permette de fournir un résultat systématique et fiable pour tous les patients. De ce fait, la recherche et la clinique reposent sur des échelles d'évaluation avec leurs forces mais surtout leurs faiblesses.

7. Conclusion

Notre travail cherchait à déterminer l'efficacité de la RV dans le traitement de l'équilibre chez les patients SEP. Notre méta-analyse montre des résultats statistiquement significatifs en faveur de la RV mais aucun seuil de signification clinique n'a été atteint. La principale limite de notre travail réside dans la pauvreté de la littérature à ce sujet, non seulement au niveau de la quantité mais aussi au niveau de la qualité des articles et l'hétérogénéité de ces derniers. Il est donc difficile de se prononcer sur l'efficacité de la RV pour le traitement de l'équilibre avec des patients SEP. De plus amples recherches sont nécessaires afin de déterminer quel type de dispositif est le plus adapté avec des patients et quelles sont les modalités de traitement nécessaires pour obtenir des résultats cliniques significatifs.

Les perspectives de développement des neurosciences d'une part et technologiques d'autre part vont amener des potentielles révolutions dans le diagnostic et dans le traitement des patients neurologiques. Nous pensons que la RV représente une piste de développement intéressante à suivre.

La RV est un moyen de traitement ludique qui peut être adapté aux patients et à leurs déficits et qui peut permettre la mise en place d'une télé-réhabilitation. C'est aussi un outil permettant d'objectiver l'évolution des patients grâce à l'adaptation et la reproductibilité des paramètres. Le physiothérapeute a, selon nous, tout intérêt à intégrer la RV dans son arsenal thérapeutique mais aussi à s'intéresser au développement de ce dernier afin de coller au plus près aux besoins spécifiques des patients.

Liste des références bibliographiques

- Backus, D. (2016). Increasing Physical Activity and Participation in People with Multiple Sclerosis: A Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. doi :10.1016/j.apmr.2015.09.027
- Berer, K., & Krishnamoorthy, G. (2014). Microbial view of central nervous system autoimmunity. *FEBS Letters*, 588(22), 4207-4213. doi :10.1016/j.febslet.2014.04.007
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health*, 83 Suppl 2, S7-11.
- Brichetto, G., Spallarossa, P., De Carvalho, M. L. L., & Battaglia, M. A. (2013). The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: A pilot randomized control study. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(9), 1219-1221.
- Bronstein, A. M. (Éd.). (2004). *Clinical disorders of balance, posture and gait* (2nd edition). London : Arnold.
- Brück, W. (2005). The pathology of multiple sclerosis is the result of focal inflammatory demyelination with axonal damage. *Journal of Neurology*, 252(S5), v3-v9. doi :10.1007/s00415-005-5002-7
- Cattaneo, D., Jonsdottir, J., Regola, A., & Carabona, R. (2014). Stabilometric assessment of context dependent balance recovery in persons with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), 100. doi :10.1186/1743-0003-11-100
- Chiu, A. Y. Y., Au-Yeung, S. S. Y., & Lo, S. K. (2003). A comparison of four functional tests in discriminating fallers from non-fallers in older people. *Disability and Rehabilitation*, 25(1), 45-50.
- De Rooij, I. J. M., van de Port, I. G. L., & Meijer, J.-W. G. (2016). The Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*. doi :10.2522/ptj.20160054
- Dua, T., Rompani, P., World Health Organization, & Multiple Sclerosis International Federation (Éds). (2008). *Atlas: multiple sclerosis resources in the world, 2008*. Geneva, Switzerland : World Health Organization.
- Dufour, M., & Gedda, M. (2007). *Dictionnaire de kinésithérapie et réadaptation*. Paris : Maloine.

- Faber, M. J., Bosscher, R. J., & van Wieringen, P. C. W. (2006). Clinimetric properties of the performance-oriented mobility assessment. *Physical Therapy, 86*(7), 944-954.
- Finlayson, M. (2013). *Multiple sclerosis rehabilitation: from impairment to participation*. Boca Raton : Taylor & Francis.
- Fischer, J. S., Rudick, R. A., Cutter, G. R., Reingold, S. C., & National MS Society Clinical Outcomes Assessment Task Force. (1999). The Multiple Sclerosis Functional Composite measure (MSFC): an integrated approach to MS clinical outcome assessment. *Multiple Sclerosis, 5*(4), 244-250.
doi :10.1177/135245859900500409
- Garg, H., Bush, S., & Gappmaier, E. (2016). Associations Between Fatigue and Disability, Functional Mobility, Depression, and Quality of Life in People with Multiple Sclerosis. *International Journal of MS Care, 18*(2), 71-77. doi :10.7224/1537-2073.2015-013
- Guidi, I., Giovannelli, T., & Paci, M. (2013). Effects of Wii exercises on balance in people with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England), 19*(7), 965.
doi :10.1177/1352458512461971
- Gutierrez, R. O., Galan Del Rio, F., Cano de la Cuerda, R., Alguacil Diego, I. M., Gonzalez, R. A., & Page, J. C. M. (2013). A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation, 33*(4), 545-554.
doi :10.3233/NRE-130995
- Haines, J. D., Inglese, M., & Casaccia, P. (2011). Axonal Damage in Multiple Sclerosis. *Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine, 78*(2), 231-243.
doi :10.1002/msj.20246
- Hanawa, S., Sugiura, M., Nozawa, T., Kotozaki, Y., Yomogida, Y., Ihara, M., ... Kawashima, R. (2016). The neural basis of the imitation drive. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 11*(1), 66-77.
doi :10.1093/scan/nsv089
- Hoang, P., Schoene, D., Gandevia, S., Smith, S., & Lord, S. R. (2016). Effects of a home-based step training programme on balance, stepping, cognition and functional performance in people with multiple sclerosis - a randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal, 22*(1), 94-103.
doi :10.1177/1352458515579442

- Horak, F. B., & Nashner, L. M. (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of Neurophysiology*, 55(6), 1369-1381.
- Howe, T. E., Rochester, L., Neil, F., Skelton, D. A., & Ballinger, C. (2011). Exercise for improving balance in older people. Dans The Cochrane Collaboration (Éd.), *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK : John Wiley & Sons, Ltd. Repéré à <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD004963.pub3>
- Huang, S.-L., Hsieh, C.-L., Wu, R.-M., Tai, C.-H., Lin, C.-H., & Lu, W.-S. (2011). Minimal Detectable Change of the Timed « Up & Go » Test and the Dynamic Gait Index in People With Parkinson Disease. *Physical Therapy*, 91(1), 114-121. doi :10.2522/ptj.20090126
- Huang, S.-L., Hsieh, C.-L., Wu, R.-M., Tai, C.-H., Lin, C.-H., & Lu, W.-S. (2011). Minimal detectable change of the timed « up & go » test and the dynamic gait index in people with Parkinson disease. *Physical Therapy*, 91(1), 114-121. doi :10.2522/ptj.20090126
- Hugos, C. L., Frankel, D., Tompkins, S. A., & Cameron, M. (2016). Community Delivery of a Comprehensive Fall-Prevention Program in People with Multiple Sclerosis: A Retrospective Observational Study. *International Journal of MS Care*, 18(1), 42-48. doi :10.7224/1537-2073.2014-086
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2002). *Cerveau & comportement*. Paris : De Boeck.
- Krakauer, J. W. (2006). Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Current Opinion in Neurology*, 19(1), 84-90.
- Kurtzke, J. F. (1983). Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*, 33(11), 1444-1452.
- Lange, B., Flynn, S., Proffitt, R., Chang, C.-Y., & « Skip » Rizzo, A. (2010). Development of an Interactive Game-Based Rehabilitation Tool for Dynamic Balance Training. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 17(5), 345-352. doi :10.1310/tsr1705-345

- Lockwood, C., Oh, E. G., & Sfetcu, R. (2011). *Synthesizing quantitative evidence*. Philadelphia, Pa. : Lippincott Williams & Wilkins. Repéré à http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=booktext&D=books3&AN=01607893/1st_Edition/2&XPATH=/OVIDBOOK%5b1%5d/METADATA%5b1%5d/TBY%5b1%5d/AUTHORS%5b1%5d
- Lowood, H. E. (2015). Virtual Reality. *Encyclopaedia Britannica*. Repéré à <http://www.britannica.com/technology/virtual-reality>
- Lozano-Quilis, J.-A., Gil-Gomez, H., Gil-Gomez, J.-A., Albiol-Perez, S., Palacios-Navarro, G., Fardoun, H. M., & Mashat, A. S. (2014). Virtual rehabilitation for multiple sclerosis using a kinect-based system: randomized controlled trial. *JMIR serious games*, 2(2), e12. doi :10.2196/games.2933
- MSAtrium. (2015). *The Expanded Disability Status Scale (EDSS)*. Repéré à <http://www.msatrium.com/evolutions-in-care/goals-of-therapy>
- Multiple Sclerosis Task Force. (2015). Multiple Sclerosis Outcome Measure Taskforce. Repéré à <http://www.neuropt.org/docs/ms-edge-documents/final-ms-edge-document.pdf?sfvrsn=4>
- Nilsagard, Y. E., Forsberg, A. S., & von Koch, L. (2013). Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 19(2), 209-216. doi :10.1177/1352458512450088
- Nilsagard, Y., Lundholm, C., Denison, E., & Gunnarsson, L.-G. (2009). Predicting accidental falls in people with multiple sclerosis -- a longitudinal study. *Clinical Rehabilitation*, 23(3), 259-269. doi :10.1177/0269215508095087
- Nilsagard, Y., Lundholm, C., Gunnarsson, L.-G., & Denison, E. (2007). Clinical relevance using timed walk tests and 'timed up and go' testing in persons with Multiple Sclerosis. *Physiotherapy Research International*, 12(2), 105-114. doi :10.1002/pri.358
- Osculator.net. (2010). *Wimote*. Repéré à http://www.osculator.net/doc/_detail/faq:pry-wimote.gif?id=faq%3Awimote

- Paltamaa, J., Sjögren, T., Peurala, S. H., & Heinonen, A. (2012). Effects of physiotherapy interventions on balance in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(10), 811-823. doi :10.2340/16501977-1047
- Plow, M., & Finlayson, M. (2014). A Qualitative Study Exploring the Usability of Nintendo Wii Fit among Persons with Multiple Sclerosis: Usability of Nintendo Wii Fit in Persons with Multiple Sclerosis. *Occupational Therapy International*, 21(1), 21-32. doi :10.1002/oti.1345
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The Time « Up & Go » : A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of American Geriatrics Society*, 39(2), 142-148.
- Prosperini, L., Fanelli, F., Petsas, N., Sbardella, E., Tona, F., Raz, E., ... Pantano, P. (2014). Multiple Sclerosis: Changes in Microarchitecture of White Matter Tracts after Training with a Video Game Balance Board. *Radiology*, 273(2), 529-538. doi :10.1148/radiol.14140168
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Coquery, J.-M., Tajeddine, N., Gailly, P., ... Jeannerod, M. (2015). *Neurosciences*. Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.
- Schädler, S., & Aviv, H. (Éds). (2009). *Assessments in der Rehabilitation Band 1 : Neurologie* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl). Bern : Huber.
- Société suisse de la sclérose en plaques. (2016). Epidémiologie. *multiplsklerose*. Repéré à <https://www.multiplesklerose.ch/fr/propos-de-la-sep/sclerose-en-plaques/epidemiologie/>
- Stevenson, T. J. (2001). Detecting change in patients with stroke using the Berg Balance Scale. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 47(1), 29-38.
- Subby, K. (2010). *Principe de fonctionnement de la Kinect*. Repéré à http://www.gameblog.fr/article-lecteur_612_comment-fonctionne-la-technologie-kinect
- SUVA. (2016). Statistiques des accidents : chutes et faux-pas. Repéré à <http://www.suva.ch/fr/startseite-suva/praevention-suva/arbeit-suva/gefahren-filter-suva/unfallstatistik-stolpern-stuerzen-suva/filter-detail-suva.htm>
- Taylor, M. J. D., & Griffin, M. (2015). The use of gaming technology for rehabilitation in people with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 21(4), 355-371. doi :10.1177/1352458514563593

The Cochrane Collaboration. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Repéré à <http://www.cochrane-handbook.org>

The Johanna Briggs Institute. (2014). *JBI Critical Appraisal Checklist for Randomised Control / Pseudo-randomised Trial*.

Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, *34*(2), 119-126.

Zeller, D., & Classen, J. (2014). Plasticity of the motor system in multiple sclerosis. *Neuroscience*, *283*, 222-230. doi :10.1016/j.neuroscience.2014.05.043

Annexes

Annexe I : Grille du JBI

Annexe II : Grille récapitulative

Annexe III : Grille de Gutierrez et al. (2010)

Annexe IV : Grille de Nilsagård et al. (2012)

Annexe V : Grille de Guidi et al. (2012)

Annexe VI : Grille de Lozano-Quilis (2014)

Annexe VII : Grille de Brichetto et al. (2013)

Annexe I : Grille de qualité du JBI

JBI Critical Appraisal Checklist for Randomised Control / Pseudo-randomised Trial

Reviewer Date

Author Year Record Number

| | Yes | No | Unclear | Not Applicable |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Was the assignment to treatment groups truly random? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Were participants blinded to treatment allocation? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Was allocation to treatment groups concealed from the allocator? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Were the outcomes of people who withdrew described and included in the analysis? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Were those assessing outcomes blind to the treatment allocation? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Were the control and treatment groups comparable at entry? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Were groups treated identically other than for the named interventions? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Were outcomes measured in the same way for all groups? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Were outcomes measured in a reliable way? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Was appropriate statistical analysis used? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info.

Comments (Including reason for exclusion)

Annexe II Grille récapitulative

| | | | | | | | |
|--------------|--------------------------|--|---|--|-------------------------------------|---|--------------|
| Généralités | Code | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | |
| | Auteur | Gutierrez | Nilsagard | Guidi | Lozano-Quilis | Brichetto | |
| | Année | 2010 | 2012 | 2012 | 2014 | 2013 | |
| | Type | RCT | RCT | RCT | RCT | Pilot RCT | |
| | Dispositif | Kinect | Wii | Wii | Kinect | Wii | |
| | Location | A domicile | Thérapie | Thérapie | Thérapie | Thérapie | |
| | Outils | BBS Tinetti Posture | TUG | BBS COP | BBS POMA SLB 10 MWT TUG | BBS MFIS BPEX | |
| Maladie | Type SEP | PR - SP - PP | PR - PP - SP | ND | PR - SP | ND | |
| | EDSS | 3 à 5 | ND | 0 à 3,5 | ND | < 6 | |
| Contrôle | N | 25 | 42 | 8 | 5 | 18 | |
| | Durée | 2x40 mn / sem | 6 sem. | 5 semaines | 1h / sem | 3 x 60 mn / sem | |
| | Intervention | Proprioception RAM Tonif Etirements | ∅ | Recommandations sur les stratégies pour prévenir les chutes | Equilibre Marche | Exercices statiques et dynamiques, uni ou bipodal, avec/sans déséquilibres | |
| Expérimental | N | 25 | 42 | 9 | 6 | 18 | |
| | Durée | 4x (max 20mn) / sem | 2 x 30 mn / sem | 2 x 45 mn / sem | 15 mn VR / sem | 3 x 60 mn / sem | |
| | Intervention | Kinect Sports : Joy Ride Adventures | Jeux Wii Fit Augmentation de la difficulté au cours du temps | Wii Ware : Physiofun Balance Training | RemoviEM Serious Game | Jeux Wii Fit | |
| Statistiques | N | 46 | 84 | 17 | 11 | 36 | Total 194 |
| | Âge moyen | 41,2 | 49,7 | ND | 44,5 | 42 | 44,3 |
| | EDSS moyen | ND | ND | ND | ND | 4,1 | ND |
| | Répartition F / H [%] | 56,5 / 43,5 | 76,2 / 23,8 | ND | 36,4 / 63,6 | 61,1 / 38,9 | 57,5 / 42,5 |

Annexe III : Grille de Gutierrez et al. (2010)

| | | |
|---|---|------------------|
| 1 | A telerehabilitation program by virtual reality-video g | Gutierrez et al. |
|---|---|------------------|

Etude

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------------|-----------------|--------------|
| Type | RCT | Année | 2010 | Type SEP | PR - SP - PP |
| Durée | 10 sem | Stade | EDSS 3 à 5 | Tps depuis diag | 10 ans |

Intervention

| | | | |
|--------|---|---|----|
| GC | Traitement standard en thérapie | N | 25 |
| Durée | 2x 40 mn/ sem | | |
| Outils | Proprioception, RAM, tonification, étirements | | |
| GE | Traitement serious Game + Kinect à domicile | N | 25 |
| Durée | 4x/sem | | |
| Outils | Kinect Sports, Joy Ride, Adventures | | |

Outcome

| | | | |
|---------|-----------|--------|------------------------------|
| Outcome | Posture | Outils | Plateforme de posturographie |
| | Equilibre | | BBS, Tinetti |
| | | | |
| | | | |

Résultats

| | | | | | |
|---------|---------|-------|--------------------|-----------------|-----|
| Outcome | BBS | p = ? | < 0,001 | ≠ significative | oui |
| | Tinetti | | < 0,001 | | oui |
| | Posture | | variables outcomes | | oui |
| | | | | | |

Annexe IV : Grille de Nilsagård et al. (2012)

| | | |
|---|---|-----------|
| 2 | Balance exercise for persons with MS using Wii ga | Nilsagard |
|---|---|-----------|

Etude

| | | | | | |
|-------|---------|-------|---------|-----------------|--------------|
| Type | RCT | Année | 2012 | Type SEP | PR - PP - SP |
| Durée | 6-7 sem | Stade | MSIS-29 | Tps depuis diag | 9 ans |

Intervention

| | | | |
|--------|---|---|----|
| GC | Pas d'intervention | N | 42 |
| Durée | 6 sem | | |
| Outils | Pas d'intervention, invités à participer à la Wii dès 6 ème semaine | | |
| GE | Nintendo Wii Fit Plus | N | 42 |
| Durée | 2x 30mn / sem | | |
| Outils | Jeux Wii Fit avec augmentation de la difficulté au cours du temps | | |

Outcome

| Outcome | Outils |
|---------------------|--------|
| Equilibre dynamique | TUG |
| | |
| | |
| | |

Résultats

| Outcome | p = ? | ≠ significative |
|---------|-------|-----------------|
| TUG | 0.84 | non |
| | | |
| | | |
| | | |

Annexe V : Grille de Guidi et al. (2012)

| | | |
|---|--|-------|
| 4 | Effects of Wii Exercises on balance in people with I | Guidi |
|---|--|-------|

Etude

| | | | | | |
|-------|-------|-------|------------|-----------------|---------|
| Type | RCT | Année | 2012 | Type SEP | -- |
| Durée | 5 sem | Stade | EDSS 0-3.5 | Tps depuis diag | > 3 ans |

Intervention

| | | | |
|--------|---|---|---|
| GC | Sans interventions | N | 8 |
| Durée | | | |
| Outils | Recommandations sur les stratégies environnementales et comportementales pour prévenir le risque de chute | | |
| GE | Nintendo Wii sous supervision | N | 9 |
| Durée | 2x45 mn / sem | | |
| Outils | Physio mode -> Physiofun Balance Training of Nitendon (WiWare) Progression de 6 exercices d'équilibres, statiques et dynamiques, en unipodal | | |

Outcome

| | | | |
|---------|---------------|--------|-------------------|
| Outcome | Equilibre | Outils | BBS |
| | Variation COP | | Wii Balance Board |
| | | | |
| | | | |

Résultats

| | | | | | |
|---------|---------------|-------|-------|-----------------|-----|
| Outcome | Equilibre | p = ? | 0.002 | ≠ significative | oui |
| | Variation COP | | 0.27 | | oui |
| | | | | | |
| | | | | | |

Annexe VI : Grille de Lozano-Quilis (2014)

| | | |
|---|--|---------------|
| 7 | Virtual Rehabilitation for MS using a Kinect-Based : | Lozano-Quilis |
|---|--|---------------|

Etude

| | | | | | |
|-------|-------------------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| Type | <input type="text" value="RCT"/> | Année | <input type="text" value="2014"/> | Type SEP | <input type="text" value="PR - SP"/> |
| Durée | <input type="text" value="10 sem"/> | Stade | <input type="text" value="--"/> | Tps depuis diag | <input type="text" value="10 ans"/> |

Intervention

| | | | |
|--------|---|---|--------------------------------|
| GC | <input type="text" value="Traitement standard"/> | N | <input type="text" value="5"/> |
| Durée | <input type="text" value="1 h / sem"/> | | |
| Outils | <input d'amélioration="" d'équilibre="" de="" démarche"="" et="" la="" standard"="" type="text" value="Traitement "/> | | |
| GE | <input type="text" value="Kinect"/> | N | <input type="text" value="6"/> |
| Durée | <input type="text" value="45 mn ttt standard + 15 mn VR / sem"/> | | |
| Outils | <input d'amélioration="" d'équilibre="" de="" démarche<br="" et="" la="" standard"="" type="text" value="Traitement "/> + RemoviEM avec 3 exercices : Touchball, Takeball, Stepball"/> | | |

Outcome

| | | | |
|---------|--|--------|--|
| Outcome | <input type="text" value="Equilibre statique"/> | Outils | <input type="text" value="BBS, Tinetti, SLB"/> |
| | <input type="text" value="Equilibre dynamique"/> | | <input type="text" value="10 MWT, TUG"/> |
| | <input type="text"/> | | <input type="text"/> |
| | <input type="text"/> | | <input type="text"/> |

Résultats

| | | | | | |
|---------|--------------------------------------|-------|--|-----------------|---|
| Outcome | <input type="text" value="BBS"/> | p = ? | <input type="text" value="0.03"/> | ≠ significative | <input type="text" value="oui"/> |
| | <input type="text" value="Tinetti"/> | | <input type="text" value="0.716"/> | | <input type="text" value="non"/> |
| | <input type="text" value="SLB"/> | | <input type="text" value="0.463/0.033"/> | | <input type="text" value="oui pour D"/> |
| | <input type="text" value="TUG"/> | | <input type="text" value="0.652"/> | | <input type="text" value="non"/> |

Annexe VII : Grille de Brichetto et al. (2013)

| | | |
|----|---|-----------|
| 10 | The Effect of Nintendo Wii on balance in people wit | Brichetto |
|----|---|-----------|

Etude

| | | | | | |
|-------|--|-------|--|-----------------|----------------------|
| Type | <input type="text" value="Pilot RCT"/> | Année | <input type="text" value="2013"/> | Type SEP | <input type="text"/> |
| Durée | <input type="text"/> | Stade | <input type="text" value="EDSS < 6"/> | Tps depuis diag | <input type="text"/> |

Intervention

| | | | |
|--------|--|---|---------------------------------|
| GC | <input type="text" value="Traitement standard"/> | N | <input type="text" value="18"/> |
| Durée | <input type="text" value="3x60mn/sem"/> | | |
| Outils | <input type="text" value="Exercices statiques et dynamiques en unipodal et bipodal. avec ou sans planche de déséquilibre et squat"/> | | |
| GE | <input type="text" value="Traitement Wii supervisé"/> | N | <input type="text" value="18"/> |
| Durée | <input type="text" value="3x60 mn/ sem"/> | | |
| Outils | <input type="text" value="Wii Balance Board Soccer Heading, Slalom, Table Tilt, Snowboarding, Tightrop Walking, Zazen"/> | | |

Outcome

| | | | |
|---------|--|--------|-----------------------------------|
| Outcome | <input type="text" value="Equilibre"/> | Outils | <input type="text" value="BBS"/> |
| | <input type="text" value="Fatigue"/> | | <input type="text" value="MFIS"/> |
| | <input type="text" value="Posture"/> | | <input type="text" value="BPEX"/> |
| | <input type="text"/> | | <input type="text"/> |

Résultats

| | | | | | |
|---------|-----------------------------------|-------|--|-----------------|----------------------------------|
| Outcome | <input type="text" value="BBS"/> | p = ? | <input type="text" value="< 0.05"/> | ≠ significative | <input type="text" value="oui"/> |
| | <input type="text" value="MFIS"/> | | <input type="text" value="> 0.05"/> | | <input type="text" value="non"/> |
| | <input type="text" value="BPEX"/> | | <input type="text" value="< 0.05"/> | | <input type="text" value="oui"/> |
| | <input type="text"/> | | <input type="text"/> | | <input type="text"/> |