

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Le vieillissement	1
1.1.1	Généralités	1
1.1.2	Définition de personne âgée	1
1.1.3	Les chiffres concernant le vieillissement en France.....	2
1.2	Processus physiologique du vieillissement du sujet âgé.....	2
1.2.1	Système nerveux	2
1.2.2	Système cardiovasculaire	3
1.2.3	Système respiratoire	3
1.2.4	Système osseux	3
1.2.5	Système visuel.....	4
1.2.6	Système auditif.....	4
1.2.7	Système proprioceptif.....	4
1.2.8	Système musculaire	4
1.2.9	Vieillissement du système d'équilibration	5
1.2.9.1	Evaluation de l'équilibre	6
1.2.9.1.1	Echelle d'équilibre de Berg (Berg balance scale)	6
1.2.9.1.2	Le test Timed up and go (TUG).....	7
1.3	La chute chez les personnes âgées : un objectif de santé publique	8
1.3.1	Définition de la chute	8
1.3.2	Les facteurs de risque de la chute.....	8
1.3.3	Les conséquences des chutes.....	9
1.3.4	Prévention des chutes : l'entraînement de l'équilibre	10
1.3.4.1	Réalité virtuelle, jeux vidéo et équilibre	10
1.4	Définition et fonctionnement de la technologie de réalité virtuelle	10
1.4.1	Histoire et évolution de la réalité virtuelle	11
1.4.2	Réalité virtuelle et prévention des risques de chute chez les personnes âgées, Pourquoi ?	11
2	Méthodologie de recherche	12
2.1	Critère d'éligibilité pour les études de cette revue.....	13
2.1.1	Type d'étude.....	13
2.1.2	Population/pathologie	13

2.1.3	Intervention.....	14
2.1.4	Comparateur	14
2.1.5	Objectif/ Critère de jugement.....	14
2.2	Méthodologie de recherche des études	15
2.2.1	Source documentaires investiguées	15
2.2.2	Équation de recherche utilisée	15
2.3	Extraction et analyse des données.....	15
2.3.1	Sélection des études	15
2.3.2	Extraction des données.....	16
2.3.2.1	Méthode.....	16
2.3.2.2	Les participants	16
2.3.2.3	L'intervention.....	17
2.3.2.4	Les comparateurs.....	17
2.3.2.5	Le critère de jugement.....	17
2.3.2.6	Les résultats	17
3	Résultats.....	18
3.1	Description des études.....	18
3.1.1	Diagramme de flux	18
3.1.2	Études exclues :	20
3.1.3	Études incluses	21
3.2	Risque de biais des études incluses	27
3.2.1	Grille d'analyse utilisée	27
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés.....	28
3.3	Effets de l'intervention.....	28
3.3.1	Critère de jugement principal	28
3.3.2	Résultat des études incluses :	29
4	Discussion.....	35
4.1	Analyse des principaux résultats.....	35
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique.....	38
4.3	Qualité des preuves.....	39
4.4	Biais potentiels de la revue	39
5	Conclusion	41

6 Référence bibliographique	42
-----------------------------------	----

1 INTRODUCTION

1.1 Le vieillissement

1.1.1 Généralités

La vieillesse fait partie intégrante de la vie et est considérée comme son crépuscule. Son allongement reflète une amélioration indéniable de la santé et des conditions socioéconomiques. Cependant, elle s'accompagne aussi de difficultés particulières auxquelles tous les pays devront faire face. Il apparaît donc essentiel de préparer les soignants et la société en général afin de répondre au mieux aux exigences que requièrent cette situation.

1.1.2 Définition de personne âgée

La définition de la « personne âgée » retenue pour ce mémoire repose sur un critère d'âge. Est considérée comme une personne âgée tout individu qui a 65 ans et plus. La population des personnes âgées constitue cependant un groupe très hétérogène d'un point de vue médical et fonctionnel, au sein duquel on distingue schématiquement trois catégories de personnes en fonction de leur état de santé [1] :

- Les personnes en bon état de santé, indépendantes et autonomes ;
- Les personnes en mauvais état de santé en raison d'une polypathologie chronique ;
- Et enfin, les personnes dites « fragiles » : c'est-à-dire des personnes dont l'état de santé est intermédiaire et qui risquent de basculer dans la catégorie des malades. La fragilité se définit comme un état médico-social instable et est associée à un risque élevé de perte d'indépendance.

En France, chaque année, l'espérance de vie à la naissance augmente approximativement de 3 mois. Ce qui représente une augmentation d'une année d'espérance de vie tous les quatre ans. Bien qu'il existe des écarts entre les durées de vie des hommes et des femmes, favorable à ces dernières, nous observons une accélération de l'augmentation des années gagnées à partir de 60 ans. Ceci est principalement dû aux progrès de la médecine notamment l'apparition de nouveaux traitements contre les tumeurs et les maladies cardiovasculaires [2].

1.1.3 Les chiffres concernant le vieillissement en France

Au 1er janvier 2019 selon l'INSEE, la France compte 66,993 millions d'habitants. La population française continue de vieillir. Les personnes âgées d'au moins 65 ans représentent 20,0 % de la population, contre 19,7 % un an auparavant et 19,3 % deux ans auparavant. Leur part a progressé de 4,3 points en vingt ans. La hausse est de 2,4 points sur la même période pour les habitants âgés de 75 ans ou plus, qui représentent près d'un habitant sur dix au 1er janvier 2019. En revanche, la proportion des jeunes âgés de moins de 20 ans a reculé de 1,8 point depuis 2000 pour s'établir à 24,1 %. Les habitants âgés de 20 à 59 ans représentent, quant à eux, la moitié de la population, soit une baisse de 4,0 points en vingt ans [2].

Selon les projections de population de l'Insee, la France compterait 76,5 millions d'habitants au 1er janvier 2070. Selon toute vraisemblance la quasi-totalité de la hausse de la population d'ici 2070 concernerait les personnes âgées de 65 ans ou plus. L'augmentation serait particulièrement forte pour les personnes de 75 ans ou plus. Jusqu'en 2040, la proportion des personnes de 65 ans ou plus progresserait fortement : à cette date, environ un habitant sur quatre aurait 65 ans ou plus. Cette forte augmentation est inéluctable et correspond à l'arrivée dans cette classe d'âge de toutes les générations issues du baby-boom. Après 2040, la part des 65 ans ou plus continuerait à progresser mais plus modérément [2].

En 2070, la France compterait plus d'une personne âgée de 65 ans ou plus pour deux personnes âgées de 20 à 64 ans. Elle pourrait également compter 270 000 centenaires. Quant aux habitants de moins de 20 ans, leur nombre baisserait légèrement, et leur part dans la population perdrat 2,8 points pour atteindre 21,3 % en 2070. Enfin, le nombre de personnes âgées de 20 à 59 ans progresserait légèrement et leur part serait de 44,2 % en 2070 [2].

1.2 Processus physiologique du vieillissement du sujet âgé

1.2.1 Système nerveux

Concernant le système nerveux central, nous pouvons constater une diminution du nombre de neurones corticaux (ainsi que la diminution de connexions entre eux), un appauvrissement de la substance blanche et de certains neurotransmetteurs intracérébraux (principalement l'acétylcholine).

Ceci a comme principale conséquence un ralentissement de la transmission synaptique ainsi qu'une augmentation du temps de réaction.

Au sujet du système nerveux périphérique, on constate une diminution du nombre de fibres des périphériques entraînant une diminution de la sensibilité proprioceptive et donc pouvant favoriser l'instabilité posturale.

On constate également une altération de la mémoire motrice. Celle-ci regroupe l'ensemble des programmes moteurs acquis au cours de la vie. Celle-ci permet une adaptation plus rapide et précise concernant le geste et la posture. En cas de dégradation du mouvement ou d'immobilité prolongée, il peut apparaître une diminution des automatismes concernant l'équilibre, l'adaptation posturale ou la marche [3].

1.2.2 Système cardiovasculaire

Outre les modifications anatomiques concernant l'appareil cardio-vasculaire notamment, l'augmentation de la masse cardiaque et de l'épaisseur pariétale du ventricule gauche qui est à l'origine du moins bon remplissage ventriculaire, nous constatons une diminution de la fréquence cardiaque maximale et d'effort. Ainsi lors d'efforts trop importants, le système cardiovasculaire est dans l'incapacité de répondre à la demande [4].

1.2.3 Système respiratoire

Un certain nombre d'éléments de l'appareil respiratoire vont être remaniés ou altérés au cours du vieillissement entraînant une augmentation du volume résiduel (VR : air qui reste dans les poumons après une expiration forcée), une diminution de la VO₂ max (quantité maximale d'oxygène que nous pouvons utiliser lors d'un effort), une diminution de la compliance pulmonaire souvent associée à une rigidité thoracique provoquant une diminution de la capacité respiratoire. De plus, nous constatons une diminution des calibres des bronches ainsi qu'une diminution de la pression partielle en oxygène. Par ailleurs, l'activité des cils de la muqueuse est amoindrie, la toux devient moins efficace rendant la personne âgée plus sensibles aux infections [4].

1.2.4 Système osseux

Nous constatons une réduction de la densité minérale osseuse appelée ostéopénie. Elle débute vers 45 ans chez la femme et 55 chez l'homme. La vitesse et l'ampleur de la perte osseuse n'est pas la même entre les deux sexes, elle est plutôt progressive chez l'homme alors que chez la femme on observe une accélération de 5 à 10 ans après la ménopause sous effet hormonal. De plus, le thorax devient plus rigide du fait de l'ossification des cartilages costaux.

Par ailleurs, concernant le vieillissement du cartilage articulaire, nous observons un amincissement et une altération de ses propriétés mécaniques [5].

1.2.5 Système visuel

Au cours du vieillissement la personne âgée se retrouve gênée lors de la lecture de près. Ceci est principalement dû à la diminution du pouvoir d'accommodation de l'œil. La personne âgée est aussi sujette à une opacification progressive du cristallin réduisant la vision [6].

1.2.6 Système auditif

L'audition de la personne âgée se retrouve altérée et s'accompagne d'une perte neurosensorielle permanente. Cette perte est à l'origine d'une presbyacusie touchant principalement les sons aigus [6].

1.2.7 Système proprioceptif

La proprioception, ou sensibilité profonde, désigne la perception consciente ou non de la position des différentes parties du corps et de leur tonus. Elle comprend différentes sensibilités, la kinesthésie (sensibilité au mouvement), la statosthésie (sensibilité à la position), la pallesthésie (sensibilité aux vibrations) et la baresthésie qui est la sensibilité à la pression.

Au cours du vieillissement, nous observons une diminution du nombre de récepteurs musculo-tendineux et articulaires pouvant affecter cette sensibilité profonde.

Il est à noter que cette diminution du nombre de récepteurs au niveau du pied peut être à l'origine d'apparitions d'oscillations posturales et peut donc provoquer des troubles de l'équilibre et engendrer des chutes [7].

1.2.8 Système musculaire

Le vieillissement physiologique est responsable d'une perte d'environ 50% de la masse musculaire entre 30 et 70 ans. Cette sarcopénie débute vers la trentaine pour l'homme et à partir de la ménopause pour la femme. Les principaux facteurs de risque de la sarcopénie sont :

Les modifications hormonales

La réduction de l'activité physique

Une diminution des apports protéiques

Par ailleurs nous pouvons observer une augmentation de la masse graisseuse en parallèle de cette perte de masse musculaire. Certaines études évoquent un lien entre la perte de force musculaire et la capacité d'équilibration des personnes âgées [8],[9].

1.2.9 Vieillissement du système d'équilibration

L'équilibre est la capacité de rester dans une position stable en état statique ou en déplacement.

Notre équilibre repose sur trois entrées sensorielles, dont les informations recueillies vont créer une image mentale de la situation dans le cortex pariétal postural.

-**Entrée visuelle** : Elle permet d'avoir un référentiel vertical, il existe de nombreuses causes d'handicaps visuels dont la plupart peuvent être traitées (glaucome, rétinopathie diabétique, la dégénérescence maculaire liée à l'âge). En outre, on constate une nette diminution du contraste liée à une difficulté d'adaptation au noir. Ce qui explique en partie les chutes nocturnes. L'entrée visuelle est une voie sensorielle prépondérante qui contribue au maintien de l'équilibre et est d'autant plus marquée au cours du vieillissement.

-**Entrée vestibulaire** : le système vestibulaire informe en permanence le cerveau de la situation de la tête et de son déplacement. C'est une entrée sensorielle moins utilisée que la précédente mais elle reste indispensable et intéressante à développer en cas de risque de chute.

-**Entrée proprioceptive** : Comme évoqué précédemment, il s'agit de la capacité du corps à se repérer par rapport à son environnement ainsi que la capacité à percevoir la position et les déplacements des différents segments corporels. Le nombre de ces récepteurs diminue avec le vieillissement, notamment autour de la cheville et de la voute plantaire qui sont deux localisations importantes dans la transmission d'informations proprioceptive.

De plus, il existe une dégénérescence de la gaine de myéline des nerfs périphériques diminuant ainsi la vitesse de l'influx nerveux provenant de ces récepteurs proprioceptifs ce qui peut donc favoriser les chutes par manque de réactivité [10],[11],[12].

Au sujet de la stratégie d'équilibration, on constate une différence entre les personnes âgées et les sujets jeunes. En effet, les personnes âgées adoptent plutôt une stratégie de hanche, c'est-à-dire qu'ils régulent leur stabilité autour de l'articulation de la hanche contrairement aux sujets jeunes qui utilisent plutôt la cheville. L'explication de cette différence est principalement due à une raideur de cheville qui compromet cette stratégie de cheville [13],[14].

1.2.9.1 Evaluation de l'équilibre

Il existe de nombreuses échelles d'évaluation pour tester l'équilibre et la marche du sujet âgé. Cependant, elles s'avèrent rarement prédictives d'un risque de chute. En effet, comme expliqué précédemment, l'équilibre n'est qu'un des facteurs de risque de chute. En revanche ces tests, en plus de posséder une certaine fiabilité, permettent d'observer avec une grande précision les anomalies de la marche et de l'équilibre du sujet âgé [15],[16]. Voici ces tests :

1.2.9.1.1 Echelle d'équilibre de Berg (Berg balance scale)

Ce test évalue l'équilibre en observant la performance de la personne âgée au cours de 14 mouvements habituels de la vie quotidienne. Le système de cotation est une échelle à 5 niveaux, chaque mouvement est noté de 0 (mauvais) à 4 (bon). Le score total est de 56, un score supérieur ou égal à 45 signifie que le sujet possède une bonne autonomie motrice.

1) Les qualités métrologiques du BBS

Validité de contenu : la validité de contenu du BBS a été démontrée dans plusieurs études [17],[18],[19]. Le concept d'équilibre serait donc bien couvert par les items proposés

Validité de critère : Les résultats obtenus avec le BBS sont assez comparables à ceux obtenus avec d'autres outils de mesure du même type, comme la bonne corrélation trouvée avec le *Dynamic Gait Index* ($r = 0,67$) chez les personnes âgées ou l'excellente corrélation avec les résultats au Fugl-Meyer ($r = 0,90$ à $0,92$) chez les personnes ayant vécu un AVC.

Sensibilité : La sensibilité du BBS pour identifier les personnes âgées à risque de chute est en revanche faible (53 %). Néanmoins ce résultat est compréhensible et s'explique par le caractère multifactoriel des chutes.

Spécificité : La spécificité du BBS pour déterminer les personnes âgées qui ne sont pas à risque de chute est excellente (96 %).

Fidélité test-retest : La fidélité du BBS est excellente relativement à la stabilité des résultats dans le temps ($r = 0,91$) quand la condition de la personne ne varie pas.

Fidélité inter-juges : La fidélité des résultats au BBS entre les évaluateurs est aussi excellente ($r = 0,97$), donnée importante quand les évaluateurs ne sont pas toujours les mêmes.

Réponse au changement : Une variation dans le score global de 3,3 à 6,3 points, selon le score initial obtenu par la personne, serait un indicateur significatif de changement dans l'équilibre de la personne.

2) Avantages et limite du BBS

Au vu des résultats de plusieurs études le BBS est considéré comme un outil valide et fidèle pour évaluer le risque de chute chez les personnes âgées [17],[18]. Il est important de noter cependant qu'il existe cependant un faible effet de plafonnement lorsque le BBS est utilisé chez des personnes qui n'ont jamais chuté auparavant [20],[21]. Les épreuves ne mettant pas suffisamment au défi les gens qui ont un haut degré d'équilibre, l'outil ne permet pas toujours de prédire leur futur risque de chute [21].

Il a l'avantage d'être sécuritaire pour les personnes évaluées. Il ne demande pas une formation préalable aux évaluateurs et le matériel est peu coûteux [22]. En revanche, certains évaluateurs trouvent l'évaluation longue à effectuer. Sans expérience, elle peut prendre jusqu'à 30 minutes. C'est pourquoi certaines personnes auront tendance à utiliser une échelle d'évaluation similaire, le mini best test, dont les principales qualités sont une durée de réalisation plus rapide, une meilleure sensibilité au changement que l'échelle de Berg, une haute fidélité et validité et pour finir un effet plafond plus faible [23].

1.2.9.1.2 Le test Timed up and go (TUG)

On retrouve de nombreuses études concernant le Timed Up and Go dans la littérature scientifique [24],[25]. Cependant, chaque étude a des critères d'inclusion spécifiques, une population spécifique, des réalisations du test qui diffèrent légèrement. Tout ceci rend la comparaison difficile, d'autant plus qu'il existe des différences physiologiques entre les populations d'un pays à l'autre.

Il en résulte de ces différentes études que si le test est réalisé en moins de 10 secondes, le patient n'a pas de risque de chute. Toutefois, il n'y a pas de consensus sur une valeur permettant de définir un risque chute. On constate une modification considérable des résultats suivant les consignes données notamment marche rapide et confortable.

D'après les recommandations de la HAS, ce test a une sensibilité de 87% et une spécificité de 87% [24],[25].

Le Timed Up and Go présente de nombreux avantages du fait de sa simplicité, de sa facilité d'interprétation et de son temps de réalisation d'environ 5 minutes [26]. Il est également bien accepté par les personnes âgées et il est non traumatisant. Il permet également de mesurer une évolution du patient à travers le temps.

1.3 La chute chez les personnes âgées : un objectif de santé publique

1.3.1 Définition de la chute

Il aura fallu de longues discussions pour pouvoir définir cet évènement qu'est la chute. Une expertise collective publiée par l'Inserm en 2014 faisait état des multiples définitions [27]. Depuis 2006, la définition qui fait consensus est la suivante : « *Perte brutale et totalement accidentelle de l'équilibre postural lors de la marche ou de la réalisation de toute autre activité et faisant tomber la personne sur le sol ou toute autre surface plus basse que celle où elle se trouvait* ». L'Organisation mondiale de la santé (OMS) propose de son côté : « *Une chute désigne tout évènement au cours duquel une personne est brusquement contrainte de prendre volontairement appui sur le sol, un plancher ou toute autre surface située à un niveau inférieur* ». Dans la plupart des cas, une chute est initiée par une rupture d'équilibre, dont les causes sont souvent multifactorielles et intriquées. La question essentielle est de savoir quelles circonstances ont entraîné ou accompagné cette chute et quels sont les facteurs de risque de chute et/ou de chute grave.

Les chutes à répétition sont considérées par la Haute autorité de santé comme la survenue d'au moins deux chutes dans un intervalle de temps s'étendant de 6 à 12 mois. Le fait de chuter plus de deux fois au cours de l'année est un mauvais pronostique concernant l'état de santé du patient.

Selon l'INSERM, « *environ une personne sur trois âgée de plus de 65 ans et une personne sur deux de plus de 80 ans chutent chaque année. Parmi les chuteurs, la moitié aurait fait au moins deux chutes dans l'année* » [27].

1.3.2 Les facteurs de risque de la chute

Pour comprendre les mécanismes de la chute et des propos qui vont suivre, il est important de stipuler que les risques de chute sont multifactoriels et qu'il faut avoir une approche globale de la personne [28],[29]. En effet, comme vu précédemment, le vieillissement entraîne des modifications et non des altérations de nos systèmes corporels. Ces modifications sont en grande partie responsables d'apparition de chutes. Cependant il existe d'autres facteurs qui interviennent dans la chute dont les principaux sont [30] :

- Les troubles de la marche et/ou de l'équilibre dont les moyens d'évaluation sont les tests : Timed Up and Go > 20s et la station unipodale < 5s
- Diminution de la force musculaire et/ou de la sensibilité des membres inférieurs
- Arthrose des membres inférieurs et/ou du rachis

- Malformation des pieds
- Diminution de l'acuité visuelle
- Déclin cognitif

A cela s'ajoutent d'autres facteurs moins intrinsèquement liés à la personne :

- La polymédication, le risque de chute augmentant avec le nombre de médicaments pris par jour. De plus, certains médicaments peuvent augmenter ce risque de chute (des opiacés, des antiépileptiques, des antidépresseurs...) [31].
- Des facteurs environnementaux : ils prennent une place importante dans l'apparition des risques de chute chez les personnes âgées. On retrouve en général un sol glissant, des tapis non fixés, des armoires trop hautes, des animaux de compagnie, des meubles instables et bien d'autres éléments [32],[33],[34].

En résumé, pour comprendre pourquoi les personnes âgées chutent davantage au cours du vieillissement, il est primordial de saisir les mécanismes du vieillissement physiologique et ainsi de constater les modifications anatomiques et structurelles de l'organisme. Ces modifications influent nécessairement sur la capacité de la personne âgée à se maintenir debout et à éviter la chute. De plus, au-delà de ces facteurs intrinsèques, la personne âgée est d'autant plus exposée à certaines maladies chroniques et à une polymédication. En ajoutant à cela certains risques environnementaux concernant l'habitat par exemple, il convient de considérer les personnes âgées plus vulnérables aux risques de chutes.

1.3.3 Les conséquences des chutes

Les conséquences physiques : Elles sont nombreuses et peuvent avoir de graves conséquences. On recense :

Des fractures du col du fémur, du bassin, du sacrum, du poignet, entorses, plaies, hématome sous-dural, déshydratation, hypothermie, risque d'escarres. Par ailleurs, ces fractures se soldent en général par une intervention chirurgicale et donc par une hospitalisation. Ceux-ci exposent la personne âgée à tous les risques d'une hospitalisation, notamment les risques infectieux et d'alimentation [35].

Les conséquences psychologiques et sociales : elles prennent une part importante dans le rétablissement de la personne âgée à la suite d'une chute. On retrouve une peur de sortir, une augmentation de l'anxiété, une perte de confiance en soi, un sentiment d'isolement. Une conséquence assez fréquente est le syndrome post-chute se définissant comme un trouble de l'équilibre et de la marche lié à des troubles psychologiques pouvant aller jusqu'à la dépression [36]. La personne âgée perd en autonomie, ce qui peut la contraindre à être placée en institution. Cela a un coût financier et augmente la charge de soin prodiguée par le

personnel soignant. Ces derniers doivent être vigilants vis-à-vis de ces résidents chuteurs mais également intervenir dans la réalisation de tous les actes de la vie quotidienne pour pallier leur perte d'autonomie [37].

1.3.4 Prévention des chutes : l'entraînement de l'équilibre

Les programmes d'exercices physiques les plus efficaces sont ceux incluant un travail de l'équilibre [27]. L'entraînement spécifique de l'équilibre semble être un élément clé dans les programmes d'exercices physiques et pourrait expliquer l'efficacité d'interventions parfois très différentes. D'une manière générale, les programmes d'exercices qui incluent l'entraînement de l'équilibre diminuent le risque de chute de l'ordre de 25%, soit une diminution significative. En revanche, les programmes ne contenant pas d'exercices d'équilibre n'ont pas d'effet significatif sur la prévention des chutes.

1.3.4.1 Réalité virtuelle, jeux vidéo et équilibre

Les nouvelles technologies telles que la réalité virtuelle ont offert de nouveaux outils à disposition des programmes d'exercices physiques. La plupart des études bien conduites dans le domaine concernant la rééducation de patients parkinsoniens ou hémiplégiques, ou encore lors d'une rééducation de l'équilibre sur des personnes adultes, ont révélé l'intérêt de la réalité virtuelle dans des programmes d'exercices [38]. En effet, dans les quelques études qui ont comparé l'entraînement « classique » et l'entraînement par réalité virtuelle dans le domaine de l'équilibre, un avantage a été retrouvé pour la réalité virtuelle. De plus, aucun désagrément lié à l'utilisation de cette technologie n'a été rapporté par les participants.

D'autres études ont été menées sur de petits effectifs de personnes âgées. Celles-ci ont montré l'intérêt potentiel d'associer une pratique de jeux type Wii fit avec une rééducation de l'équilibre [39],[40].

Ces études révèlent des perspectives intéressantes concernant l'utilisation de la réalité virtuelle pour favoriser le mouvement et le contrôle postural chez les personnes âgées.

1.4 Définition et fonctionnement de la technologie de réalité virtuelle

La réalité virtuelle est une technologie qui permet à l'utilisateur de plonger en immersion dans un environnement artificiel créé numériquement ainsi que d'interagir avec celui-ci en temps réel. L'utilisateur a donc la possibilité d'avoir une interactivité motrice et sensitive

avec l'environnement. Ce dernier peut être une reproduction du réel ou alors un monde partiellement ou totalement imaginé.

Pour pouvoir mettre en place cette technologie, il faut un système d'exploitation pour faire fonctionner l'environnement virtuel ainsi qu'un matériel immersif qui permet à l'utilisateur d'évoluer dans l'environnement virtuel. La plupart du temps, il s'agit d'un casque de réalité virtuelle, qui peut être accompagné de manettes, de gants, de vêtements connectés permettant de retranscrire la manipulation et le toucher d'éléments virtuels. D'autres matériels immersifs existent et permettent de mettre en jeu d'autres organes sensoriels [41].

1.4.1 Histoire et évolution de la réalité virtuelle

Bien qu'elle suscite un intérêt particulier ces dernières années, la réalité virtuelle est bien une invention du siècle dernier. Sa technologie a été découverte en 1929 par l'Américain Edwin Albert Link. Ce dernier créa le « Link trainer » un simulateur de vol spécialement conçu pour l'Armée de l'air américaine. L'idée étant de plonger le pilote dans un environnement factice afin qu'il puisse évoluer et avoir une interaction avec l'appareil.

Des années plus tard, en 1956, le cinéaste américain Morton Hellig créa un dispositif permettant à un utilisateur de visionner un film en s'immergeant dans un univers 3D et l'appela le « Sensorama ». Il est considéré comme le père de la réalité virtuelle car il marque une période clé dans l'avènement de cette technologie.

Dans les années 90 apparaît les premiers casques de réalité virtuelle. Utilisé seulement par la NASA pour entraîner ses astronautes, ces casques ont un coût élevé pour une faible qualité.

En 2009 Palmer Luckey se lance dans un projet de casque de réalité virtuelle nommé « Oculus VR » commercialisé en 2016 après du grand public.

Aujourd'hui, les progrès informatiques ont permis une meilleure qualité de cette technologie. L'accessibilité des casques de RV au grand public a permis de diminuer les coûts [41].

Bien que l'invention de la réalité virtuelle remonte à de nombreuses années, on s'aperçoit que son potentiel n'a pas été entièrement exploité et qu'elle peut se montrer utile dans certains domaines d'activités, notamment la rééducation [38].

1.4.2 Réalité virtuelle et prévention des risques de chute chez les personnes âgées, Pourquoi ?

La question est légitime, les nombreuses recherches concernant la chute chez les personnes âgées ont permis de mettre en évidence les causes et les facteurs entraînant la chute ainsi que leurs conséquences. On s'est aperçu que les kinésithérapeutes ont une place

prépondérante dans la prise en charge de ces patients. Ils ont les moyens techniques pour pouvoir lutter contre ces facteurs de risque. Cependant, ne pouvons-nous pas imaginer que cette technologie de réalité virtuelle puisse potentialiser cet effet ? On peut supposer que cette technologie soit attrayante pour le patient, mais également qu'elle soit très pratique pour le kinésithérapeute lorsque celui-ci n'a pas assez de matériel. Cette technologie ouvre un large champ de perspectives et il serait intéressant d'axer les futures recherches sur ce point.

Dans le cadre de ce mémoire, nous évaluerons cette technologie uniquement sur son intérêt concernant l'équilibre chez la personne âgée en comparaison avec une rééducation classique de l'équilibre.

Pour ce faire, nous allons réaliser une revue de littérature respectant la méthodologie rigoureuse qu'elle requiert. Ceci nous permettra de répondre à la question suivante : « Quel est l'intérêt de la réalité virtuelle dans le travail de l'équilibre chez les personnes âgées pour prévenir les risques de chute ? »

2 Méthodologie de recherche

Notre problématique a été le fruit d'une longue réflexion et de nombreuses recherches. En effet, elle a été modifiée au fil du temps pour pouvoir la rendre plus pertinente au regard de la littérature actuelle. En effet, les premières recherches sur le sujet concernaient l'intérêt de la réalité virtuelle dans la prévention des risques de chute. Cependant cette question ouvrait un large champ de possible et n'apportait pas nécessairement de réponses précises. Comme dit précédemment, la chute chez les personnes âgées est un évènement pouvant être engendré par plusieurs causes. Il était donc préférable de traiter une seule cause pour apporter plus de précision. Le choix de l'équilibre s'explique par deux raisons. La première est subjective : au cours de ma formation, j'ai pu constater que le travail de l'équilibre chez les personnes âgées était limité par une peur psychologique. Celle-ci diminuait lorsqu'on utilisait l'imagerie mentale. La seconde raison résulte de mes recherches préliminaires sur ce sujet. En effet, après une lecture de plusieurs articles, j'ai constaté une divergence d'avis. De ce fait, il m'a paru intéressant de poursuivre mes recherches dans cette voie.

La problématique de notre revue, basée sur le modèle **PICO** est donc devenue :

« Quel est l'intérêt de la réalité virtuelle dans le travail de l'équilibre par rapport aux techniques conventionnelles chez les personnes âgées pour prévenir les risques de chute ? »

Critères PICO	Sujet Traité
PATIENT	Patient âgé > 65 ans en « bonne santé »
INTERVENTION	Réalité virtuelle
COMPARATEUR	Exercices conventionnels de l'équilibre
OUTCOME	Tests d'évaluation de l'équilibre

2.1 Critère d'éligibilité pour les études de cette revue

2.1.1 Type d'étude

Cette revue de littérature est de type systématique et est associée à une thématique clinique d'ordre thérapeutique. De ce fait, cette revue tend à prouver l'efficacité d'un traitement (en l'occurrence la réalité virtuelle) seule ou en comparaison avec un autre traitement.

Pour la réalisation de cet exercice nous avons sélectionné uniquement des essais cliniques randomisés adaptés à notre étude thérapeutique. Celle-ci devait comparer la réalité virtuelle avec la thérapie conventionnelle, avec comme critère de jugement principal l'équilibre.

2.1.2 Population/pathologie

Tous les sujets ayant participé aux études sélectionnées ont donné leur consentement de façon libre et éclairé. Toutes les études incluses ont été validées par un comité d'éthique.

Au sujet de la population ciblée, nous avons sélectionné des personnes âgées au minimum de 65 ans, de sexe masculin ou féminin. Cette décision a été prise en accord avec la définition de personne âgée selon l'INSEE. Outre l'âge, nous avons établi les critères d'inclusion suivants : patient présentant un déficit d'équilibre objectivement évaluable, patient pouvant marcher au moins 10 mètres, capable de communiquer et d'assister à une intervention d'au moins 6 semaines, capable d'interpréter correctement les informations et d'exécuter les tâches.

Concernant les critères d'exclusion, pour la réalisation de la revue, il a été décidé de retirer les patients présentant :

- Un âge inférieur à 65 ans
- Une atteinte musculo-squelettique des membres supérieurs
- Une atteinte neurologique importante
- Des troubles cognitifs
- Des problèmes psychologiques tel que la dépression
- Troubles auditifs et visuels graves
- Incapacité à se déplacer de manière indépendante

2.1.3 Intervention

À la suite de cette sélection, les participants vont être répartis en deux groupes. Les participants d'un des deux groupes vont expérimenter l'utilisation de la réalité virtuelle. Cette technologie va être utilisée par les participants au cours des exercices proposés par le kinésithérapeute. Elle peut se présenter sous plusieurs formes, avec du matériel différent (casques ou consoles de jeux-vidéos). Le principe sera d'associer la réalité virtuelle à un programme d'exercices dans le but d'améliorer l'équilibre chez les participants.

2.1.4 Comparateur

Pour notre revue de littérature, nous cherchons à déterminer si l'utilisation de la réalité virtuelle chez les personnes âgées lors d'exercices d'équilibre amène de meilleurs résultats que des séances de rééducation classique. Dans ce cas, il faut impérativement que le ou les examinateurs soient des kinésithérapeutes. Concernant le groupe contrôle nous laissons délibérément le choix des exercices aux examinateurs. Cependant aucune autre technologie ne devra être utilisée.

2.1.5 Objectif/ Critère de jugement

Concernant les critères de jugement, nous avons décidé de définir l'équilibre comme critère de jugement principal. Ce choix étant justifié précédemment, il convient tout de même de rappeler qu'il fait partie des principaux facteurs de risques de chute [32],[33]. Améliorer l'équilibre diminuera forcément le risque de chute. De ce fait il est intéressant de pouvoir évaluer l'apport d'une technologie telle que la réalité virtuelle. Pour se faire, il faudra utiliser des moyens d'évaluation fiables, reproductibles et validés.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Source documentaires investiguées

Il est important de stipuler que l'ensemble des recherches documentaires réalisées dans cette revue ont été effectuées au cours de la période d'octobre 2019 au 04 janvier 2020. Elles sont toutes issues de la littérature scientifique et plus précisément de ces trois bases de données : *Pub med*, *Cochrane* et *Pedro*.

2.2.2 Équation de recherche utilisée

La première étape pour formuler une équation de recherche consiste en l'établissement d'une liste de mots clés. Ces mots-clés sont importants pour obtenir des articles en lien avec la problématique.

Les mots-clés retenus sont :

- En français : Les personnes âgées-Equilibre-Prévention et contrôle-Réalité virtuelle-Equilibre postural
- En anglais : Elderly-Balance-Prevention and control-Virtual reality -Postural Balance

Finalement l'équation de recherche retenue pour cette revue de littérature est la suivante :
-En anglais : « Elderly OR aged » AND « Balance » AND « Prevention and control OR Prevention OR control » AND « Virtual reality » And « Postural Balance »

A noter que l'utilisation de synonymes et de Mesh ont été introduits dans cette équation de recherche pour pouvoir élargir le spectre de recherche sans s'éloigner du sujet.

Le Medical Subject Heading (Mesh) est une liste normalisée et structurée de mots utilisé pour indexer de manière standard des articles scientifiques.

De plus ces mots clés ont été associés aux opérateurs booléens « AND » et « OR ».

2.3 Extraction et analyse des données

2.3.1 Sélection des études

La sélection des articles s'est faite en plusieurs étapes pour cibler au mieux les articles qui nous intéressent et pour pouvoir ainsi répondre à notre problématique.

Etape 1 : Application des mots-clés préalablement sélectionnés dans les différentes bases de données.

Etape 2 : Mise en place des filtres suivants dans chaque base de données :

- Langue : Exclusivement des articles en anglais et français
- Date de publication : moins de 15 ans
- Participant : Espèce Humaine uniquement
- Nature de la publication : Etudes cliniques uniquement

Etape 3 : Première sélection des résultats par lecture des titres et abstracts.

Etape 4 : Regroupement de l'ensemble des données issues des différentes bases de données.

Etape 5 : Suppression des doublons ainsi que des articles non disponibles intégralement.

Etape 6 : Lecture intégrale des données retenues et application de nos critères d'inclusion respectant le modèle PICO.

Etape 7 : Création du diagramme de flux mettant en évidence les études incluses et exclues pour la revue de littérature.

2.3.2 Extraction des données

Finalement, à la suite de ces précédentes étapes, seulement 5 articles ont répondu aux critères de sélection. Ces articles ont été entièrement analysés, puis les données clés ont été regroupées dans les parties suivantes :

2.3.2.1 Méthode

Le design de l'étude

La date de l'étude

2.3.2.2 Les participants

Les critères d'inclusion

Les critères d'exclusion

Le nombre

Le genre

L'âge moyen

L'état de santé

Le pays et le lieu de recrutement

La randomisation

Le nombre de perdus-de-vue

2.3.2.3 L'intervention

Le type de réalité virtuelle utilisée

Les protocoles : la durée, nombre de séance, les principes

Le but des interventions

2.3.2.4 Les comparateurs

Présence d'un comparateur répondant aux critères recherchés, c'est-à-dire des exercices d'équilibre conventionnels proposés par un kinésithérapeute certifié.

Les protocoles : Durée, nombre de séance, principes

Le but des interventions

2.3.2.5 Le critère de jugement

Critère de jugement principal : L'équilibre

Outils de mesure utilisés

Concernant les autres critères de jugement présents dans ces articles, ils seront tout de même évoqués dans cette revue.

2.3.2.6 Les résultats

Analyse des résultats de chaque groupe sur le plan clinique et statistique.

Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.

L'ensemble des articles inclus dans cette revue étant des essais cliniques randomisés, l'évaluation qualitative de la méthodologie s'est faite à l'aide de l'échelle PEDro.

Cette échelle contient 11 critères :

1. Les critères d'éligibilité
2. Les sujets répartis aléatoirement dans les groupes
3. Respect d'une assignation secrète
4. Les groupes similaires au début de l'étude
5. Tous les sujets étaient « en aveugle »
6. Tous les thérapeutes étaient « en aveugle »
7. Tous les examinateurs étaient « en aveugle » pour au moins un des critères de jugement
8. Les mesures ont été obtenues pour plus de 85% des sujets répartis dans les groupes
9. Tous les sujets ont reçu un traitement ou ont suivi l'intervention contrôle
10. Les résultats des comparaisons statistiques intergroupes
11. L'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité

Au sujet du premier critère, il influence uniquement la validité externe. La validité interne et statistique n'étant pas influencée, ce critère ne sera pas utilisé pour le calcul du score. Les critères 2 à 11, quant à eux, influencent la validité interne et statistique de l'article. Ils permettent d'évaluer l'article sur un score total de 10 points.

Dans un souci de clarté, les résultats de cette étude seront présentés sous forme d'explication narratives couplées à des tableaux explicatifs.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux

L'application de l'équation de recherche définie précédemment sur les 3 bases de données a permis d'identifier **132** références.

- *Pubmed* : **24**
- *Cochrane* : **105**
- *Pedro* : **3**

Par la suite, nous avons sélectionné les filtres précédemment évoqués dans chaque base de données. En conséquence :

Pour *Pubmed* : 15 articles ont été exclus, laissant apparaître seulement 9 articles

Pour *Cochrane* : 2 articles ont été exclus, laissant apparaître 103 articles

Pour *Pedro* : 2 articles ont été exclus, laissant apparaître seulement 1 article

La deuxième étape consistait à analyser les titres et les abstracts de chaque article pour ne garder que les articles répondant à nos critères. On obtient :

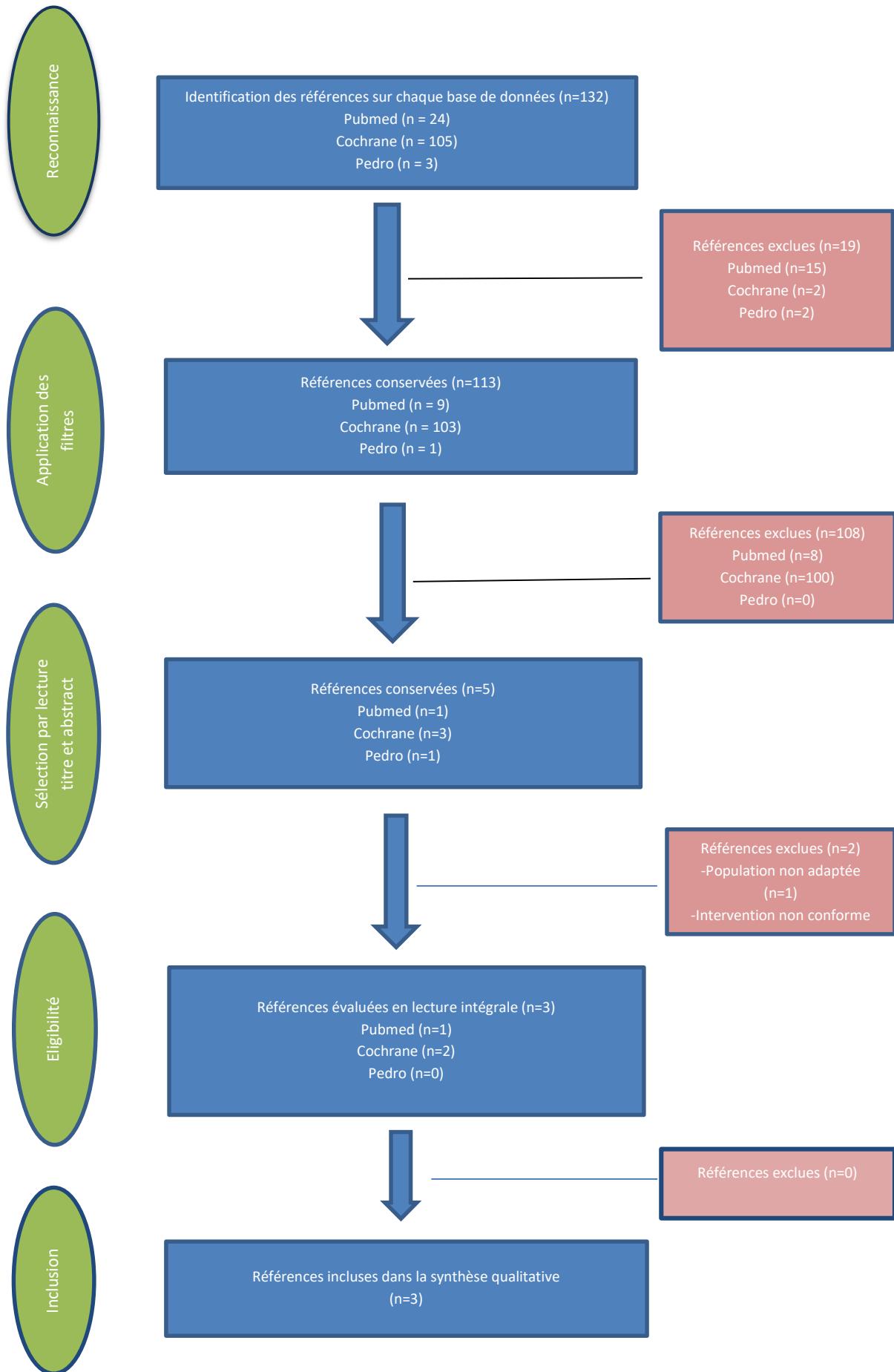
Pour *Pubmed* : 1 seul article retenu

Pour *Cochrane* : 3 articles retenus

Pour *Pedro* : 1 article retenu

Nous obtenons finalement 5 articles. Cependant parmi ces 5 articles sélectionnés, nous avons dû en retirer deux après une lecture complète parce qu'ils ne répondaient pas à la problématique de cette revue. Nous nous retrouvons donc, à la suite de ce processus de recherche, avec 3 articles correspondant aux critères requis et pouvant répondre à notre problématique.

Le résumé de ce cheminement est présenté ci-dessous par le biais d'un diagramme de flux :



3.1.2 Études exclues :

L'exclusions de certaines études doivent être justifiées. Pour ce faire il est important de rappeler la problématique du sujet ainsi que les critères d'inclusions et d'exclusions retenus.

Critères d'inclusions	Critères d'exclusions
Personnes âgées d'au moins 65 ans	-Articles ne répondant pas aux critères d'inclusion.
Présence essentielle du critère de jugement : l'équilibre	- Personnes présentant des pathologies chroniques ou graves, ou incapable de réaliser les exercices demandés.
Etude comparant précisément exercices d'équilibre avec réalité virtuelle et des exercices conventionnels d'équilibre*	
Essais cliniques randomisés	
Article disponible en intégralité	

*Concernant les exercices d'équilibre conventionnels, nous avons fait le choix de ne pas imposer de limites concernant la nature même de ces exercices. Cependant, ils doivent impérativement être créés par un kinésithérapeute.

Il nous paraît essentiel d'indiquer la raison pour laquelle nous avons décidé d'exclure 2 articles suite à l'étape de sélection par lecture du titre et de l'abstract des références. En effet, la lecture complète de ces articles a mis en évidence la non-pertinence de ces deux articles. Il n'y avait pas de comparateur et donc l'objet de ces articles était de démontrer l'efficacité de la réalité virtuelle dans le travail de l'équilibre chez les personnes âgées. Or le but de cette revue est d'évaluer l'efficacité de la réalité virtuelle dans le travail de l'équilibre chez les personnes âgées **comparée** aux seuls exercices conventionnels d'équilibre proposés par les kinésithérapeutes.

Pour plus de transparence voici les deux articles exclus :

- Article Cochrane : *Junhyuck Park and JongEun Yim. A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program*
- Article Pedro : *Gyeong Hee Cho, PT, MS, Gak Hwangbo, PhD, PT, Hyung Soo Shin, PhD, PT. The Effects of Virtual Reality-based Balance Training on Balance of the Elderly*

3.1.3 Études incluses

Finalement le résultat de cette recherche a permis de sélectionner 3 articles répondant à notre problématique. Nous avons choisi de présenter les caractéristiques de chaque article sous forme de tableau par souci de clarté :

Article 1 :

Sevgi Sevi Yeşilyaprak PT, PhD, Meriç Şenduran Yıldırım PT, PhD, Murat Tomruk PT MSci, Özge Ertekin PT, PhD & Z. Candan Algun PT, PhD 2016

Design de l'étude	Essai clinique contrôlé randomisé simple aveugle
Participant	<p>Etat de santé : Participants résidant en Centre de soins et de réadaptation pour personnes âgées.</p> <p>Conditions de recrutement : Sujets ont fourni leur consentement éclairé verbal et écrit, après réception des informations appropriées sur l'étude conformément aux politiques et procédures de la Déclaration de Helsinki.</p> <p>Randomisation : application d'une table de nombres aléatoires.</p> <p>Moyenne d'âge : Participants âgés de 65 à 82 ans. Groupe 1 (G1) = 70.1 ± 4.0 ; G2 = 73.1 ± 4.5</p> <p>Taille de l'échantillon et genre : 21 participants, cependant suite à l'évaluation initiale, trois participants ont décidé de ne pas continuer. Le taux de participation était de 96% dans le groupe 1 et 87% dans le groupe 2. En tout, 6 hommes (H) et 12 femmes (F) répartis en G1 = 7 dont 4 H et 3 F et G2 = 2 H et 9 F.</p> <p>Localisation : Ecole de physiothérapie et de réadaptation, Université Dokuz Eylül, Izmir, en Turquie.</p> <p>Nombre de perdus-de-vue : 3</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) avoir au moins 65 ans 2) historique d'au moins une chute au cours de la dernière année 3) capable de marcher 10 mètres (avec une aide si nécessaire) 4) capable de rester debout indépendamment 90 secondes. <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) troubles visuels ou auditifs graves 2) état cognitif altéré (Mini Mental Score d'examen d'État <21) 3) maladies neurologiques 4) Précédentes blessures ou interventions chirurgicales aux membres inférieurs

Interventions	<p>Ces 21 personnes âgées ont été reparties aléatoirement grâce à une table de nombre aléatoire en 2 groupes.</p> <p>Les deux groupes ont subi 6 semaines de programme d'exercices avec 3 séances par semaine. Chaque session consistait en 5 minutes d'échauffement, 35–45 minutes d'entraînement et 5 minutes de récupération avec 30 à 60 secondes repos entre chaque exercice.</p> <p>Pour ce travail, 3 kinésithérapeutes sont intervenus. 2 pour réaliser la rééducation et un troisième pour l'évaluation. Chaque kinésithérapeute avait au minimum 2 ans d'expérience.</p> <p>Groupe 1: 7 participants, 4 hommes et 3 femmes ont suivi un entraînement à l'équilibre avec le BTS Système interactif NIRVANA VR (BTS Bioingénierie, Milan, Italie) sous la supervision d'un physiothérapeute formé (PT) avec plus de 2 ans d'expérience avec ce système. Les consignes ont été enseignées : suivre les affichages visuels à l'écran et écouter l'audio tout en conservant leur stabilité et leur équilibre durant leurs activités en position debout. Si nécessaire, l'utilisation de dispositif d'assistance était autorisée pendant les séances d'exercices pour la sécurité. Une chaise avec dossier était toujours disponible pendant les périodes de repos si les sujets la souhaitaient. Pendant les exercices, le PT s'est également tenu près du sujet en cas d'urgence pour une prudence supplémentaire.</p> <p>Les résultats des exercices d'équilibre basés sur la réalité virtuelle ont été partagés avec les sujets après chaque session afin d'augmenter la motivation grâce à une rétroaction appropriée. La liste des exercices a été donnée en annexe.</p> <p>Groupe 2: 11 participants, 2 hommes et 9 femmes ont effectué des exercices d'équilibre conventionnels sous la supervision d'un autre physiothérapeute formé avec plus de 5 ans d'expérience clinique. Des exercices conventionnels de posture ont également été exécutés et sont présentés en annexe.</p> <p>Les exercices ont progressé en réduisant la base de soutien, en demandant aux participants de fermer les yeux, en augmentant la vitesse de déplacement et la durée ou l'ajout des défis selon le cas pour les groupes.</p>
----------------------	---

Critères de jugement	<p>Critères de jugement principal : -L'équilibre et le risque de chute</p> <p>Critères de jugement secondaires : Aucun.</p> <p>Recueil des critères de jugement : Un autre physiothérapeute avec plus de 5 ans d'expérience clinique a effectué des mesures d'équilibre et de risque de chute.</p> <p>L'équilibre et le risque de chute ont été évalués avant et après 6 semaines avec les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'échelle de balance de Berg (BBS) - Le test TUG (Timed Up and Go) <p>Les tests d'équilibre debout :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Test uni-podal (OLS) - Test de position en tandem (TS) <p>Les tests ont été arrêtés après 60 secondes ou lorsque le participant sortait de sa position.</p> <p>Des repos ont été accordés entre les tests pour éviter la fatigue qui aurait pu nuire aux performances. Pour assurer l'aveuglement et limiter les biais, les examinateurs qui ont effectué les mesures des résultats ne sont pas les mêmes que ceux qui ont participé à l'intervention. De plus l'ordre des évaluations a été randomisé.</p>
-----------------------------	---

Article n°2 :

Thwe Zar Chi Htut, Vimonwan Hiengkaew, Chutima Jalayondeja and Mantana

Vongsirinavarat,

2018

Design de l'étude	Essai clinique contrôlé randomisé en simple aveugle
Participant	<p>Etat de santé : Participants (65 ans et plus) recrutés dans des foyers de personnes âgées.</p> <p>Conditions de recrutement : Pas de conditions particulières.</p> <p>Randomisation : Les sujets ont été assignés au hasard dans l'un des quatre groupes. Pas d'informations supplémentaires.</p> <p>Moyenne d'âge : 84 Participants âgés de 65 ans et plus. Séparés en 4 groupes ; Groupe 1 exercices physiques (PE) : 21 participants dont moyenne d'âge $75,9 \pm 5,65$; Groupe 2 exercices basés sur la réalité virtuelle (VRB) : 21 participants dont moyenne d'âge $75,8 \pm 4,89$; Groupe 3 exercices cérébraux (EB) : 21 participants dont moyenne d'âge $75,6 \pm 5,33$ et le Groupe 4 groupe contrôle : 21 participants dont moyenne d'âge $76,0 \pm 5,22$.</p> <p>Localisation : Les participants ont été recrutés dans 2 foyers pour personnes âgées à Yangon en Thailande.</p> <p>Nombre de perdus-de-vue : Aucun.</p>

	<p>Critères d'inclusion :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Participant âgé de 65 ans à 85 ans. 2) Cognition normale avec un score au Mini-Mental State Examination (MMSE) supérieur à 23. 3) Barthel Index score de 100. 4) Passer un examen médical par un médecin avant l'entrée dans l'étude. <p>Critères d'exclusions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Tout symptôme évident de maladie (p. Ex. Maladie cardiaque, diabète sucré, hypertension), 2) Tout trouble neurologique (p. Ex. Accident vasculaire cérébral, parkinsonisme) 3) Déficiences visuelles, vestibulaires et auditives, arthrite active, arthroplastie articulaire ou fusion, toute amputation ou chirurgie d'un membre et des problèmes psychologiques.
Interventions	<p>Les participants dans les 4 groupes étaient similaires en âge, indice de masse corporelle, cognition et niveau d'études.</p> <p>Les participants aux groupes PE, VRE et BE ont reçu respectivement des exercices de force et d'équilibre, des jeux de réalité virtuelle et des jeux de réflexion. Les exercices duraient 30 minutes par jour, 3 jours non consécutifs par semaine, pendant 8 semaines. Les participants du groupe témoin n'ont reçu aucun exercice, ils ont mené leur vie comme d'habitude.</p> <p>Le Groupe 1 : L'exercice physique (PE) de 30 minutes consistait en 5 minutes pour l'échauffement et le retour au calme, et 20 minutes d'exercices de force et d'équilibre. L'échauffement consistait en des boucles du coude, un étirement des ischio-jambiers, un étirement des quadriceps, un étirement du triceps sural et une marche en place. Les exercices de force et d'équilibre consistaient en une compression de la poitrine, une traction horizontale, une position assise debout, une abduction de la cuisse assis, une élévation du talon et des orteils, une position sur une jambe, une position en tandem, une marche latérale et une marche en tandem. La récupération impliquait des cercles de coude, des boucles de coude, un étirement des ischio-jambiers, un étirement des quadriceps et des cercles de cheville. Après 4 semaines d'exercice, un physiothérapeute a évalué les changements de force et d'équilibre chez les participants individuels et a fait progresser les exercices en augmentant l'intensité et / ou la résistance à l'aide d'un élastique (TheraBand®) ou en diminuant le soutien tel que le soutien des mains.</p>

	<p>Groupe 2 : Exercices basés sur la réalité virtuelle (ERV), plus précisément dix jeux de X-box 360 (Flextronics, Wistron, Celestica, Foxconn) ont été choisis : En 30 minutes de jeu, les participants ont choisi 6 jeux impliquant des mouvements des membres supérieurs et inférieurs et un entraînement à l'équilibre. Les participants ont progressé dans le jeu lorsqu'ils ont obtenu le score le plus élevé dans un niveau du jeu.</p>
Critères de jugement	<p>Critères de jugement principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Equilibre -Force musculaire -Cognition -Peur de chuter -Perception de l'effort -Satisfaction <p>Critères de jugement secondaires : Aucun.</p> <p>Recueil des critères de jugement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour l'équilibre, le moyen d'évaluation est le même que lors de l'évaluation initiale. Les tests d'évaluation sont le BBS et le TUG. - Force musculaire : Test cinq fois assis/debout et test de préhension - Cognition : Test MoCA et test TUG-cog - Peur de chuter : Test FES-I - Perception de l'effort : Test Borg CR-10 - Satisfaction : Un questionnaire à 6 échelles a été créé pour évaluer la satisfaction, le plaisir et les avantages de l'exercice par les participants.

Article 3 :
WWN Tsang , ASN Fu
2016

Design de l'étude	Essai clinique contrôlé randomisé en simple aveugle
Participant	<p>Etat de santé : personnes âgées d'au moins 65 ans ayant un score de 2 ou 3 au test de FAC (catégorie fonctionnelle ambulatoire). Ceci désigne un marcheur dépendant qui nécessite l'assistance d'une autre personne sous la forme d'un contact manuel continu ou intermittent, ou d'une supervision verbale.</p> <p>Conditions de recrutement : L'approbation a été obtenue des maisons de soins infirmiers avant l'étude.</p> <p>Randomisation : Les sujets étaient randomisés dans un groupe d'entraînement d'équilibre Wii Fit ou un groupe d'entraînement à l'équilibre conventionnel.</p> <p>Moyenne d'âge : 79 participants âgés de 65 ans et plus séparés en 2 groupes ; Groupe expérimental 1 (G1) : 39 participants dont 16 hommes et 23 femmes avec une moyenne d'âge de 82.3 ± 3.8 et Groupe contrôle 2 (G2) : 40 participants dont 15 hommes et 25 femmes avec une moyenne d'âge de 82.0 ± 4.3.</p> <p>Localisation : Université polytechnique de Hong-Kong en Chine</p> <p>Nombre de perdus-de-vue : Tous les sujets ont terminé les 6 semaines de formation et l'évaluation post-intervention.</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Participant âgé d'au moins 65 ans <p>Critères d'exclusions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aucun
Intervention	<p>Chaque groupe a reçu trois sessions de formation d'une heure par semaine pendant 6 semaines. Les deux groupes étaient comparables en termes de sexe, âge, taille, poids, indice de masse corporelle et nombre de chutes au cours de l'année précédente.</p> <p>Groupe intervention 1 : Les jeux d'entraînement à l'équilibre Wii Fit comprennent un jeu de ballon sur la tête, un jeu avec une table inclinée et un jeu d'équilibre.</p> <p>Groupe contrôle 2 : Le programme classique d'entraînement à l'équilibre était dirigé par un physiothérapeute et comprend un exercice de renforcement des jambes, un exercice de position debout en tandem dans des barres parallèles, une marche en tandem dans des barres parallèles, une marche sur les côtés et retournez dans les barres parallèles, les exercices de montée de marche, les exercices assis-debout et mini-squats.</p>

Critères de jugement	<p>Critères de jugement principal : -L'équilibre postural</p> <p>Critères de jugement secondaires : Aucun.</p> <p>Recueil des critères de jugement : Pour évaluer l'équilibre des participants, cette étude a utilisé les tests d'équilibre BBS, le Timed-and-go et le test des limites de stabilité.</p>
-----------------------------	--

3.2 Risque de biais des études incluses

3.2.1 Grille d'analyse utilisée

Nos études incluses étant des essais cliniques contrôlés randomisés, l'échelle PEDro est la plus appropriée pour pouvoir évaluer la validité interne.

<u>Article</u>	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>7</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u> <u>11</u>	<u>Score</u>
ARTICLE 1 Sevgi Sevi Yeşilyaprak PT, 2016	V V X V X X V V X V V	6/10
ARTICLE 2 Thwe Zar Chi Htut, Vimonwan Hiengkaew, 2018	V V X V X X V V X V V	6/10
ARTICLE 3 WWN Tsang, ASN Fu 2016	V V X V X X X V V V V	6/10

A noter que le score final ne prend pas en compte l'item 1 car celui-ci fait référence au critère d'éligibilité qui influence la validité externe et n'est pas utilisé pour le score Pedro.

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

On retrouve dans l'échelle PEDro différents biais d'étude :

- Les biais de sélection (critères de 2 à 4)
- Les biais d'information (critères de 5 à 7)
- Le biais de suivi (critère 8)
- Le biais d'attribution (critère 9)
- La quantité d'informations statistique suffisante pour l'interprétation des résultats (critères 10 et 11)

Toutes nos études présentent un biais de sélection ainsi qu'un biais d'information car les critères 3, 5 et 6 n'ont pas été validés (plus le critère 7 pour l'article 3). En effet, ces études n'ont pas respecté une assignation et ni les sujets, ni les thérapeutes n'étaient « en aveugle » puisqu'ils étaient conscients du traitement administré.

On s'aperçoit également que les articles 1 et 2 présentent un biais d'attribution car le critère 9 n'est pas respecté. En effet, on constate dans ces études l'absence d'intention de traiter les sujets qui ont été exclus ou perdus de vue au cours du déroulement de l'étude. Ces sujets n'ont donc pas été pris en compte dans les résultats.

3.3 Effets de l'intervention

3.3.1 Critère de jugement principal

Cette revue de littérature s'articule autour de plusieurs axes dont l'équilibre qui est notre critère de jugement principal. De ce fait, nous avons extrait uniquement les données chiffrées et les conclusions concernant ce critère de jugement pour répondre à la problématique : « Quel est l'intérêt de la réalité virtuelle dans le travail de l'équilibre par rapport aux techniques conventionnelles chez les personnes âgées pour prévenir les risques de chute ? »

La présentation des résultats et des conclusions statistiques de chaque étude va être synthétisée sous forme de tableau. La possibilité de la réaliser en graphique en forêt étant impossible par manque de données statistiques.

Etudes	Effet en faveur : Réalité virtuelle	Travail conventionnel*	Effet statistiquement comparable entre les techniques
ARTICLE 1 : <i>Sevgi Sevi Yeşilyaprak PT, 2016</i>			X
ARTICLE 2 : <i>Thwe Zar Chi Htut, Vimonwan Hiengkaew, 2018</i>			X
ARTICLE 3 : <i>WWN Tsang, ASN Fu 2016</i>	X		

*Travail conventionnel : Exercices d'équilibre validés et conçus par kinésithérapeute formé.

3.3.2 Résultat des études incluses :

Pour répondre à la problématique de cette revue, nous présenterons et analyserons uniquement les résultats de chaque étude concernant l'équilibre. Les évaluations d'autres critères seront néanmoins évoquées dans la partie discussion.

Article 1 :

Sevgi Sevi Yeşilyaprak PT, PhD, Meriç Şenduran Yıldırım PT, PhD, Murat Tomruk PT MSci, Özge Ertekin PT, PhD & Z. Candan Algun PT, PhD, 2016

Cette étude présente 18 sujets (65–82ans) avec des antécédents de chute qui ont été assignés au hasard au groupe VR (groupe 1, n = 7) ou au groupe d'exercices conventionnels (groupe 2, n = 11) à la suite d'une évaluation initiale. Il n'y avait pas de différence statistiquement significative en termes de caractéristiques démographiques et

anthropométriques entre les groupes après l'évaluation initiale ($p>0,05$). Tous les sujets dominaient de la jambe droite. Trois sujets dans le groupe 1 et cinq sujets dans le groupe 2 avait utilisé une béquille ou un bâton de marche.

Il n'y avait pas non plus de différence statistiquement significative entre les groupes en termes de base BBS, TUG, OLS et TS.

Le test de Mann – Whitney U a été utilisé pour comparer les groupes en termes d'âge, d'IMC, de nombre de médicaments et de mesures des résultats de référence.

Le test du chi carré a été utilisé pour les variables catégorielles. Toutes les variables dépendantes continues ont été évaluées pour la normalité en utilisant le test de Kolmogorov –Smirnov. La distribution normale était déterminée pour toutes les variables continues ; par conséquent, l'analyse de variance par conception mixte (Split-Plot) (ANOVA) a été utilisée pour déterminer les changements importants dans les variables de résultats au fil du temps. Le progiciel SPSS version 20.0 pour Windows a été utilisé pour les analyses statistiques (IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

La signification statistique a été fixée à $p <0,05$. La taille de l'effet a été calculé et interprété selon les directives de Cohen (1988). Les analyses de puissance post hoc ont été effectuées en utilisant les tailles d'effet. Après 6 semaines d'intervention, les participants ont de nouveau été évalués. Les moyens d'évaluation de l'équilibre sont les tests BBS, le TUG, OLS ; l'équilibre debout sur une jambe (droite/gauche et yeux ouverts/fermés) et TS ; jambes en tandem (yeux ouverts/fermés). L'étude présente les résultats sous forme de tableau en comparant les résultats initiaux et finaux de chaque groupe.

	Réalité virtuelle (Group 1) (n = 7)			Exercices conventionnels (Group 2) (n = 11)			Résultats communs	
Variables	Evaluation initiale (T0)	Evaluation finale (6s)	Δ	Evaluation initiale (T0)	Evaluation finale (6s)	Δ	p=value intra- groupe	p=value inter- groupe
BBS	51.0 (2.7)	54.4 (3.4)	3.4 (1.1)	49.6 (3.1)	51.8 (3.9)	2.2 (1.9)	0.01*	0.13
Unipodal yeux ouverts- jambe droite	21.3 (13.4)	25.9 (9.7)	4.6 (1.3)	12.3 (7.2)	14.3 (9.7)	2.0 (3.1)	0.20	0.59
Unipodal yeux ouverts- jambe gauche	20.3 (15.5)	23.0 (10.0)	2.7 (9.8)	9.2 (10.3)	14.9 (10.1)	5.7 (6.4)	0.10	0.53

Unipodal yeux fermés-jambe droite	5.0 (4.7)	7.1 (3.6)	2.1 (2.1)	5.0 (4.4)	3.3 (2.7)	-1.7 (3.0)	0.77	0.30
Unipodal yeux fermés-jambe gauche	4.7 (3.5)	9.3 (5.0)	4.6 (3.0)	2.6 (1.8)	3.9 (3.5)	1.3 (2.9)	0.01*	0.10
Pieds en tandem yeux ouverts	24.7 (13.6)	26.9 (8.3)	2.2 (10.1)	24.7 (6.2)	27.2 (3.1)	2.5 (3.3)	0.31	0.94
Pieds en tandem yeux fermés	5.4 (5.0)	15.7 (11.5)	10.3 (10.5)	9.2 (6.8)	10.3 (5.5)	1.1 (6.9)	0.04*	0.10
TUG	12.7 (6.5)	9.6 (4.0)	-3.1 (2.7)	11.4 (4.1)	10.0 (3.7)	-1.4 (1.7)	0.01*	0.23

-Pour **BBS** : les scores se sont considérablement améliorés dans les deux groupes ($p < 0,01$), avec 3,4 points de variation moyenne dans le groupe 1 et 2,2 points dans le groupe 2. L'interaction temps/groupe n'est pas significative ($p = 0,13$).

-Pour **TUG** : le score s'est également amélioré de manière significative dans les deux groupes ($p = 0,01$), mais aucune interaction temps/groupe ($p > 0,05$). Pour le groupe 1 nous passons de 12,7 secondes à 9,6 secondes et pour le groupe 2, 11,4 à 10 secondes.

-Pour **l'OLS** : test unipodal jambe gauche, yeux fermés, on s'aperçoit d'une différence significative pour les deux groupes ($p = 0,01$)

-Pour **TS** : test pieds en tandem avec les yeux fermés, il y a également une différence significative ($p = 0,04$)

Conclusion de l'étude :	L'étude montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le groupe 1 (Réalité virtuelle) et le groupe 2 (Exercices conventionnels) dans l'amélioration de l'équilibre. Toutefois, ces deux groupes présentent une différence significative pour ce critère de jugement suite à l'intervention ($p<0.05$).		
	Amélioration de l'équilibre en faveur de la réalité virtuelle	Amélioration de l'équilibre en faveur des exercices conventionnels	Amélioration identique de l'équilibre entre les techniques
	NON	NON	OUI

Article n°2 :

Thwe Zar Chi Htut, Vimonwan Hiengkaew, Chutima Jalayondeja and Mantana Vongsirinavarat,
2018

Pour rappel, 84 personnes âgées ont participé à cet essai clinique randomisé en simple aveugle. Ils étaient séparés en quatre groupes distincts, le premier composé de 21 personnes participant à un programme d'exercices physiques de force et d'équilibre, le second est composé de 21 personnes participant à un programme d'exercices basé sur la réalité virtuelle, le troisième groupe est composé de 21 personnes participant à des exercices cérébraux et le dernier groupe est composé de 21 personnes ne participant à aucune intervention. Six critères de jugements ont été étudiés. Nous présenterons uniquement les résultats concernant l'équilibre.

L'analyse des données :

Les données ont été analysées en utilisant SPSS 18.0 (IBM, IL, USA). Le test de Kolmogorov – Smirnov a été utilisé pour examiner la normalité de la distribution des données. Les données étaient distribuées normalement. L'ANOVA unidirectionnelle a été utilisée pour évaluer l'âge, l'indice de masse corporelle, les scores MMSE et les années d'études parmi les groupes PE, VRE, BE et témoins. Une ANOVA mixte bidirectionnelle avec des corrections de Bonferroni a été menée pour analyser l'effet principal du groupe (PE, VRE, BE et contrôle) et du temps (avant et après l'exercice), et son interaction sur BBS, TUG. La signification statistique pour tous les tests a été acceptée en dessous du niveau de 0,05.

Lors de l'évaluation initiale les participants dans les 4 groupes étaient similaires en âge, en indice de masse corporelle, en cognition et en niveau d'études.

BBS :

Il y avait des effets principaux significatifs des groupes ($F(3,80) = 12,7$, $p <0,001$), du temps ($F(1,80) = 446,8$, $p <0,001$) et de son interaction ($F(3,80) = 67,3$, $p <0,001$) sur Les scores du BBS. Un test post hoc a révélé que les scores BBS étaient significativement ($p <0,001$) plus élevés après PE, VRE et BE qu'avant l'exercice, avec une taille d'effet de PE = 1,29, VRE = 1,47 et BE = 1,21. Les scores BBS après l'exercice des trois groupes étaient significativement ($P <0,001$) supérieurs à ceux des témoins avec la taille de l'effet de PE = 1,59, VRE = 1,65, et d = 1,52.

TUG :

Il y avait des effets principaux significatifs des groupes ($F(3,80) = 10,6$, $p <0,001$), du temps ($F(1,80) = 162,6$, $p <0,001$) et de son interaction ($F(3,80) = 25,5$, $p <0,001$) sur performances du TUG. Le Post hoc a montré que le temps de performance du TUG après l'exercice était significativement ($p <0,001$) réduit en PE, VRE et BE par rapport à avant l'exercice, avec une taille d'effet de PE = 1,26, VRE = 1,13 et BE = 1,14. Après l'exercice, PE, ERV, et les groupes BE présentaient une importante ($P <0,001$) diminution du temps de performance du TUG par rapport aux témoins, avec une taille d'effet de PE = 1,57, VRE = 1,43 et BE = 1,41. Le groupe de PE avait une diminution significative dans le temps par rapport à ERV ($p = 0,004$, la taille de l'effet = 0,93) et BE ($p = 0,012$, la taille de l'effet = 0,75) au niveau post-test.

Conclusion de l'étude :	Les résultats démontrent une amélioration de l'équilibre pour les groupes EP et ERV. Les valeurs BBS et TUG se sont améliorées significativement après ces deux interventions par rapport aux évaluations pré-test et au groupe témoin. Il n'y a cependant pas de différences significatives entre les deux groupes.		
	Amélioration de l'équilibre en faveur de la réalité virtuelle	Amélioration de l'équilibre en faveur des exercices conventionnels	Amélioration similaire de l'équilibre entre les techniques
	NON	NON	OUI

Article 3 :**WWN Tsang, ASN Fu****2016**

Dans cette étude, 79 personnes âgées de plus de 65 ans vivant en maison de repos ont été réparties dans 2 groupes. Les 39 sujets du premier groupe ont participé à un programme d'exercices d'équilibre sur Wii fit. Les 40 autres sujets ont participé à un programme d'exercices conventionnels d'équilibre.

Les résultats pré-test des deux groupes étaient comparables. Après l'intervention de 6 semaines, les 2 groupes ont repassé des évaluations pour pouvoir être ensuite comparés aux précédents. Les résultats sont les suivants :

Variables	Groupe Wii Fit (n=39)		Groupe contrôle (n=40)		P value		
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test Effet du groupe	Post-test Effet du groupe	Interaction temps- groupe
BBS (score)	37.0±3.0	40.7±3.2*	37.1±1.8	37.8±1.8*	0.804	<0.001†	<0.001‡
TUG (s)	19.7±3.1	17.0±2.8*	18.9±3.1	18.2±2.4*	0.290	0.061	0.434

* P≤0.01 après correction Bonferroni (0.05/4=0.0125) taille de l'effet intra-groupe.

† P≤0.01 après correction Bonferroni (0.05/4=0.0125) taille de l'effet inter-groupe.

‡ P≤0.05 inter et intra groupe (interaction temps-groupe).

Après intervention, le groupe d'entraînement à l'équilibre Wii Fit a atteint significativement ($p\leq 0.01$) de meilleures performances à l'équilibre que le groupe contrôle, à savoir un score BBS nettement meilleur, un temps de réaction plus rapide dans le sens antérieur, et une augmentation de l'excursion maximale et du point final dans les quatre sens concernant le test des limites de stabilité. Au sein du groupe d'entraînement à l'équilibre Wii Fit, le score du BBS, du TUG, des paramètres point final et des excursions maximales dans les quatre directions au test des limites de stabilité se sont considérablement améliorés. Au sein du groupe de formation à l'équilibre classique, seuls les score BBS et TUG se sont améliorés de manière significative.

Conclusion de l'étude :	L'étude montre qu'il y a une différence significative entre le groupe 1 (Réalité virtuelle) et le groupe 2 (Rééducation conventionnelle) dans l'amélioration de l'équilibre. Ces deux interventions apportent une différence significative pour ce critère de jugement ($p<0.05$).		
	Amélioration de l'équilibre en faveur de la réalité virtuelle	Amélioration de l'équilibre en faveur des exercices conventionnels	Amélioration identique de l'équilibre entre les techniques
	OUI	NON	NON

4 Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

Le but de ce mémoire n'est pas de démontrer l'intérêt d'un programme d'exercices conventionnels ou d'un programme d'exercices associés à un système de réalité virtuelle concernant l'équilibre. En effet, cette revue souhaite comparer deux types d'interventions influençant l'équilibre, en l'occurrence un programme d'exercices conventionnels et un programme d'exercices avec l'utilisation d'un système de réalité virtuelle.

L'un des points marquants de cette revue est la variabilité des interventions. En effet, aucune des études ne compare les mêmes techniques d'où la difficulté à les comparer.

La première étude (*Sevgi Sevi Yeşilyaprak PT, PhD, Meriç Şenduran Yıldırım PT, PhD, Murat Tomruk PT MSci, Özge Ertekin PT, PhD & Z. Candan Algun PT, PhD, 2016*) compare un programme d'exercices basé sur l'équilibre avec un système de réalité virtuelle et un programme d'exercices conventionnels. La deuxième étude (*Thwe Zar Chi Htut, Vimonwan Hiengkaew, Chutima Jalayondeja and Mantana Vongsirinavarat, 2018*) compare trois programmes d'exercices sur des personnes âgées, notamment un programme d'exercices physiques axé sur le travail de l'équilibre et de la force musculaire, ainsi qu'un programme d'exercices avec un système de réalité virtuelle. Enfin la troisième étude (*WWN Tsang, ASN Fu, 2016*) confronte un programme d'exercices d'équilibre sur Wii fit avec une série d'exercices physiques.

Cette variabilité de protocole concerne notamment la durée de ces interventions. La durée d'intervention pour la première et troisième étude est de 6 semaines. Au sujet de la deuxième étude, l'intervention à durée 8 semaines. De plus, il est important de noter que les exercices proposés par ces trois études sont également différents. Cependant, parmi ces trois études le choix de chaque exercice a été justifié en précisant la validité de certaines études.

Le choix du système de réalité virtuelle est également différent, pour le premier article, les auteurs ont fait le choix de réaliser l'intervention avec le système de réalité virtuelle *NIRVANA*, spécialisé dans le domaine médical. Les articles deux et trois ont quant à eux utilisé des consoles de jeux-vidéos respectivement la X-box 360 et la Wii fit.

De ce fait, il est difficile de comparer ces trois études car elles présentent trois méthodologies différentes. Cependant, elles apportent quelques éléments de réponse concernant la problématique de ce mémoire. En effet malgré leurs différences, notamment de protocoles, ces études présentent des résultats concernant l'effet de ces interventions sur l'équilibre.

Il est préférable d'étayer notre propos en commentant et en exposant un regard critique sur chaque article pour pouvoir avoir une vision plus claire de son intérêt.

Il est intéressant de constater que les trois études s'accordent à dire que les techniques présentes dans chacune des études offrent des effets statistiquement significatifs sur les tests d'équilibre BBS et TUG entre pré-traitement et post-traitement.

Le premier article (*Sevgi Sevi Yeşilyaprak PT, PhD, Meriç Senduran Yıldırım PT, PhD, Murat Tomruk PT MSci, Özge Ertekin PT, PhD & Z. Candan Algun PT, PhD, 2016*) conclu par le fait que 6 semaines d'intervention de réalité virtuelle ou de formation d'équilibre conventionnelle est utile pour améliorer l'équilibre chez les personnes âgées vivant en soins infirmiers. Le choix des exercices à pris en considération des articles démontrant leur efficacité. Des améliorations similaires ont été constatées dans les deux groupes, notamment pour les tests BBS, TUG, unipodal sur jambe gauche et jambe en tandem les yeux fermés.

Sur les 8 tests d'équilibre effectués, trois tests ont montré qu'il y avait une amélioration significative de l'équilibre (c'est-à-dire que l'on peut admettre que cette amélioration entre les tests finaux et initiaux n'est pas dû au hasard avec 5% de chance de se tromper).

En revanche, il n'y a pas eu de différences significatives entre ces deux interventions et ceux pour les tests d'équilibre. L'une des causes qui pourrait l'expliquer est le nombre limité de participants. En effet c'est l'une des principales limites constatées dans cette étude et qui influe incontestablement sur la puissance statistique de ces résultats.

De plus, il est à préciser que tous les participants résident dans des centres de soins.

Le second article (*Thwe Zar Chi Htut, Vimonwan Hiengkaew, Chutima Jalayondeja and Mantana Vongsirinavarat, 2018*) compare quatre groupes, dont trois participant à des programmes d'exercices et le dernier étant un groupe témoin. Les participants retenus ont passé des tests initiaux avant l'intervention ainsi qu'après. Les résultats ont par conséquent été comparés entre eux mais également avec les évaluations des autres groupes. La conclusion est la suivante :

Les deux interventions, programme physique (PE) et programme d'exercices avec réalité virtuelle (X-box 360), ont apporté des résultats significatifs aux tests d'équilibre BBS et TUG par rapport aux tests initiaux mais également par rapport au groupe témoin. Il est cependant intéressant de noter que pour le test BBS, le groupe VRE à une taille d'effet légèrement supérieure au groupe PE par rapport au groupe témoin. L'inverse se produit concernant le test TUG. En effet, il y a une diminution significative pour la réalisation de ce test avec les deux interventions. Cependant le programme d'exercices physiques à une taille d'effet

légèrement plus importante. De plus, le groupe de PE avait une diminution significative dans le temps par rapport à ERV ($p = 0,004$, taille d'effet = 0,93).

Les points positifs de cette étude sont d'une part le nombre de participants dans chaque groupe ainsi que la présence d'une groupe témoin. Le nombre d'échantillons a été calculé avec une analyse de puissance de 0,8, le nombre dans chaque groupe était suffisamment grand pour observer les effets. Dans toutes les mesures de résultats, il n'y avait aucune différence entre le pré et le post-test dans le groupe témoin, et aucune différence de base entre PE, VRE et le groupe témoin, faisant ainsi de ce dernier un groupe contrôle acceptable et pouvant être considéré comme un effet placebo.

Au sujet des limites de cette étude :

Les participants vivaient dans des maisons pour personnes âgées et exerçaient des activités similaires dans la vie quotidienne, par exemple laver les vêtements, nettoyer les lits et les placards, prier, regarder la télévision et faire une pause thé l'après-midi. Bien que le nombre de participants réponde à l'analyse de puissance, il reste toute de même assez faible.

Le troisième article (*WWN Tsang, ASN Fu, 2016*) compare deux interventions, un programme d'exercices d'équilibre réalisé avec une console de jeux-vidéos (Wii fit) et un programme d'exercices d'équilibre conventionnels. L'amélioration du score BBS a été plus significative dans le groupe Wii Fit que dans le groupe de formation d'équilibre conventionnel.

À la suite de l'intervention, le groupe d'entraînement d'équilibre Wii Fit a atteint de meilleurs résultats que la formation conventionnelle à l'équilibre, à savoir un score BBS nettement meilleur, un temps de réaction plus rapide dans la direction antérieure, ainsi qu'une excursion au point final et excursion maximale dans les quatre directions des limites du test de stabilité ($P \leq 0,01$). Au sein du groupe d'entraînement d'équilibre Wii Fit, le score BBS, le test TUG, le point final et les excursions maximales dans les quatre directions des limites du test de stabilité se sont considérablement améliorés. Au sein du groupe d'entraînement à l'équilibre conventionnel, uniquement le score BBS et le test TUG se sont améliorés de façon significative.

L'amélioration du test TUG pour le groupe Wii Fit et l'entraînement classique à l'équilibre était respectivement de 2,7 et 0,7 secondes. Les temps de réaction des limites de stabilité des deux groupes étaient comparables. Seul le groupe Wii Fit a réalisé des améliorations du point final (20,8 %) et de l'excursion maximal dans les quatre directions (20,3%) des limites de stabilité ($P \leq 0,01$), et a été significativement mieux que le groupe de formation à l'équilibre classique ($P \leq 0,01$).

Parmi les trois articles, ce dernier est le seul à présenter de meilleurs résultats de l'utilisation de la réalité virtuelle par rapport aux exercices d'équilibre conventionnels.

Cependant ces interventions se sont appliquées uniquement sur des participants vivant en centre de soins infirmiers. De plus ces participants sont tous dépendant d'une aide à la marche (FAC 2 et 3).

La présentation des résultats de chaque article étant faite, il convient de déterminer l'applicabilité des résultats dans la pratique clinique.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Le travail effectué en amont nous aura permis une meilleure compréhension des résultats d'essai clinique et de pouvoir ainsi évaluer leur intérêt dans la pratique clinique. Après une lecture approfondie de ces études, nous portons un nouveau regard sur celui-ci par rapport à une simple lecture de l'abstract et de la conclusion. De plus il est important de faire la distinction entre ce qui est statistiquement pertinent et ce qui l'est cliniquement.

Malgré les différences constatées entre les trois études, on retrouve tout de même des similitudes sur certains points, dont notamment les moyens d'évaluations de notre critère de jugement principal, l'équilibre. En effet les trois études utilisent deux principaux tests cliniques pour évaluer l'équilibre, le test BBS et le TUG.

Ces deux tests ont été décrits précédemment et leur validité ont été prouvée [20],[26].

Il serait intéressant d'aborder le sujet de l'utilisation de la réalité virtuelle dans la pratique clinique. Pour ce faire, il serait pertinent de s'appuyer sur le rapport bénéfice/risque de la pratique. L'existence d'éventuels effets indésirables ne doit pas contrebalancer les bénéfices du traitement. En effet la réalité virtuelle comporte certains risques dont notamment des effets secondaires (nausées, maux de tête, sécheresse oculaire), des risques pour les personnes cardiaques, les personnes atteintes d'épilepsie, les personnes souffrant de stress, d'angoisse, de schizophrénie ou de paranoïa [42].

Concernant les patients âgés, cette technologie peut être perturbante notamment pour les patients chez qui ce dispositif ne fait pas partie du référentiel.

Le pouvoir d'immersion de cette technologie est elle aussi à prendre en compte. En effet, le patient peut perdre le contact avec le monde réel. Ceci peut avoir une incidence sur l'interaction entre thérapeute et patient.

Un autre critère à prendre en compte, en ce qui concerne l'applicabilité de la réalité virtuelle dans la pratique clinique, est le prix.

Il serait dur de donner des chiffres exacts, néanmoins les casques de réalité virtuelle ont un prix très variable, d'un modèle à un autre et d'un type à un autre. La fourchette de prix des casques VR se situe entre 200 et 1500 euros. Cependant, actuellement le prix est de plus en plus dégressif alors que les fonctionnalités des casques VR ne cessent de s'étoffer.

A cela s'ajoute le prix d'une éventuelle formation concernant l'utilisation de cette technologie par le kinésithérapeute [41].

Il faut tout de même comparer les dépenses globales de cette intervention avec d'autres interventions en kinésithérapie. De plus, il faut rappeler que nous avons évalué ce système uniquement sur le critère d'équilibre. Mais l'une des qualités de ce système, qui se distingue par rapport à la rééducation classique, est son côté attrayant. En effet, selon certains articles les personnes âgées ont répondu favorablement à des questionnaires de satisfaction et loué le côté ludique et attrayant de la réalité virtuelle [43],[44]. Il faut donc prendre en considération l'ensemble de ces critères pour pouvoir apprécier la pertinence de cette technologie dans la pratique clinique.

4.3 Qualité des preuves

Les articles sélectionnés dans cette revue sont de type thérapeutique et suivent un protocole d'essai clinique randomisé (protocole recommandé pour une étude thérapeutique).

Les recommandations de la HAS sur le niveau de preuve d'avril 2013 identifient 3 dimensions dans une échelle de niveau de preuve pour un essai clinique :

La première concerne la méthode de l'étude, à savoir la capacité du protocole à minimiser les biais.

La deuxième s'intéresse à la qualité de l'étude, notamment la manière dont l'étude a été réalisée, ainsi qu'aux mesures prises pour minimiser les biais de sélection et le nombre de patients perdus-de-vue.

La dernière est liée à la pertinence clinique de l'hypothèse testée.

Les 3 articles ont une qualité méthodologique relativement bonne d'après l'échelle Pedro (score égal à 6 pour chacun d'eux).

De plus, toutes les études incluses dans cette revue sont des essais comparatifs, randomisés et de faible puissance. Ils ont donc un niveau 2 de preuve scientifique qui correspond à un grade de recommandation B, « présomption scientifique ».

4.4 Biais potentiels de la revue

Pour évaluer les biais potentiels de cette revue, nous avons utilisé la grille AMSTAR. Celle-ci étant une référence dans l'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques.

Le premier biais retrouvé dans cette revue est le fait que la sélection des études, ainsi que l'extraction des données, n'ont été effectuées que par une seule personne, augmentant ainsi fortement la subjectivité lors des travaux.

Le fait que la sélection des références incluait uniquement les publications rédigées en anglais ou en français, par souci de maîtrise des langues, constitue lui aussi un biais. La probabilité d'un biais de publication n'a pas été évaluée.

Cependant d'autres biais peuvent être présents :

- Analyse statistique des études incluses non approfondie, faute de connaissances.
- Biais de traduction concernant les articles écrits en anglais pouvant influencer la compréhension des données.
- Seulement 3 bases de données informatiques ont été utilisées, limitant ainsi le nombre de références disponibles.
- Le nombre d'articles inclus dans cette revue est faible (uniquement 3 références).
- Les protocoles d'exercices d'équilibre sont différents les uns des autres parmi ces articles. Il n'existe pas de référence. C'est pourquoi aucun article intégré dans cette revue ne compare les mêmes protocoles.

5 Conclusion

Les chutes chez les personnes âgées sont un véritable enjeu de santé publique. Elle est la conséquence de nombreux facteurs de risques, notamment des troubles de l'équilibre. Le kinésithérapeute à, au cours de sa formation, acquis des compétences et des techniques lui permettant de traiter ces troubles.

Cependant, l'arrivée de nouvelles technologies prometteuses, et particulièrement de la réalité virtuelle, doit être évaluée dans ce domaine. Cette technologie apporte t-elle de meilleurs résultats qu'une rééducation classique dans le travail de l'équilibre chez la personne âgée ?

Cette revue est le fruit de cette réflexion et n'a pas pour prétention d'apporter une réponse claire et définitive, mais elle permet de synthétiser l'état actuel de la recherche en lien avec notre problématique.

Le premier point intéressant de cette revue est que tous les articles arrivent à la conclusion que les deux types d'interventions apportent des résultats significatifs sur l'amélioration de l'équilibre. Ces résultats concordent avec les études réalisées sur chacune d'entre elles.

En revanche, le peu d'articles sélectionnés et leur qualité méthodologique ne permettent pas d'affirmer qu'une intervention est plus avantageuse qu'une autre concernant l'équilibre. Il serait intéressant à l'avenir de réaliser d'autres essais cliniques avec un échantillon plus important pour pouvoir répondre à cette question.

Il est intéressant de noter que dans le cadre de cette revue, nous avons comparé ces deux interventions par le biais d'un seul critère de jugement. Il serait donc intéressant, à l'avenir, d'utiliser d'autres critères pour pouvoir avoir une vision plus large des bénéfices que peut apporter la réalité virtuelle.

6 Référence bibliographique

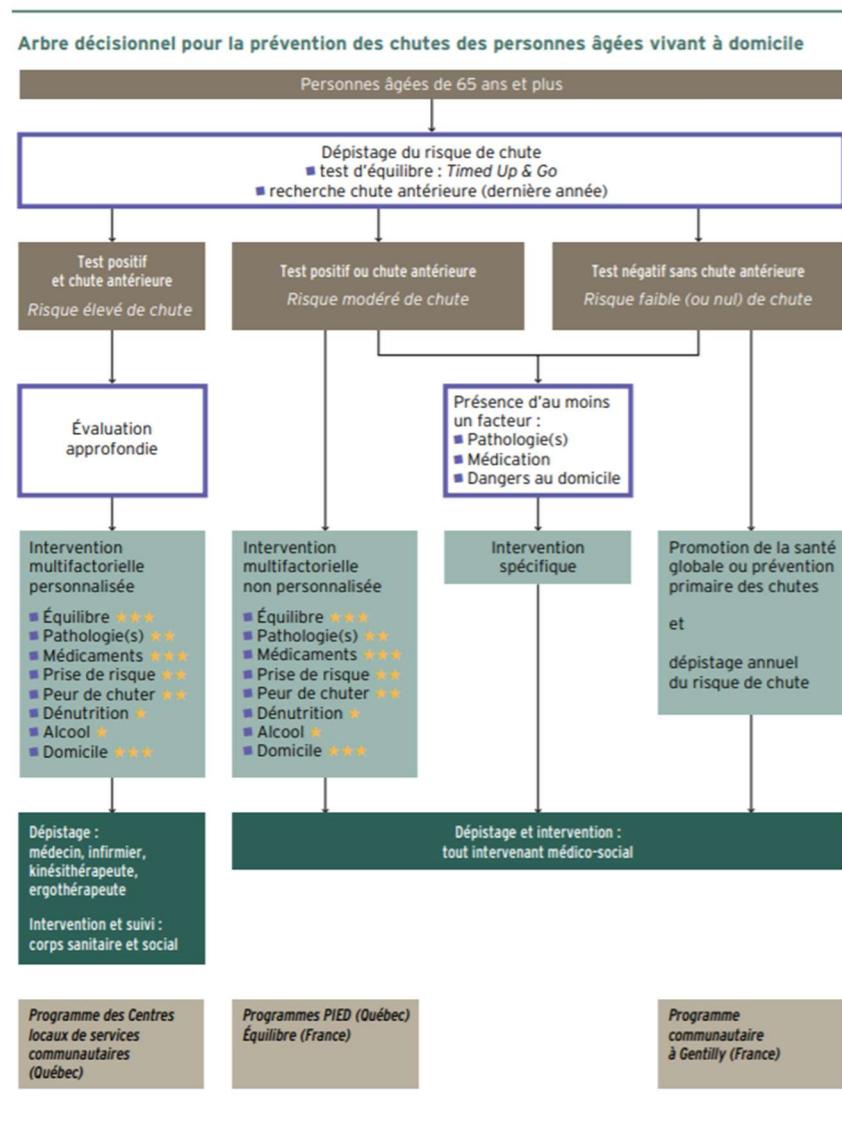
- [1] SFGG – HAS (*service des bonnes pratiques professionnelles*) / Avril 2009
- [2] Mariam Besbes, Claude Betti, Frédéric Caste, Gilles Fidani, Christine Gabriel, Christophe Leduc, Véronique Michel, Marlène Nabet, Irène Naudy-Fesquet, Rémi Olivier, Jean-Noël Pauly, Didier Poulos, Lucienne Rey-Witz, Patricia Roosz, Joëlle Tronyo , Edition 2019, INSEE, *Tableaux de l'économie française*, page 24, page 26
- [3] Jordan Cohen – France Mourey, Edition Lavoisier 2014, page 19-28
- [4] Mias L. (1997) *Le vieillissement physiologique ou sénescence.* <http://papidoc.chic-cm.fr/580VieilliPhysio.pdf>
- [5] Legrand E, Insalaco P, Chappard D, Basle M, Audran M. L'ostéoporose chez l'homme. Première partie : pour comprendre. La *Lettre du rhumatologue*, 2001;272:19-27.
- [6] Corpus de Gériatrie. Chapitre 1 : *Le vieillissement humain.* <http://www.uvp5.univ-paris5.fr/E-SENIOR/COURS/College/01-Vieillissement.pdf>.
- [7] Belmin J. *Gériatrie.* Paris : Elsevier Masson ; 2009. p. 60-65.
- [8] Duchateau J. La sarcopénie chez la personne âgée : altérations fonctionnelles et prévention. *Kinésithérapie, la Revue.* 2013;13(134):7.
- [9] Portero P, Couillande A. Sarcopénie de la personne âgée et réentraînement musculaire. *Kinésithérapie, la Revue.* 2011;11:109-10.
- [10] Chassagne P, Puisieux F, Vignat JP et al. Chutes et pertes d'équilibre de la personne âgée. NPG : *Neurologie – Psychiatrie – Gériatrie*, 2001.
- [11] Gauchard GC, Gangloff P, Jeandel C, Perrin PP. Influence of regular proprioceptive and bioenergetic physical activities on balance control in elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(9):M846-850
- [12] Gurfinkel'VS, Kireeva TB, Lebik IuS. Effect of postural muscle vibration on equilibrium maintenance in the frontal plane at various levels of stability. *Fiziol Cheloveka*,1996;22(2):83-92
- [13] Meyer PF, Oddsson LI, De Luca CJ. Reduced plantar sensitivity alters postural responses to lateral perturbations of balance. *Exp Brain Res.* 2004a;157(4):526-36
- [14] Meyer PF, Oddson LI, De Luca CJ. The rôle of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. *Exp Brain Res,* 2004b;156(4):505-12
- [15] Puisieux F, Pardessus V, Thévenon A et al. Evaluer le risque de chute : la consultation multidisciplinaire. *Repères en gériatrie*, 2004.
- [16] Giraud M, Yvain F. Quel bilan chez un sujet chuteur ? De l'examen clinique aux tests spécifiques. *Repère en gériatrie*, 2004.
- [17] Balasubramanian, C. K. (2015). The community balance and mobility scale alleviates the ceiling effects observed in the currently used gait and balance assessments for the

- community-dwelling older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001), 38(2), 78. doi:10.1519/JPT.0000000000000024
- [18] Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S., Williams, J. I. et Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health / Revue Canadienne De Santé Publique*, 83, S7-S11.
- [19] Downs, S., Marquez, J. et Chiarelli, P. (2014). Normative scores on the berg balance scale decline after age 70 years in healthy community-dwelling people: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 60(2), 85-89. doi:10.1016/j.jphys.2014.01.002
- [20] Lajoie, Y. et Gallagher, S. P. (2004). Predicting falls within the elderly community: Comparison of postural sway, reaction time, the berg balance scale and the activities-specific balance confidence (ABC) scale for comparing fallers and non- fallers. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 38(1), 11-26. doi:10.1016/S0167-4943(03)00082-7
- [21] Lee, D., Kang, M., Lee, T. et Oh, J. (2015). Relationships among the Y balance test, berg balance scale, and lower limb strength in middle- aged and older females. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(3), 227. doi:10.1590/bjpt-rbf.2014.0096
- [22] Zwick, D., Rochelle, A., Choksi, A. et Domowicz, J. (2000). Evaluation and treatment of balance in the elderly: A review of the efficacy of the berg balance test and tai chi quan. *NeuroRehabilitation*, 15(1), 49-56.
- [23] Godi M 1, Franchignoni F, Caligari M, Giordano A, Turcato AM, Nardone A. Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. *Phys Ther*. Fév 2013; 93 (2): 158-67. doi: 10.2522 / ptj.20120171
- [24] SFDRMG, HAS. Prévention des chutes accidentelles chez la personne agée. [en ligne], 2005 Novembre. pp. 34.
- [25] Dubost V. Comment évaluer la marche et l'équilibre chez les sujets âgés fragiles : les tests Get-up & go et Timed up & go. *La Revue de Gériatrie*. 2009;34, n°2, pp. 145-150.
- [26] Bohannon R W. Reference Values for the Timed Up and Go Test: A Descriptive Meta-Analysis. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. Vol 29;2:06, pp. 64-68.
- [27] INSERM. Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées. Collection Expertise collective, Inserm, Paris, 2015, pp.19-65
- [28] Bergland A, Wyller TB. Risk factors for serious fall related injury in elderly women living at home. *Inj Prev*. 2004;10(5):308-13.
- [29] Buatois S, Benetos A. Mise en place d'une échelle clinique simple pour évaluer le risque de chutes répétées chez les seniors. *Kinésithérapie, la Revue*. 2011;111:49-52.
- [30] Duez M, Solis S, Benoit F, Martinez MM, Pegnyemb M, Simonetti C, et al. La prévention des chutes chez la personne âgée et la kinésithérapie. *Rev Med Brux*. 2003;24(4):A223-A230.
- [31] Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Facteurs de risque de chutes chez les personnes âgées vivant dans la communauté. *N Engl J Med*. 1988, 319 (26): 1701-1707. 10.1056 / NEJM198812293192604.

- [32] Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988, 319 (26): 1701-1707. 10.1056/NEJM198812293192604.
- [33] Rubenstein LZ, Josephson KR: Les chutes et leur prévention chez les personnes âgées: que montrent les preuves?. *Med Clin North Am.* 2006, 90 (5): 807-824. 10.1016 / j.mcna.2006.05.013.
- [34] Rubenstein LZ, Josephson KR: Falls and their prevention in elderly people: what does the evidence show?. *Med Clin North Am.* 2006, 90 (5): 807-824. 10.1016/j.mcna.2006.05.013.
- [35] O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, Suissa S. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. *Am J Epidemiol.* 1993;137(3):342-52
- [36] Mourey F, Manckoundia P, Pfitzenmeyer P. La peur de tomber et ses conséquences : mise au point. *Les cahiers de l'année gérontologique.* 2009;1:102-8.
- [37] Manckoundia P, Mourey F, Tavenier-Vidal B, Pfitzenmeyer P. Syndrome de désadaptation psychomotrice. *Rev Med Int.* 2006;28:79-85
- [38] Holden MK, Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav.* 2005 Jun;8(3):187-211; discussion 212-9.
- [39] Bateni H, Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: a preliminary study. *Physiotherapy.* 2012 Sep;98(3):211-6. doi: 10.1016/j.physio.2011.02.004
- [40] Toulotte C1, Toursel C, Olivier N. Wii Fit® training vs. Adapted Physical Activities: which one is the most appropriate to improve the balance of independent senior subjects? A randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2012 Sep;26(9):827-35. doi: 10.1177/0269215511434996
- [41] Bruno Arnaldi, Guillaume Moreau, Pascal Guitton, Réalité virtuelle et réalité augmentée, *Broché*, 7 août 2018
- [42] Pot-Kolder R, Veling W, Counotte J, van der Gaag M, Anxiety Partially Mediates Cybersickness Symptoms in Immersive Virtual Reality Environments. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2018 Mar;21(3):187-193. doi: 10.1089/cyber.2017.0082.
- [43] Thwe Zar Chi Htut, Vimonwan Hiengkaew, Chutima Jalayondeja and Mantana Vongsirinavarat, Effects of physical, virtual reality-based, and brain exercise on physical, cognition, and preference in older persons: a randomized controlled trial. Htut et al. *European Review of Aging and Physical Activity* (2018) 15:10 <https://doi.org/10.1186/s11556-018-0199-5>
- [44] Chan JY , Chan TK , Wong MP , Cheung RS , Yiu KK, Tsoi KK . Effets de la réalité virtuelle sur l'humeur des aînés de la communauté. Un essai contrôlé randomisé multicentrique. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2020 28 avril. Doi: 10.1002

Annexes

Annexe 1 : Arbre décisionnel pour la prévention des chutes des personnes âgées vivant à domicile (source : Référentiel de bonnes pratiques, Prévention des chutes chez les personnes âgées à domicile)



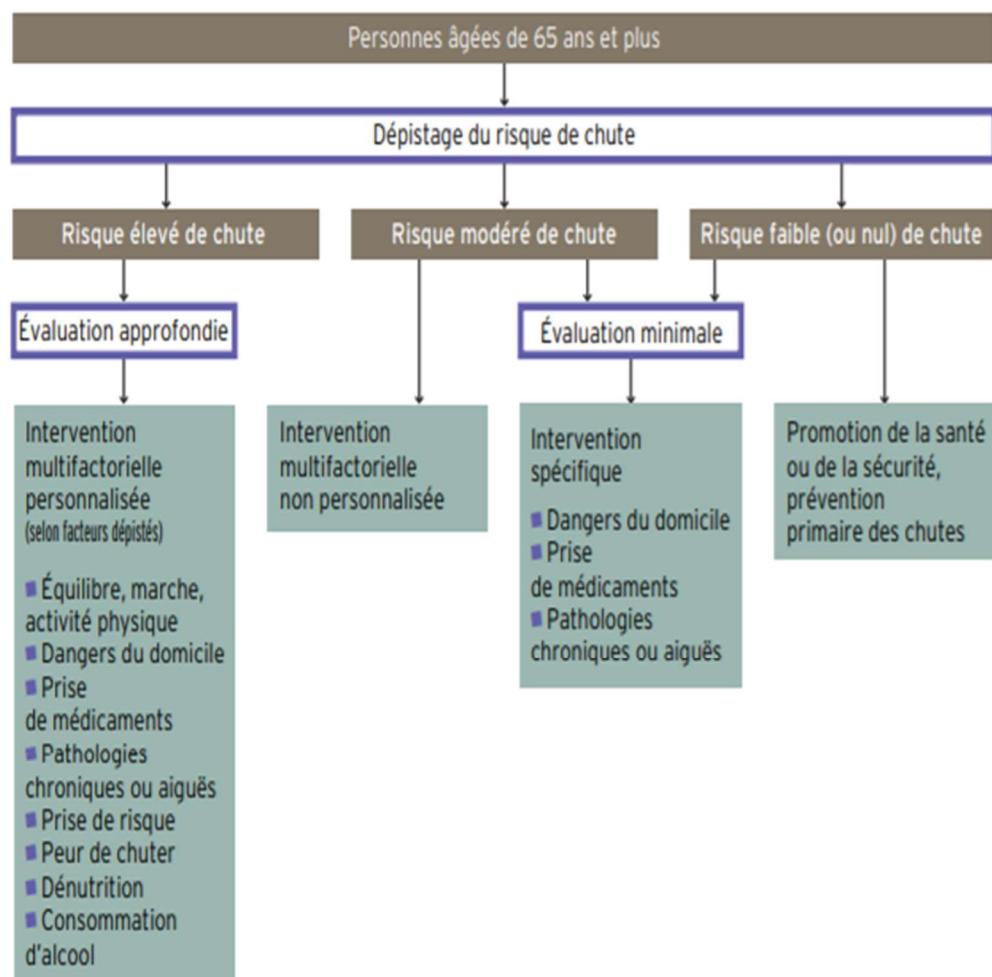
Annexe 2 : Facteurs de risque et niveau de preuve de la relation entre chaque facteur et le risque de chute. Inspiré de Lord, Sherrington et al. (2001). Source : Référentiel de bonnes pratiques, Prévention des chutes chez les personnes âgées à domicile

Facteurs de risque et niveau de preuve de la relation entre chaque facteur et le risque de chute

	Niveau de preuve		
	Élevé	Modéré	Faible
Facteurs sociodémographiques			
Âge avancé	X		
Sexe féminin	X		
Isolement			X
Facteurs liés à la personne âgée			
Troubles de l'équilibre, de la force ou de la marche	X		
Pathologies chroniques :			
affections de l'appareil locomoteur (arthrose, problèmes aux pieds...)		X	
troubles sensoriels (cataracte, neuropathie...)		X	
affections neurologiques (séquelles d'un AVC, Parkinson...)	X		
altération des facultés cognitives et démences	X		
dépression		X	
incontinence urinaire		X	
Pathologies aiguës :			
hypotension		X	
déshydratation ou dénutrition		X	
infection urinaire		X	
Facteurs liés aux comportements			
Médicaments :			
utilisation de 4 médicaments ou plus	X		
psychotropes (tous types)	X		
cardiovasculaires (anti-arythmiques, type quinidine)		X	
Risques liés aux activités quotidiennes :			
port de lunettes inappropriées		X	
port de chaussures inappropriées			X
prise de risque ou mauvaise utilisation de moyens auxiliaires			X
Sédentarité			X
Peur de chuter		X	
Histoire de chute	X		
Dénutrition :			
dénutrition chronique			X
c carences en micronutriments			X
Consommation d'alcool			X
Facteurs liés à l'environnement			
Dangers du domicile			X
Dangers de l'environnement extérieur			Non connu

Annexe 3 : Interventions de prévention des chutes, (source : Référentiel de bonnes pratiques, Prévention des chutes chez les personnes âgées à domicile)

Interventions de prévention des chutes



Annexe 4 : Echelle d'évaluation de l'équilibre BBS (source :"Bien vieillir : équilibre et prévention des chutes) :

TEST DE L'ÉCHELLE DE BERG (BERG BALANCE SCALE)

Annexe n°1

1 PASSER DE LA POSITION ASSISE À DEBOUT	Peut se lever sans l'aide de ses mains et garder son équilibre	4
	Peut se lever seul avec l'aide des mains	3
"Veuillez vous lever en essayant de ne pas vous aider avec les mains"	Peut se lever en s'aidant de ses mains après plusieurs tentatives	2
	A besoin d'un peu d'aide pour se lever ou pour garder son équilibre	1
	A besoin d'une aide modérée ou importante pour se lever	0
2 SE TENIR DEBOUT SANS APPUI	Peut rester debout sans danger pendant 2 minutes	4
"Essayez de rester debout deux minutes sans prendre appui"	Peut se tenir debout pendant 2 minutes sous surveillance	3
	Peut se tenir debout 30 secondes sans prendre appui	2
	Doit faire plusieurs tentatives pour se tenir debout pendant 30 seconds sans prendre appui	1
	Est incapable de rester debout 30 secondes sans l'aide de quelqu'un	0
3 SE TENIR ASSIS, DOS SANS APPUI, MAIS PIEDS AVEC APPUI AU SOL	Peut rester assis(e) 2 minutes sans danger	4
	Peut rester assis(e) 2 minutes sous surveillance	3
"Asseyez-vous les bras croisés pendant deux minutes"	Peut rester assis(e) 30 secondes	2
	Peut rester assis(e) 10 secondes	1
	Incapable de rester assis(e) sans appui 10 secondes	0
4 PASSER DE LA POSITION DEBOUT À ASSISE	Peut s'asseoir correctement en s'aidant légèrement des mains	4
	Contrôle la descente avec les mains	3
"Veuillez vous asseoir"	Contrôle la descente avec le dernière des jambes sur la chaise	2
	S'assoit sans aide, sans contrôler la descente	1
	A besoin d'aide pour s'asseoir	0

5 TRANSFERTS	Exécute l'exercice sans difficulté, en s'aidant un peu de ses mains	4
Placez les chaises pour un transfert pivot	Exécute l'exercice sans difficulté, en s'aidant beaucoup de ses mains	3
	Peut exécuter l'exercice moyennant des instructions verbales et/ou une surveillance	2
"Asseyez-vous sur le siège avec accoudoir et ensuite sans accoudoir"	A besoin d'être aidé par quelqu'un	1
	A besoin de l'aide/surveillance de deux personnes afin d'être sécuritaire	0
6 SE TENIR DEBOUT LES YEUX FERMÉS	Peut se tenir debout sans appui pendant 10 secondes sans danger	4
"Fermez les yeux et restez immobile pendant 10 secondes"	Peut se tenir debout pendant 10 secondes sous surveillance	3
	Peut se tenir debout pendant 3 secondes	2
	Incapable de fermer les yeux plus de 3 secondes mais garde l'équilibre	1
	A besoin d'aide pour ne pas tomber	0
7 SE TENIR DEBOUT LES PIEDS JOINTS	Peut joindre les pieds sans aide et rester debout pendant 1 minute sans danger	4
	Peut joindre les pieds sans aide et rester debout pendant 1 minute sous surveillance	3
"Placez vos pieds ensemble"	Peut joindre les pieds sans aide et rester debout durant moins de 30 secondes	2
	A besoin d'aide pour joindre les pieds mais peut rester debout 15 secondes	1
	A besoin d'aide pour exécuter l'exercice et ne peut se tenir debout plus de 15 seconde	0
8 DÉPLACEMENT VERS L'AVANT, BRAS ÉTENDU(S)	Peut se pencher sans danger, 25 cm et plus	4
	Peut se pencher sans danger 12.5 cm et plus, moins que 25 cm	3
"Levez les bras à 90 degrés. Étendez les doigts et allez le plus loin possible vers l'avant"	Peut se pencher sans danger 5 cm et plus, moins que 12.5 cm	2
	Peut se pencher mais sous surveillance	1
	A besoin d'aide pour ne pas tomber	0

9 RAMASSER UN OBJET PAR TERRE	Peut ramasser sa chaussure facilement et sans danger	4	13 SE TENIR DEBOUT SANS APPUI, UN PIED DEVANT L'AUTRE	Est capable de placer un pied directement devant l'autre sans aide et de tenir la position 30 secondes	4
"Ramassez un objet au sol"	Peut ramasser sa chaussure mais sous surveillance	3	Faire une démonstration	Est capable de faire un grand pas sans aide et de tenir la position 30 secondes	3
	Ne peut pas ramasser sa chaussure mais s'arrête à 2-5 cm de l'objet et garde l'équilibre	2		Pour obtenir trois points, la longueur du pas devra dépasser la longueur de l'autre pied et l'écart entre les pieds devra être à peu près l'équivalent d'un pas normal	2
	Ne peut pas ramasser sa chaussure et a besoin d'être surveillé(e)	1	"Placez un pied directement devant l'autre"	A besoin d'aide pour faire un pas mais peut tenir la position 15 secondes	1
	Est incapable d'essayer l'exercice/a besoin d'aide pour ne pas tomber	0		Perd l'équilibre en faisant un pas ou en essayant de se tenir debout	0
10 SE RETOURNER POUR REGARDER PAR-DESSUS L'ÉPAULE GAUCHE ET DROITE	Se retourne des deux côtés avec un bon déplacement du poids	4	14 SE TENIR DEBOUT SUR UNE JAMBE	Peut lever une jambe sans aide et tenir plus de 10 secondes	4
"Retournez-vous et regardez directement derrière vous par-dessus votre épaule gauche puis la droite"	Se retourne d'un côté seulement avec mauvais déplacement du poids de l'autre côté	3		Peut lever une jambe sans aide et tenir de 5 à 10 secondes	3
	Se tourne de profil seulement en gardant son équilibre	2	"Tenez-vous debout sur une jambe le plus longtemps possible sans prendre appui"	Peut lever une jambe sans aide et tenir 3 secondes ou plus	2
	A besoin de surveillance	1		essaie de lever une jambe mais ne peut tenir la position plus de 3 secondes mais reste debout, sans aide	1
	A besoin d'aide pour ne pas tomber	0		Ne peut exécuter l'exercice ou a besoin d'aide pour ne pas tomber	0
11 PIVOTER SUR PLACE (360 DEGRÉS)	Peut tourner 360 degrés sans danger de chaque côté, en moins de 4 secondes	4			
"Faites un tour complet sur vous même et arrêtez vous, puis faites un autre tour complet de l'autre côté"	Peut tourner 360 degrés sans danger s'un seul côté, en moins de 4 secondes	3			
	Peut tourner 360 degrés sans danger mais lentement	2			
	A besoin de surveillance ou de directives verbales	1			
	A besoin d'aide pour ne pas tomber	0			
12 DEBOUT ET SANS SUPPORT, PLACEMENT ALTERNATIF D'UN PIED SUR UNE MARCHÉ	Peut se tenir debout sans appui sans danger et toucher le support 8 fois en 20 secondes	4			
"Placez en alternance un pied sur la marche Continuez jusqu'à ce que chaque pied est touché le support au moins 4 fois"	Peut se tenir debout sans appui et toucher le support 8 fois en plus de 20 secondes	3			
	Peut toucher le support 4 fois sans aide et sous surveillance	2			
	Ne peut toucher le support plus de 2 fois et a besoin d'aide	1			
	A besoin d'aide pour ne pas tomber/ne peut pas faire l'exercice	0			

SCORE TOTAL

Annexe 5 : Test d'évaluation de l'équilibre TUG (source : "Bien vieillir : équilibre et prévention des chutes)

TEST "TIMED UP AND GO" (TUG)

Version modifiée chronométrée du "Get up and Go".⁵⁹

Le TUG a une bonne reproductibilité dans le temps.

Le sujet a droit à un essai afin de se familiariser avec le test. Laissez quelques secondes de repos pour faire le test coté. L'évaluateur s'assure que la personne évaluée, porte ses souliers habituels. S'il utilise une aide à la marche durant l'essai pratique, il devra l'utiliser de nouveau lors de l'essai chronométré coté.

Toujours suivre de près le sujet lors de l'exécution du parcours.

Le sujet assis confortablement sur un siège avec accoudoirs, pieds à plats à la largeur de ses épaules, est invité :

« Après le décompte "1, 2, 3 Go" levez-vous puis marchez à une vitesse confortable et sécuritaire pour vous jusqu'à la ligne, puis retournez vous asseoir le dos appuyé sur le dossier de la chaise »..

L'évaluateur doit inscrire le temps que la personne a mis, de l'instant où elle s'est levée, à celui où elle a touché le dossier de la chaise.

ÉVALUATION

Moins de 13,5 secondes

Faible risque de chute

La personne a une bonne vitesse de marche et une bonne mobilité fonctionnelle.

13,5 secondes ou plus

Haut risque de chute

La personne n'a pas une bonne vitesse de marche, ni une bonne mobilité fonctionnelle.

Annexe 6 : Echelle Pedro

Échelle PEDro – Franco-Canadienne

-
- | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|-----|
| 1. les critères d'admissibilité ont été spécifiés | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 2. les participants ont été assignés de façon aléatoire dans les groupes (lors d'une étude à devis croisé, l'ordre dans lequel les participants ont reçu les interventions a été déterminé de façon aléatoire) | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 3. l'assignation des participants à un groupe a été dissimulée | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 4. au début de l'étude, les groupes étaient similaires en ce qui concerne les indicateurs pronostiques les plus importants | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 5. les participants ignoraient le groupe auquel ils avaient été assignés | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 6. les intervenants ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 7. les évaluateurs ayant mesuré au moins un résultat clé ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 8. les mesures d'au moins un résultat clé ont été obtenues chez plus de 85% des participants initialement assignés aux groupes | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 9. tous les participants pour qui des mesures de résultats étaient disponibles ont reçu l'intervention assignée. Lorsque ce n'était pas le cas, les données d'au moins un résultat clé ont été analysées selon l'intention de traiter | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont fournis pour au moins un résultat clé | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 11. l'étude fournit à la fois une mesure de l'ampleur de l'effet et une mesure de dispersion pour au moins un résultat clé | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |

Remarque concernant l'administration de l'échelle PEDro

Tous les critères	Les points ne sont accordés que lorsqu'on peut établir clairement que le critère a été respecté. À la lecture littérale du rapport de l'essai, s'il est possible qu'un critère n'ait pas été respecté, on ne doit pas accorder de point pour ce critère.
Critère 1	Ce critère est respecté si le rapport décrit la source de recrutement des sujets et la liste des critères utilisés pour déterminer les personnes admissibles à l'étude.
Critère 2	On considère qu'il s'agit d'une étude à assignation aléatoire si on précise dans le rapport de l'étude que la répartition a été faite au hasard. Il n'est pas nécessaire de spécifier de quelle méthode d'assignation aléatoire il s'agit. Les procédés comme le tirage à pile ou face et le lancement de dés sont considérés comme des méthodes aléatoires. Les méthodes d'assignation quasi-aléatoires, comme l'assignation à partir du numéro de dossier hospitalier, de la date de naissance ou l'assignation en alternance, ne respectent pas ce critère.
Critère 3	Une <i>assignation dissimulée</i> signifie que la personne ayant déterminé si un sujet était admissible à l'essai ne savait pas, où moment de prendre la décision, à quel groupe le sujet serait assigné. Même si on ne mentionne pas que l'assignation a été dissimulée, un point est accordé pour ce critère si on indique dans le rapport que l'assignation a été effectuée au moyen d'enveloppes opaques scellées ou encore que, pour faire l'assignation, on a communiqué avec le détenteur du plan de répartition qui était "hors site".
Critère 4	À tout le moins, dans les études sur les interventions thérapeutiques, le rapport doit décrire au moins une mesure de la gravité du problème de santé qui est traité et au moins une mesure (différente) des résultats clés au départ. L'évaluateur doit avoir la certitude que les résultats des groupes ne sont pas susceptibles de différer d'une manière cliniquement significative, sur la seule base des différences initiales entre les variables pronostiques. Ce critère est respecté même si on ne présente que les données de départ des sujets ayant terminé l'étude.
Critères 4, 7-11	Les <i>résultats clés</i> sont les résultats qui fournissent la principale mesure de l'efficacité (ou du manque d'efficacité) de la thérapie. Dans la plupart des études, on utilise plus d'une variable comme mesure des résultats.
Critères 5-7	À <i>l'insu</i> signifie que la personne en question (le sujet, le thérapeute ou l'évaluateur) ignorait à quel groupe le sujet avait été assigné. Par ailleurs, on considère que les sujets et les thérapeutes ont participé à l'essai "à son insu" seulement si on peut s'attendre à ce qu'ils soient incapables de faire une distinction entre les différents traitements administrés aux différents groupes. En ce qui concerne les essais dont les résultats clés sont rapportés par les sujets (p. ex., échelle visuelle analogue, journal quotidien pour consigner l'intensité de la douleur), on considère que l'évaluateur a participé à l'essai 'à son insu' si le sujet y a participé 'à son insu'.
Critère 8	Ce critère n'est respecté que si le rapport indique explicitement <i>à la fois</i> le nombre de sujets initialement assignés dans des groupes <i>et</i> le nombre de sujets auprès de qui on a obtenu des mesures des résultats clés. Dans les essais où les résultats sont mesurés à plusieurs points dans le temps, un résultat clé doit avoir été mesuré chez plus de 85% des sujets à l'un de ces points.
Critère 9	Une analyse selon <i>l'intention de traiter</i> signifie que, lorsque les sujets non pas reçu le traitement (ou le traitement témoin) tel qu'assigné, et lorsque les mesures des résultats étaient disponibles, l'analyse a été effectuée comme si les sujets avaient reçu le traitement (ou le traitement témoin) qu'on leur avait assigné. Ce critère est respecté même si on ne mentionne aucunement l'analyse selon "l'intention de traiter" dans le rapport, si on indique de manière explicite que tous les sujets ont reçu le traitement ou le traitement témoin qu'on leur avait assigné.
Critère 10	Une comparaison statistique <i>intergroupe</i> consiste à comparer statistiquement un groupe à un autre groupe. Selon le plan expérimental de l'étude, il peut s'agir d'une comparaison entre deux traitements et plus, ou d'une comparaison entre un traitement et un traitement témoin. L'analyse peut être une simple comparaison des résultats mesurés une fois que le traitement a été administré, ou une comparaison entre le changement survenu dans un groupe donné et le changement survenu dans un autre groupe (lorsque l'analyse factorielle de la variance a été utilisée pour analyser les données, les données sont souvent présentées sous la forme d'une interaction groupe en fonction du temps). La comparaison peut prendre la forme d'un test d'hypothèse (qui produit une valeur 'p', décrivant la probabilité que les groupes ne diffèrent qu'en raison du hasard) ou la forme d'une estimation (par exemple, la différence entre la moyenne ou la médiane, ou la différence entre des pourcentages, ou le nombre requis pour traiter, ou un risque relatif ou un taux de risque) et son intervalle de confiance.
Critère 11	Une <i>mesure de l'ampleur de l'effet</i> est une mesure de la taille de l'effet du traitement. L'effet du traitement peut être décrit comme la différence entre les résultats des différents groupes, ou comme le résultat obtenu par chacun des groupes. <i>Les mesures de dispersion</i> comprennent les écarts-types, les erreurs-types, les intervalles de confiance, les écarts interquartiles (ou autres quantiles) et les étendues. Les mesures de l'ampleur de l'effet ou les mesures de dispersion peuvent être présentées graphiquement (par exemple, les écarts-types peuvent être présentés comme des barres d'erreur dans une figure), en autant que la représentation graphique soit claire (par exemple, en autant qu'il soit clair que les barres d'erreur représentent des écarts-types ou des erreurs-types). Lorsque les résultats sont catégoriques, on considère que ce critère a été respecté lorsque le nombre de sujets dans chaque catégorie est donné pour chaque groupe.

Annexe 7 : Grille AMSTAR



AMSTAR – GRILLE D'EVALUATION DE LA QUALITE METHODOLOGIQUE DES REVUES SYSTEMATIQUES

AMSTAR : a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews

1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni?

La question de recherche et les critères d'inclusion des études doivent être déterminés avant le début de la revue.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Pour que la réponse soit « oui », il doit y avoir un protocole, l'approbation d'un comité d'éthique ou des objectifs d'étude prédéterminés ou établis a priori.

Commentaire :

2. La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes?

Au moins deux personnes doivent procéder à l'extraction des données de façon indépendante, et une méthode de consensus doit avoir été mise en place pour le règlement des différends.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Deux personnes sélectionnent les études, deux personnes procèdent à l'extraction des données, puis elles se mettent d'accord ou vérifient leur travail respectif.

Commentaire :

3. La recherche documentaire était-elle exhaustive?

Au moins deux sources électroniques doivent avoir été utilisées. Le rapport doit comprendre l'horizon temporel de la recherche et les bases de données interrogées (Central, EMBASE et MEDLINE, par exemple). Les mots clés et (ou) les termes MeSH doivent être indiqués et, si possible, la stratégie de recherche complète doit être exposée. Toutes les recherches doivent être complétées par la consultation des tables des matières de revues scientifiques récentes, de revues de la littérature, de manuels, de registres spécialisés ou d'experts dans le domaine étudié et par l'examen des références fournies dans les études répertoriées.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si on a consulté au moins deux sources et eu recours à une stratégie complémentaire, cocher « oui » (Cochrane + Central = deux sources; recherche de la littérature grise = stratégie complémentaire).

Commentaire :

4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion?

Les auteurs doivent indiquer s'ils ont recherché tous les rapports, quel que soit le type de publication, ou s'ils ont exclu des rapports (de leur revue systématique) sur la base du type de publication, de la langue, etc.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs indiquent qu'ils ont recherché la littérature grise ou non publiée, cocher « oui ». La base de données SIGLE, les mémoires, les actes de conférences et les registres d'essais sont, en l'occurrence, tous considérés comme de la littérature grise. Si la source renfermait de la littérature grise, mais aussi de la littérature à large diffusion, les auteurs doivent préciser qu'ils recherchaient de la littérature grise ou non publiée.

Commentaire :

5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie?

Une liste des études incluses et exclues doit être fournie.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Il est acceptable de s'en tenir aux études exclues. S'il y a un lien hypertexte menant à la liste, mais que celui-ci est mort, cocher « non ».

Commentaire :

6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées?

Les données portant sur les sujets qui ont participé aux études originales, les interventions qu'ils ont reçues et les résultats doivent être regroupées, sous forme de tableau, par exemple. L'étendue des données sur les caractéristiques des sujets de toutes les études analysées (âge, race, sexe, données socio-économiques pertinentes, nature, durée et gravité de la maladie, autres maladies, par exemple) doit y figurer.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ces données ne doivent pas nécessairement être présentées sous forme de tableau, pour autant qu'elles soient conformes aux exigences ci-dessus.

Commentaire :

7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée?

Les méthodes d'évaluation déterminées a priori doivent être indiquées (par exemple, pour les études sur l'efficacité pratique, le choix de n'inclure que les essais cliniques randomisés à double insu avec placebo ou de n'inclure que les études où l'affectation des sujets aux groupes d'étude était dissimulée); pour d'autres types d'études, d'autres critères d'évaluation seront à prendre en considération.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ici, les auteurs peuvent avoir utilisé un outil ou une grille quelconque pour évaluer la qualité (score de Jadad, évaluation du risque de biais, analyse de sensibilité, etc.) ou peuvent exposer les critères de qualité en indiquant le résultat obtenu pour CHAQUE étude (un simple « faible » ou « élevé » suffit, dans la mesure où l'on sait exactement à quelle étude l'évaluation s'applique; un score général n'est pas acceptable, pas plus qu'une plage de scores pour l'ensemble des études).

Commentaire :

8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions?

Les résultats de l'évaluation de la rigueur méthodologique et de la qualité scientifique des études incluses doivent être pris en considération dans l'analyse et les conclusions de la revue, et formulés explicitement dans les recommandations.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Voici une formulation possible : « La faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats ». On ne peut cocher « oui » à cette question si on a coché « non » à la question 7.

Commentaire :

9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées?

Si l'on veut regrouper les résultats des études, il faut effectuer un test d'homogénéité afin de s'assurer qu'elles sont combinables (chi carré ou I^2 , par exemple). S'il y a hétérogénéité, il faut utiliser un modèle d'effets aléatoires et (ou) vérifier si la nature des données cliniques justifie la combinaison (la combinaison est-elle raisonnable?).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Cocher « oui » si on souligne ou explique la nature hétérogène des données, par exemple si les auteurs expliquent que le regroupement est impossible en raison de l'hétérogénéité ou de la variabilité des interventions.

Commentaire :

10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée?

Une évaluation du biais de publication doit comprendre une association d'outils graphiques (diagramme de dispersion des études ou autre test) et (ou) des tests statistiques (test de régression d' Egger, méthode de Hedges et Olkin, par exemple).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs ne fournissent aucun résultat de test ni diagramme de dispersion des études, cocher « non ». Cocher « oui » s'ils expliquent qu'ils n'ont pas pu évaluer le biais de publication, parce qu'ils ont inclus moins de 10 études.

Commentaire :

11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés?

Les sources possibles de soutien doivent être déclarées, tant pour la revue systématique que pour les études qui y sont incluses.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

On ne peut cocher « oui » que si la source de financement ou de soutien de la revue systématique ET de chaque étude incluse est indiquée.

Commentaire :

Appréciation générale

©Shea et al. BMC Medical Research Methodology 2007 7:10 doi:10.1186/1471-2288-7-10.

Les remarques (en italiques), signées Michelle Weir, Julia Worswick et Carolyn Wayne, rendent compte de conversations avec Bev Shea et (ou) Jeremy Grimshaw qui ont eu lieu en juin et octobre 2008 ainsi qu'en juillet et septembre 2010.

Annexe 8 : Tableau des grades de recommandations de l’HAS.

Tableau 2. Grade des recommandations

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

ABSTRACT :

Introduction : De nos jours, la prévention des chutes chez la personne âgée est un enjeu de santé publique. Une personne sur trois âgée de plus de 65 ans et une personne sur deux de plus de 80 ans chutent chaque année. Les troubles de l'équilibre font partie des causes expliquant ce phénomène. La réalité virtuelle semble aussi efficace pour réduire ces troubles que des exercices d'équilibre conventionnels.

Objectif : Le but de cette revue est de déterminer si un programme d'exercices associé à un système de réalité virtuelle présente un avantage par rapport aux programmes d'exercices conventionnels dans l'amélioration de l'équilibre.

Méthode : Elaboration d'une revue de littérature permettant de regrouper et d'analyser l'ensemble des références actuelles répondant à notre objectif.

La recherche a été effectuée à l'aide de trois bases de données informatiques.

Résultat : Cinq références ont été sélectionnées pour une lecture intégrale, seulement trois ont été incluses dans cette revue. Deux articles suggèrent que les deux interventions ont une efficacité similaire. Le troisième article estime que l'intervention avec la réalité virtuelle apporte de meilleurs résultats sur l'équilibre.

Conclusion : Les deux interventions ont leurs places dans le traitement des troubles de l'équilibre chez les personnes âgées. Cependant, il faudrait davantage d'études incluses afin de conclure sur une éventuelle supériorité d'une des interventions.

Mots clés : personnes âgées, équilibre, prévention et contrôle, réalité virtuelle.

Introduction : Today, preventing falls in the elderly is a public health issue. One in three people over the age of 65 and one in two over the age of 80 fall each year. Balance disturbances are among the causes explaining this phenomenon. Virtual reality seems to be as effective at reducing these disorders as conventional balance exercises.

Objective : The purpose of this review is to determine whether an exercise program combined with a virtual reality system has an advantage over conventional exercise programs in improving balance.

Méthod : Elaboration of a literature review allowing to group and analyze all the current references meeting our objective. The search was carried out using three computer databases.

Results : Five references were selected for full reading, only three were included in this review. Two articles suggest that the two interventions have similar effectiveness. The third article considers that the intervention with virtual reality brings better results on the balance.

Conclusion : Both interventions have their place in the treatment of balance disorders in the elderly. However, more studies are needed to conclude on a possible superiority of an intervention.

Keywords : Elderly, Balance, Prevention and control, Virtual reality.