

Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de  
Toulouse  
Antenne de Rodez

Impacts de l'observation d'actions dans l'amélioration  
des capacités de performance motrice chez la  
personne âgée :  
Revue systématique de littérature

*Mémoire de Fin d'Etudes en vue de la validation de  
L'UE 28*

Nais JARRY

Promotion 2019-2023

Directeur de mémoire : Lilian FAUTRELLE



Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de  
Toulouse  
Antenne de Rodez

Impacts de l'observation d'actions dans l'amélioration  
des capacités de performance motrice chez la  
personne âgée :

Revue systématique de littérature

*Mémoire de Fin d'Etudes en vue de la validation de  
L'UE 28*

Nais JARRY

Promotion 2019-2023

Directeur de mémoire : Lilian FAUTRELLE

# Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Lilian Fautrelle pour m'avoir guidée dans ce travail. Un grand merci pour ses conseils avisés, son temps, son orientation, son savoir et son expérience.

Un grand merci à ma famille et à Théo, pour leur soutien depuis toujours, leur patience et leur réconfort, à chaque moment.

Je remercie également mes super copines, pour leur temps passé à me relire, à me conseiller, à m'épauler tout simplement. En souvenir aux pauses bien méritées, accompagnées d'un thé et d'un gouter. Merci également à mes camarades kinés, qui outre leurs compétences professionnelles, ont pu m'aider à combler mes lacunes (informatiques notamment).

Un merci tout particulier aux formateurs de l'IFMK de Rodez, qui m'ont formée tout au long de ces quatre années, bien au-delà du mémoire et des enseignements dispensés.

Je remercie les différents patients rencontrés, qui m'ont permis de me questionner, et de mieux comprendre pourquoi j'ai choisi ce métier.

Enfin, merci à toute personne qui a pu m'aider, de loin ou de près, à concevoir ce mémoire.

# Sommaire

<b>Glossaire des abréviations .....</b>	<b>5</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Situation de départ .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Cadre théorique.....</b>	<b>10</b>
2.1. Le contrôle moteur .....	10
2.1.1. Commande motrice et réalisation d'un mouvement.....	10
2.1.2. Le modèle interne.....	12
2.1.3. Impact de la Cognition .....	13
2.1.4. Processus de flexibilité motrice.....	13
2.2. L'entraînement mental.....	15
2.2.1. Contexte et informations générales .....	15
2.2.2. L'imagerie motrice .....	15
2.2.3. L'observation d'actions .....	18
2.2.4. Les neurones miroirs .....	19
2.2.5. Plasticité fonctionnelle cérébrale .....	19
2.2.6. Corrélats neuronaux entre mouvement réel, imaginé ou observé .....	21
2.2.7. Entraînement mental et plasticité cérébrale .....	23
2.3. L'impact du vieillissement sur les capacités du sujet âgé .....	24
2.3.1. Contexte et informations générales .....	24
2.3.2. Vieillesse et performances motrices.....	27
2.3.3. Vieillesse et apprentissage moteur .....	27
2.3.4. Vieillesse et capacités d'imagerie motrice .....	29
<b>3. Problématisation.....</b>	<b>30</b>
<b>4. Méthodologie.....</b>	<b>31</b>
4.1. Hypothèses .....	31
4.2. Critères PICO .....	31
4.3. Type de recherche.....	32
4.4. Méthodologie PRISMA.....	33
4.5. Identification et sélection des études.....	34
4.6. Les critères d'éligibilités des études.....	35
4.6.1. Généralités :.....	35
4.6.2. Population : .....	35
4.6.3. Intervention : .....	35
4.6.4. Comparateurs : .....	35
4.6.5. Indicateurs .....	36

4.7. Analyse des données.....	36
<b>5. Résultat.....</b>	<b>40</b>
5.1. Sélection des études .....	40
5.2. Caractéristiques des études.....	41
5.2.1. Qualité des études.....	41
5.2.2. Niveau des études.....	41
5.2.3. Grades de recommandations .....	41
5.2.4. Population.....	42
5.2.5. Intervention .....	42
5.2.6. Comparaison.....	43
5.2.7. Indicateurs .....	44
5.3. Impacts de l'observation d'actions.....	45
5.3.1. Impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices.....	45
5.3.2. Impacts de l'observation d'actions sur les capacités de performance motrice.....	48
5.4. Impacts de l'observation d'actions couplée à d'autres thérapies .....	50
5.4.1. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'observation d'actions + l'activité physique sur les performances motrices .....	50
5.4.2. Comparaison des impacts de l'activité physique VS l'observation d'actions + l'activité physique sur les performances motrices .....	52
5.4.3. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'observation d'actions + l'imagerie motrice sur les performances motrices .....	54
5.5. Impacts de l'observation d'actions en comparaison à d'autres thérapies .....	55
5.5.1. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'activité physique sur les performances motrices .....	55
5.5.2. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'imagerie motrice sur les performances motrices .....	56
<b>6. Discussion.....</b>	<b>57</b>
6.1. L'observation d'actions améliore les performances motrices à l'échelle comportementales .....	59
6.2. Mécanismes neuronaux sous-jacents : l'excitabilité cortico-spinale, support de la performance comportementale, est significativement modulée par l'observation d'actions ...	61
6.3. Mécanismes neuronaux sous-jacents : L'observation d'actions module l'activité des réseaux neuronaux intracérébraux impliqués dans la performance motrice comportementale.	63
6.4. Effet d'interaction entre les différentes méthodes : observation d'actions, imagerie motrice, mouvements réels.....	64
<b>Conclusion : Recommandations pour des bonnes pratiques d'observation d'actions en rééducation : bénéfique, limite et perspectives.....</b>	<b>66</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>69</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>82</b>

# Glossaire des abréviations

Act.phy. : Activité physique

ADM : Court abducteur du cinquième doigt

AN : Allure normale

Ampli : Amplitude

AR : Allure rapide

AT : Amélioration totale

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

BBS : Berg Balance Scale

BBT : Box and Block Test

CD : Changements de direction

CPF : Cortex pré-frontal

Cumul : Cumulé

D : Droite

DT : Double tâche

EEG : Électroencéphalogramme

EMG : Électromyographie

FIM : Functional Independence Measure

FDI : 1<sup>er</sup> interosseux dorsal

FMA : Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery After Stroke

G : Gauche

HAS : Haute Autorité de Santé

HS : Healthy subjects (sujets sains)

Ima.mot : Imagerie motrice

IRM : Imagerie par résonance magnétique

IRMf : Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

iTUG : Timed Up and Go imagined

LD : Ligne droite

MCI : Trouble cognitif léger

MD : Membre dominant

MEP : Potentiel moteur évoqué

MK : Masso-kinésithérapeute

MND : Membre non dominant

ms : Millisecondes

NHPT : Nine Hole Peg Test

Obs.act : Observation d'actions

PD : Parkinsoniens

SNC : Système nerveux central

TMS : Stimulation magnétique transcrânienne

TTT : Traitement

TUG : Timed Up and Go

VS : Versus

MVC : Contraction volontaire maximale

RTD : Taux de couple

SMA : Aire motrice supplémentaire

10-MWT : 10 Metre Walk Test

# Introduction

La prévention et la prise en charge de la perte d'autonomie chez les sujets âgés sont des enjeux majeurs de santé public, de par l'augmentation de cette population, le coût économique engendré ainsi que l'impact sur la qualité de vie des sujets (HAS, 2009). De ce fait, nous nous sommes intéressés aux thérapies auxquelles le MK pouvait recourir, dans le but de développer les performances motrices des sujets, et ainsi limiter leur dépendance. Dans le but d'apporter un regard nouveau, nous avons investigué plus particulièrement les disciplines sous-jacentes à l'entraînement mental, actuellement en plein essor. L'observation d'actions, qui consiste en « *l'observation d'une action réalisée par un tiers puis sur son exécution réelle par le sujet* », nous a interpellé, de par sa capacité à induire des changements neuronaux et comportementaux chez les sportifs et par sa simplicité d'utilisation (Buccino, 2014) (Karlinsky et al., 2017) (Francisco et al., 2022). Au vu des résultats prometteurs chez cette population, nous nous sommes demandés si les sujets âgés ne pourraient pas également tirer des bénéfices de cette thérapie, apportant ainsi des éléments de réponse à notre problématique.

Nous avons émis l'hypothèse selon laquelle l'observation d'actions permettrait d'améliorer les performances motrices ou les capacités de performance motrice des personnes âgées. Aussi, nous avons supposé que son utilisation conjointe à une autre thérapie engendrerait d'autant plus de bénéfices.

Afin de mettre à l'épreuve nos postulats, une revue systématique de littérature a été entreprise. Par ce biais, nous avons croisé les données investiguées à ce jour sur cette thématique. Au-delà du simple intérêt général de la technique, il nous est apparu également pertinent de pousser nos recherches, afin de mettre à l'épreuve sa pertinence en fonction de divers facteurs : type de population, fonction visée (équilibre, marche, partie anatomique) et en fonction de différentes échelles (comportementale, excitabilité cortico-spinale et activité cérébrale). A la lumière de ce travail, nous avons tenté d'exposer des premières recommandations quant à l'utilisation de l'observation d'actions, afin d'en proposer une utilisation efficiente et pertinente.

# 1. Situation de départ

Lors de mes différents stages, j'ai pu être en contact avec de nombreuses personnes âgées. Bien que ces-dernières étaient atteintes de pathologies diverses, un objectif commun était souvent rencontré : le maintien de leur autonomie. J'ai pu constater qu'il était important d'évaluer rigoureusement les déficits des patients afin de mettre en place une rééducation adaptée. Cette dernière pouvait se décliner en de nombreux axes thérapeutiques : travail de la marche, de l'équilibre, du relevé du sol, du ré-entraînement à l'effort, du renforcement musculaire. Cette diversité nous amenait à créer nos propres exercices, nous poussant toujours un peu plus loin dans la réflexion afin de rester innovant. De plus, il s'agit souvent d'une prise en charge au long court. Cet accompagnement m'a permis de créer un lien social particulier avec ce public. En effet, certains d'entre eux sont isolés et notre intervention apporte dynamisme et réconfort à leur quotidien. Aussi, au travers de mes différents entretiens avec les patients, ces-derniers m'ont rapporté une amélioration de leur qualité de vie grâce à la thérapie. Cela apporte d'autant plus de sens à notre prise en charge. Il s'agit donc d'une population ayant de fortes demandes qui nécessite une prise en charge globale. Aussi, au-delà de mon attrait personnel pour ce sujet, il s'agit d'une réelle préoccupation de santé publique qui pousse le gouvernement à investir des moyens humains et financiers.

Afin de mieux cerner le sujet, nous devons définir notre population d'intérêt. Un individu est considéré comme « âgé » à partir de 60 ans selon l'OMS (Dagmar Soleymani et al., 2018). Tout sujet va progressivement être soumis au vieillissement. Il s'agit de « *l'incapacité progressive d'adaptation de l'organisme aux changements d'environnements liés au temps qui passe* » (Tabue-Teguo et al., 2017). Ce vieillissement va engendrer une plasticité négative. Elle se traduit par un déclin de l'ensemble des systèmes. Nous pouvons citer à titre d'exemple le système musculaire, cardio-respiratoire, neurologique et métabolique (HAS, 2019; Mahncke et al., 2006). Ces dysfonctionnements vont avoir des répercussions sur la cognition, le contrôle moteur, les affects, la mémoire et les sensations (Mahncke et al., 2006). Par ce biais, les performances motrices des sujets vont donc être altérées.

Selon les individus, ce vieillissement peut être accompagné d'une fragilité plus ou moins importante. Cette dernière se définit par « *le déclin du fonctionnement de plusieurs systèmes physiologiques accompagné d'une vulnérabilité élevée aux facteurs de stress* » et concerne environ 10 % des sujets âgés (Pilotto et al., 2020). Elle peut engendrer des chutes, une dépendance, des hospitalisations voire même le décès des personnes âgées (Pilotto et al., 2020). De plus, cette fragilité a un coût économique (Tabue-Teguo et al., 2017). En effet, une personne âgée fragile

représente un coût économique de santé entre 4 200 et 4 600 euros par an. A contrario, pour une personne âgée non fragile, ce coût n'est que de 2 600 euros. La prise en charge des personnes âgées apparaît d'autant plus importante que leur part tend à augmenter (INSEE, 2023). En effet, en 2020, les plus de 60 ans représentaient 27% de la population Française. Les estimations actuelles envisagent une augmentation de leur proportion dans les années futures : plus de 33 % en 2040 (HAS, 2019). Ainsi, au-delà de la diminution des performances motrices engendrée par le vieillissement physiologique précédemment évoqué, la fragilité va renforcer ce phénomène. Elle représente donc un enjeu de santé publique majeur, de par ses conséquences et sa prévalence grandissante. C'est pourquoi il apparaît primordial de lutter contre. Le masso-kinésithérapeute va ainsi chercher à préserver les performances motrices du sujet âgé afin de prévenir sa fragilité et maintenir son autonomie.

J'ai recherché les moyens dont dispose le masso-kinésithérapeute pour préserver les capacités motrices des personnes âgées. L'objectif général va être de favoriser une plasticité positive qui s'opposerait à la plasticité négative induite par le vieillissement et la fragilité. D'après les recommandations de la HAS, la principale stratégie d'action est l'activité physique (HAS, 2019). Cependant, d'après mon expérience, son application peut rencontrer certaines limites : fatigabilité du patient, appréhension, difficulté à réaliser les gestes demandés. Ceci freine l'efficacité de la prise en charge.

Je me suis alors interrogée sur l'existence d'autres techniques permettant de pallier à ces difficultés. Au travers d'un échange avec mon directeur de mémoire, ce-dernier m'a rapporté les récentes recherches réalisées autour de l'entraînement mental, utilisé pour augmenter les performances des athlètes dans le domaine sportif. Deux techniques principales composent cette discipline : l'imagerie motrice et la thérapie par observation d'actions. L'imagerie motrice consiste à « *s'imaginer une action sans l'exécuter physiquement* » (Rulleau & Toussaint, 2014). La thérapie par observation d'action fait quant à elle référence à « *l'observation d'une action réalisée par un tiers* » (Buccino, 2014). Il a été montré que ces deux techniques permettent d'activer les mêmes zones cérébrales en comparaison avec l'exécution réelle du mouvement (Rulleau & Toussaint, 2014) (Buccino, 2014). Ainsi, nous pouvons nous demander si l'utilisation de ces techniques pourrait permettre d'améliorer les performances motrices du sujet âgé tout en palliant aux contraintes que j'ai pu rencontrer en stage (fatigue physique, appréhension) puisqu'elles ne nécessitent pas la réalisation concrète du mouvement.

Ces recherches m'ont donc interrogée sur l'apport de l'entraînement mental dans l'amélioration des capacités de performance motrice des sujets âgés afin de préserver leur autonomie.

## **2. Cadre théorique**

### **2.1. Le contrôle moteur**

Le contrôle moteur se définit par la capacité du système nerveux central à générer des mouvements coordonnés en tenant compte de l'environnement et de l'état actuel du corps (Latash et al., 2010; Seidler et al., 2013). Il va être permis par l'intégrité de plusieurs systèmes : le système sensoriel, le système neuronal (périphérique et central) ainsi que le système musculaire (effecteur) (Paillard, 1985). La performance motrice est donc la résultante du bon fonctionnement et de la bonne coordination du système sensoriel, neurologique et musculaire. Par exemple, lors d'un déficit sensoriel, le sujet ne parvient pas à se représenter de façon optimale son environnement (ne pas voir l'objet à attraper). Ainsi, il apparaît plus difficile d'interagir de façon adaptée avec son environnement (difficulté à attraper un objet que l'on ne situe pas dans l'espace). Par conséquent, la capacité à réaliser un mouvement efficace (performance motrice) se voit diminuée. Si nous voulons l'améliorer, il est possible d'optimiser le fonctionnement d'un système (améliorer la vision) ou de le compenser (développer le toucher chez une personne ayant un déficit visuel). Dans notre cas, le but serait d'accroître les performances motrices d'un sujet en stimulant le système nerveux par l'entraînement mental. Afin de mieux en comprendre les enjeux, nous allons développer le fonctionnement du système neurologique à la base de ce contrôle moteur. Nous pourrions ainsi identifier les facteurs sur lesquels il pourrait être possible d'agir.

#### **2.1.1. Commande motrice et réalisation d'un mouvement**

L'objectif d'une commande motrice va être de réaliser un mouvement pour répondre à un besoin. Cela va nécessiter un contrôle moteur efficace.

Nous allons nous appuyer sur les travaux de Paillard (1985) qui est l'un des grands auteurs du contrôle moteur. Nous argumenterons ensuite ses propos par des recherches complémentaires. La commande motrice va être créée en 4 étapes (l'ensemble des étapes impliquées dans le contrôle moteur sont à retrouver dans l'annexe I).

##### L'élaboration

Cela fait référence à « l'évaluation consciente » présentée dans l'annexe I. Dans cette étape, le sujet va devoir prendre en compte le « contexte » qui fait référence à son environnement. Ceci va être permis par le cortex pariétal qui reçoit de nombreuses afférences sensitives. L'individu va également devoir déterminer un « but », c'est-à-dire le besoin auquel doit répondre le mouvement. Cette fonction est assurée par le lobe frontal. Enfin, il va y avoir une influence du « motif » qui

fait référence aux émotions. Celles-ci sont générées grâce au système limbique. L'ensemble de ces informations va être récolté et envoyé aux corps striés (striatum) pour la seconde étape.

### La planification

Dans un deuxième temps, le sujet va planifier son mouvement. Cette étape correspond à l'élaboration d'une stratégie sur l'annexe I. Cela va demander une capacité d'anticipation du système nerveux afin de se représenter en avance une situation qui n'a pas encore eue lieu (Roby-Brami et al., 2005).

### La programmation

La programmation va être réalisée par le cortex moteur selon Paillard (1985). Le but va être de programmer les commandes de l'exécution du geste. Bernstein explique que la programmation fait appel à des synergies musculaires afin de simplifier la commande et de rendre le système contrôlable (Roby-Brami et al., 2005).

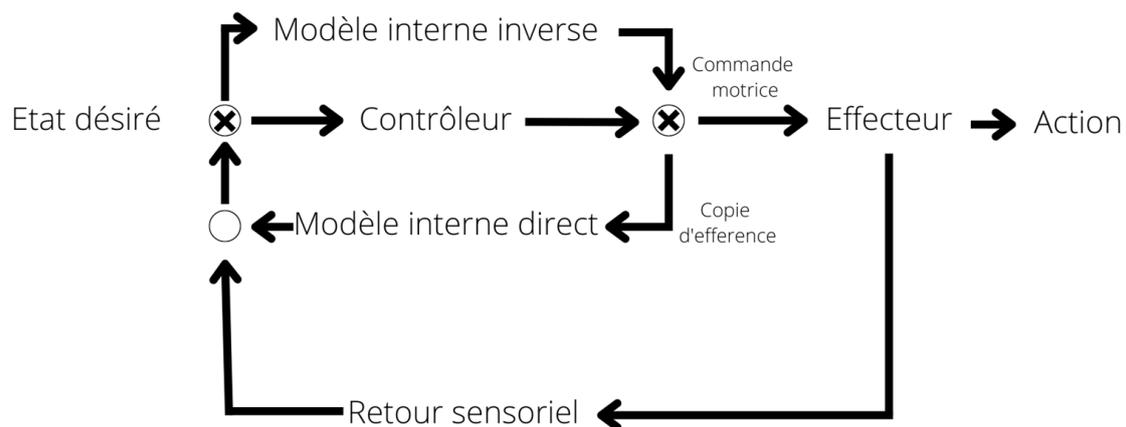
### L'exécution

Cette dernière étape fait référence à l'exécution du programme moteur par les effecteurs afin d'aboutir à un mouvement dirigé vers un but (Annexe 1). Cela repose sur l'intégrité de la moelle épinière qui va permettre de faire transiter la commande motrice jusqu'au système nerveux périphérique (Graziano, 2006).

Enfin, une cinquième étape peut être ajoutée : la correction du mouvement. Cette dernière va être permise par des systèmes neuronaux rétro-actifs qui seront détaillés ci-dessous.

### 2.1.2. Le modèle interne

Nous avons plus de 600 muscles qui peuvent être activés ou relâchés, ce qui engendre  $2^{600}$  patterns d'activations musculaires possibles (Lebon et al., 2013). Il faut également ajouter à cela les degrés de liberté articulaire de chaque articulation, ce qui augmente encore les possibilités. Roby-Brami et al. (2005) parlent de redondance motrice. Ainsi, il existe une possibilité immense de mouvements pour arriver à un même but. L'enjeu va donc être de choisir les paramètres (vitesse, direction, force...) les plus optimaux pour produire un mouvement efficace. Pour cela, les modèles internes (direct et inverse) vont avoir un rôle important (fig. 1). Nous allons nous baser sur l'article de Lebon et al. (2013).



**Figure 1 :** Modèles internes inverse et prédictif (Vercher & Bourdin, 2022).

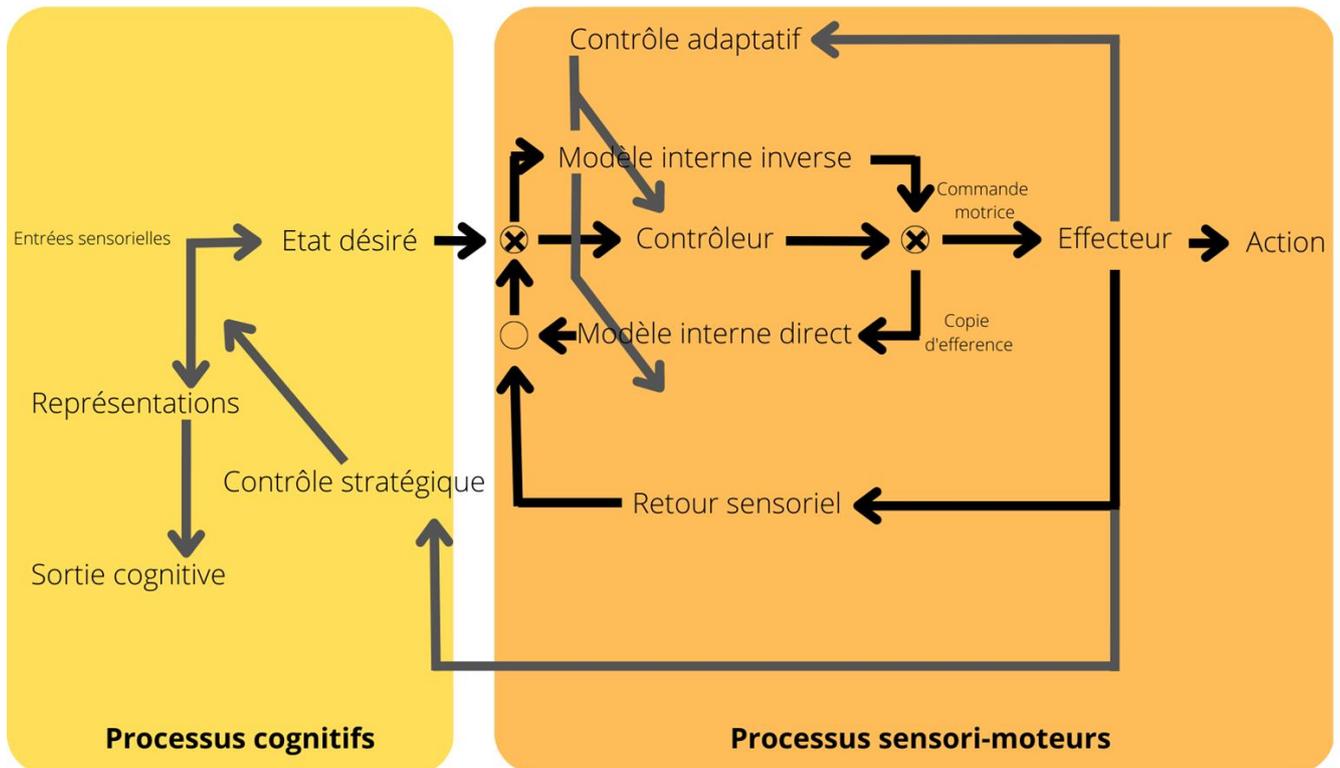
La théorie des modèles internes avance que le système nerveux central (SNC) dispose de représentations simplifiées de l'état du système sensori-moteur. Ceci lui permettrait d'anticiper ses futurs états corporels et ainsi de mieux les contrôler. Ce phénomène va être permis grâce à des circuits neuronaux spécifiques de deux types : le modèle interne inverse (dit contrôleur) et le modèle direct (dit prédictif) (fig. 1).

Le modèle interne inverse génère la commande motrice en fonction de l'état antérieur du système. Le modèle interne direct va quant à lui estimer les futurs états du système en fonction de cette commande motrice.

Le cervelet va être un organe majeur au service des modèles internes (Pignon & Delubac, 2021). Son rôle est symbolisé par celui du contrôleur de la figure 1. Il va permettre la comparaison entre le geste imaginé (copie du cortex sensori-moteur) et le geste effectué. Il va donc évaluer si les retours sensoriels réels sont cohérents avec ceux de l'état désiré (fig. 1).

### 2.1.3. Impact de la Cognition

D'après Vercher & Bourdin (2012), Paillard dans les années 1990, évoque le rôle de la cognition dans l'efficacité du geste (fig. 2). En effet, nos différentes représentations vont impacter le contrôle moteur. Par exemple, ils ont montré que la peur de chuter (représentation cognitive), avait un impact négatif sur les réactions posturales.



**Figure 2 :** Modèle intégrant l'influence de la cognition sur les niveaux sensorimoteurs (Vercher & Bourdin, 2012).

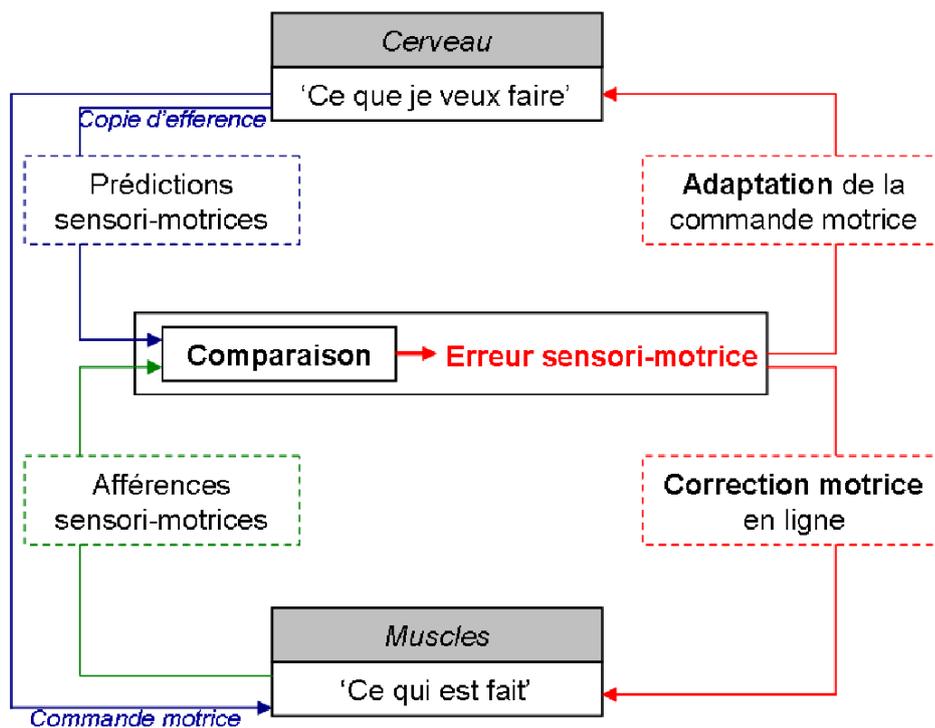
### 2.1.4. Processus de flexibilité motrice

Un individu est confronté en permanence à des environnements divers. Ainsi, pour une même tâche (attraper un verre), la situation va imposer des conditions particulières au sujet (forme du verre, hauteur du verre, quantité de liquide). Ainsi, il ne pourra pas utiliser exactement la même commande motrice pour chaque situation. Cela va nécessiter une flexibilité motrice afin de pouvoir s'adapter aux conditions de son environnement.

Comme expliqué plus haut, le cervelet va pouvoir détecter les erreurs sensori-motrices. Afin de les corriger, il va pouvoir interagir avec le cerveau et les muscles grâce à divers processus (flèche rouge fig. 3). Ceci participe à la flexibilité motrice grâce à la correction permanente du mouvement.

D'une part, le cervelet peut générer un message d'adaptation de la commande motrice destiné au cerveau (fig. 3). En réponse, ce-dernier va réajuster la commande motrice. Ce processus est lent mais permet une nouvelle commande élaborée. D'autre part, le cervelet peut générer un message de correction motrice destiné aux muscles (fig. 3). Ce deuxième processus permet une correction rapide mais moins élaborée.

Cette flexibilité va également être à l'origine de nouveaux apprentissages. En effet, lorsque le sujet va exécuter de façon répétée une commande motrice afin de parvenir à un but, il va la réajuster jusqu'à obtenir un mouvement efficace. Le cervelet va encoder au sein de ses noyaux les modèles internes suffisamment utilisés, créant ainsi de nouveaux patterns (Pignon & Delubac, 2021). Ils pourront être réutilisés et adaptés lors de situations similaires.



**Figure 3 :** Schématisation des processus de la flexibilité motrice (Fautrelle, 2011).

Nous avons explicité les processus à la base du contrôle moteur. Nous allons désormais expliciter comment l'entraînement mental se sert de ces derniers pour améliorer les performances motrices.

## **2.2. L'entraînement mental**

### **2.2.1. Contexte et informations générales**

L'entraînement mental fait référence à « *l'utilisation de l'esprit comme simulateur pour répéter mentalement les mouvements d'une tâche ou d'une opération* » (Eldred-Evans et al., 2013).

Cette méthode est largement utilisée chez les sportifs, les musiciens, dans l'amélioration des performances motrices (Eldred-Evans et al., 2013). Cependant, ses indications semblent s'élargir puisque plusieurs études se sont intéressées à son apport auprès des chirurgiens (Eldred-Evans et al., 2013), des personnes âgées afin d'améliorer leurs capacités cognitives (Li et al., 2015), des adolescents dans la pratique sportive (Najafabadi et al., 2017), et auprès des patients victimes d'accident vasculaire cérébral à titre d'exemple (Zhang et al., 2018).

Il existe plusieurs formes d'entraînement mental, notamment la méditation dite de pleine conscience (Black & Slavich, 2016), l'imagerie motrice (Rulleau & Toussaint, 2014), l'observation d'actions (Buccino, 2014).

Il s'agit d'une thérapie en pleine expansion.

### **2.2.2. L'imagerie motrice**

L'imagerie motrice consiste à « *s'imaginer une action sans l'exécuter physiquement* » et va permettre d'activer les mêmes zones cérébrales que lors de l'exécution réelle du geste grâce aux neurones miroirs (Rulleau & Toussaint, 2014).

Il existe plusieurs modalités d'imagerie motrice (Tableau I).

Tableau I : Les modalités d'imagerie (Robin, 2021).

Modalité	Définition
<b>Imagerie visuelle externe</b>	Elle consiste à s'imaginer se voir à la troisième personne, c'est-à-dire du point de vue du « spectateur » (réaliser un mouvement ou un enchaînement d'actions comme si nous les avions filmés).
<b>Imagerie visuelle interne</b>	Elle donne pour consigne de s'imaginer voir les changements découlant d'une ou de plusieurs actions du point de vue de l'« exécutant » (comme si nous le voyons de nos propres yeux).
<b>Imagerie proprioceptive ou kinesthésique</b>	Il s'agit de l'évocation mentale des sensations (contraction, relâchement, étirement) générées et qui évoluent durant la réalisation des actions motrices. Faire de l'imagerie proprioceptive demande un certain degré d'expertise dans la tâche à réaliser.
<b>Imagerie auditive</b>	Elle consiste à se représenter mentalement les sons ou rythmes accompagnant la réalisation d'un mouvement comme la musique lors d'une chorégraphie en danse ou le tir lors du départ d'une course.
<b>Imagerie tactile</b>	Elle va consister à retrouver mentalement les contacts, pressions, frottements réalisés par l'environnement ou le corps lui-même.
<b>Imagerie olfactive</b>	Elle est associée à l'évocation mentale des senteurs, odeurs accompagnant les actions ou se trouvant dans l'environnement du sujet. Ce type d'imagerie peut aider à s'imaginer se retrouver dans un contexte particulier.
<b>Imagerie gustative</b>	Bien que moins utilisée dans le milieu sportif, cette imagerie consiste à s'imaginer retrouver le goût, la saveur, la texture des différents aliments ou boissons. Elle peut être utilisée lors de la découverte de l'imagerie, pour jouer sur le facteur motivationnel, pour diminuer l'anxiété ou le stress en pensant à des éléments familiers

L'imagerie motrice a été largement décrite et est indiquée dans le milieu sportif. D'après l'article de Di Corrado et al. (2020), elle permet d'améliorer les performances des athlètes et devrait être utilisée de façon régulière dans les programmes. L'intérêt de l'imagerie motrice a également été décrite auprès des personnes ayant eu un accident vasculaire-cérébral (AVC) (López et al., 2019).

Elle permet, en association avec une thérapie traditionnelle, d'améliorer les capacités motrices des membres supérieurs et inférieurs de ces patients. Outre l'amélioration des performances, l'imagerie mentale peut être utilisée dans le cas des douleurs fantômes ou lors d'une immobilisation (Rulleau & Toussaint, 2014). Une revue systématique de littérature a également montré l'intérêt de l'imagerie motrice pour améliorer l'équilibre et la mobilité des sujets âgés (Nicholson et al., 2019).

Il n'existe que des contre-indications relatives à l'imagerie mentale (Rulleau & Toussaint, 2014). En effet, cette pratique peut amener à un excès de confiance de la part du patient pouvant engendrer des comportements à risque. Aussi, si elle est utilisée de manière incorrecte, elle peut majorer les douleurs.

Tous les individus sont capables de réaliser de l'imagerie motrice. Cependant, il existe des variations inter-individuelles (Robin, 2005). De façon conjointe, les sujets sont soumis à une variabilité intra-individuelle de leurs capacités d'imagerie mentale (Robin, 2005). Elles vont être variables en fonction des conditions dans lesquelles se trouve le sujet. De plus, les athlètes ont montré plus de capacités d'imagerie mentale en comparaison avec les non-athlètes. La capacité d'imagerie motrice pourrait donc être un indicateur de performance.

La thèse de Robin (2005) explore les différents outils d'évaluation des capacités d'imagerie motrice. Elles peuvent être objectivées grâce à la troisième version du questionnaire d'imagerie du mouvement (MIQ-3) qui a pour avantage de distinguer les capacités d'imagerie visuelle interne, visuelle externe et proprioceptive. Le sujet doit juger s'il parvient à se représenter mentalement un mouvement grâce à une échelle allant de 1 (très facile à imaginer ou ressentir) à 7 (très difficile à imaginer ou ressentir). Une version française appelée MIQ-3f a également été validée (Robin et al., 2021).

Le temps d'une séance d'imagerie motrice est une donnée importante (Robin, 2005). En effet, une étude a rapporté que les sujets effectuant des séances comprises entre 1 et 5 minutes avaient une plus forte amélioration de leurs performances que les sujets qui réalisaient entre 5 et 7 minutes.

### **2.2.3. L'observation d'actions**

Comme son nom l'indique, la thérapie par observation d'actions (Obs.Act) se base sur « *l'observation d'une action réalisée par un tiers puis sur son exécution réelle par le sujet* » (Buccino, 2014). Celle-ci est au fondement de l'apprentissage des compétences durant l'enfance (Bhat et al., 2017). Les enfants imitent les actions de leur entourage ce qui leur permet d'acquérir des comportements sociaux ou des habilités motrices (faire ses lacets, boutonner une chemise).

Afin de comprendre le fonctionnement de l'Obs.Act, nous allons expliquer les différents mécanismes mis en jeu lors de cette thérapie.

La théorie de la simulation part du principe que la planification d'une action est équivalente à l'action elle-même (Jeannerod, 2001). Ainsi, lors d'une action simulée, comme lors de l'observation d'action, nous allons retrouver une similarité d'activation neuronale en comparaison avec l'exécution réelle (Couillandre, 2015). Par ce biais, cette simulation va améliorer l'exécution réelle du geste. Ceci va être permis grâce aux neurones miroirs, dont l'intérêt sera développé plus tard.

Il n'existe à ce jour aucune recommandation de la HAS. Ceci peut s'expliquer par le fait que les recherches sur l'Obs.Act sont récentes. Ces dernières se sont portées auprès des patients victimes d'accident vasculaire cérébral (AVC), des personnes âgées ayant un syndrome parkinsonien, des enfants ayant une paralysie cérébrale ou encore des patients ayant eu une intervention chirurgicale orthopédique (genou, hanche) (Buccino, 2014). Nous retrouvons également des études dans le milieu sportif (Francisco et al., 2022; Karlinsky et al., 2017).

Toutefois, nous pouvons imaginer que l'Obs.Act serait difficile à mettre en place chez les sujets ayant des pathologies affectant les neurones miroirs. Des études ont montré une altération de ces derniers dans l'autisme et la schizophrénie notamment (Mathon, 2013).

Une séance de thérapie par observation d'actions devrait durer environ une demi-heure (Buccino, 2014). Il est important que le thérapeute prenne un temps pour expliquer clairement les consignes au patient : « ...regardez bien la scène... prêtez attention aux détails... ». Le but va donc être de motiver le patient et de lui expliquer l'intérêt et les attendus de cette technique. L'auteur conseille de réaliser ensuite 12 minutes d'observation de la tâche motrice puis de laisser 8 minutes aux sujets pour exécuter de manière réelle l'action. Le thérapeute doit insister sur le fait que l'observation de la tâche est plus importante que son exécution réelle.

#### **2.2.4. Les neurones miroirs**

Ces similarités de fonctionnement neurologique lors de l'imagerie motrice ou lors de l'observation d'actions vont être permises par les neurones miroirs. En effet, ils vont être activés lors de l'exécution réelle d'une tâche ou lors de son observation ou de son imagination (Couillandre, 2015). Selon Mathon (2013), ces neurones miroirs ont été identifiés au niveau du cortex pré-moteur frontal (lieu de création du mouvement) et de la partie rostrale du lobule pariétal inférieur (afférences sensorielles).

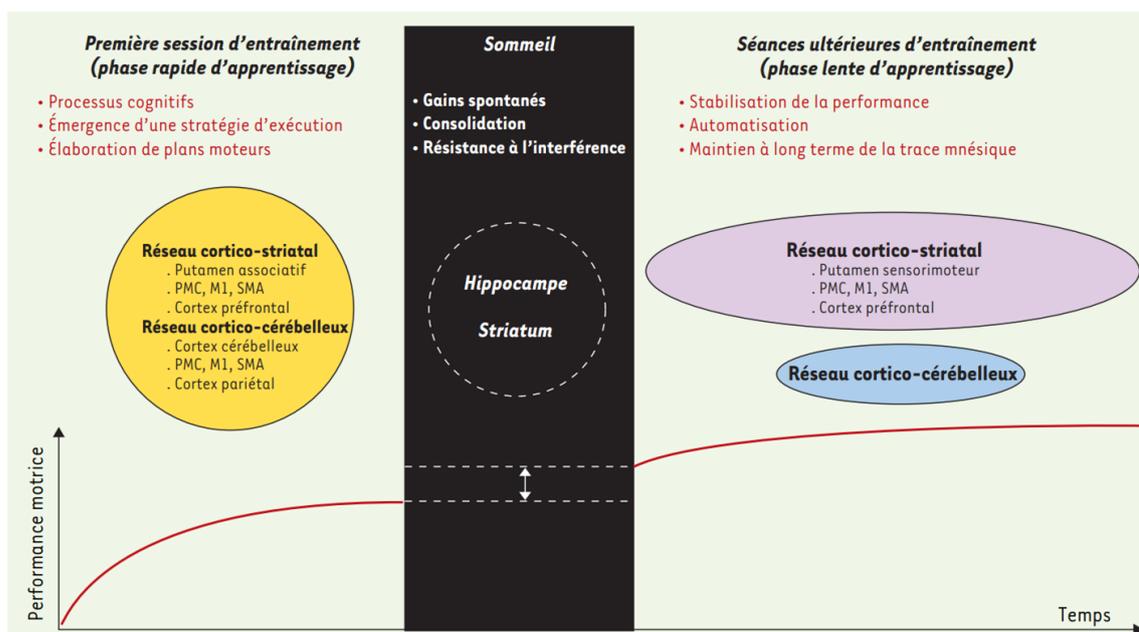
Il est également important de noter que ces neurones sont spécifiques d'une action : chaque neurone ne répond qu'à un seul type d'action. Aussi, en fonction du but de cette dernière, ils déchargent différemment.

Les neurones miroirs vont avoir des fonctions essentielles : sociales et motrices notamment. Ils sont à la base de l'empathie avec autrui ce qui va permettre de réguler les comportements. D'autre part, ils sont moteurs de l'apprentissage. En effet, la stimulation des neurones miroirs lors de l'observation ou de l'imagination d'une action va permettre au sujet de réaliser une imitation de l'action. Ceci va être utilisé lors de l'observation d'actions ou lors de l'imagerie motrice proposées par le masso-kinés thérapeute.

#### **2.2.5. Plasticité fonctionnelle cérébrale**

L'entraînement mental va engendrer des phénomènes de plasticité cérébrale (fig. 4) (Bryck & Fisher, 2012; Chapman et al., 2015; Guidotti et al., 2021). Cette dernière se définit comme étant « *l'ensemble des changements de l'organisation cérébrale secondaires à un stimulus répété* » (Deroide et al., 2010).

Cette modification de l'organisation cérébrale peut se faire grâce à plusieurs phénomènes. Il peut y avoir un renforcement de la connexion synaptique lorsque l'activité pré-synaptique et l'activité post-synaptique sont en corrélation (Citri & Malenka, 2008). Au contraire, s'il existe une discordance entre les deux, la connexion synaptique s'atténuera. La plasticité cérébrale peut également engendrer des modifications structurales (Muller, 2004). En effet, nous allons assister à une synaptogenèse et à une réorganisation morphologique des circuits synaptiques. Enfin, bien que cela soit plus rare, il peut également se produire une neurogenèse (Npochinto Moumeni, 2020). Cette réorganisation cérébrale va être à la base de l'apprentissage moteur et donc de l'amélioration des performances motrices (Doyon et al., 2011). Cependant, la plasticité cérébrale est dépendante du temps.



**Figure 4 :** Plasticité cérébrale lors de l'apprentissage d'une séquence de mouvement (Doyon et al., 2011).

Comme nous pouvons l'observer sur la figure 4, il y a une augmentation rapide des performances motrices d'un sujet lors d'une première session d'entraînement. Cela correspond à la phase d'apprentissage rapide qui traduit la mise en place d'une plasticité cérébrale. Nous observons ainsi des modifications fonctionnelles des circuits corticaux striaux (CS) et des circuits cortico-cérébelleux (CC). Nous assistons à une forte activation et une association de ces deux circuits (CS et CC).

Grâce au sommeil, l'apprentissage moteur réalisé par la répétition motrice va se consolider dans la mémoire grâce au striatum et à l'hippocampe. Cette mémorisation va permettre un gain spontanée : lorsque le sujet reproduira la séquence motrice après sommeil, il aura des performances motrices meilleures.

Lors des séances ultérieures (phase lente d'apprentissage), nous observerons une diminution du rôle des circuits CC. Au contraire, nous allons assister à un rôle majeur des circuits CS, qui vont permettre une automatization du geste grâce à la consolidation mnésique de la séquence motrice. Ainsi, il n'y a plus la forte interaction précédemment notée entre les circuits CS et CC.

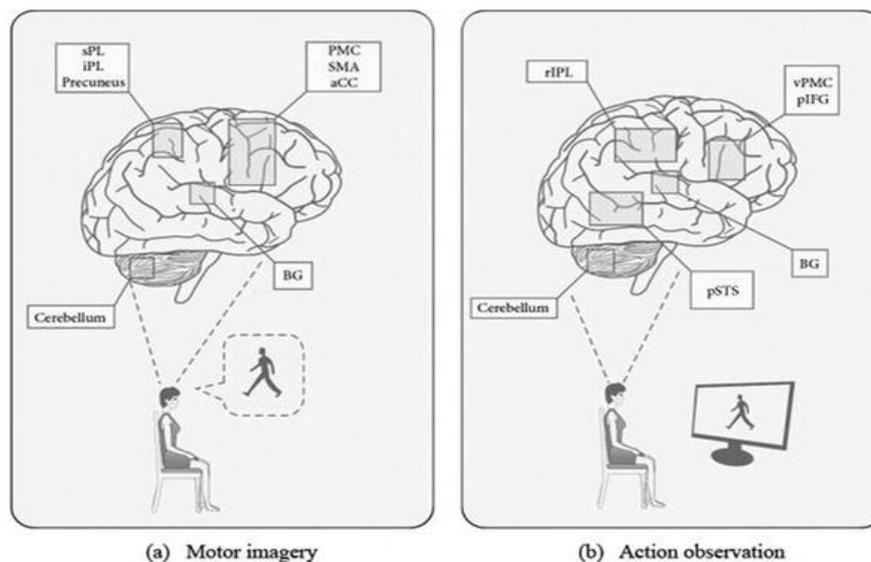
Cette plasticité cérébrale va être mise en jeu tout au long de la vie d'un individu. Elle va également intervenir pour compenser des déficits, lors d'accident vasculaires cérébraux ou de maladie neurodégénérative (maladie de Parkinson). La rééducation va ainsi s'appuyer sur des tâches répétitives afin d'induire un phénomène de plasticité cérébrale (Duffau, 2006).

Ces phénomènes de plasticité cérébrale sont résumés dans l'annexe II.

### 2.2.6. Corrélats neuronaux entre mouvement réel, imaginé ou observé

Les phénomènes neurologiques à la base du mouvement réel, imaginé ou observé, peuvent être visualisés grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), la stimulation magnétique transcrânienne (TMS) ou encore électro-encéphalographie (EEG) (Grosprêtre et al., 2016).

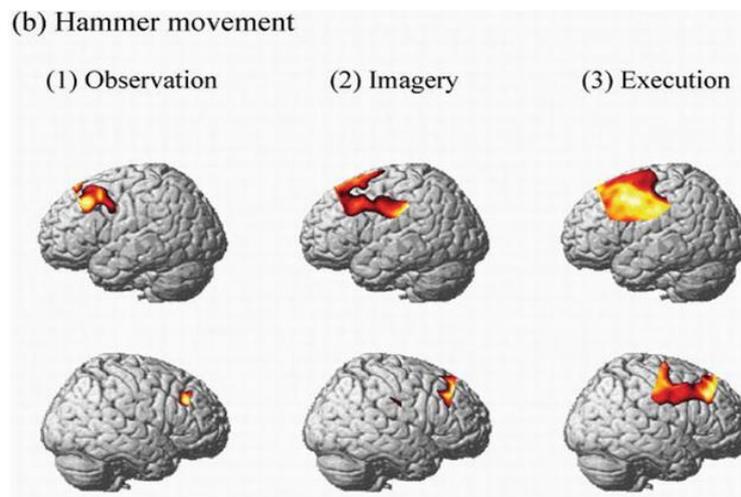
Plusieurs zones corticales activées pendant l'exécution réelle d'un mouvement le sont aussi lors de l'imagerie motrice et de l'observation d'actions (fig. 5) (Grosprêtre et al., 2016) (Bhat et al., 2017) (Nakano & Kodama, 2017).



**Figure 5 :** Zones cérébrales activées lors de l'imagerie motrice (a) et l'observation d'actions (b) (Nakano & Kodama, 2017)

Concernant l'imagerie motrice, différentes études portant sur des mouvements mono-articulaires ou encore plus complexes comme la locomotion ont montré des similitudes d'activation cérébrale avec l'exécution réelle du mouvement (Grosprêtre et al., 2016). Cependant, les chercheurs ont pu mettre en évidence des variations : les zones cérébrales activées lors de l'imagerie motrice pouvaient être plus superficielles ou plus profondes, ou encore activées de manière moins importante. Les mêmes conclusions ont été rapportées dans le cadre de l'observation d'actions (Bhat et al., 2017). Par exemple, le sillon temporal supérieur est moins activé lors de l'observation d'actions en comparaison avec l'exécution réelle ou l'imitation (observation et exécution en même temps). Cette région permettrait le traitement et la distinction des informations. C'est pourquoi elle est dénommée comme étant « le cerveau social ». Le sujet serait donc moins investi d'un point de vue social lors de l'observation d'actions.

A titre d'exemple, une étude présentée par Nakano & Kodama (2017) a étudié les différences d'activité cérébrale durant un mouvement de marteau (fig. 6).



**Figure 6 :** Activation cérébrale lors d'un mouvement de marteau lors de l'observation, l'imagination ou d'exécution du mouvement (Nakano & Kodama, 2017)

Comme nous pouvons le voir ci-dessus (fig. 6), les mêmes zones cérébrales sont activées si le mouvement de marteau est observé, imaginé ou exécuté. Néanmoins, nous pouvons noter une intensité d'activation plus importante lors de l'exécution du mouvement en comparaison avec l'observation ou l'imagerie motrice.

Bien qu'il existe des différences d'activation corticale, les techniques d'entraînement mental ont montré un apprentissage équivalent à l'exécution réelle de l'action dans l'étude de Chambaron et al. (2010).

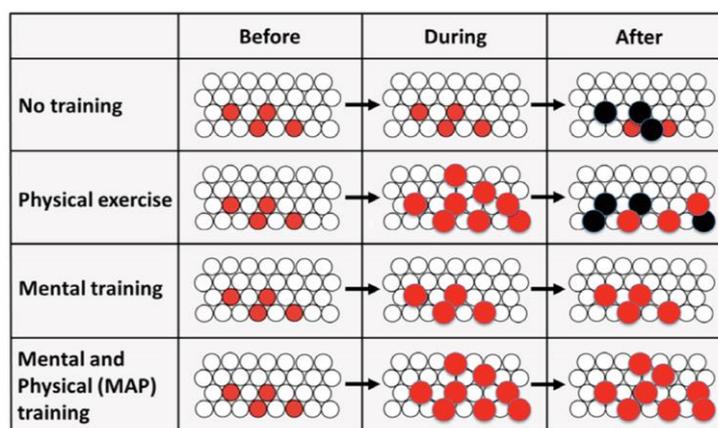
D'autres chercheurs se sont intéressés à comparer de façon plus spécifique l'imagerie motrice et l'observation d'action. D'après Gatti et al. (2013), l'observation d'actions serait plus efficace que l'imagerie motrice pour apprendre une nouvelle tâche motrice complexe, notamment dans la phase précoce. En effet, il semblerait plus facile pour les sujets de réaliser de l'observation qui est essentiellement basée sur le système visuel en comparaison avec l'imagerie motrice qui demande un effort cognitif plus important (Nakano & Kodama, 2017).

Bien que l'imagerie motrice et l'observation d'actions soient régulièrement opposées, elles peuvent également être utilisées de manière conjointe. Ainsi, l'activité cortico-motrice serait plus importante lors de l'utilisation simultanée de l'observation d'actions et de l'imagerie motrice que lors de leur utilisation isolée (Eaves et al., 2016).

### 2.2.7. Entraînement mental et plasticité cérébrale

L'entraînement mental va permettre de favoriser la plasticité cérébrale. Pour rappel, cette dernière se définit comme étant « *l'ensemble des changements de l'organisation cérébrale secondaire à un stimulus répété* » (Deroide et al., 2010). Ce stimulus répété correspond à n'importe quelle tâche pouvant être demandée par le masso-kinésithérapeute.

Un entraînement physique ou mental va avoir notamment un impact sur la neurogenèse et la survie des neurones (fig. 7) (Shors et al., 2014). Ces derniers sont produits au sein de l'hippocampe.



*Ronds blancs : neurones matures / Ronds rouges : neurones immatures (neurogenèse) / Ronds noirs : neurones dégénérés*

**Figure 7 :** impact de l'entraînement physique et/ou mental sur la neurogenèse et la survie des neurones (Shors et al., 2014).

Nous allons nous appuyer sur la figure 7 afin de déterminer les effets des différents types d'entraînement sur la plasticité cérébrale. L'entraînement physique va favoriser la neurogenèse au sein de l'hippocampe. L'entraînement mental va, quant à lui, permettre aux cellules issues de la neurogenèse de survivre plus longtemps. Ainsi, si nous combinons l'entraînement physique avec l'entraînement mental, nous pouvons observer simultanément un effet de neurogenèse et une survie des neurones augmentée. Il a été montré que l'importance des modifications cérébrales était proportionnelle au temps consacré à l'activité (Vidal, 2012). Ceci souligne l'importance de la répétition dans la rééducation afin de favoriser la plasticité cérébrale.

Ce phénomène de plasticité cérébrale est particulièrement important lors du développement du cerveau pendant l'enfance (Vidal, 2012). Cependant, ce phénomène est toujours présent, quel que soit l'âge du sujet. L'article de Kolb & Gibb (2011) montre que la plasticité cérébrale d'un adulte sera simplement différente d'un sujet jeune. Les personnes âgées sont également sujettes à la plasticité cérébrale même s'il apparaît que leurs capacités sont moindres.

Cette plasticité cérébrale va être à la base de la rééducation.

## 2.3. L'impact du vieillissement sur les capacités du sujet âgé

### 2.3.1. Contexte et informations générales

#### Le vieillissement sain

Le vieillissement est un phénomène physiologique. Il se définit par « *l'incapacité progressive d'adaptation de l'organisme aux changements d'environnements liés au temps qui passe* » (Tabue-Teguo et al., 2017). Les sujets concernés par ce vieillissement, dit « sain », vont être considérés comme « robustes » (Guilbaud et al., 2020).

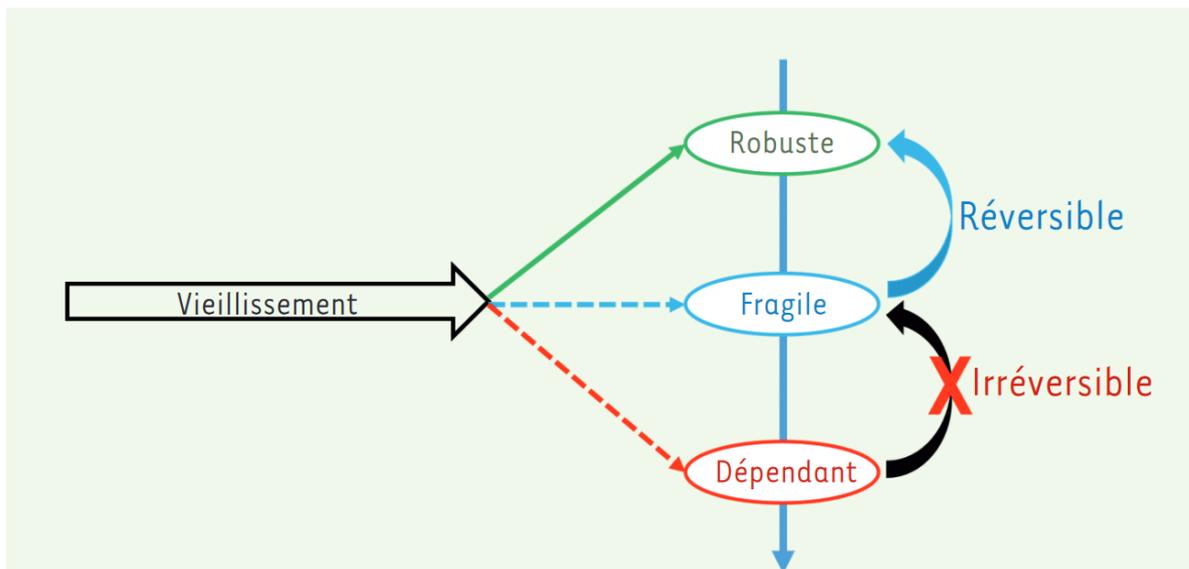
Le vieillissement va avoir un impact sur l'ensemble de l'organisme du sujet en induisant une plasticité négative. Elle se traduit par une baisse des performances des différents systèmes. Nous pouvons citer à titre d'exemple le système musculo-squelettique, cardio-respiratoire (Tableau II), neurologique et métabolique (HAS, 2019; Mahncke et al., 2006). Concernant plus particulièrement le système nerveux, le vieillissement va induire une atrophie de plusieurs régions du cerveau (Guilbaud et al., 2020). Cela aboutit à une diminution des capacités d'apprentissage, de mémorisation, d'attention, de prise de décision, de perception sensorielle et de coordination. L'ensemble de ces phénomènes vont induire une baisse des performances motrices.

Tableau II : Changements physiologiques de la composition corporelle liés à l'âge (HAS, 2019).

Variables	Changement lié à l'âge
Fréquence cardiaque au repos	Inchangée
Fréquence cardiaque maximale	Diminuée
Pression artérielle au repos et à l'exercice	Augmentée
Débit cardiaque maximal	Diminué
Capacité vitale (respiratoire)	Diminuée
Capacité cardio-respiratoire (VO2 max)	Diminuée
Masse maigre corporelle	Diminuée
Pourcentage de masse grasse corporelle	Augmenté
Masse osseuse	Diminuée
Force et puissance musculaire	Diminuées
Souplesse musculo-articulaire	Diminuée
Tolérance au glucose	Diminuée

## Le vieillissement pathologique

Le vieillissement pathologique engendre des maladies et des handicaps psychiques. Il va permettre d'expliquer pourquoi deux personnes âgées du même âge n'auront pas le même niveau de santé (Guilbaud et al., 2020). D'après le même auteur, la génétique et l'environnement vont interagir tout au long de la vie d'un individu et influencer son vieillissement. Ainsi, les sujets vont avoir différentes trajectoires de vie qui vont les conduire vers la robustesse, la fragilité ou la dépendance (fig. 8). Il s'agit du « *concept des origines de la santé et des maladies* ».



**Figure 8 :** Différentes trajectoires survenant au cours du vieillissement (Guilbaud et al., 2020).

Comme évoqué plus haut, lors du vieillissement sain, les sujets vont être dits « robustes » (fig. 8).

Au contraire, lors du vieillissement pathologique, la personne âgée peut devenir « fragile » (fig. 8). Cette fragilité se définit par « *le déclin du fonctionnement de plusieurs systèmes physiologiques accompagné d'une vulnérabilité élevée aux facteurs de stress* » et concerne environ 10 % des sujets âgés (Pilotto et al., 2020). Ces personnes âgées sont plus à risque de chutes, d'hospitalisations, de perte d'autonomie et de mortalité (Guilbaud et al., 2020). Néanmoins, cet état est réversible : un sujet fragile peut redevenir robuste.

D'après le même auteur, un vieillissement pathologique plus avancé et accéléré peut faire basculer une personne âgée fragile dans la dépendance (fig. 8). Ce stade est quant à lui irréversible.

Afin de repérer la fragilité d'un individu, nous pouvons nous appuyer sur la classification de Fried basée sur cinq critères (Guilbaud et al., 2020) :

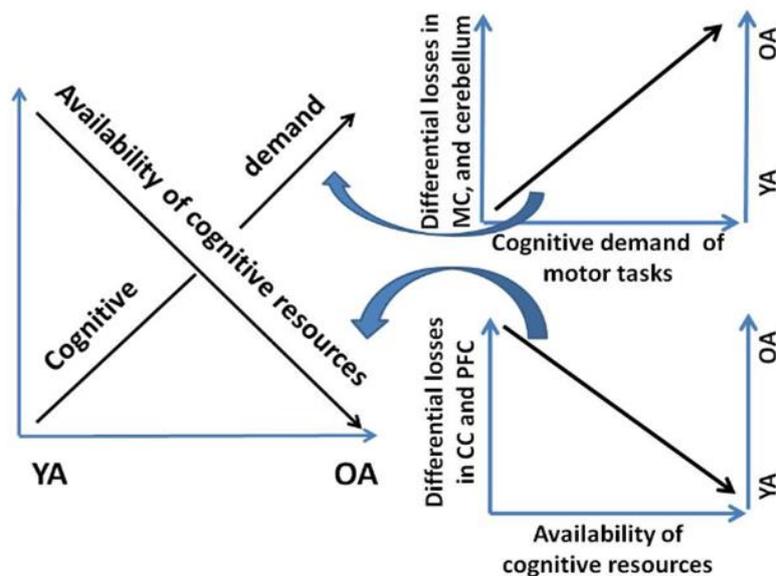
- Ralentissement de la vitesse de marche
- Perte de poids
- Faiblesse musculaire
- Fatigue
- Faible activité physique

Si un sujet ne présente aucun critère, il est considéré comme « robuste », s'il en possède un ou deux il est dit « pré-fragile » et s'il en a entre trois et cinq il est classé comme « fragile ».

Notre but de rééducateur va être de prévenir ces états de fragilité et de dépendance (Guilbaud et al., 2020). Cela passe par des actions de prévention primaire qui vont chercher à empêcher la mise en place d'un vieillissement pathologique chez les personnes âgées robustes. Concernant les sujets déjà fragiles, le but va être de prévenir leur passage vers la dépendance. D'après la HAS (2019), la principale stratégie d'action va être l'activité physique. La prévention secondaire va être axée sur le repérage des personnes âgées fragiles à l'aide des critères de Fried et par l'évaluation du risque de chute (qui est un marqueur de fragilité) (HAS, 2009). Enfin, la prévention tertiaire visera à éviter l'aggravation des maladies chroniques afin d'empêcher les décompensations du sujet âgé (Guilbaud et al., 2020).

### 2.3.2. Vieillesse et performances motrices

Les performances motrices sont diminuées avec l'âge en raison de la baisse des capacités des différents systèmes évoqués plus haut. Le système nerveux semble particulièrement incriminé (Seidler et al., 2010). Nous allons nous appuyer sur la théorie d'offre et de demande (fig. 9).



**Figure 9 :** Théorie d'offre et de demande (Seidler et al., 2010).

Comme nous pouvons le voir dans la figure 9, les personnes âgées (OA) dépendent de plus en plus des processus cérébraux cognitifs pour le contrôle moteur. Ceci est causé par un déclin des régions corticales motrices (MC), du cervelet et des voies des ganglions de la base chargées de la motricité. Par conséquent, les demandes attentionnelles sont augmentées pour pallier à ce déficit. Cependant, en parallèle, les capacités attentionnelles sont elles-mêmes diminuées, du fait d'une dégénérescence du cortex pré-frontal (PFC) et du corps calleux antérieur (CC). Ainsi, les personnes âgées n'ont plus les ressources attentionnelles nécessaires pour pallier à leur déficit de contrôle moteur, ce qui engendre une baisse des performances motrices.

### 2.3.3. Vieillesse et apprentissage moteur

Les capacités d'apprentissage moteur vont être à l'origine de l'amélioration des performances motrices. Chez les personnes âgées, ces dernières sont controversées. Néanmoins, bien que les auteurs s'entendent à dire que leurs capacités sont diminuées avec l'âge, ces propos sont à nuancer. Ren et al. (2013) abordent l'impact des capacités cognitives du sujet âgé sur ses capacités d'apprentissage moteur. Ils distinguent le potentiel d'apprentissage moteur et l'efficacité de l'apprentissage moteur.

Un déclin cognitif lié au vieillissement diminuerait l'efficacité de l'apprentissage moteur. En effet, l'auteur explique que les sujets jeunes acquièrent des compétences motrices pendant et même après

l'activité. Ce prolongement d'acquisition dans le temps est permis par la consolidation de la compétence dans la mémoire. Au contraire, les sujets âgés acquièrent des nouvelles compétences de façon plus lente et lors de l'activité uniquement. La consolidation de l'acquis dans la mémoire est donc diminué ce qui impacte l'efficacité de l'apprentissage (Malone & Bastian, 2016). En effet, ces chercheurs ont montré que les sujets âgés sont capables d'apprendre un nouveau schéma de marche mais sont incapables de le mémoriser dans le temps. A contrario, l'étude de Berghuis et al. (2015) montre que les personnes âgées en bonne santé sont capables d'apprendre de nouvelles compétences motrices et de les consolider dans leur mémoire. Cette population a de meilleures capacités cognitives, ce qui lui permet de mieux consolider l'apprentissage. In fine, ils ont de meilleures capacités d'apprentissage moteur et de meilleures capacités de performance motrice. Ren et al. (2013) expliquent aussi que le potentiel d'apprentissage moteur est préservé, même en présence de troubles cognitifs liés au vieillissement. En effet, bien que l'apprentissage soit plus long et difficile à mettre en place, il reste toujours possible. En bref, le potentiel d'apprentissage moteur est préservé avec l'âge, mais l'efficacité de l'apprentissage moteur (consolidation dans la mémoire) n'est probablement conservée que chez les sujets âgés sans troubles cognitifs.

Il apparaît donc intéressant de s'intéresser aux conditions favorisant l'apprentissage moteur chez les personnes âgées. L'apprentissage explicite correspond à « *la manière consciente dont nous apprenons les compétences nécessaires à la réalisation d'une action* » (Bourrelier, 2016). Par opposition, l'apprentissage implicite « *doit être induit de sorte à ce que l'apprenant exécute le mouvement sans réfléchir consciemment à la technique* ».

L'étude de Verneau et al. (2014) a comparé les capacités d'apprentissage implicite et explicite des sujets jeunes et âgés face à une séquence de mouvements. Elle a montré que l'apprentissage explicite était diminué avec l'âge, contrairement à l'apprentissage implicite. Pour autant, si les contraintes de temps sont diminuées, les sujets parvenaient à avoir de meilleures performances suite à un apprentissage explicite. Il apparaît donc nécessaire d'accorder un temps suffisant aux personnes âgées pour favoriser cet apprentissage moteur lorsque nous utilisons un apprentissage de type explicite. Au contraire, si nous devons imposer des contraintes de temps, il semble plus intéressant de proposer un apprentissage implicite.

De plus, Gobel et al., (2013) expliquent que l'apprentissage implicite va être réalisé par une mémoire non déclarative, indépendante du système de mémoire du lobe temporal médian. Cette mémoire serait permise par les circuits cortico-striataux entre les ganglions de la base et les zones corticales soutenant la fonction motrice et la planification. Ainsi, les sujets ayant la maladie de Parkinson, par leur atteinte des ganglions de la base notamment, éprouveraient un déficit d'apprentissage implicite. Ils utiliseraient préférentiellement un apprentissage explicite pour

pallier à ces difficultés. Au contraire, les sujets présentant des troubles cognitifs légers (MCI) causés par un déficit de mémoire au niveau du lobe temporal, privilégieraient l'apprentissage implicite.

Ainsi, il apparaît primordial d'adapter les paramètres (apprentissage implicite ou explicite) de notre thérapie à la spécificité de notre patient.

#### **2.3.4. Vieillesse et capacités d'imagerie motrice**

Comme vu précédemment, plusieurs tests permettent d'évaluer les capacités d'imagerie motrice des sujets, comme le MIQ-3f. Néanmoins, un test plus fonctionnel et adapté aux personnes âgées existe. Il s'agit d'une adaptation du Timed Up and Go test (TUG) renommé le Imagined Timed Up and go test (iTUG) (Beauchet et al., 2010). Le but est de comparer le temps estimé (donc imaginé) par la personne pour réaliser le TUG et le temps réellement mis. Une différence importante entre ces deux temps est associée à une baisse des capacités d'imagerie motrice. A ce jour, il a été utilisé auprès des adultes, des personnes âgées et des personnes ayant fait un accident cardio-vasculaire (AVC).

Schott (2012) a montré que les capacités d'imagerie motrice (génération, capacité d'imagerie visuelle et kinesthésique, contrôlabilité et organisation temporelle) étaient meilleures chez les jeunes adultes en comparaison avec les plus de 70 ans. Cependant, ceci n'était pas vrai pour les sujets entre 60-69 ans. Ceci amène à penser que l'imagerie motrice serait plus efficace chez les personnes âgées « jeunes ».

L'étude menée par Malouin et al. (2010) a montré que la prédominance de l'efficacité de l'imagerie motrice visuelle diminuait avec l'âge. Ceci sous-tend une équivalence d'utilisation des modalités d'imagerie motrice chez les sujets âgés. Ainsi, les thérapeutes pourraient utiliser de manière non différenciée les différentes modalités d'imagerie motrice.

Mulder et al. (2007) se sont intéressés plus spécifiquement à comparer les capacités des sujets âgés à réaliser de l'imagerie motrice visuelle externe et interne. L'étude a montré que les personnes âgées étaient plus en difficulté lorsqu'ils avaient recours à de l'imagerie interne comparée à l'imagerie externe. Les auteurs expliquent cette constatation par la diminution des activités physiques des sujets âgés. C'est pourquoi ils soumettent l'idée qu'il pourrait être intéressant de proposer aux personnes âgées de passer plus de temps à observer d'autres personnes durant leur activité physique, ce qui fait référence à l'observation d'actions. Cette discipline étant plus récente, il n'y a pas suffisamment de littérature explorant les capacités des personnes âgées à réaliser de l'observation d'actions.

### 3. Problématisation

Chaque sujet est progressivement soumis au vieillissement. Ce dernier engendre une plasticité négative. Elle se traduit par une baisse de nombreuses fonctions et ainsi une diminution des capacités globales et plus particulièrement motrices de la personne âgée (HAS, 2019). Ces constatations vont être d'autant plus importantes que le sujet sera fragile voire dépendant (Guilbaud et al., 2020). Son autonomie, et par ce biais sa qualité de vie, vont être altérées. Le masso-kinésithérapeute va chercher à limiter l'apparition et les effets du vieillissement pathologique à l'origine de la fragilité (Guilbaud et al., 2020). Pour cela, il va devoir s'adapter aux spécificités de cette population : baisse des capacités d'apprentissage (Ren et al. 2013) et diminution de la plasticité cérébrale (Kolb & Gibb, 2011). Néanmoins, bien que ces capacités soient diminuées, elles restent présentes. Le praticien peut ainsi s'appuyer dessus pour favoriser la progression du patient tout en adaptant ses méthodes. Nous nous sommes ainsi demandés quelle thérapie pourrait nous permettre de ralentir la perte des capacités motrices, voire les améliorer.

C'est ainsi que nous nous sommes intéressés à l'entraînement mental. Cette discipline favorise une plasticité positive à l'origine d'un apprentissage moteur, d'une amélioration des performances et/ou des capacités de performance (changements neurophysiologiques). Ceci a été montré chez les sportifs et les musiciens notamment (Eldred-Evans et al., 2013). L'une des disciplines de l'entraînement mental, l'imagerie motrice, a également été largement étudiée auprès des sportifs et des personnes victimes d'AVC (Di Corrado et al., 2020; López et al., 2019). Aussi, une revue de littérature écrite par Nicholson et al. (2019) a montré l'intérêt de l'imagerie motrice pour améliorer l'équilibre et la mobilité de sujets âgés. Ces domaines sont essentiels à leur autonomie. A contrario, l'observation d'actions est une technique plus récente. Cette technique s'appuyant également sur l'entraînement mental est donc moins étudiée et répandue auprès des sujets âgés. C'est pourquoi il apparaît pertinent de s'intéresser aux potentiels apports de cette technique uniquement.

Nous pouvons nous demander si la plasticité positive apportée par l'observation d'actions pourrait permettre de limiter la plasticité négative induite par le vieillissement chez les personnes âgées. Le but serait d'améliorer leurs capacités motrices et leurs performances afin de prévenir l'installation d'une fragilité ou d'une dépendance.

Ainsi, il émerge la question de recherche suivante :

Quels sont les impacts de l'observation d'actions dans l'amélioration des capacités de performance motrice chez la personne âgée ?

## 4. Méthodologie

### 4.1. Hypothèses

- L'observation d'actions permet une amélioration des performances motrices ou des capacités de performance motrice chez les personnes âgées.
- L'observation d'actions couplée à une autre thérapie (imagerie motrice/activité physique) permet une plus forte amélioration des performances motrices ou des capacités de performance motrice que l'utilisation d'une thérapie seule (observation d'actions, activité physique ou imagerie motrice).

### 4.2. Critères PICO

L'objectif de la question de recherche est d'évaluer l'efficacité d'une thérapie (l'observation d'actions) sur une population (les personnes âgées) grâce à un ou plusieurs indicateurs (les performances motrices). Plusieurs types de comparateur peuvent être utilisés (absence de traitement, activité physique, imagerie motrice ou pas de comparateur). La question de recherche est ainsi formulée à partir du modèle PICO. Nous allons expliciter chaque élément grâce au tableau III.

Tableau III : Les termes PICO de la question de recherche

P = Population	I = intervention	C = Comparaison	O = Outcome(s) (indicateur(s))
Les personnes âgées	Observation d'actions	Ø Action réelle (activité physique) Imagerie motrice Absence de TTT	Performances motrices

### 4.3. Type de recherche

Au vu de la question de recherche, plusieurs méthodologies étaient envisagées : la revue systématique de littérature, la scoping review ou encore l'étude expérimentale. L'évaluation d'une pratique n'étant pas l'objectif, la méthodologie de recherche « analyse des pratiques professionnelles » n'a pas été retenue.

Après une première recherche réalisée sur Kinedoc en utilisant les mots-clés « personnes âgées », « observations d'actions » et « performance motrice », nous avons pu observer qu'aucun mémoire n'avait été effectué sur le sujet. A la suite de plusieurs investigations sur les moteurs de recherches scientifiques (PEDro, Pubmed), nous avons pu trouver plusieurs études expérimentales sur le sujet. Cette thématique est ainsi d'actualité. Nous avons ensuite utilisé les termes PICO dans le moteur de recherche Cochrane. Ce-dernier recense notamment les revues systématiques de littérature. Cette recherche n'a mené à aucun résultat : cela signifie que le sujet est innovant puisqu'il n'a pas encore été synthétisé.

Au vu de ces éléments, il apparaissait pertinent de réaliser une revue systématique de littérature ((Nambiena et al., 2021). En effet, nous semblions disposer de suffisamment d'articles pour exclure la scoping review. Aussi, la revue systématique de littérature ayant un niveau de preuve supérieur à l'étude expérimentale, elle devait être privilégiée.

Ainsi, afin de répondre à cette question de recherche, nous avons réalisé une revue systématique de littérature. Elle consiste en la réalisation d'une synthèse méthodique et exhaustive de la littérature en lien avec une problématique ((Hemingway & Brereton, 2009). L'objectif va être d'examiner et de critiquer les affirmations faites par les publications scientifiques, de soulever des problèmes de fiabilité, de synthétiser les connaissances d'une thématique afin d'éclairer la prise de décisions.

#### **4.4. Méthodologie PRISMA**

Selon la méthodologie PRISMA, une revue systématique de littérature doit être composée de 5 parties : Titre, Résumé, Introduction, Méthode, Résultat, Discussion (et financement) (Gedda, 2015).

Cette méthodologie permet d'encadrer la réalisation des revues systématiques notamment (Page, Moher, et al., 2021). En effet, ils proposent une standardisation de ces travaux qui doivent être construits de manière semblable et posséder un langage commun. Une checklist comprenant l'ensemble des données à présenter a été créée à cet effet (Annexe III). Cela permet d'une part aux auteurs de ne pas omettre des données et de présenter toutes les informations en lien avec son travail. D'autre part, cela permet aux lecteurs de facilement se situer au sein des articles et de pouvoir sélectionner plus facilement les données qui les intéressent. Le but final est ainsi de faciliter la prise de décision afin de mettre en place des recommandations.

Nous nous sommes appuyés sur la méthodologie PRISMA pour construire notre travail. Cela nous a permis d'appliquer une rigueur scientifique commune.

## 4.5. Identification et sélection des études

Trois moteurs de recherche ont été utilisés : Pubmed, Cochrane et Science Direct.

Les différents mots-clés ont été créés à partir des critères PICO traduits en anglais (P = elderly, I = action observation, O = motor performance). Nous avons également ajouté les synonymes de ces termes afin d'inclure un maximum d'articles potentiels. Ils sont présentés dans le tableau IV. Les comparateurs n'ont pas été utilisés en mots-clés car ils étaient facultatifs et risquaient de restreindre les résultats. Ainsi, ils ont été uniquement pris en compte dans les critères d'éligibilités.

Tableau IV : Synonymes et traduction des termes PICO

Critère	Terme française	Termes anglais + synonymes
Population	Personnes âgées	Elderly, aged, seniors, geriatrics, frail patients, older adults
Intervention	Observation d'actions	action observation
Comparateur	Non utilisé	X
Outcomes	Performance motrice	Motor performance, motor skill, motor control, motor improvements, postural control, motor learning, motor prediction, locomotion, equilibrium

Ainsi, l'équation suivante a pu être élaborée et a été utilisée dans les moteurs de recherche Pubmed et Cochrane :

((elderly OR aged OR seniors OR geriatrics OR frail patients OR older adults) AND (action observation) AND (motor performance OR motor skill OR motor control OR motor improvements OR postural control OR motor learning OR motor prediction OR locomotion OR equilibrium))

Science Direct ne permettant pas d'inclure plus de 8 mots-clés dans l'équation de recherche, nous avons sélectionné les mots-clés les plus pertinents contenus dans l'équation de recherche précédemment évoquée. Ces-derniers devaient figurer dans le titre. Ainsi, l'équation de recherche utilisée était la suivante :

((elderly OR aged OR older adults) AND (action observation) AND (motor performance OR motor skill OR motor control OR motor learning))

Les deux équations de recherche ont été utilisées leur moteur de recherche respectif (Pubmed, Cochrane et Science Direct). Une sélection sur titre, résumé, âge des participants et lecture intégrale a pu être opérée grâce à un tableau Excel. Pour se faire, un code couleur a été adopté. A chaque étape de sélection, si l'article était vert, cela signifiait que l'article était sélectionné. Au contraire, si l'article était associé à la couleur rouge, cela signifiait qu'il était exclu.

## **4.6. Les critères d'éligibilités des études**

### **4.6.1. Généralités :**

Les études sélectionnées doivent être écrites en Anglais ou Français pour des soucis de compréhension.

Les articles ayant été publiés avant 2003 ne peuvent être inclus car les travaux autour de l'observation d'actions ont débuté à cette date.

Les articles doivent être des études expérimentales.

Les études ne présentant pas de données quantitatives doivent être exclues.

### **4.6.2. Population :**

La population moyenne de chaque étude doit être âgée de plus de 60ans.

### **4.6.3. Intervention :**

Les études doivent s'intéresser à l'effet de l'observation d'actions. D'autres thérapies peuvent être additionnées, cependant, l'unique effet de l'observation d'actions doit pouvoir être isolé.

### **4.6.4. Comparateurs :**

L'observation d'actions peut être comparée à une absence de traitement, à l'imagerie motrice ou à l'activité physique. Ces différents comparateurs peuvent être isolés ou additionnés. Une absence de comparateur est également tolérée.

#### 4.6.5. Indicateurs

Toute recherche ayant pour indicateur une performance motrice ou une capacité de performance motrice (changements neurologiques) quelconque évaluée par un tiers peut être admise dans ce travail.

Les indicateurs nécessitant une auto-évaluation de l'individu n'ont pas été retenus car considérés comme trop subjectifs.

#### 4.7. Analyse des données

L'extraction des données a été entreprise par la création de fiches de lectures (Annexe IV). Ces dernières présentaient les informations essentielles de chaque étude : caractéristiques des participants (nombre, âge, genre, pathologie(s)), caractéristiques de l'intervention (thérapie mise en place, durée, fréquence), les principaux résultats (indicateurs utilisés, temporalité, données brutes), les limites de l'étude.

L'analyse des données a été réalisée grâce à un tableau Excel. Les données brutes de chaque étude ont été converties en pourcentage d'amélioration/de régression moyen (Moyenne (F)). Ce calcul a été effectué pour chaque indicateur au sein de l'étude évaluant les performances motrices des sujets. Pour cela, nous avons utilisé la formule suivante :

$$\frac{\text{Moyenne (I)} - \text{Moyenne (C)}}{\text{Moyenne (C)}} \times 100$$

où I = Groupe d'intervention  
C = Groupe contrôle

Nous avons ensuite calculé le standard déviation (SD) de ce pourcentage d'amélioration/de régression moyen à partir des standards déviations des groupes/données d'intervention et contrôle. La formule utilisée était celle-ci :

$$\sqrt{\frac{(N(I) - 1) \times SD(I)^2 + (N(C) - 1) \times SD(C)^2}{N(I) + N(C) - 2}}$$

où N(I) = taille d'échantillon groupe d'intervention  
N(C) = taille d'échantillon groupe contrôle  
SD(I) = Standard déviation groupe d'intervention  
SD (C) = Standard déviation groupe contrôle

Cela nous a permis par la suite de calculer l'intervalle de confiance à 95 % du pourcentage d'amélioration/de régression moyen de chaque indicateur des études à l'aide de cette formule :

$$\text{Moyenne (F)} \pm 1.96 \times \frac{SD}{\sqrt{N}}$$

où Moyenne (F) = Pourcentage d'amélioration moyen

SD = Standard déviation

N = Taille d'échantillon

La taille d'échantillon N comprend à la fois les sujets du groupe d'intervention ainsi que les sujets du groupe contrôle ( $N = N(I) + N(C)$ ).

Par la suite, nous avons calculé le pourcentage d'amélioration moyen total (Moyenne (T)) à partir du pourcentage d'amélioration moyen par indicateur de chaque étude. Pour cela, la formule suivante a été utilisée :

$$\frac{\text{Moyenne (F)}_{i1} + \text{Moyenne (F)}_{i2} + \dots + \text{Moyenne (F)}_{ix}}{N(it)}$$

où Moyenne (F)<sub>i1</sub> = Pourcentage d'amélioration moyenne de l'indicateur n°1

Moyenne (F)<sub>i2</sub> = Pourcentage d'amélioration moyen de l'indicateur n°2

Moyenne(F)<sub>ix</sub> = Pourcentage d'amélioration moyen de l'indicateur x

N(it) = Nombre total d'indicateur

Cette opération a été effectuée de façon globale en prenant en compte l'ensemble des populations. Nous avons ensuite regroupé uniquement les données des études ayant les mêmes populations, ce qui nous a permis de trouver le pourcentage moyen total d'amélioration par pathologies.

En suivant, nous avons calculé le standard déviation du pourcentage d'amélioration total (SD(T)) à partir des pourcentages d'amélioration moyen pour chaque indicateur de façon générale puis par pathologie grâce à cette formule :

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N(it)} | \text{Moyenne (F)ix} - \text{Moyenne (T)} |^2}{N(it)}}$$

Où N(it) = Nombre total d'indicateur

Moyenne(F)ix = Pourcentage d'amélioration moyen de l'indicateur x

Moyenne (T) = Pourcentage d'amélioration moyen total

Nous avons ensuite calculé l'intervalle de confiance total à 95 % du pourcentage d'amélioration total (Moyenne (T)) de façon générale ou en fonction des pathologies en réutilisant une formule précédemment explicitée :

$$\text{Moyenne (T)} \pm 1.96 \times \frac{\text{SD(T)}}{\sqrt{N(T)}}$$

Où Moyenne (T) = Pourcentage d'amélioration moyen total

SD (T) = standard déviation du pourcentage d'amélioration total

N(T) = Taille d'échantillon totale

Nous avons été vigilants à la signification de la variation des indicateurs (par exemple, une amélioration du score dans le TUG se traduit par une diminution de celui-ci. A contrario, une amélioration dans le score de Tinetti se traduit par une augmentation de celui-ci). Afin d'harmoniser les données, une multiplication par -1 a donc pu être opérée afin de conserver un langage commun. Par soucis de compréhension, ces données ont été représentées par un Forest plot.

La présentation des résultats a été réalisée en trois temps :

- Impacts de l'observation d'actions isolée sur les performances motrices ou les capacités de performance motrice des personnes âgées.

- Impacts de l'observation d'actions additionnée à d'autres thérapies (imagerie motrice et/ou activité physique) sur les performances motrices ou les capacités de performance motrice des personnes âgées.

- Impacts de l'observation d'actions comparée à d'autres thérapies (imagerie motrice et/ou activité physique) sur les performances motrices ou les capacités de performance motrice des personnes âgées.

Le niveau de preuve attribué pour chaque étude est basé sur les recommandations de la HAS (2013) (Annexe V).

Le niveau de preuve des études a été vérifié par calcul du  $d$  de Cohen (Diener, 2010). Concernant les essais contrôlés randomisés, les études présentant un  $d$  de Cohen supérieur à 0,8 ont été reconnues de niveau 1 (grand effet). Au contraire, les études présentant un  $d$  de Cohen inférieur à 0,8 ont été reconnues de niveau 2. Concernant les essais contrôlés non randomisés, les études présentant un  $d$  de Cohen supérieur à 0,5 ont été reconnues de niveau 2 (effet modéré). Au contraire, les études présentant un  $d$  de Cohen inférieur à 0,5 ont été reconnues de niveau 4.

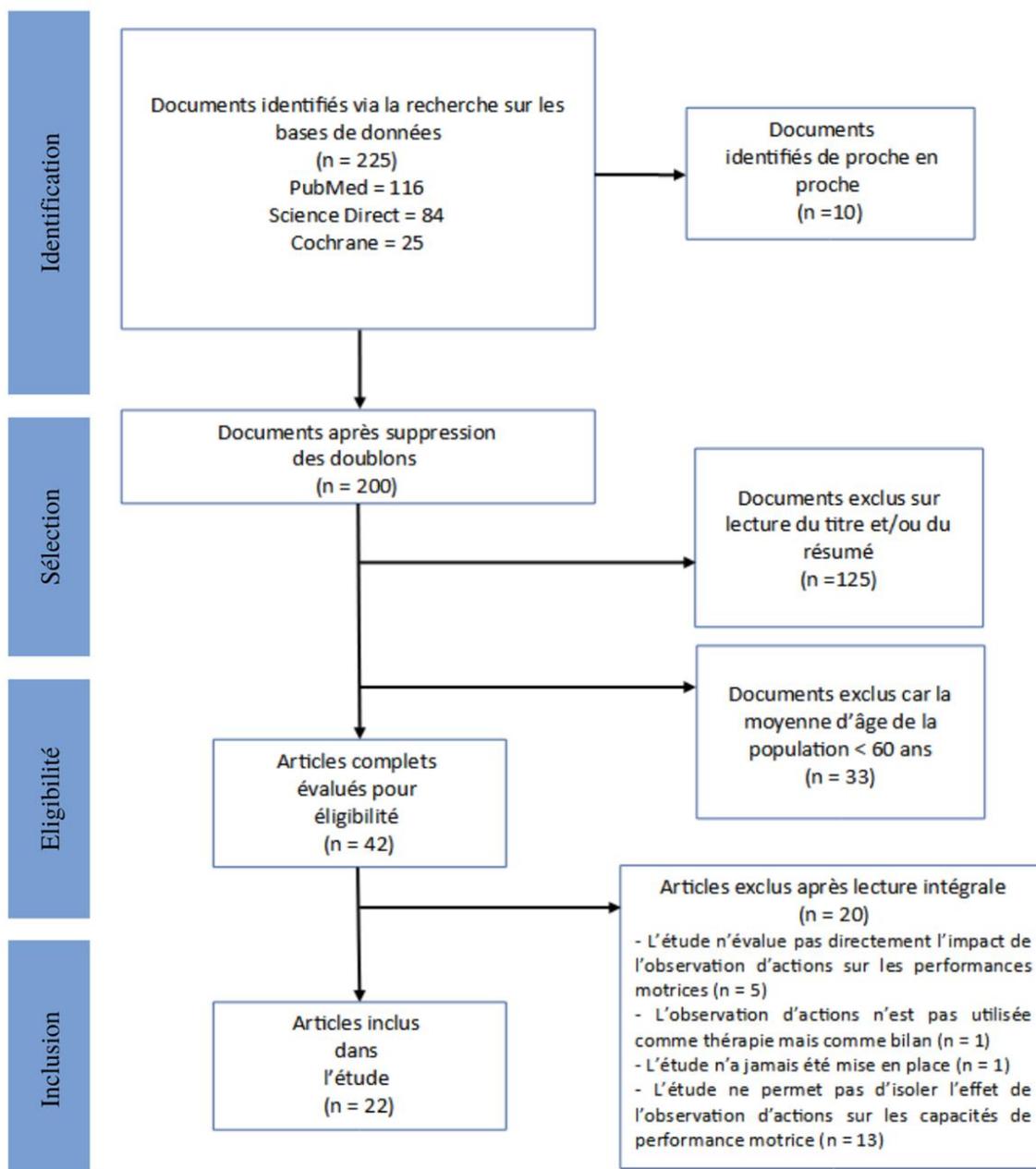
L'analyse de la qualité des études a été réalisée à partir de l'échelle PEDro pour les essais contrôlés randomisés (Echelle PEDro - Français, 2010) (Annexe VI). Concernant les essais contrôlés non randomisés et les essais ouverts, l'échelle MINORS a été utilisée (Annexe VII) (Slim et al., 2003).

L'analyse des biais a été présentée en annexe VIII. Au vu de l'orientation des soins basés sur les preuves, il apparaît nécessaire d'identifier les biais et limites des travaux (Millett, 2011). En effet, afin d'avoir un point de vue objectif sur l'efficacité d'un traitement, il est essentiel d'analyser la qualité méthodologique des articles sélectionnés. Cela nous permet de savoir si nous pouvons accorder du crédit aux résultats avancés ou s'il faut les interpréter avec précaution.

## 5. Résultat

### 5.1. Sélection des études

Au départ, un total de 235 études a été référencées à partir de l'équation de recherche et par une sélection de proche en proche. Après élimination des doublons, 200 études ont été retenues. Une sélection sur titre et sur résumé ainsi qu'une exclusion des études dont la population moyenne était inférieure à 60 ans nous a permis de réduire le nombre d'articles potentiels à 42. Après sélection par lecture intégrale, 22 articles ont été inclus dans cette revue systématique de littérature. La sélection des articles a été résumée à l'aide d'un diagramme de flux (fig. 10).



**Figure 10 :** Diagramme de flux.

## 5.2. Caractéristiques des études

Les caractéristiques des études sont présentées dans l'annexe IX.

### 5.2.1. Qualité des études

Parmi les études sélectionnées, 13 sont des essais contrôlés randomisés. Le score moyen obtenu à partir de l'échelle PEDro était de 5,77/10 (Echelle PEDro - Français, 2010).

Nous avons également inclus six études contrôlées non randomisées. Sur l'échelle MINORS, leur score moyen était de 18,67/24 (Slim et al., 2003).

Enfin, trois études ouvertes ont été inclus. Sur l'échelle MINORS, leur score moyen était de 13,67/16 (Slim et al., 2003).

La notation de chaque étude est à retrouver dans l'annexe X.

### 5.2.2. Niveau des études

Le tableau ci-dessous résume le nombre d'articles par niveau d'étude (Tableau V). Le niveau de chaque étude est à retrouver dans l'annexe IX. En moyenne, le niveau d'étude était de 2,36/4.

Tableau V : Niveau des études

Niveau d'étude	Nombre d'études concernées
1	4
2	12
3	0
4	6

### 5.2.3. Grades de recommandations

Les grades de recommandations sont définis en fonction du niveau de preuve des études (HAS, 2013). En se basant sur le niveau de preuve et les recommandations de la HAS (Annexe V), nous avons quatre études de grade A (preuve scientifique établie), 12 études de grade B (présomption scientifique) et six études de grade C (faible niveau de preuve scientifique).

#### 5.2.4. Population

Les 22 études ont été conduites entre 2005 et 2022 et ont impliqué un total de 666 personnes âgées. La moyenne d'âge minimale était de 61 ans et la moyenne d'âge maximale était de 81,10 ans. La moyenne d'âge totale était de 68,86 ans. Le genre masculin représentait 47,5 % de la population tandis que le genre féminin représentait 52,5 % de la population. Les sujets étudiés pouvaient être à priori sans pathologies ou sélectionnés pour celle-ci. Les pathologies dont pouvaient potentiellement être atteints les sujets et le nombre d'études concernées sont à retrouver dans le tableau VI.

Tableau VI : Population des études

Pathologies	Nombre d'études concernées
Sujets à priori sains	7
Parkinson	6
Parkinson + absence de pathologie	3
Post accident vasculaire cérébral (AVC)	3
Post chirurgie orthopédique	2
Trouble cognitif léger	1

Les sujets sans pathologies explicitées ont été reconnus à priori sains. Cependant, rien ne peut nous confirmer avec certitude qu'ils n'ont aucune pathologie.

La section « Parkinson + absence de pathologie » signifie que l'étude est composée de deux groupes distincts : un groupe composé de sujets sélectionnés pour leur maladie de Parkinson et un groupe dont les sujets sont à priori sains.

#### 5.2.5. Intervention

Tous les articles ont étudié l'observation d'actions. Les protocoles les plus courts ont été menés sur une même journée (30 minutes au minimum). Le protocole le plus long a été étalé sur 12 semaines. En moyenne, les protocoles ont duré 26,2 jours. Les études réparties sur plusieurs semaines (au nombre de 15) ont montré une fréquence de séances comprise entre deux et sept fois par semaine. En moyenne, la fréquence des séances était de quatre fois par semaine.

### 5.2.6. Comparaison

L'observation d'actions pouvait être associée à une ou plusieurs thérapies (activité physique, imagerie motrice). L'observation d'actions pouvait également être comparée à une absence de traitement, ainsi qu'à une ou plusieurs thérapies (activité physique, imagerie motrice). Le comparateur pouvait également être absent. Le tableau VII résume les comparateurs et le nombre d'études concernées.

Tableau VII : Présentation des comparateurs des études

Thérapie VS comparateur		Nombre d'études concernées	Études + Pathologies associées
<b>Obs.act. + Act.phy. VS Act.phy</b>		<b>8</b>	- 2 études + <b>AVC</b> - 2 études + <b>parkinsoniens</b> - 2 études + <b>post chirurgie orthopédique</b> - 1 étude + <b>troubles cognitifs</b> - 1 étude + <b>sujets à priori sains</b>
Obs.act. VS Act.phy.	<b>Obs.act. VS Act.phy VS Absence TTT</b>	<b>1</b>	- 1 étude + <b>sujets à priori sains</b>
	<b>Obs.Act VS Act.phy</b>	<b>1</b>	- <b>1</b> étude + <b>sujets Parkinsoniens</b>
	<b>Obs.act VS Act.phy VS Obs.act + Act .phy</b>	<b>1</b>	- 1 étude + <b>sujets à priori sains</b>
Obs.act.	<b>Obs.act. VS Absence de TTT</b>	<b>5</b>	- 2 études + <b>parkinsoniens</b> - 1 études + <b>sujets à priori sains</b> - 1 étude + <b>AVC</b> - 1 étude + <b>sujets à priori sains + parkinsoniens</b>
	<b>Pas de comparateur</b>	<b>2</b>	- 1 étude + <b>sujets à priori sains</b> - 1 étude + <b>sujets parkinsoniens</b>
	<b>Obs.act. VS Ima.mot. VS Obs.act. + Ima.mot.</b>	<b>2</b>	- 2 études + <b>sujets à priori sains</b>
<b>Obs.act. VS Ima.mot VS Obs.act. + Act.phy. VS Absence de TTT</b>		<b>2</b>	- 2 études + <b>sujets à priori sains + parkinsoniens</b>

La signification des abréviations est à retrouver dans le glossaire des abréviations.

### **5.2.7. Indicateurs**

De nombreux indicateurs ont été utilisés par les différentes études. Ceux-ci sont indiqués dans l'annexe IX. Par soucis d'interprétation, les données de chaque indicateur ont été traitées afin de présenter un pourcentage d'amélioration ou de régression.

17 études ont choisi des indicateurs permettant d'évaluer les performances motrices tandis que six études ont sélectionné des indicateurs évaluant les capacités de performance motrice. En effet, ces dernières se sont appuyées sur les changements neuronaux induits par l'observation d'actions. Ainsi, une étude a évalué à la fois les performances motrices ainsi que les capacités de performance motrice.

#### Parmi les 17 études évaluant les performances motrices :

- Sept articles ont cherché à évaluer l'équilibre et le risque de chute (BBS, TUG et Tinetti),
- Sept articles ont cherché à évaluer la marche (vitesse et cadence de marche, longueur de pas, 10 M-WT, double tâche)
- Un article a cherché à évaluer la capacité à se lever d'une chaise
- Un article a évalué la force musculaire du membre inférieur
- Un article a évalué le nombre de freezing des patients dans diverses activités nécessitant la marche
- Cinq articles ont évalué la fonctionnalité de la main (BBT, NHPD, tests basés sur des épreuves de toucher, force musculaire du poignet)
- Quatre articles ont utilisé des indicateurs plus globaux (FM score, FIM score, fonction motrice, score de danse, FMA))

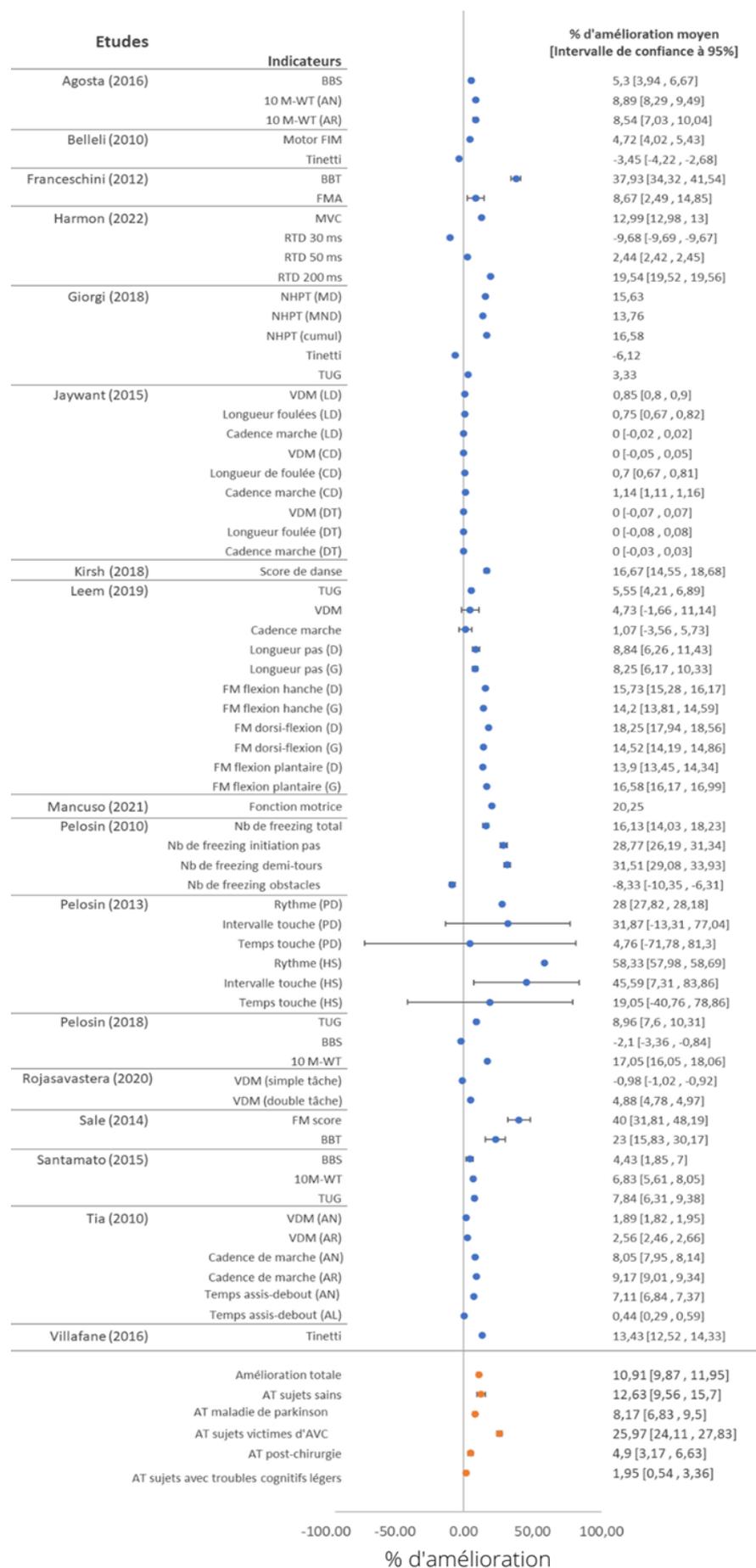
#### Parmi les six études évaluant les capacités de performances motrices :

- Cinq études ont utilisé le potentiel moteur évoqué comme indicateur
- Une étude a été exploitée pour son travail autour de l'activité cérébrale, du tronc cérébral.

## **5.3. Impacts de l'observation d'actions**

### **5.3.1. Impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices**

Un total de 17 études a été sélectionné pour analyser les impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices des personnes âgées. Ainsi, 586 patients ont été inclus. En moyenne, une amélioration de 10,91 % [9,87 ; 11,95] a été relevée pour l'ensemble de la population. Pour les patients à priori sains, cette amélioration était de 12,63 % [9,56 ; 15,70]. Pour les patients atteints par la maladie de Parkinson, une amélioration moyenne de 8,17 % [6,83 ; 9,50] a été notée. Chez les patients victimes d'AVC, leurs performances motrices ont été en moyenne améliorées de 25,97 % [24,11 ; 27,83]. La prise en charge de patients en post-chirurgie a relevé une amélioration des performances motrices en moyenne égale à 4,9 % [3,17 ; 6,64]. Enfin, chez les sujets ayant des troubles cognitifs légers, une amélioration de 1,95 % [0,54 ; 3,36] a été notée. L'ensemble des résultats est à retrouver dans la figure 11.



**Figure 11 :** Impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices

La signification des abréviations est à retrouver dans le glossaire des abréviations.

Les calculs réalisés ont été expliqués dans la partie « Analyse des données ».

Les études sont présentées dans la colonne la plus à gauche (Etudes) et sont classées par ordre alphabétiques en se basant sur les auteurs. La date de publication est accolée.

Les indicateurs utilisés dans les études sont à retrouver dans la colonne intitulée « Indicateurs ».

Les barres horizontales noires symbolisent les intervalles de confiance à 95 %.

Les pourcentages d'amélioration moyens des études en fonction de l'indicateur utilisé sont symbolisés par les ronds bleus. Ils ont été déduits en utilisant les données de chaque étude. Concernant les études ayant un groupe contrôle adéquat, les calculs des pourcentages d'amélioration se sont basés sur les résultats finaux des deux groupes. Au contraire, pour les études considérées comme ouvertes, les calculs se sont basés sur la différence des résultats finaux et initiaux.

Les pourcentages d'amélioration totaux en fonction des pathologies des sujets sont symbolisés par les ronds de couleur orange. L'amélioration totale (rond orange supérieur) a été calculée en faisant la moyenne d'amélioration de tous les indicateurs. Les résultats totaux par pathologies (autres ronds orange) ont ainsi été calculés en faisant la moyenne d'amélioration de tous les indicateurs concernés par la pathologie étudiée. Les résultats totaux présentés sont donc d'abord généraux puis classés par catégories de patients (sains, parkinsoniens, AVC, post-chirurgie et troubles cognitifs).

Si les ronds se situent à droite de la ligne verticale (symbolisant 0 % d'amélioration), alors cela signifie que l'Obs.Act a permis une amélioration des performances motrices. Au contraire, si les ronds se situent à gauche de la ligne verticale, cela signifie que l'Obs.Act a engendré une régression des performances motrices. Dans le cas présent, les résultats sont présentés à l'aide d'une échelle comprise entre - 50 % et 100 % par soucis de lisibilité.

Les différents pourcentages d'amélioration ainsi que leurs intervalles de confiance sont également présentés sous forme chiffrée (Colonne de droite : % d'amélioration moyen [Intervalle de confiance à 95%]). Certains intervalles de confiance n'ont pu être calculés (Giorgi et al., 2018; Mancuso et al., 2021) car les études ne présentaient pas les données nécessaires (résultats basés sur les médianes et ne donnant pas les écart-types).

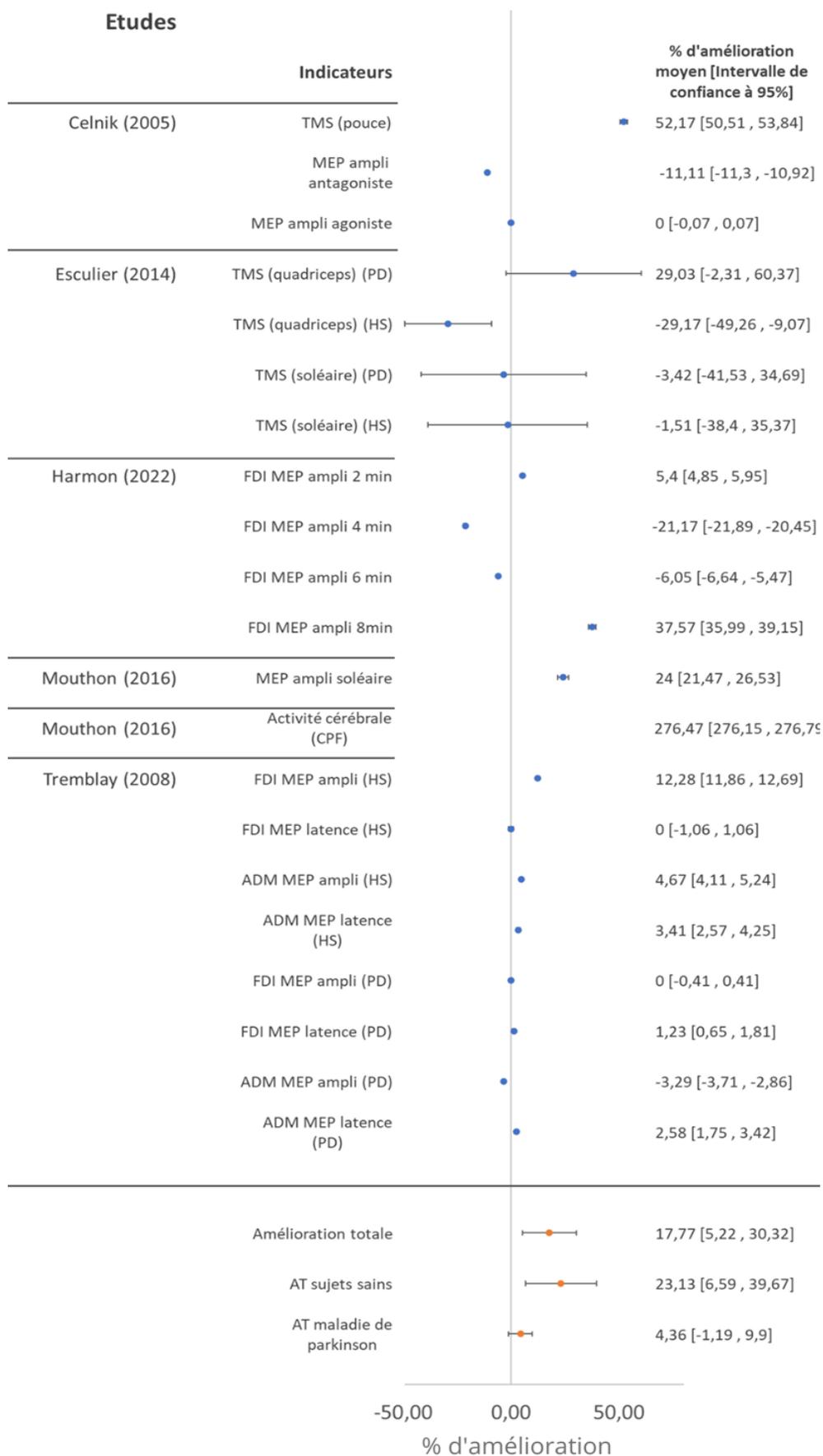
### 5.3.2. Impacts de l'observation d'actions sur les capacités de performance motrice

Un total de six études a été pris en compte pour analyser les impacts de l'observation d'actions sur les capacités de performances motrices des personnes âgées. Ainsi, 94 patients ont été inclus. En moyenne, une amélioration de 17,77 % [5,22 ; 30,32] a été relevée pour l'ensemble de la population. Pour les patients à priori sains, cette amélioration était de 23,13% [6,59 ; 39,67]. Pour les patients atteints par la maladie de Parkinson, une amélioration moyenne de 4,36 % [-1,19 ; 9,9] a été notée. L'ensemble des résultats est à retrouver dans la figure 12.

Le tableau VIII présente les résultats qualitatifs rapportés par les études.

Tableau VIII : présentation des résultats qualitatifs des études sur les capacités de performance motrice

Etudes	( Mouthon et al., 2018)
Résultats	- Activation aire motrice supplémentaire et du cervelet supérieure lors de l'Obs.Act en comparaison à aucune activité - Activation aire motrice supplémentaire supérieure et du cervelet lors de l'Obs,Act supérieure chez les personnes âgées en comparaison avec les jeunes adultes



**Figure 12 :** Impacts de l'observation d'actions sur les capacités de performances motrices.

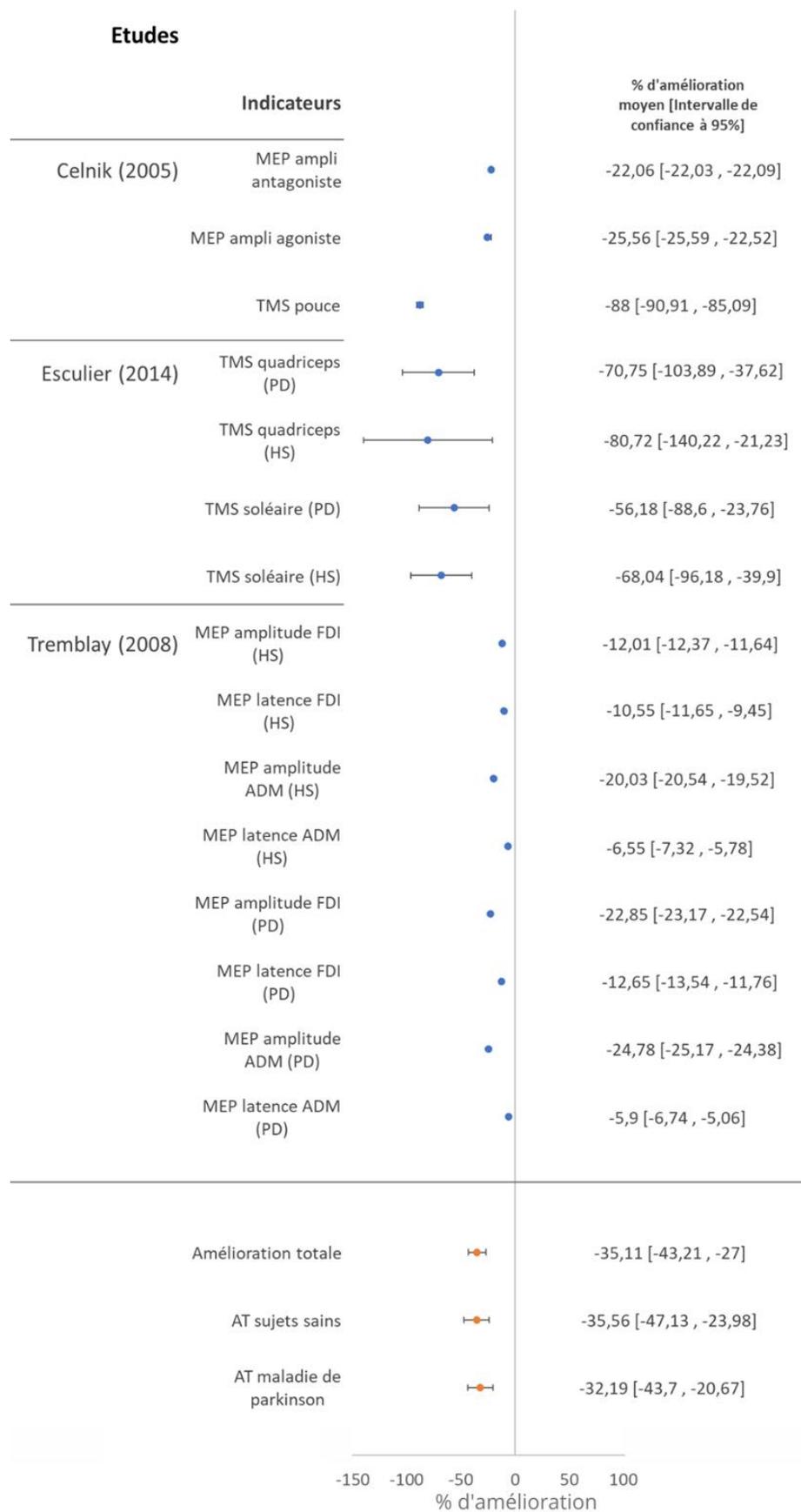
La méthodologie utilisée est identique à celle présentée lors de la figure 11.

## **5.4. Impacts de l'observation d'actions couplée à d'autres thérapies**

### **5.4.1. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'observation d'actions + l'activité physique sur les performances motrices**

Un total de trois études a été pris en compte pour analyser l'amélioration des performances motrices par l'observation d'actions en comparaison à l'observation d'actions additionnée à l'activité physique. Ainsi, 49 patients ont été inclus. En moyenne, pour l'ensemble des sujets, l'observation d'actions seule était 35,11 % moins efficace [-43,21 ; -27,0] sur les performances motrices ou capacités de performances motrices que l'observation d'actions additionnée à l'activité physique. Chez les patients à priori sains, cette baisse des résultats était en moyenne de 29,73 % [-39,72 ; -19,75]. Enfin, chez les patients atteints par la maladie de Parkinson, cette baisse était en moyenne de 32,19 % [-43,7 ; -20,67]. L'ensemble des résultats est à retrouver dans la figure 13.

La méthodologie utilisée est identique à celle présentée lors de la figure 11. Seule différence, le calcul du pourcentage moyen d'amélioration a été fait en comparant la variation des résultats pré et post intervention des deux groupes.

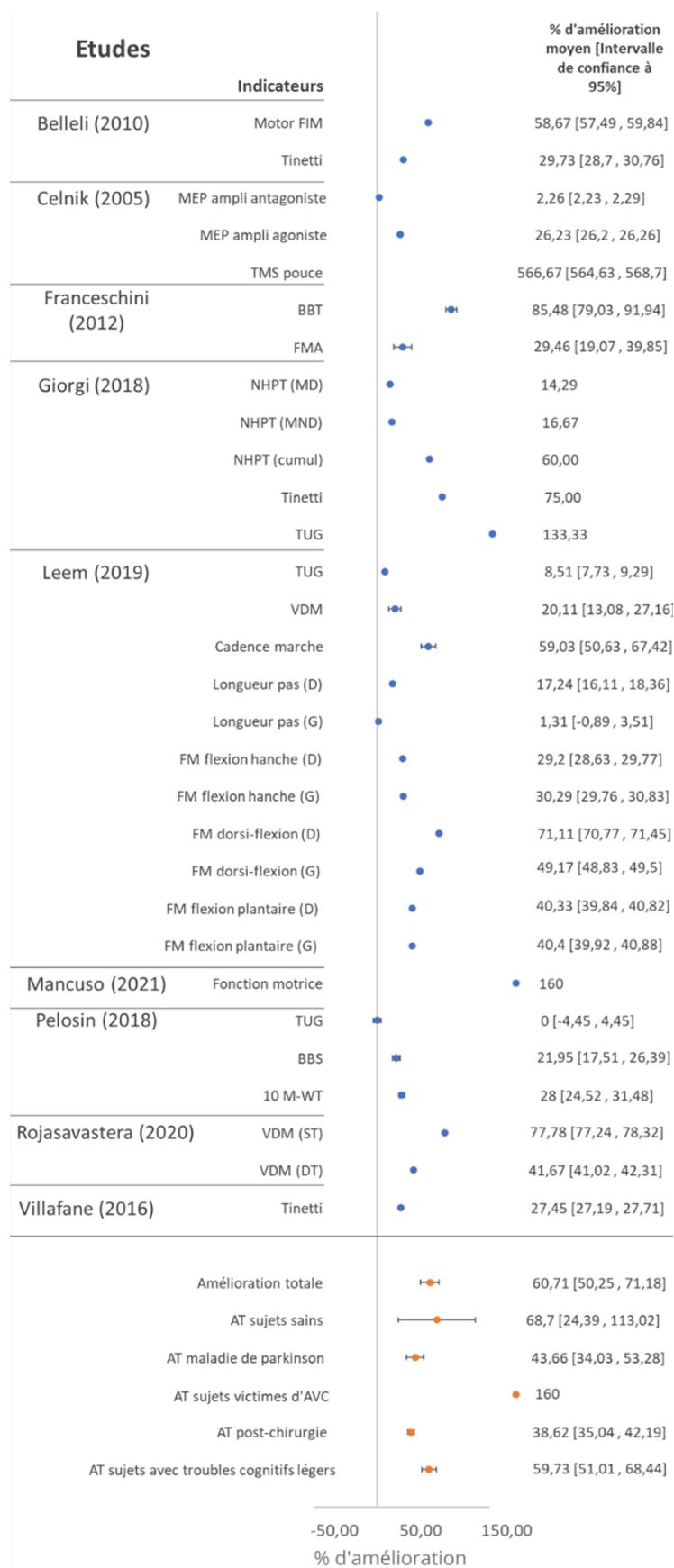


**Figure 13 :** Impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices ou les capacités de performances motrices en comparaison à l'observation d'actions additionnées à l'activité physique.

#### **5.4.2. Comparaison des impacts de l'activité physique VS l'observation d'actions + l'activité physique sur les performances motrices**

Un total de neuf études a été pris en compte pour analyser l'amélioration des performances motrices par l'activité physique en comparaison à l'observation d'actions additionnée à l'activité physique. Ainsi, 367 patients ont été inclus. En moyenne, pour l'ensemble des sujets, l'observation d'actions couplée à l'activité physique était 60,71% [50,25 ; 71,18] plus efficace sur les performances motrices ou capacités de performances motrices que l'activité physique seule. Chez les patients à priori sains, cette augmentation des résultats était en moyenne de 68,7 % [24,39 ; 113,02]. Chez les patients atteints par la maladie de Parkinson, cette amélioration était en moyenne de 43,66 % [34,03 ; 53,28]. Pour les patients victimes d'un AVC, il a été relevé une amélioration de 160 %. Cependant, un seul indicateur a été pris en compte pour cette population. Enfin, chez les patients en post-chirurgie, une amélioration de 38,62 % [35,04 ; 42,19] a été notée, tandis que chez les sujets ayant des troubles cognitifs, elle était de 59,73 % [51,01 ; 68,44]. L'ensemble des résultats est à retrouver dans la figure 14.

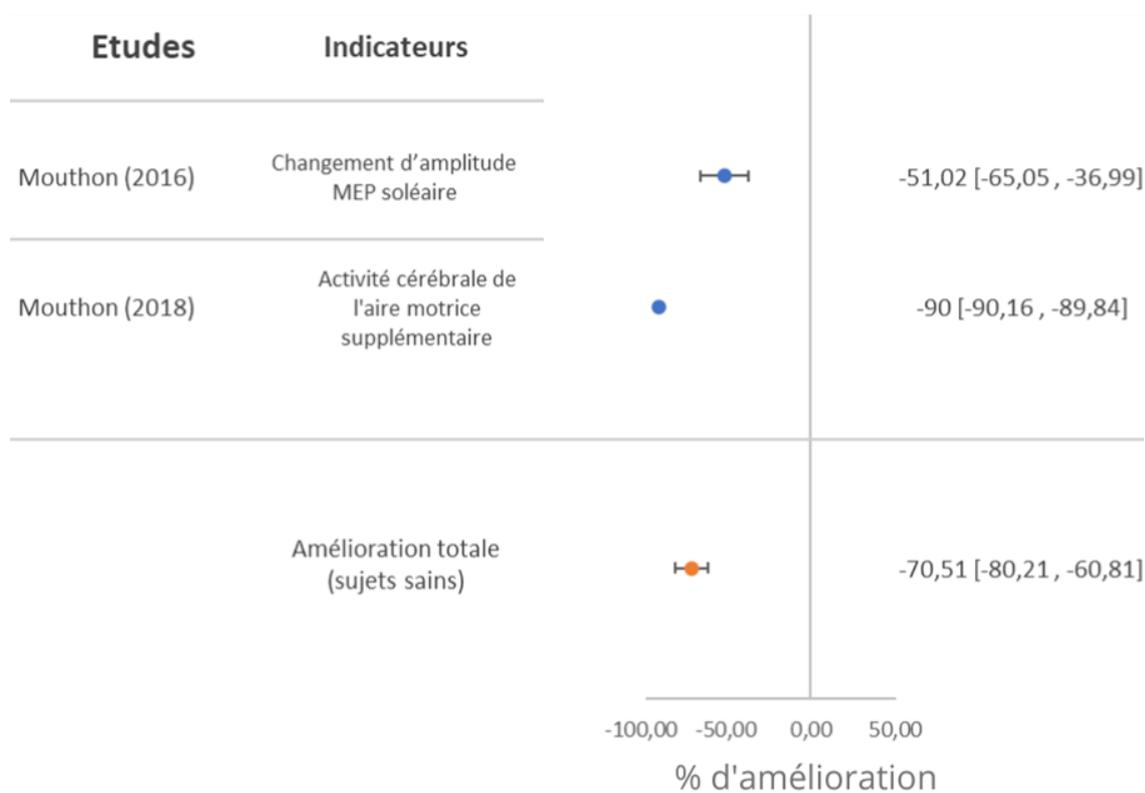
La méthodologie utilisée est identique à celle présentée lors de la figure 11. Seule différence, le calcul du pourcentage moyen d'amélioration a été fait en comparant la variation des résultats pré et post intervention des deux groupes. Certains intervalles de confiance n'ont pu être calculés (Giorgi et al., 2018; Mancuso et al., 2021) car les études ne présentaient pas les données nécessaires (résultats basés sur les médianes et ne donnant pas les écart-types).



**Figure 14 :** Impacts de l'observation d'actions couplée à l'activité physique sur les performances motrices ou les capacités de performances motrices en comparaison à l'activité physique seule.

### 5.4.3. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'observation d'actions + l'imagerie motrice sur les performances motrices

Un total de deux études a été pris en compte pour analyser l'amélioration des performances motrices par l'observation d'actions en comparaison à l'observation d'actions additionnée à l'imagerie motrice. Ainsi, 31 patients ont été inclus. En moyenne, pour l'ensemble des sujets (tous sains), l'observation d'actions seule était 70,51 % moins efficace [-80,21 ; -60,81] sur les performances motrices ou capacités de performances motrices que l'observation d'actions et l'imagerie motrice additionnées. L'ensemble des résultats est à retrouver dans la figure 15.



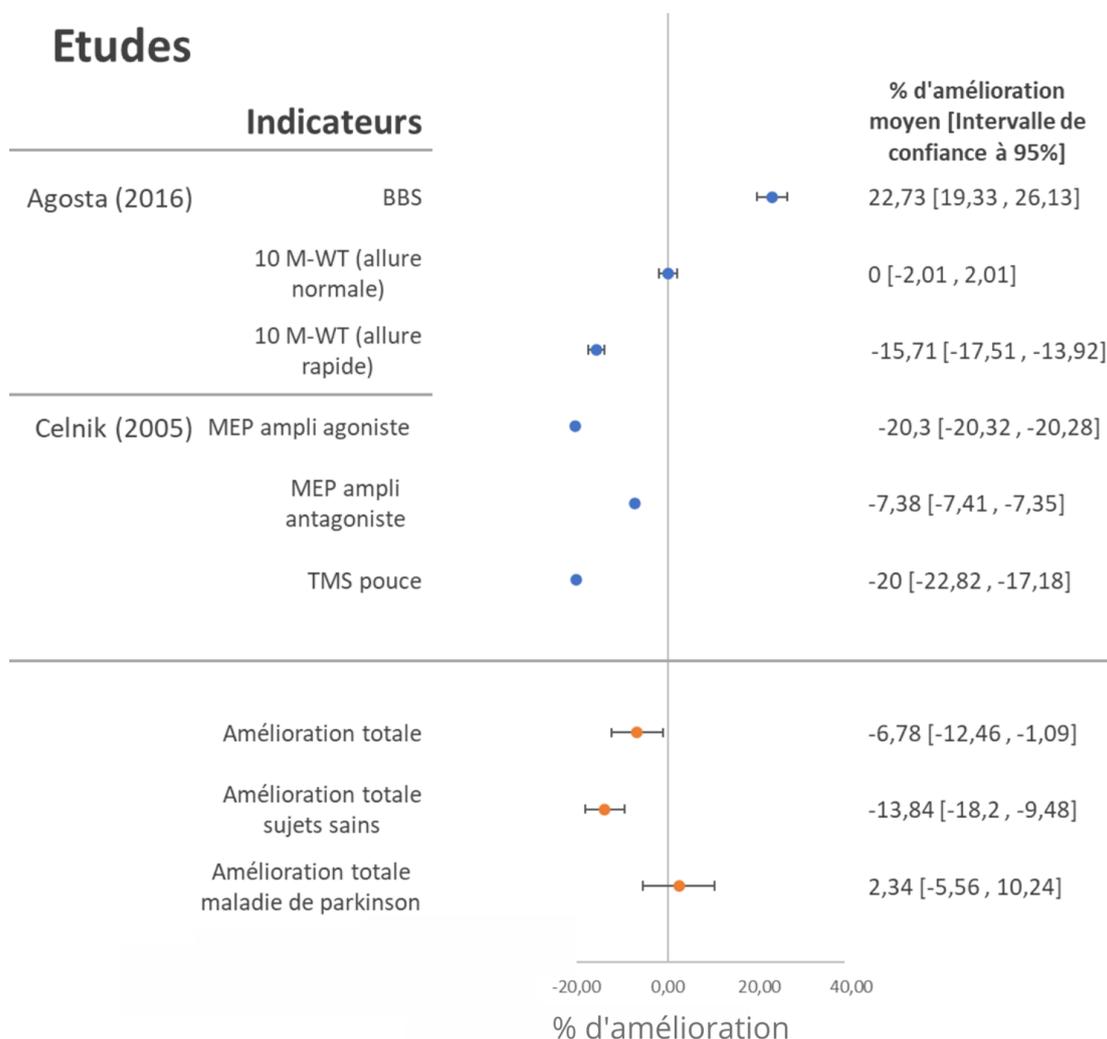
**Figure 15 :** Impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices ou les capacités de performances motrices en comparaison à l'observation d'actions additionnées à l'imagerie motrice.

La méthodologie utilisée est identique à celle présentée lors de la figure 11.

## 5.5. Impacts de l'observation d'actions en comparaison à d'autres thérapies

### 5.5.1. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'activité physique sur les performances motrices

Deux études ont été prises en compte pour analyser l'amélioration des performances motrices par l'observation d'actions en comparaison à l'activité physique. Ainsi, 34 patients ont été inclus. En moyenne, pour l'ensemble des sujets, l'observation d'actions était 6,78% [-12,46 ; -1,09] moins efficace sur les performances motrices ou capacités de performances motrices que l'activité physique. Chez les patients à priori sains, cette baisse des résultats était en moyenne de 13,84 % [-18,20 ; -9,48]. A contrario, chez les patients atteints par la maladie de Parkinson, une amélioration en faveur de l'observation d'actions a été notée, en moyenne égale à 2,34 % [-5,56 ; 10,24].

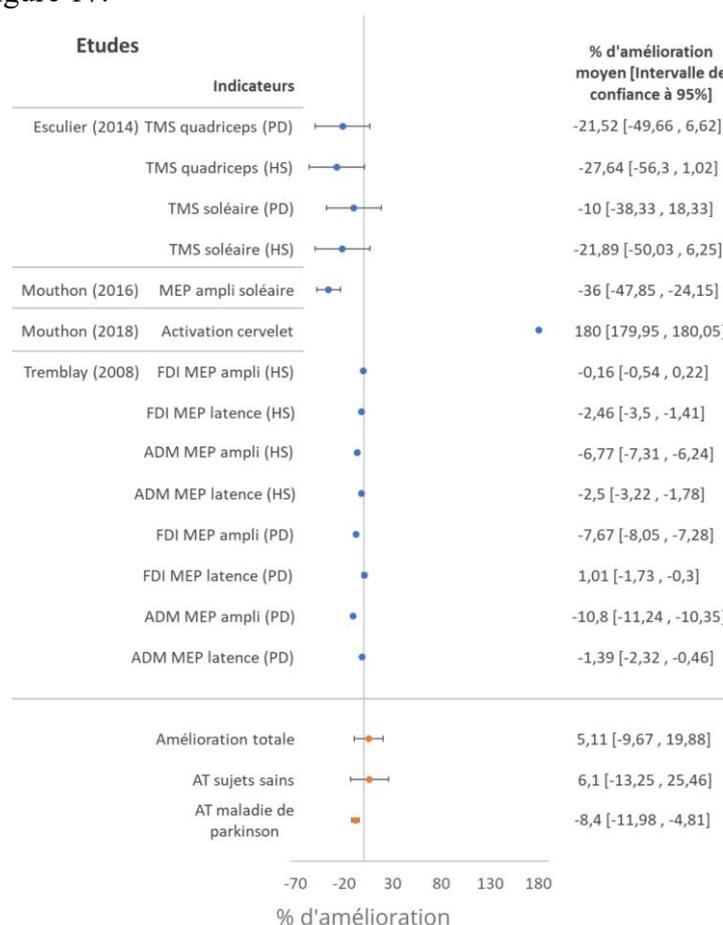


**Figure 16 :** Impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices ou les capacités de performances motrices en comparaison à l'activité physique.

La méthodologie utilisée est identique à celle présentée lors de la figure 11.

## 5.5.2. Comparaison des impacts de l'observation d'actions VS l'imagerie motrice sur les performances motrices

Un total de quatre études a été pris en compte pour analyser les différences d'amélioration des performances motrices par l'observation d'actions ou l'activité physique. Ainsi, 69 patients ont été inclus. En moyenne, pour l'ensemble des sujets, l'observation d'actions était 5,11% plus efficace [0,78 ; 9,43] sur les performances motrices ou capacités de performances motrices que l'imagerie motrice. Chez les patients à priori sains, cette amélioration des résultats était en moyenne de 6,10 % [-11,42 ; 22,63]. Enfin, chez les patients atteints par la maladie de Parkinson, l'imagerie motrice est 8,4 % [-11,98 ; -4,81] plus efficace que l'observation d'actions. L'étude de Mouton (2018) étudie l'activité au niveau du cervelet uniquement. Or les autres études se sont basées sur les changements neurophysiologiques (de la commande jusqu'au muscle). En se basant sur ces derniers, nous remarquons que l'imagerie motrice est 14,33 % plus efficace que l'observation d'actions pour induire des changements neurophysiologiques. L'ensemble des résultats est à retrouver dans la figure 17.



**Figure 17 :** Impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices ou les capacités de performances motrices en comparaison à l'imagerie motrice.

La méthodologie utilisée est identique à celle présentée lors de la figure 11.

## 6. Discussion

L'autonomie d'un sujet est guidée par sa capacité à interagir de façon adaptée avec son environnement. Cela nécessite en particulier un contrôle moteur fin et diversifié, ayant pour but de conduire à une performance motrice optimale. L'efficacité des différents systèmes contribuant au contrôle moteur est diminuée avec l'âge du fait du vieillissement (HAS, 2019). Cependant, un phénomène de plasticité positive est toujours possible et passe par l'apprentissage (Ren et al., 2013). L'enjeu d'une rééducation est ainsi de limiter voire d'inverser le phénomène précédemment évoqué en développant les capacités de plasticité positive des personnes âgées. En ce sens, nous avons choisi d'étudier le potentiel effet de l'observation d'actions. Cette technique se sert des neurones miroirs afin d'induire cette plasticité positive (Borges et al., 2018). En effet, lorsque nous observons une action, ils nous permettent d'activer les mêmes zones cérébrales que lors de l'exécution réelle de la tâche (Couillandre, 2015). Comme nous avons pu l'évoquer, ceci a été plus amplement étudié chez les sportifs (Francisco et al., 2022; Karlinsky et al., 2017).

L'objectif de ce travail était donc d'évaluer les impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices ou les capacités de performance motrice des sujets âgés. L'enjeu était d'expertiser les différents impacts de cette technique d'intervention afin d'explorer ses potentialités de pratique dans la prise en charge en rééducation par le MK.

Pour se faire, une revue systématique de littérature a été conduite. Au cours de celle-ci, nous avons pu recenser 22 études. D'un point de vue méthodologique, l'hétérogénéité des caractéristiques de chacune d'entre elles (populations différentes, protocoles différents, outcomes différents, combinaisons d'interventions différentes...) nous a conduit à investiguer les données de chacune séparément d'abord. Nous avons ainsi calculé un pourcentage d'amélioration moyen induit par l'observation d'actions et chacune des autres techniques ou combinaison de techniques mises en œuvre. Cette méthode nous a donc permis une homogénéisation d'unité afin de pouvoir évaluer dans un second temps de manière plus transversale les différents effets de l'observation d'actions. A la lumière de ce travail, nous pouvons dresser un bilan de ces analyses et synthétiser les effets soulignés en discutant chacun d'entre eux au regard de la littérature neurophysiologique tout d'abord, puis des perspectives professionnelles pour le MK.

De manière générale et quelles que soient les populations étudiées, nos résultats démontrent clairement que :

- La pratique de l'observation d'actions permet une amélioration significative des habiletés et performances motrices comparativement à une absence de traitement (fig. 11 et fig. 12).

- En utilisation isolée dans des durées de pratiques comparables (observation d'actions seule, versus imagerie motrice seule, versus activité physique seule), les gains obtenus en observation d'actions sont significativement moins importants que ceux obtenus lors de la pratique de l'imagerie motrice, et significativement moins important que ceux obtenus lors de la pratique de mouvements réels (fig. 16 et fig. 17). Notons cependant ici deux exceptions. D'une part, nous reportons des gains obtenus en observation d'actions plus efficace que l'activité physique réelle de 22,73 %, lors de la réalisation du BBS (Agosta et al., 2017) (fig. 16). D'autre part, nous relevons une activation du cervelet plus importante lors de l'observation d'actions comparée à l'imagerie motrice (Mouthon, 2018).

- Enfin, et de manière extrêmement intéressante, les gains obtenus par un couplage de l'observation d'actions avec l'imagerie motrice ou le mouvement réel (activité physique) se sont systématiquement montrés plus efficace que l'utilisation d'une thérapie isolée, y compris la pratique de mouvements réels seuls (fig. 13, fig. 14 et fig. 15).

## **6.1. L'observation d'actions améliore les performances motrices à l'échelle comportementales**

Nos résultats démontrent que l'observation d'actions améliore les performances motrices directement mesurées à l'échelle comportementale (fig. 11). Cependant, nous pouvons souligner quelques nuances en fonctions des différentes populations incluses dans les études de cette revue ou des marqueurs (outcomes) utilisés.

### En fonction des populations

L'observation d'actions s'est montrée la plus efficace chez les sujets victimes d'AVC (25,97 % d'amélioration [24,11 ; 27,83]). Cependant, ce report pourrait comporter une limite importante à noter. Dans les différentes études incluant des sujets post-AVC présentes dans cette revue, les patients étaient suivis en aigu et/ou subaiguë. Or, nous savons qu'en post-AVC, une récupération spontanée s'opère, indépendamment de la thérapie mise en place (Npochinto Moumeni, 2020). De ce fait, l'ensemble des gains reporté ici n'est potentiellement pas totalement dû aux mécanismes induits par l'observation d'actions, mais à un couplage entre les mécanismes de l'observation d'actions, et ceux de plasticité spontanée post AVC en période aiguë.

A contrario, les gains de l'observation d'actions se sont avérés moins importants chez les personnes ayant des troubles cognitifs légers (amélioration moyenne de 1,95 % [0,54 ; 3,36]). Notons tout de même que cette amélioration, même si elle est faible, reste significative en comparaison à l'absence d'intervention. Cette moindre efficacité peut s'expliquer par la diminution des capacités d'apprentissage motrice chez ces sujets (Wu et al., 2016). Pour autant, il apparaît important de rappeler que cet apprentissage, bien que ralenti, est toujours possible et n'est pas à délaissier (Ren et al., 2013).

Des résultats de bénéfices significatifs mais de taille d'effet faible à modérée sont reportés chez les sujets en post-chirurgie (4,9 % [3,17 ; 6,64]). Là encore, la pathologie et la population atteinte pourrait expliquer ces résultats. En effet, dans les deux études impliquées, les sujets sont suivis pour un trouble orthopédique (fracture de hanche et prothèse de hanche ou genou). Or, les mécanismes d'amélioration comportementale par observation d'actions agissent sur la plasticité neuronale uniquement et ne peuvent substituer les éventuels mécanismes tendino-musculaires potentiellement nécessaires, ce qui est le cas ici. Du fait, le traitement par observation d'actions n'agit pas sur le déficit premier (périphérique, orthopédique) expliquant ainsi une amélioration des performances inférieure comparée aux populations avec un trouble neurologique d'origine centrale. L'efficacité de la thérapie étant tout de même significative, cela pourrait être dû à une amélioration du schéma moteur potentiellement détérioré par la pathologie orthopédique. Par

exemple, une douleur au genou engendrée par de l'arthrose peut à terme entraîner une boiterie à la marche, entraînant une modification du schéma moteur se traduisant par des remaniements neurologiques (phénomènes compensatoires). L'observation d'actions pourrait ainsi aider à re-travailler la commande motrice afin de limiter cette boiterie.

#### En fonction des outcomes choisies

Globalement, cette revue de littérature tend à mettre en lumière une efficacité plus importante de l'observation d'actions dans la rééducation des membres supérieurs (21,67%) en comparaison aux membres inférieurs (force notamment) (15,53%). Pour autant, sur les cinq études s'intéressant aux membres supérieurs, deux se sont basées sur des sujets victimes d'AVC. Or comme nous l'avons vu ci-dessus, la majoration des gains du traitement par l'observation d'actions dans cette population pourrait être catalysée à la fois par la pratique mais également la phase d'hyperplasticité post lésionnelle en période aigue, caractéristique de la lésion AVC (Npochinto Moumeni, 2020). Cependant, même après l'exclusion de ces deux études pour affiner notre analyse sur les cibles d'intervention, le pourcentage d'amélioration reste le plus élevé (19,91%). Ainsi l'observation d'actions apparaîtrait donc réellement plus efficace sur la motricité des membres supérieurs.

A l'opposé, l'efficacité de l'observation d'actions s'est montrée la plus faible sur la qualité de l'équilibre et le risque de chute (3,42 %) ainsi que la marche (4,05%). Là encore, de la même manière que lors de l'utilisation sur des origines de troubles périphériques, les centres nerveux les plus impliqués dans ces fonctions ne sont pas des boucles neuronales cortico-spinales issues du cortex moteur primaire, mais des boucles sous-corticales à dominance sous-corticale (tronc cérébral, cervelet) (Beyaert et al., 2015). Or la neurophysiologie des mécanismes sous-jacents aux bénéfices de l'observation d'actions met en lumière des boucles très corticales impliquant l'aire motrice supplémentaire, le cortex pré-moteur et le cortex moteur primaire. Ces boucles ne sont en réalité que peu impliquées dans les tâches de régulation de l'équilibre et de la locomotion beaucoup plus automatisées, ce qui peut expliquer ces résultats (Nakano & Kodama, 2017).

Enfin, cette thérapie s'est révélée intéressante sur des activités plus globales (danse, assis-debout, FIM) (9,84 %). En adéquation avec notre hypothèse ci-dessus, nous retrouvons un parallèle entre l'ajout d'une boucle intentionnelle volontaire au contrôle de ces mouvements, et la taille d'effet des gains par l'observation d'actions. C'est ainsi la fonction de façon générale sous contrôle cortical qui est ainsi améliorée. Cette donnée est importante à souligner car il s'agit là du but final de notre rééducation : permettre au patient d'améliorer ses capacités dans ses activités de la vie quotidienne et ses loisirs.

## **6.2. Mécanismes neuronaux sous-jacents : l'excitabilité cortico-spinale, support de la performance comportementale, est significativement modulée par l'observation d'actions**

L'amélioration des performances motrices à l'échelle comportementale peut être expliquée par la modification de l'activité neurophysiologique engendrée par l'observation d'actions. A cette échelle, l'enjeu est de mettre en lumière les mécanismes explicatifs sous-jacents ou en partie responsables des améliorations comportementales relevées dans notre première section de discussion. Plus particulièrement, nous nous intéressons ici aux capacités de modulation par l'observation d'actions des réseaux de neurones et de la commande descendante.

Sur l'ensemble des populations étudiées dans les études par stimulation magnétique transcrânienne (TMS), l'observation d'actions a engendré une augmentation significative de l'excitabilité cortico-spinale de la fonction étudiée (+ 4,84 % [0,64 ; 9,03]) (fig. 12). Néanmoins, et en écho avec nos observations comportementales, ces bénéfices tirés de l'observation d'actions sur l'excitabilité cortico-spinale semblent dépendre du muscle visé. En effet, si nous comparons les pourcentages d'amélioration selon la sollicitation des muscles des membres inférieurs ou de la main (seule l'amélioration après 8 minutes a été pris en compte dans l'étude de Harmon (2022)), la technique est plus efficace sur la main (11,06%) que sur les membres inférieurs (3,79%). Encore une fois, et à travers l'ensemble de notre revue de littérature, ce point rejoint les observations faites à l'échelle comportementale : l'observation d'actions présente des gains de plus grands effets sur les membres supérieurs comparativement aux fonctions des membres inférieurs. Aussi, le temps semble être une donnée importante. En effet, dans l'étude d'Harmon (2022), l'observation d'actions semble apporter un bénéfice rapidement après son utilisation (2 minutes). Son efficacité décroît ensuite avant de reprendre son ascension pour atteindre son maximum d'efficacité à 8 minutes. Ainsi, afin d'obtenir une meilleure efficacité, il semble que la technique doit être réalisée un certain temps (ici 8 minutes) afin d'engendrer de réels bénéfices. Cela montre alors que la durée et la répétition sont des notions importantes comme dans tous les phénomènes d'adaptation et d'apprentissage.

Là encore, le type de population étudiée pourrait moduler la puissance de gain induite par l'observation d'actions. Néanmoins, cette revue permet moins de finesse dans la discussion des résultats à l'échelle neurophysiologique que comportementale. En effet, la taille d'effet de l'amélioration par observation d'actions à l'échelle neurophysiologique est comparable entre les sujets sains (5,04 %) et parkinsoniens (4,36%). Ceci semble indiquer tout d'abord, que la maladie de Parkinson n'a pas un fort impact sur les capacités des patients à pratiquer l'observation d'actions et à induire des changements neurophysiologiques. En revanche, aucune des études sélectionnées n'a étudié les effets de l'observation d'actions sur la modification de l'activité neurophysiologique

chez les patients victimes d'AVC. Au vu des bons résultats obtenus sur les changements comportementaux, cela pourrait être une piste à explorer. Néanmoins, d'un point de vue clinique et éthique, il semble encore à ce jour peu évident de pouvoir mettre en place des protocoles d'études par TMS en phase aiguë chez des patients post-AVC.

### **6.3. Mécanismes neuronaux sous-jacents : L'observation d'actions module l'activité des réseaux neuronaux intracérébraux impliqués dans la performance motrice comportementale**

L'observation d'actions a permis une augmentation de 276 % de l'activité cérébrale au niveau du cortex pré-frontal (Mouthon et al., 2018). Plus particulièrement, l'IRMf reporte la quantité de consommation d'oxygène par unité de volume intra cérébrale. Cette augmentation peut être expliquée notamment par le rôle des neurones miroirs. Comme nous avons pu l'expliquer, ils permettent d'activer les mêmes zones cérébrales, que l'action soit exécutée ou observée (Couillandre, 2015). Ainsi, en observant une action exécutée par un tiers, le cerveau réaliserait une simulation de la commande musculaire sans contraction réelle des muscles. Ce phénomène serait expliqué soit par un seuil d'activation électrophysiologique infraliminaire (en deçà du seuil de dépolarisation du neurone moteur dans l'aire motrice primaire), soit par un phénomène d'inhibition de l'envoi de la commande (Hardwick et al., 2018; Lebon et al., 2013). Cette première interprétation est en accord avec les résultats obtenus en TMS, et les résultats comportementaux. Au regard de notre cadre théorique, cette augmentation significative de consommation d'oxygène lors de la pratique de l'observation d'actions traduit des activités neuronales impliqués dans les différentes boucles du contrôle du mouvement, permettant la simulation du modèle interne prédictif notamment (Lebon et al., 2015). Néanmoins, le système cortical supérieur n'est pas le seul à voir son activité modulée par l'observation d'actions.

L'observation d'actions a également engendré une activation significative du cervelet. Comme nous avons pu le voir, ce dernier est également un substrat pour le fonctionnement des modèles internes et de la comparaison entre les sorties prédites et les entrées sensorielles (Fautrelle et al. 2012, Pignon & Delubac, 2021). En effet, de par son rôle de comparateur à la base de la flexibilité motrice, il permet un meilleur contrôle des mouvements et favorise l'apprentissage. Ainsi, l'observation d'actions permettrait de mieux gérer la modulation de la commande et favoriserait l'apprentissage moteur. En couplant à la fois une optimisation du modèle interne prédictif via l'observation d'actions, et une exécution réelle engendrant des retours sensori-moteurs réels, du point de vue du contrôle moteur, la boucle cérébelleuse de l'apprentissage serait encore optimisée. Ainsi, le couplage de l'observation d'actions et du mouvement réel apparaît d'ores et déjà très intéressante à partir de cette approche neuronale.

#### **6.4. Effet d'interaction entre les différentes méthodes : observation d'actions, imagerie motrice, mouvements réels**

Premièrement, avec une approche comportementale, chez les sujets sains, l'observation d'actions s'est montrée plus efficace pour améliorer l'équilibre et le risque de chute (22,73%) en comparaison à l'activité physique. Pour autant, la marche rapide a tiré plus de bénéfices de l'activité physique que l'observation d'actions (-15,71%). Enfin, les deux thérapies ont engendré un bénéfice similaire sur la marche à allure normale. Ceci pourrait signifier que l'observation d'actions est plus efficace sur des situations dont le sujet fait régulièrement l'expérience dans sa vie quotidienne (tâches d'équilibres retrouvées dans le BBS et marche à allure normale). Au contraire, des exercices peu habituels (marcher rapidement), rencontreraient plus de bénéfices à être exécutés directement. Nous pouvons émettre l'hypothèse que l'exécution réelle permettrait de créer de nouveaux patterns moteurs grâce à un apprentissage par erreur. Ainsi, ayant des schémas moteurs divers et variés, il pourrait être plus aisé pour le sujet de s'appuyer sur ces-derniers pour identifier et analyser des gestes effectués par un tiers lors de son observation et ainsi maximiser les effets de son observation. Ainsi, nous pouvons nous demander si l'observation d'actions ne pourrait pas prolonger et potentialiser les nouvelles expériences apportées par une rééducation basée sur l'activité physique (exécution réelle du mouvement).

A ce sujet, il a été démontré que l'observation d'actions couplée à l'activité physique obtient systématiquement de meilleurs résultats que l'activité physique seule (45,41 % supérieur en moyenne). Ainsi, les deux techniques s'alimenteraient l'une et l'autre. D'autre part, l'étude de Tremblay et al. (2008) a montré que l'imitation (observation d'actions et activité physique simultanée) était significativement plus efficace que l'observation d'actions ou l'imagerie motrice seules. Ainsi, nous pouvons nous questionner à savoir si l'observation d'actions couplée à l'activité physique est plus efficace si ces deux techniques sont séparées ou simultanées dans le temps. A ce propos, notons également que les paramètres temporels des protocoles d'observation d'actions restent à être précisés plus en détails. Ainsi, de nombreuses études semblent encore nécessaires sur le sujet.

Secondement, d'un point de vue neurophysiologique, l'observation d'actions s'est globalement montrée moins efficace que l'imagerie motrice pour induire des changements d'excitabilité cortico-spinale (-14,33%). Cette différence était plus marquée chez les sujets sains (-15,63%) que chez les sujets Parkinsoniens (- 8,40%). Pour rappel, les sujets atteints par la maladie de Parkinson étaient plus en difficulté lors d'apprentissages implicites qu'explicites en raison du dysfonctionnement des automatismes (Gobel et al., 2013). Or, l'observation d'actions peut être considérée comme un apprentissage implicite (observer autrui est une tâche que nous réalisons

quotidiennement sans nous en rendre compte). Au contraire, l'imagerie motrice est un apprentissage plutôt explicite qui demande au sujet une réelle concentration. Le but de la tâche est clairement identifié. Ainsi, ceci pourrait expliquer pourquoi l'imagerie motrice s'est montrée plus efficace chez les sujets atteints par la maladie de Parkinson. Cette différence d'amélioration étant encore plus marquée chez les sujets sains, nous pouvons supposer que l'apprentissage explicite utilisé dans l'imagerie motrice stimulerait davantage la progression du sujet, mais que l'observation d'actions viendrait en renfort des populations ou des sujets plus en difficulté avec cette boucle explicite.

Ainsi, bien que d'un point de vue comportemental l'observation d'actions soit la moins efficace chez les sujets ayant des troubles cognitifs, il serait intéressant de comparer les effets de l'observation d'actions et de l'imagerie motrice sur cette population. En effet, pour les raisons indiquées ci-dessus, l'apprentissage explicite par imagerie motrice est très complexe à mettre en œuvre au sein de cette population. D'ailleurs, d'après Gobel et al. (2013), l'apprentissage implicite serait plus efficace chez les sujets ayant des troubles cognitifs. Ainsi, de par son caractère plus automatique, l'observation d'actions pourrait être plus adaptée à ce public en comparaison avec l'imagerie motrice qui sollicite un apprentissage plutôt explicite. En conclusion, bien que l'efficacité de l'observation d'actions soit moins marquée chez les sujets ayant des troubles cognitifs, elle pourrait être plus indiquée que d'autres thérapies. De futures études en ce sens nous permettraient de mettre à l'épreuve cette hypothèse.

Pour conclure, l'observation d'actions couplée à une autre thérapie (activité physique ou imagerie motrice) a engendré systématiquement une modulation des paramètres neurophysiologiques plus importante que lors de l'utilisation d'une thérapie isolée (fig. 13, fig. 14 et fig. 15). Ceci renforce l'hypothèse avancée à l'échelle comportementale : l'addition des différentes thérapies potentialise leurs effets. L'observation d'actions couplée à l'imagerie motrice (70,1 % de bénéfice supplémentaire) semble plus efficace que l'observation d'actions couplée à l'activité physique (31,11 % de bénéfice) à l'échelle neurophysiologique. En ce sens, il semblerait plus pertinent de coupler l'observation d'actions à l'imagerie motrice. Ces chiffres sont néanmoins à nuancer car seules deux études ont cherché à étudier les effets de l'observation d'actions couplée à l'imagerie motrice en comparaison à l'observation d'actions seule. Cependant, cela pourrait être une piste à explorer afin de déterminer quelle association thérapeutique bénéficie le plus à l'observation d'actions, et avec quels paramètres de temps, de répétitions, et de fréquences.

## **Conclusion : Recommandations pour des bonnes pratiques d'observation d'actions en rééducation : bénéfique, limite et perspectives**

En synthèse, cette revue systématique de littérature nous amène à différentes réflexions et perspectives en lien avec notre profession de MK.

L'observation d'actions s'est montrée significativement efficace pour améliorer les habiletés et performances motrices des sujets âgés comparativement à une absence de traitement. Par ce résultat, elle doit être considérée comme un outil thérapeutique par le MK. Cependant, son utilisation doit être nuancée. Dans cette partie, nous essaierons d'établir des premières recommandations pour l'intégration d'une pratique thérapeutique vertueuse et efficace de l'observation d'actions dans l'activité de rééducation et de réhabilitation par le professionnel MK.

L'observation d'actions, de par son mode de fonctionnement, n'engendre pas de danger pour l'utilisateur, ni de fatigue musculaire. Aussi, elle ne nécessite pas de surveillance accrue d'un tiers rééducateur. L'ensemble de ces éléments nous amène à recommander l'utilisation de l'observation d'actions en tant qu'auto-rééducation, en fin ou début de séance dans le cas de patients particulièrement fatigables musculairement. Pour cela, la diffusion d'une vidéo préétablie pourrait permettre au sujet de visualiser le mouvement. Le thérapeute peut également se servir de l'observation d'actions au sein même de sa thérapie, en montrant par lui-même au patient le mouvement à effectuer, afin de débiter un apprentissage.

Afin de maximiser les impacts apportés par l'observation d'actions, cette thérapie ne doit pas être utilisée de manière isolée. Son utilisation conjointe à d'autres thérapies (activité physique, imagerie motrice) semble être une condition primordiale à sa pertinence. Nous pouvons ainsi la considérer comme une thérapie adjuvante, pouvant apporter et tirer des bénéfices d'autres techniques. L'intérêt serait ainsi de multiplier et de varier les stimuli apportés aux patients, dans le but de favoriser leur apprentissage et ainsi de développer leurs performances motrices. Cependant, les paramètres liés à l'utilisation de l'observation d'actions sont encore à affiner. Nous devons déterminer quelle posologie, quelle fréquence, quelles consignes exactes sont à respecter pour une efficacité optimale. En effet, la disparité des différentes études ne nous permet pas encore d'en conclure.

Concernant les populations visées, l'observation d'actions doit être recommandée en priorité auprès des sujets ayant un trouble neurologique d'origine centrale : patients victimes d'AVC, parkinsoniens, troubles cognitifs. Son utilité peut également se reporter sur les sujets sains dans

un but plutôt préventif. Ainsi, bien que les populations incluses dans cette revue de littérature soient hétérogènes, cela nous permet d'apprécier l'efficacité de l'observation d'actions en fonction des diverses pathologies.

Aussi, comme nous avons pu le voir, de par l'activation préférentielle des régions corticales, l'observation d'actions semble plutôt indiquée pour des activités nécessitant des mouvements volontaires (et non automatiques) et particulièrement pour des mouvements utilisant les membres supérieurs (Hardwick et al., 2018; Nakano & Kodama, 2017).

En termes de perspective professionnelle, l'observation étant un des leviers forts favorisant les mécanismes d'apprentissage, cette thérapie apparaît comme une piste sérieuse pouvant permettre d'initier le travail d'une tâche, ou de poursuivre son développement (Lebon et al., 2015). Il pourrait être intéressant d'utiliser cette thérapie chez des patients pour qui la réalisation d'un mouvement est impactée mais dont les capacités fonctionnelles restent présentes. Par exemple, l'utilisation de l'observation d'actions chez les sujets ayant un syndrome post-chute semble être une piste pertinente. En effet, cette pathologie se définit comme étant une « *complication fonctionnelle aiguë des chutes à l'origine d'une incapacité motrice et/ou cognitive totale ou partielle* » (HAS, 2009). Ce syndrome apparaît chez environ 15-20% des patients victimes de chute (Morisod & Coutaz, 2007). Il instaure à terme des troubles de la posture, de la marche, neurologiques (hypertonie, perte des automatismes...) menant à un cercle vicieux basé sur la peur, une restriction d'activité, une perte d'autonomie, une diminution des capacités et in fine une nouvelle chute (Lacrampe-Peyroutet, 2014). Cependant, si le sujet est pris en charge en phase précoce, des possibilités de récupération sont possibles. Par expérience, la mise en situation concrète du sujet en position érigée, de marche, renforçait son appréhension et son incapacité à mettre en place une stratégie motrice efficace. Ainsi, de par la simulation de la tâche grâce à l'observation d'actions (pas de mise en situation concrète du sujet), nous pouvons nous questionner sur les bénéfices que pourraient tirer les patients de cette technique, dans le but de ré-instaurer la fonction de verticalisation et de marche notamment.

En résumé, l'observation d'actions est une thérapie qui s'est révélée significativement efficace. Concernant sa mise en place, son utilisation doit être orientée vers les sujets atteints par des pathologies neurologiques centrales. De même, son utilité est justifiée pour prévenir la perte d'autonomie des sujets à priori sains. De plus, il convient de cibler préférentiellement les mouvements volontaires et notamment les membres supérieurs. De façon générale, il semble pertinent de la considérer comme une thérapie adjuvante, devant être couplée à d'autres thérapies (activité physique et imagerie motrice). L'un des points forts de cette technique est sa mise en place

relativement facile d'un point de vue technique (matériel et ne nécessite pas de surveillance poussée) mais aussi attentionnel pour le patient.

In fine, cette thérapie représente un réel intérêt dans la rééducation motrice. Malgré tout, de nombreuses questions restent en suspens concernant la posologie des protocoles (durée, fréquence, consignes, déroulement...). De ce fait, dans le but d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'observation d'actions, d'autres études ultérieures en ce sens sont nécessaires.

Pour conclure, l'observation d'actions représente un réel sujet d'étude à poursuivre, tant pour les chercheurs que pour les MK, dans le but d'améliorer la prise en charge rééducative des patients.

## Bibliographie

- Agosta, F., Gatti, R., Sarasso, E., Volonté, M. A., Canu, E., Meani, A., Sarro, L., Copetti, M., Cattrysse, E., Kerckhofs, E., Comi, G., Falini, A., & Filippi, M. (2017). Brain plasticity in Parkinson's disease with freezing of gait induced by action observation training. *Journal of Neurology*, 264(1), 88-101. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8309-7>
- Beauchet, O., Annweiler, C., Assal, F., Bridenbaugh, S., Herrmann, F. R., Kressig, R. W., & Allali, G. (2010). Imagined Timed Up & Go test : A new tool to assess higher-level gait and balance disorders in older adults? *Journal of the Neurological Sciences*, 294(1-2), Art. 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2010.03.021>
- Bellelli, G., Buccino, G., Bernardini, B., Padovani, A., & Trabucchi, M. (2010). Action Observation Treatment Improves Recovery of Postsurgical Orthopedic Patients : Evidence for a Top-Down Effect? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(10), 1489-1494. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.07.013>
- Berghuis, K. M. M., Veldman, M. P., Solnik, S., Koch, G., Zijdewind, I., & Hortobágyi, T. (2015). Neuronal mechanisms of motor learning and motor memory consolidation in healthy old adults. *AGE*, 37(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9779-8>
- Beyaert, C., Vasa, R., & Frykberg, G. E. (2015). Gait post-stroke : Pathophysiology and rehabilitation strategies. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 45(4-5), 335-355. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.09.005>
- Bhat, A. N., Hoffman, M. D., Trost, S. L., Culotta, M. L., Eilbott, J., Tsuzuki, D., & Pelphrey, K. A. (2017). Cortical Activation during Action Observation, Action Execution, and Interpersonal Synchrony in Adults : A functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 431. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00431>
- Black, D. S., & Slavich, G. M. (2016). Mindfulness meditation and the immune system : A systematic review of randomized controlled trials: Mindfulness meditation and the immune

- system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1373(1), Art. 1.  
<https://doi.org/10.1111/nyas.12998>
- Bourrelier, J. (2016). *Utilisation de l'apprentissage moteur implicite comme outil thérapeutique chez la personne âgée fragile* [Docteur en neurosciences, Publié]. Université de Bourgogne France Comté.
- Bryck, R. L., & Fisher, P. A. (2012). Training the brain : Practical applications of neural plasticity from the intersection of cognitive neuroscience, developmental psychology, and prevention science. *The American Psychologist*, 67(2), 87-100. <https://doi.org/10.1037/a0024657>
- Buccino, G. (2014). Action observation treatment : A novel tool in neurorehabilitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1644), Art. 1644. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0185>
- Celnik, P., Stefan, K., Hummel, F., Duque, J., Classen, J., & Cohen, L. G. (2006). Encoding a motor memory in the older adult by action observation. *NeuroImage*, 29(2), 677-684. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.07.039>
- Chambaron, S., Berberian, B., Ginjac, D., Delbecque, L., & Cleeremans, A. (2010). Action, observation, imagerie mentale d'une action : Peut-on apprendre implicitement dans tous les cas ? *L'Année psychologique*, 110(3), Art. 3. <https://doi.org/10.3917/anpsy.103.0351>
- Chapman, S. B., Aslan, S., Spence, J. S., Hart, J. J., Bartz, E. K., Didehbani, N., Keebler, M. W., Gardner, C. M., Strain, J. F., DeFina, L. F., & Lu, H. (2015). Neural mechanisms of brain plasticity with complex cognitive training in healthy seniors. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 25(2), 396-405. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht234>
- Citri, A., & Malenka, R. C. (2008). Synaptic Plasticity : Multiple Forms, Functions, and Mechanisms. *Neuropsychopharmacology*, 33(1), 18-41. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1301559>
- Couillandre, A. (2015). Les neurones miroirs : Un outil pour la rééducation des danseurs ? *Kinésithérapie, la Revue*, 15(158), Art. 158. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.050>

- Dagmar Soleymani, Berrut Gilles, & Campéon Arnaud. (2018). *Promouvoir la participation sociale des personnes âgées* (N° 443). 443, Art. 443. <https://hal.science/hal-02066306>.
- Deroide, N., Nih, L. R., Tran Dinh, R. Y., Lévy, B., & Kubis, N. (2010). Plasticité cérébrale : De la théorie à la pratique dans le traitement de l'accident vasculaire cérébral. *La Revue de Médecine Interne*, 31(7), Art. 7. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2009.08.014>
- Di Corrado, D., Guarnera, M., Guerrera, C. S., Maldonato, N. M., Di Nuovo, S., Castellano, S., & Coco, M. (2020). Mental Imagery Skills in Competitive Young Athletes and Non-athletes. *Frontiers in Psychology*, 11, 633. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00633>
- Diener, M. J. (2010). Cohen's. In I. B. Weiner & W. E. Craighead (Éds.), *The Corsini Encyclopedia of Psychology*, 1. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0200>
- Doyon, J., & Benali, H. (2005). Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.004>
- Doyon, J., Orban, P., Barakat, M., Debas, K., Lungu, O., Albouy, G., Fogel, S., Proulx, S., Laventure, S., Deslauriers, J., Duchesne, C., Carrier, J., & Benali, H. (2011). Plasticité fonctionnelle du cerveau et apprentissage moteur : Imagerie et cognition (5). *médecine/sciences*, 27(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1051/medsci/2011274018>
- Duffau, H. (2006). Brain plasticity : From pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *Journal of Clinical Neuroscience*, 13(9), Art. 9. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2005.11.045>
- Eaves, D. L., Riach, M., Holmes, P. S., & Wright, D. J. (2016). Motor Imagery during Action Observation : A Brief Review of Evidence, Theory and Future Research Opportunities. *Frontiers in Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00514>
- Echelle PEDro—Français. (2010). [https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale\\_french\(france\).pdf](https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_french(france).pdf)

- Eldred-Evans, D., Grange, P., Cheang, A., Yamamoto, H., Ayis, S., Mulla, M., Immenroth, M., Sharma, D., & Reedy, G. (2013). Using the Mind as a Simulator : A Randomized Controlled Trial of Mental Training. *Journal of Surgical Education*, 70(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.04.003>
- Esculier, J.-F., Vaudrin, J., & Tremblay, L. E. (2014). Corticomotor Excitability in Parkinson's Disease During Observation, Imagery and Imitation of Action : Effects of Rehabilitation Using Wii Fit and Comparison to Healthy Controls. *Journal of Parkinson's Disease*, 4(1), 67-75. <https://doi.org/10.3233/JPD-130212>
- Fautrelle, L. (2011). *Flexibilité du contrôle moteur dans les mouvements complexes dirigés* [Docteur en neurosciences, Publié]. Université de Bourgogne. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00692451>
- Franceschini, M., Ceravolo, M. G., Agosti, M., Cavallini, P., Bonassi, S., Dall'Armi, V., Massucci, M., Schifini, F., & Sale, P. (2012). Clinical Relevance of Action Observation in Upper-Limb Stroke Rehabilitation : A Possible Role in Recovery of Functional Dexterity. A Randomized Clinical Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(5), 456-462. <https://doi.org/10.1177/1545968311427406>
- Francisco, V., Decatoire, A., & Bidet-Ildei, C. (2022). Action observation and motor learning : The role of action observation in learning judo techniques. *European Journal of Sport Science*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2036816>
- Gatti, R., Tettamanti, A., Gough, P. M., Riboldi, E., Marinoni, L., & Buccino, G. (2013). Action observation versus motor imagery in learning a complex motor task : A short review of literature and a kinematics study. *Neuroscience Letters*, 540, 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.11.039>
- Gedda, M. (2015). Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie, la Revue*, 15(157), 39-44. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.004>

- Giorgi, G., Ferrarello, F., Merlo, F., Fumagalli, S., Marchionni, N., & Di Bari, M. (2018). First-  
Person Perspective Action Observation Training in Individuals With Parkinson's Disease :  
A Consideration-of-Concept Controlled Pilot Trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*,  
41(3), 134-142. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000113>
- Gobel, E. W., Blomeke, K., Zadikoff, C., Simuni, T., Weintraub, S., & Reber, P. J. (2013). Implicit  
perceptual-motor skill learning in mild cognitive impairment and Parkinson's disease.  
*Neuropsychology*, 27(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1037/a0032305>
- Graziano, M. (2006). The organization of behaviour repertoire in motor cortex. *Annual Review of  
Neuroscience*, 29(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.29.051605.112924>
- Grosprêtre, S., Ruffino, C., & Lebon, F. (2016). Motor imagery and cortico-spinal excitability : A  
review. *European Journal of Sport Science*, 16(3), Art. 3.  
<https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1024756>
- Guidotti, R., Del Gratta, C., Perrucci, M. G., Romani, G. L., & Raffone, A. (2021). Neuroplasticity  
within and between Functional Brain Networks in Mental Training Based on Long-Term  
Meditation. *Brain Sciences*, 11(8), 1086. <https://doi.org/10.3390/brainsci11081086>
- Guilbaud, A., Mailliez, A., & Boulanger, É. (2020). Vieillesse : Une approche globale,  
multidimensionnelle et préventive. *médecine/sciences*, 36(12), Art. 12.  
<https://doi.org/10.1051/medsci/2020224>
- Hardwick, R. M., Caspers, S., Eickhoff, S. B., & Swinnen, S. P. (2018). Neural correlates of  
action : Comparing meta-analyses of imagery, observation, and execution. *Neuroscience &  
Biobehavioral Reviews*, 94, 31-44. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.08.003>
- Harmon, K. K., Girts, R. M., Pagan, J. I., Rodriguez, G., & Stock, M. S. (2022). The acute effects  
of action observation on muscle strength/weakness and corticospinal excitability in older  
adults. *Experimental Brain Research*, 240(6), 1801-1810. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06370-2>

- HAS. (2009). Recommandations de bonnes pratiques professionnelles. Evaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-06/chutes\\_personnes\\_agees\\_synthese.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-06/chutes_personnes_agees_synthese.pdf)
- HAS. (2013). *Etat des lieux : Niveau de preuve et recommandations de bonne pratique*. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf)
- HAS. (2019). *Prescription d'activité physique et sportive : Les personnes âgées*. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-07/app\\_248\\_ref\\_aps\\_pa\\_vf.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-07/app_248_ref_aps_pa_vf.pdf)
- Hemingway, P., & Brereton, N. (2009). *What is a systematic review?* 8.
- INSEE. (2023). *Tableaux de l'économie Française : Population par âge*. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2381474>
- Jaywant, A., Ellis, T. D., Roy, S., Lin, C.-C., Nearing, S., & Cronin-Golomb, A. (2016). Randomized Controlled Trial of a Home-Based Action Observation Intervention to Improve Walking in Parkinson Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(5), 665-673. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.12.029>
- Jeannerod, M. (2001). Neural Simulation of Action : A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*, 14(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0832>
- Karlinsky, A., Zentgraf, K., & Hodges, N. J. (2017). Action-skilled observation : Issues for the study of sport expertise and the brain. *Progress in Brain Research*, 234, 263-289. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.08.009>
- Kirsch, L. P., Diersch, N., Sumanapala, D. K., & Cross, E. S. (2018). Dance Training Shapes Action Perception and Its Neural Implementation within the Young and Older Adult Brain. *Neural Plasticity*, 2018, 1-20. <https://doi.org/10.1155/2018/5459106>
- Kolb, B., & Gibb, R. (2011). Brain Plasticity and Behaviour in the Developing Brain. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 20(4), Art. 4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3222570/>

- Latash, M. L., Levin, M. F., Scholz, J. P., & Schöner, G. (2010). Motor control theories and their applications. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 46(6), 382-392.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3017756/>
- Lebon, F., Gueugneau, N., & Papaxanthis, C. (2013). Modèles internes et imagerie motrice. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 51-61.  
<https://doi.org/10.1051/sm/20103092>
- Lebon, F., Guillot, A., Collet, C., & Papaxanthis, C. (2015). Perception, Observation et Action. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 89, 43-52.  
<https://doi.org/10.1051/sm/2015002>
- Leem, S.-H., Kim, J.-H., & Lee, B.-H. (2019). Effects of Otago exercise combined with action observation training on balance and gait in the old people. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(6), 848-854. <https://doi.org/10.12965/jer.1938720.360>
- Li, B.-Y., Tang, H.-D., Qiao, Y., & Chen, S.-D. (2015). Mental Training for Cognitive Improvement in Elderly People: What have We Learned from Clinical and Neurophysiologic Studies? *Current Alzheimer Research*, 12(6), Art. 6.  
<https://doi.org/10.2174/156720501206150716112918>
- López, N. D., Monge Pereira, E., Centeno, E. J., & Miangolarra Page, J. C. (2019). Motor imagery as a complementary technique for functional recovery after stroke : A systematic review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 26(8), Art. 8.  
<https://doi.org/10.1080/10749357.2019.1640000>
- Mahncke, H. W., Bronstone, A., & Merzenich, M. M. (2006). Brain plasticity and functional losses in the aged : Scientific bases for a novel intervention. In *Progress in Brain Research* 157, 81-109. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)57006-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)57006-2)
- Malone, L. A., & Bastian, A. J. (2016). Age-related forgetting in locomotor adaptation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 128, 1-6.  
<https://doi.org/10.1016/j.nlm.2015.11.003>

- Malouin, F., Richards, C. L., & Durand, A. (2010). Normal Aging and Motor Imagery Vividness : Implications for Mental Practice Training in Rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(7), Art. 7. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.03.007>
- Mancuso, M., Tondo, S. D., Costantini, E., Damora, A., Sale, P., & Abbruzzese, L. (2021). Action Observation Therapy for Upper Limb Recovery in Patients with Stroke : A Randomized Controlled Pilot Study. *Brain Sciences*, 11(3), 290. <https://doi.org/10.3390/brainsci11030290>
- Mathon, B. (2013). Les neurones miroirs : De l'anatomie aux implications physiopathologiques et thérapeutiques. *Revue Neurologique*, 169(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2012.10.008>
- Millett, D. (2011). Bias in systematic reviews? *Journal of Orthodontics*, 38(3), 158-160. <https://doi.org/10.1179/14653121141407>
- Mouthon, A. A., Ruffieux, J., Keller, M., & Taube, W. (2016). Age-Related Differences in Corticospinal Excitability during Observation and Motor Imagery of Balance Tasks. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00317>
- Mouthon, A., Ruffieux, J., Mouthon, M., Hoogewoud, H.-M., Annoni, J.-M., & Taube, W. (2018). Age-Related Differences in Cortical and Subcortical Activities during Observation and Motor Imagery of Dynamic Postural Tasks : An fMRI Study. *Neural Plasticity*, 2018, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2018/1598178>
- Mulder, Th., Hochstenbach, J. B. H., van Heuvelen, M. J. G., & den Otter, A. R. (2007). Motor imagery : The relation between age and imagery capacity. *Human Movement Science*, 26(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.01.001>
- Muller, D. (2004). *Plasticité des fonctions et structures synaptique* (N° 21). 21, Art. 21. [https://www.epi.ch/wp-content/uploads/ Artikel-Muller\\_1\\_04.pdf](https://www.epi.ch/wp-content/uploads/ Artikel-Muller_1_04.pdf)

- Najafabadi, M. G., Memari, A.-H., Kordi, R., Shayestehfar, M., & Eshghi, M.-A. (2017). Mental training can improve physical activity behavior in adolescent girls. *Journal of Sport and Health Science*, 6(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.09.011>
- Nakano, H., & Kodama, T. (2017). Motor Imagery and Action Observation as Effective Tools for Physical Therapy. *Neurological Physical Therapy*. InTech. <https://doi.org/10.5772/67519>
- Nambiena, A., Fouquet, J., Guilloteau, J., & Descatha, A. (2021). *La revue systématique et autres types de revue de la littérature : Quest-ce que cest, quand, comment, pourquoi? | Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2021.03.004>
- Nicholson, V., Watts, N., Chani, Y., & Keogh, J. W. (2019). Motor imagery training improves balance and mobility outcomes in older adults: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 65(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.007>
- Npochinto Moumeni, I. (2020). Plasticité cérébrale. *NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie*. <https://doi.org/10.1016/j.npg.2020.11.002>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... McKenzie, J. E. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Paillard, J. (1985). *Les niveaux sensori-moteurs et cognitifs*. <http://www.regispetit.fr/Paillard/170-niveaux-sensori-moteurs-85.pdf>
- Pelosin, E., Avanzino, L., Bove, M., Stramesi, P., Nieuwboer, A., & Abbruzzese, G. (2010). Action Observation Improves Freezing of Gait in Patients With Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(8), 746-752. <https://doi.org/10.1177/1545968310368685>

- Pelosin, E., Barella, R., Bet, C., Magioncalda, E., Putzolu, M., Di Biasio, F., Cerulli, C., Casaleggio, M., Abbruzzese, G., & Avanzino, L. (2018). Effect of Group-Based Rehabilitation Combining Action Observation with Physiotherapy on Freezing of Gait in Parkinson's Disease. *Neural Plasticity*, 2018, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2018/4897276>
- Pelosin, E., Bove, M., Ruggeri, P., Avanzino, L., & Abbruzzese, G. (2013). Reduction of Bradykinesia of Finger Movements by a Single Session of Action Observation in Parkinson Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(6), 552-560. <https://doi.org/10.1177/1545968312471905>
- Pignon, L., & Delubac, D. (2021). Kinésithérapie dans l'ataxie cérébelleuse: De la physiopathologie à la rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*, 21(240), Art. 240. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2020.12.009>
- Pilotto, A., Custodero, C., Maggi, S., Polidori, M. C., Veronese, N., & Ferrucci, L. (2020). A multidimensional approach to frailty in older people. *Ageing Research Reviews*, 60, 101047. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101047>
- Ren, J., Wu, Y. D., Chan, J. S., & Yan, J. H. (2013). Cognitive aging affects motor performance and learning: Cognition, motor performance and learning. *Geriatrics & Gerontology International*, 13(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2012.00914.x>
- Robin, N. (2005). *Imagerie mentale et performance motrice* [Docteur en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives, Publié]. Université des Antilles.
- Robin, N. (2021). *Effet de l'imagerie motrice, des techniques mentales et/ou du climat tropical sur les performances motrices, cognitives et l'activité physique*. HAL. <https://hal.science/tel-03188334>
- Robin, N., Coudeville, G. R., Dominique, L., Rulleau, T., Champagne, R., Guillot, A., & Toussaint, L. (2021). Translation and validation of the movement imagery questionnaire-3 second French version. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 28, 540-546. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.09.004>

- Roby-Brami, A., Jacobs, S., Hoffmann, G., Laffont, I., & Hanne-ton, S. (2005). *Point de travail et synergies : Apport des théories du contrôle moteur pour la suppléance perceptive*.
- Rojasavastera, R., Bovonsunthonchai, S., Hiengkaew, V., & Senanarong, V. (2020). Action observation combined with gait training to improve gait and cognition in elderly with mild cognitive impairment A randomized controlled trial. *Dementia & Neuropsychologia*, *14*(2), 118-127. <https://doi.org/10.1590/1980-57642020dn14-020004>
- Rulleau, T., & Toussaint, L. (2014). L'imagerie motrice en rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*, *14*(148), Art. 148. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2013.12.015>
- Sale, P., Ceravolo, M. G., & Franceschini, M. (2014). Action Observation Therapy in the Subacute Phase Promotes Dexterity Recovery in Right-Hemisphere Stroke Patients. *BioMed Research International*, *2014*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/457538>
- Santamato, A., Ranieri, M., Cinone, N., Stuppiello, L. A., Valeno, G., De Sanctis, J. L., Fortunato, F., Solfrizzi, V., Greco, A., Seripa, D., & Panza, F. (2015). Postural and Balance Disorders in Patients with Parkinson's Disease : A Prospective Open-Label Feasibility Study with Two Months of Action Observation Treatment. *Parkinson's Disease*, *2015*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2015/902738>
- Schott, N. (2012). Age-Related Differences in Motor Imagery : Working Memory as a Mediator. *Experimental Aging Research*, *38*(5), Art. 5. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2012.726045>
- Seidler, R. D., Bernard, J. A., Burutolu, T. B., Fling, B. W., Gordon, M. T., Gwin, J. T., Kwak, Y., & Lipps, D. B. (2010). Motor control and aging : Links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *34*(5), Art. 5. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.10.005>
- Seidler, R. D., Kwak, Y., Fling, B. W., & Bernard, J. A. (2013). Neurocognitive Mechanisms of Error-Based Motor Learning. *Advances in experimental medicine and biology*, *782*, 10.1007/978-1-4614-5465-6\_3. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5465-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5465-6_3)

- Shors, T. J., Olson, R. L., Bates, M. E., Selby, E. A., & Alderman, B. L. (2014). Mental and Physical (MAP) Training : A neurogenesis-inspired intervention that enhances health in humans. *Neurobiology of Learning and Memory*, *115*, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.08.012>
- Slim, K., Nini, E., Forestier, D., Kwiatkowski, F., Panis, Y., & Chipponi, J. (2003). Methodological index for non-randomized studies (MINORS) : Development and validation of a new instrument. *ANZ Journal of Surgery*, *73*(9), 712-716. <https://doi.org/10.1046/j.1445-2197.2003.02748.x>
- Tia, B., Mourey, F., Ballay, Y., Sirandré, C., Pozzo, T., & Paizis, C. (2010). Improvement of motor performance by observational training in elderly people. *Neuroscience Letters*, *480*(2), 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.06.026>
- Tremblay, F., Léonard, G., & Tremblay, L. (2008). Corticomotor facilitation associated with observation and imagery of hand actions is impaired in Parkinson's disease. *Experimental Brain Research*, *185*(2), 249-257. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1150-6>
- Vercher, J.-L., & Bourdin, C. (2022). La psychologie cognitive. In *La psychologie cognitive* (p. 71-99).
- Verneau, M., van der Kamp, J., Savelsbergh, G. J. P., & de Looze, M. P. (2014). Age and Time Effects on Implicit and Explicit Learning. *Experimental Aging Research*, *40*(4), Art. 4. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2014.926778>
- Vidal, C. (2012). *La plasticité cérébrale : Une révolution en neurobiologie*. *63*, 17-22. <https://www.cairn.info/revue-spirale-2012-3-page-17.htm>
- Villafañe, J. H., Isgrò, M., Borsatti, M., Berjano, P., Pirali, C., & Negrini, S. (2016). Effects of action observation treatment in recovery after total knee replacement : A prospective clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, *31*(3), 361-368. <https://doi.org/10.1177/0269215516642605>

Wu, Q., Chan, J. S. Y., & Yan, J. H. (2016). Mild cognitive impairment affects motor control and skill learning. *Reviews in the Neurosciences*, 27(2), 197-217.  
<https://doi.org/10.1515/revneuro-2015-0020>

Zhang, X., Elnady, A. M., Randhawa, B. K., Boyd, L. A., & Menon, C. (2018). Combining Mental Training and Physical Training With Goal-Oriented Protocols in Stroke Rehabilitation : A Feasibility Case Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 125.  
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00125>

# Annexes

Annexe I : Contrôle de l'action (Paillard, 1985)

Annexe II : Schéma récapitulatif des phénomènes neurophysiologique de l'apprentissage moteur (Doyon & Benali, 2005)

Annexe III : Checklist PRISMA (Page, McKenzie, et al., 2021).

Annexe IV : Fiche de lecture

Annexe V : Niveau de preuve scientifique des articles et grade des recommandations (HAS, 2013)

Annexe VI : Echelle PEDro (Echelle PEDro - Français, 2010)

Annexe VII : Echelle MINORS (Slim et al., 2003).

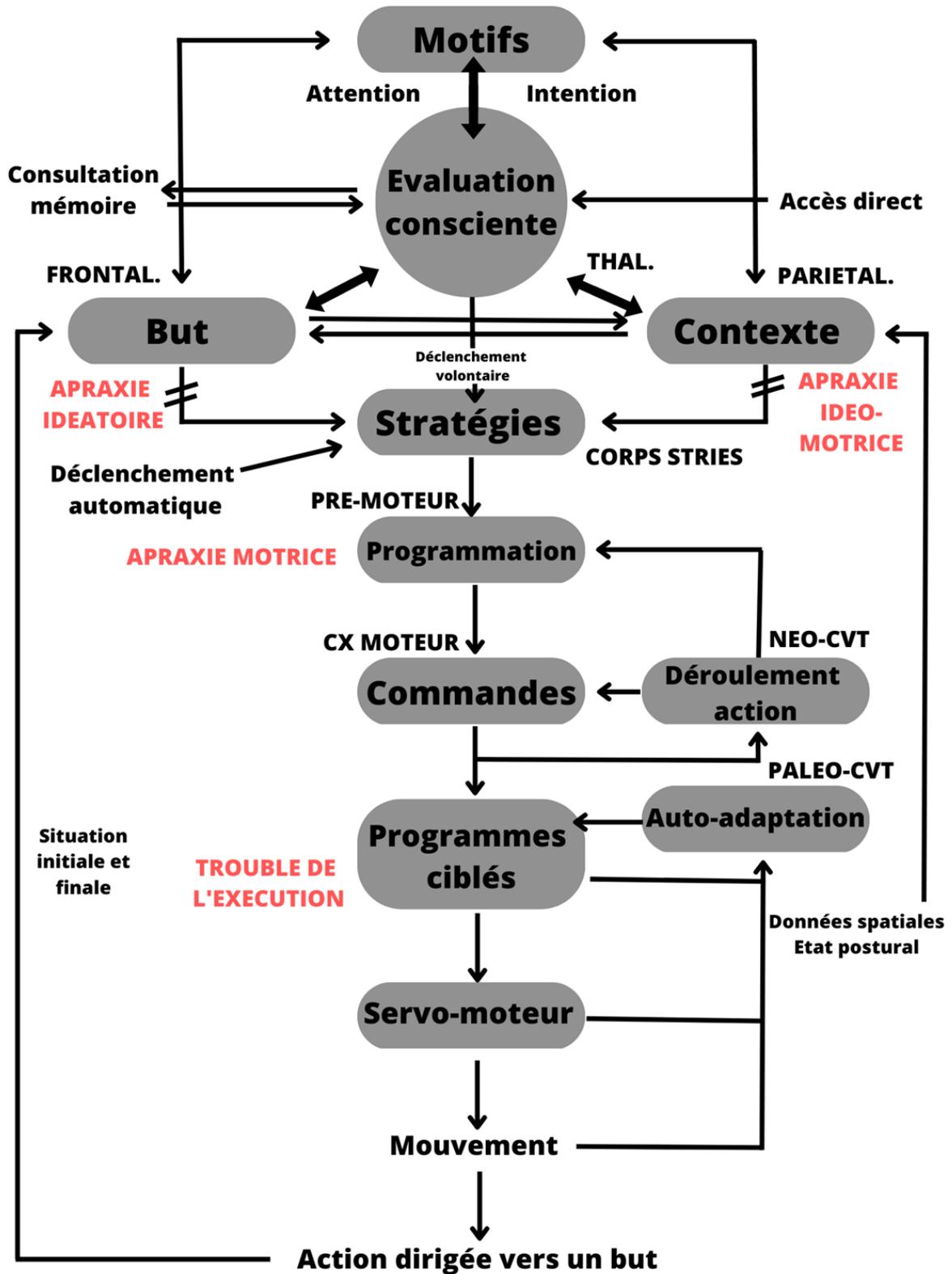
Annexe VIII : Analyse des biais des études

Annexe IX : Présentation des études

Annexe X : Évaluation de la qualité méthodologique des études

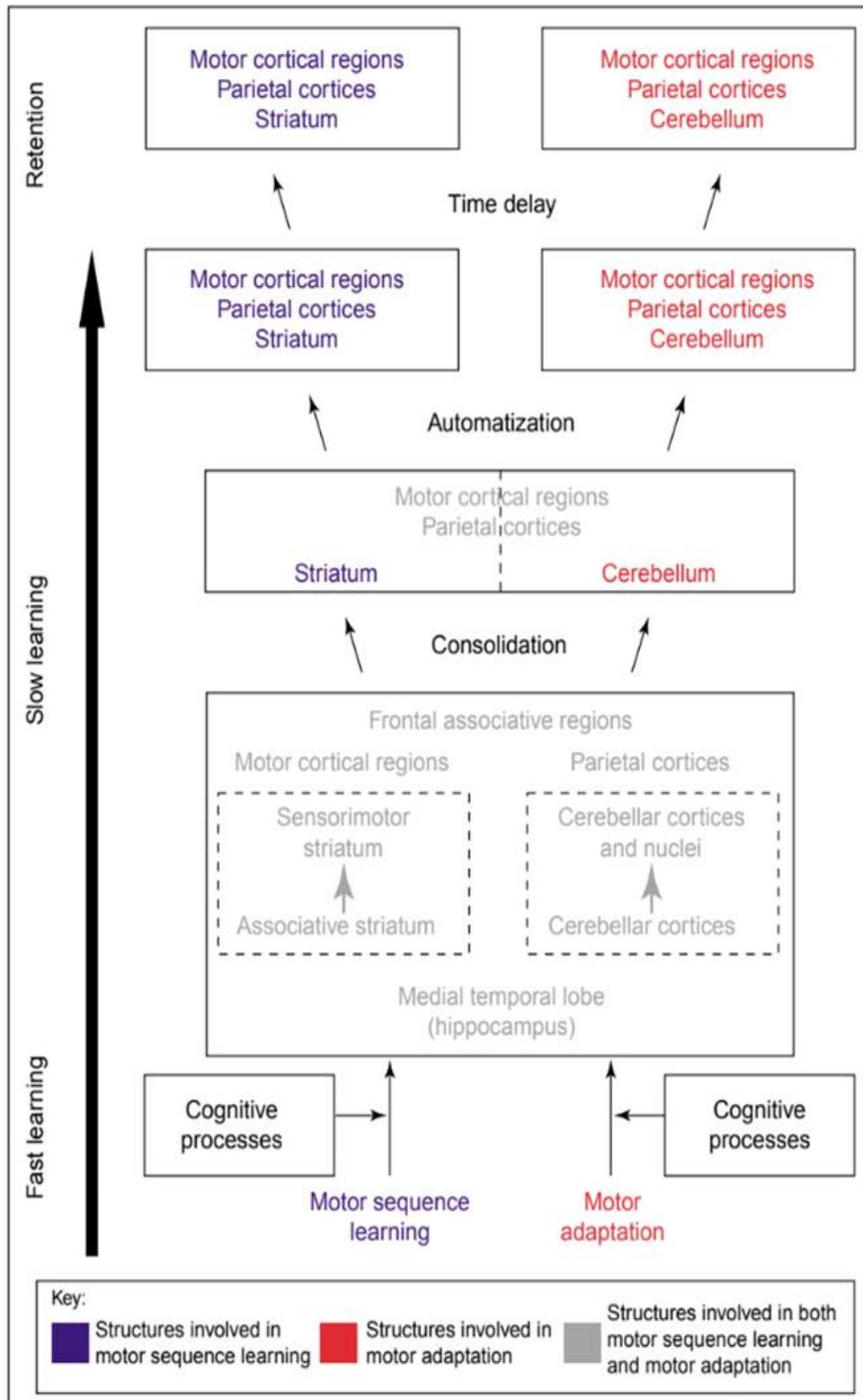
# Annexe I :

Contrôle de l'action (Paillard, 1985).



## Annexe II :

Schéma récapitulatif des phénomènes neurophysiologique de l'apprentissage moteur (Doyon & Benali, 2005).



## Annexe III :

### Checklist PRISMA (Page, McKenzie, et al., 2021).

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
<b>ABSTRACT</b>			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
<b>METHODS</b>			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	

	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	

<b>RESULTS</b>			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
<b>DISCUSSION</b>			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
<b>OTHER INFORMATION</b>			
Registration and	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	

protocol	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

## Annexe IV :

### Fiche de lecture.

#### FICHE DE LECTURE

##### Informations générales

Titre	
Auteurs	
Date	
Type d'étude	
Note	

##### Eligibilité de l'étude

Caractéristiques de l'étude		Critères d'éligibilité trouvés	Validation (Oui/Non)	
Population	Global	Nombre		
		Age		
		Sexe		
		Niveau		
		Critère d'inclusion		
		Critère d'exclusion		
	Intervention	Intervention	Nombre	
			Age	
		Contrôle	Nombre	
			Age	
Intervention	Groupe d'intervention	Durée		
		Fréquence		
		Compliance		
		Description		
	Groupe contrôle	Durée		
		Fréquence		
		Compliance		
		Description		
Méthode	Type de mesure			
	Pré/post-intervention			
	Personne qui mesure			
Résultats	Intervention			
	Contrôle			
	Remarques			
	Limites			
<b>Décision finale</b>				
<b>Raison d'exclusion</b>				
<b>Note</b>				

## Annexe V :

Niveau de preuve scientifique des articles et grade des recommandations (HAS, 2013).

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

## Annexe VI :

Echelle PEDro (Echelle PEDro - Français, 2010).

### Échelle PEDro – Français

---

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

---

## Annexe VII :

Echelle MINORS (Slim et al., 2003).

### **ITEM**

---

1. A stated aim of the study
2. Inclusion of consecutive patients
3. Prospective collection of data
4. Endpoint appropriate to the study aim
5. Unbiased evaluation of endpoints
6. Follow-up period appropriate to the major endpoint
7. Loss to follow-up not exceeding 5%

And in the case of comparative studies

8. A control group having the gold standard intervention
9. Contemporary groups
10. Baseline equivalence of groups
11. Prospective calculation of the sample size
12. Statistical analyses adapted to the study design

## Annexe VIII :

### Analyse des biais des études.

V = Biais présent

X = biais absent

#### Les études contrôlées randomisées

Etude	Biais de sélection	Biais d'allocation	Biais d'attrition	Biais de performance /de détection	Biais d'intervention	Biais de rapport des résultats	Biais d'analyse	Biais de financement	Limites citées par l'étude
Pelosin (2018)	V	X	V	V	V	X	V	X	- Pertes de vue - Ne se sont pas intéressés à la qualité de vie ou des symptômes non moteurs - Pas de résultats sur le long terme - Dépistage des troubles cognitifs limités au MMSE.
Villafaña (2016)	X	X	X	V	V	X	X	X	- Taille échantillon - Temps de suivi court - Pas de calcul de la taille d'échantillon
Mancuso (2021)	V	X	X	V	V	V	X	X	- Pas de suivi sur le long terme - Critères de sélection restreints (Absence trouble cognitif, qu'un type d'AVC etc)
Belleli (2010)	X	X	X	V	V	X	X	V	- Non mentionnées
Leem (2019)	V	X	X	V	X	X	X	X	- Non mentionnées
Agosta (2016)	V	X	X	V	V	X	X	V	- Peu de sujets - Ne connaît pas l'effet de l'Obs.Act sur des sujets atteints de démence - Les patients n'étant pas sujets au freezing n'ont pas été inclus

										<ul style="list-style-type: none"> <li>- N'ont pas testé la capacité des sujets à réaliser de l'imagerie motrice à l'entrée de l'étude</li> <li>- N'ont pas pu mesurer l'activité cérébrale pendant la marche (contrainte IRM) mais seulement lors de son observation</li> <li>- La thérapie était courte</li> </ul>
Pelosin (2013)	X	X	V	V	X	X	V	X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de patients inclus</li> <li>- N'a pas étudié sur une longue période</li> </ul>
Pelosin (2010)	X	X	V	V	X	X	V	X		- Non mentionnées
Jaywant (2015)	V	X	X	V	V	X	X	V		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de sujets</li> <li>- Suivi trop court</li> <li>- L'entraînement par la marche n'était peut-être pas assez stimulant pour être discriminant</li> </ul>
Sale (2014)	V	X	V	V	V	X	V	X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicateurs seulement cliniques</li> <li>- Récupération spontanée des patients en subaiguë</li> </ul>
Rojasavastera (2020)	V	X	V	V	V	X	V	V		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de patients</li> <li>- Population restreinte (pas beaucoup de différence de niveau cognitif)</li> <li>- Aveugle simple</li> </ul>
Harmon (2022)	V	X	V	V	X	X	V	X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de réel groupe contrôle</li> <li>- Patients avaient tendance à s'endormir sur les moments de pause</li> <li>- Patients ont trouvé dur de rester silencieux</li> <li>- Contraction isométrique en flexion de poignet était dure pour les patients</li> <li>- La Covid-19 a empêché la collecte de l'ensemble des données</li> </ul>

										- Peu de sujets
Franceschini (2012)	V	X	V	V	V	X	V	V		- Population plutôt hétérogène (intégrant les AVC ischémiques et les AVC hémorragiques)

*Les études contrôlées non randomisées*

Etude	Biais de sélection	Biais d'allocation	Biais d'attrition	Biais de performance /de détection	Biais d'intervention	Biais de rapport des résultats	Biais d'analyse	Biais de financement	Limites citées par l'étude
Giorgi (2018)	V	V	X	V	V	X	X	V	- Peu de vidéos disponibles à visualiser - Pas de retour sur expérience du patient - Personnes anxieuses et dépressives exclues alors que ce sont des troubles retrouvés dans la pathologie - N'ont pas précisé aux patients de ne pas citer leur traitement à l'examineur
Esculier (2014)	V	V	V	V	V	X	V	X	- Pas assez de sujets - TMS en mouvement peut ne pas être fiable - Suivi court dans le temps
Tremblay (2008)	V	V	X	V	X	X	X	V	- Non mentionnées
Mouthon (2016)	V	V	X	V	X	X	X	V	- Non mentionnées
Mouthon (2018)	V	V	X	V	X	X	X	X	- Non mentionnées
Kirsch (2018)	V	V	V	V	X	X	X	X	- Impacts de la technologie sur les capacités de danse des sujets - Personnes âgées moins habituées à l'utilisation d'outils technologiques

*Les études ouvertes*

Etude	Biais de sélection	Biais d'allocation	Biais d'attrition	Biais de performance /de détection	Biais d'intervention	Biais de rapport des résultats	Biais d'analyse	Biais de financement	Limites citées par l'étude
Celnik (2005)	X	V	X	V	X	X	X	V	- Non mentionnées
Santamato (2015)	V	V	X	V	V	X	X	X	- Pas de sujets - Population restreinte par les critères d'éligibilités - Pas d'évaluation instrumentale de l'équilibre - Pas de standardisation du protocole
Tia (2010)	V	V	X	V	V	X	X	V	- Non mentionnées

## Annexe IX :

### Présentation des études.

#### **Obs.Act. + Act.phy.**

*Obs.Act + Act.Phy VS Act.Phy*

(I) = intervention group / (C) = control group

M = Mâles / F = Femelles

Sem = semaine

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	Niveau de preuve
(Pelosin et al., 2018)	Essai contrôlé randomisé	N : 64 Parkinsoniens Age : - 70.4 ± 4.5 (I) - 72.8 ± 3.1 (C) Genre : - 29M/ 35F	- 45 minutes, 2x/semaine, pendant 5 semaines - Activité physique - Observation d'actions puis exécution de l'action vues sur des vidéos (sujet effectuant des exercices d'équilibre et de marche)	- Activité physique	- Fog questionnaire - TUG - BBS - 10 M-WT	2
(Giorgi et al., 2018)	Essai contrôlé	N : 16 Parkinsoniens Age : - 75,5 Genre : - 9M/7F	- 1H, 2x/sem, pendant 4 semaines - Activité physique - Observations d'actions (vidéos montrant des activités nécessitant le membre supérieur puis le membre inférieur)	- Activité physique (marche, équilibre, coordination, mobilité)	- SPDDS - NHPT - UPDRS-m - Tinetti - POMA - TUG	4

(Villafaña et al., 2016)	Essai contrôlé randomisé	N = 31 Knee replacement Age : - 70.4±7.5 (I) - 70.1±7.7 (C) Genre : - 10M/21F	- 30 minutes, 5x/sem, pendant 2 semaines - Activité physique avec exercices conventionnels - Observations d'actions  - 20 minutes de kinetech 2x/jour (indépendant)	- Activité physique (renforcement musculaire)	- Visual Analogue Scale, - active range of motion, - passive range of motion, - Barthel index, - Cumulative Illness Rating Scale, - Short Form-36 Health Survey, - Tinetti scale - Lequesne.	1
(Mancuso et al., 2021)	Essai contrôlé randomisé	N = 32 Patients victimes d'AVC Age : - 68,5 Genre : - 20M/12F	- 1H30, 5x/sem, pendant 4 semaines - Activité physique (basée sur la motricité du membre supérieur) - Observation d'actions (basée sur le membre supérieur)	- Activité physique (basée sur la motricité du membre supérieur)	- FMA-UE - BBT - MAS - FIM	2
(Bellelli et al., 2010)	Essai contrôlé randomisé	N= 60 Patients après chirurgie orthopédique Age : - 71.98.4 (I) - 71.86.9 (C) Genre : - 23M/37F	- 1H, 6x/sem, pendant 3 semaines - Activité physique (Étirement, mobilité, transfert, posture, marche, exercices fonctionnels) - Observations d'actions (activités de la vie quotidienne nécessitant le membre inférieur)	- Activité physique (Étirement, mobilité, transfert, posture, marche, exercices fonctionnels)	- FIM scores, - FIM motor subscores, - Tinetti scores	2
(Leem et al.,	Essai contrôlé	N = 30	- 50 minutes, 3x/sem,	- Activité physique	- Force (dynamomètre)	1

2019)	randomisé	Elderly people Age : - 79.50± 4.55 (I) - 76.30± 5.16 (C1) - 81.10± 3.07 (C2) Genre : - 30F	pendant 12 semaines - Activité physique (équilibre et renforcement musculaire) (OTAGO) - Observations d'actions (Equilibre et renforcement musculaire)	(équilibre et renforcement musculaire) : OTAGO ou exercices conventionnels	- TUG - The GAITRite walkway system - Fear of falling	
(Rojasavastera et al., 2020)	Essai contrôlé randomisé	N = 33 Trouble cognitif léger Age : - 67.64±4.64 (I) - 67.50±5.60 (C1) - 65.71±2.45 (C2) Genre : - 8M/25F	- 1H05, 2-3x/sem jusqu'à 12 séances - Observations d'actions (vidéo avec un sujet déambulant) - Activité physique (marche, étirement)	- Activité physique (marche, étirement) - Absence de traitement	- Vitesse de marche (simple-tâche ou double-tâche) - Variabilité temporelle des enjambées (simple-tâche ou double-tâche) - Variabilité de la longueur d'enjambée (simple-tâche ou double-tâche) - MoCA	2
(Franceschini et al., 2012)	Essai contrôlé randomisé	N : 90 (final) Patients victimes d'AVC Age : - 65,5 (I) - 67,0 (C) Genre : - 61M/41F (départ)	- 3h30 minutes, 5x/sem, pendant 4 semaines - Observation d'actions (2x 15min) (vidéo montrant des tâches motrices du membre supérieur) - Activité physique (3H) (travail de préhension et travail de marche)	- Activité physique - Absence de traitement	- BBT - FAT - FM - BBT - AS-Shoulder - AS-Elbow - AS-Wrist - FIM	2

## **Obs.Act VS Act.Phy**

### *Obs.Act VS Act.phy VS Absence de TTT*

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	
(Kirsch et al., 2018)	Essai contrôlé (analysé comme essai ouvert)	N : 19 Elderly people Age : - 63.6 years Genre : - 8M/11F	- 4 jours d'entraînement + 1 jour d'évaluation - Observation d'actions (dances)	- Activité physique (danse) - Absence de traitement	- Score de performance - Activité cérébrale (IRMf)	4

### *Obs.Act VS Act.Phy*

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	Niveau de preuve
(Agosta et al., 2017)	Essai contrôlé randomisé	N : 42 (final) Parkinsoniens Age : - 69.0 ± 8.0 (I) - 64.0 ± 7.0 (C) - 66 ± 8 (C) Genre: - 27M/17F (départ)	- 1H, 3x/sem , pendant 4 semaine - Observation (vidéos avec stratégies pour limiter le freezing) puis imitation	- Parkisonniens avec absence d'Obs.Act - Sujets âgés sains sans Obs.Act	- (UPDRS) III - HY scale - FoG severity with the FoG-Q -UPDRS II FoG score - (PDQ-39) - (BBS) - (10 M-WT) - Activité cérébrale	1

*Obs.Act VS Act.Phy VS Obs.Act + Act.phy*

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	Niveau de preuve
(Celnik et al., 2006)	Essai ouvert	N : 11 Elderly people Age : - 65 +/- 6.8 Genre : - 7M/4F	- 30 minutes - Observation d'actions (mouvement de pouce)	- Activité physique (mouvement de pouce) - Observation + activité physique (mouvement de pouce)	- MEP amplitude - Encodage d'une mémoire motrice	4

**Obs.Act**

*Obs.Act VS Absence de TTT*

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	Niveau de preuve (1-5)
(Pelosin et al., 2013)	Essai contrôlé randomisé (exploité comme 2 essai ouvert)	N : 25 Parkinsoniens (I + C) Elderly people (I2) Age : - 68.8 (± 7,4) (I1) - 64,3 (± 8,6) (I2) - 65,3 (± 9,4) (C) Genre : - 15M/10F	- Observation d'actions (vidéo montant des opposition pouce/doigts)	- Absence de traitement (pour parkinsonines) - Pas de comparateur (elderly people)	- Performance motrice	1

(Pelosin et al., 2010)	Essai contrôlé randomisé	N : 18 (final) Parkinsoniens Age : - 68.9 ± 5.5 Genre : - 12M/8F (départ)	- 1H, 3x/sem pendant 4 semaines - Observation d'actions (vidéos présentant des stratégies pour limiter le freezing)	- Absence de traitement	- FOG-Q and the "FOG diary." - TUG - 10M-WT - PDQ-39	2
(Harmon et al., 2022)	Essai contrôlé randomisé	N : 14 Elderly people Age : - 73 ± 6 Genre : - 5M/9F	- Vidéo de 8 minutes - Observation d'actions (vidéos montrant des tâches motrices sollicitant les mains)	- Absence de traitement	- Contraction volontaire maximale (MVC) - Taux de couple maximal (RTD) - Potentiel moteur évoqué (MEP)	2
(Jaywant et al., 2016)	Essai contrôlé randomisé	N : 23 Parkinsoniens Age : - 63,7 (I) - 65,8 (C) Genre : - 10M/13F	- 1 séance pendant 7 jours - Observation d'actions à domicile (vidéo d'individus atteints par Parkinson ou non marchant)	- Absence de traitement	- Mobilité - Paramètres de marche	2
(Sale et al., 2014)	Essai contrôlé randomisé	N : 67 Patients victimes d'AVC Age : - 66.5 ± 12.7 Genre : - 41M/26F	- 2 séances de 15 minutes/j, 5x/sem, pendant 4 semaines - Observation d'actions	- Absence de traitement	- Fugl-Meyer - BBT	2

Obs.Act

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	Niveau de preuve
(Santamato et al., 2015)	Essai ouvert	N : 14 Parkinsoniens Age : - 68.9 ± 4.7 Genre : - 5M/9F	- 40 minutes, 3x/sem pendant 8 semaines - Observations d'actions (observation + exécution)	Absent	- BBS - ABC-16 - UPDRS III -TUG The 10MWT	4
(Tia et al., 2010)	Essai ouvert	N = 8 Elderly people Age : - 70.5 ± 6.4 years Genre : - 1M/7F	-10 minutes, 10 entraînements sur 3 semaines - Observation d'actions (Vidéos présentant des sujets marcher, se relever, ou s'asseoir sur une chaise)	Absent	- Perception motrice - Analyse de la marche - STS/BTS	4

## **Obs.Act VS Ima.Mot**

*Obs.Act VS Ima.Mot VS Obs.Act + Ima.mot*

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	Niveau de preuve
(A. A. Mouthon et al., 2016)	Essai contrôlé (analysé comme un essai ouvert)	N : 15 Elderly people Age : - 71,3 ± 4,6 Genre : 5M/10F	- Observation d'actions (vidéo présentant des tâche motrice basées sur l'équilibre)	- Imagerie motrice (le sujet doit s'imaginer réaliser des tâches motrices basées sur l'équilibre) - Imagerie motrice et observation d'actions (deux conditions réalisées en même temps)	- Activité électrique nerfs/muscles (EMG)	4
(A. Mouthon et al., 2018)	Essai contrôlé (analysé comme un essai ouvert)	N : 16 Elderly people Age : - 72 ± 4.6 Genre : - 9M/7F	- Observation d'actions (vidéo présentant des tâche motrice basées sur l'équilibre)	- Imagerie motrice (le sujet doit s'imaginer réaliser des tâches motrices basées sur l'équilibre) - Imagerie motrice et observation d'actions (deux conditions réalisées en même temps)	- Activité cérébrale (IRMf)	2

## Obs.Act VS Ima.Mot VS Obs.Act + Act.Phy VS absence de TTT

Etude	Type	Participants	Description de l'intervention	Comparateur	Indicateur	Niveau de preuve
(Esculier et al., 2014)	Essai contrôlé (analysé comme deux essais ouverts)	N : 16 Parkinsoniens (I) Elderly people (C) Age : - 63,5 (I) - 61,9 (C) Genre : - 10M/6F	- 40 minutes, 3x/sem, pendant 6 semaines - Observation d'actions (vidéo montrant un avatar réaliser des squats)	- Imagerie motrice (le sujet doit s'imaginer effectuer des squats) - Observation d'actions et activité physique (le sujet regarde un avatar réaliser des squats et l'imité en même temps) - Absence de traitement	- Potentiel moteur évoqué (MEP)	2
(Tremblay et al., 2008)	Essai contrôlé (analysé comme deux essais ouverts)	N : 22 Parkinsoniens (I) Elderly people (C) Age : - 68.6 ± 5.8 years (I) - 66.2 ± 4.9 years (C) Genre : - 9M/13F	- Observation d'actions (vidéo montrant un homme utiliser des ciseaux)	- Imagerie motrice (le sujet doit s'imaginer utiliser les ciseaux) - Observation d'actions et activité physique (le sujet regarde un homme utiliser des ciseaux et effectue les mêmes gestes en même temps) - Absence de traitement	- Potentiel moteur évoqué (MEP) (amplitude et latence)	2

## Annexe X :

### Évaluation de la qualité méthodologique des études.

Les études contrôlées randomisées (=échelle PEDro)

V = Validé

NV = Non Validé

Etude	Critères d'éligibilité	Randomisation	Dissimulation d'attribution	Groupes similaires au départ	Participants en aveugles	Thérapeute en aveugle	Évaluateur en aveugle	< 15 % de perte de vue	Analyse en intention de traiter	Comparaison inter-groupe	Estimation des effets et de leur variabilité	Total/10
Pelosin et al.(2018)	V	V	NV	V	NV	NV	NV	V	NV	V	V	5
Villafañe et al.(2016)	V	V	NV	NV	NV	V	V	V	V	V	V	7
Mancuso et al. (2021)	V	V	NV	NV	NV	NV	V	V	V	V	V	6
Bellelli et al. (2010)	V	V	NV	V	NV	NV	V	V	V	V	V	7
Leem et al. (2019)	NV	V	NV	V	NV	NV	NV	NV	NV	V	V	4
Agosta et al. (2017)	V	V	V	V	NV	NV	V	NV	NV	V	V	6
Pelosin et	V	V	NV	V	NV	NV	V	V	NV	V	V	6

al. (2013)												
Pelosin et al. (2010)	V	V	V	V	NV	NV	V	V	NV	V	V	7
Jaywant et al. (2016)	V	V	V	V	NV	NV	NV	V	NV	V	V	6
Sale et al. (2014)	NV	V	V	NV	NV	NV	V	V	V	V	V	7
Rojasavastera et al. (2020)	V	V	V	V	V	NV	NV	NV	NV	V	V	6
Harmon et al. (2022)	NV	V	NV	NV	NV	NV	V	NV	NV	V	V	4
Franceschini et al. (2012)	V	V	NV	V	NV	NV	V	NV	NV	V	V	5

Les études contrôlées non randomisées (=MINORS)

Etude	Objectif clair	Inclusion patients	Prospectif	Indicateurs appropriés	Évaluation en aveugle	Suivi suffisant	< 5 % de perte de vue	Données significatives	Groupe contrôle adéquate	Temps de traitement équivalent	Groupes similaires au départ	Estimation des effets et de leur variabilité	Total/24
Giorgi et al.(2018)	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22
Esculier et al. (2014)	2	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	21
Tremblay et al. (2008)	2	0	2	2	0	2	0	2	2	2	1	2	17
Mouthon et al. (2016)	2	1	2	2	0	2	0	2	2	2	0	2	17
Mouthon et al. (2018)	2	1	2	2	0	2	0	2	2	2	0	2	17
Kirsch et al. (2018)	1	2	2	2	0	2	0	2	2	2	1	2	18

*Les études ouvertes (= MINORS)*

Etude	Objectif clair	Inclusion patients	Prospectif	Indicateurs appropriés	Evaluation en aveugle	Suivi suffisant	< 5 % de perte de vue	Données significatives	Total/16
Celnik et al. (2006)	1	2	2	2	2	1	2	2	14
Santamato et al. (2015)	2	2	2	2	0	2	2	2	14
Tia et al. (2010)	1	2	2	2	0	2	2	2	13



# Fiche d'attestation de lecture



## ATTESTATIONS DE LECTURE

**IFMK DE TOULOUSE, Antenne de RODEZ**

**- ATTESTATION DE LECTURE DU TRAVAIL ÉCRIT PAR LE DIRECTEUR DE  
MÉMOIRE -**

Année universitaire : 2022 / 2023

**- Fiche à remettre avec l'exemplaire imprimé**

Prénom Nom de l'étudiant :

JARRY Naïs

Titre du mémoire :

Impacts de l'observation d'actions dans l'amélioration des capacités de performance motrice chez la personne âgée : Revue systématique de littérature.

Prénom Nom du Directeur de mémoire :

FAUTRELLE Lilian

- × Je soussigné avoir reçu la version définitive du travail écrit cité ci-dessus et valide son contenu
- × J'autorise l'étudiant à y faire figurer mon nom
- × J'autorise l'étudiant à soutenir son Mémoire

Date : 24 / 03 / 23 Signature :

# Fiche d'autorisation de diffusion électronique du mémoire



**Autorisation de diffusion électronique du mémoire ou travail de fin d'études soutenu**

## **ENTRE**

Le CHU de Toulouse

La Direction du Pôle Régional de l'Enseignement et de Formation aux Métiers de la Santé

L'institut ou l'Ecole IFMK Rodez (Antenne de Toulouse)

## **ET**

L'Auteur : JARRY

Prénom : Naïs

Adresse postale :

151 Rue Paul et Etienne Lacure 12100 Millau

Téléphone : 06 42 67 90 07

Adresse électronique pérenne : jarry.nais@gmail.com

*Auteur et signataire du mémoire*

Titre du mémoire :

Impacts de l'observation d'actions dans l'amélioration des capacités de performance motrice chez la personne âgée : Revue systématique de littérature

Soutenu en vue de l'obtention du diplôme de / d' :

- ASSISTANT DE SERVICE SOCIAL
- CADRE DE SANTE
- ERGOTHERAPEUTE
- INFIRMIER
- INFIRMIER ANESTHESISTE DIPLOME D'ETAT
- INFIRMIER DE BLOC DIPLOME D'ETAT
- MANIPULATEUR D'ELECTRORADIOLOGIE MEDICALE
- MASSEUR KINESITHERAPEUTE
- PEDICURE-PODOLOGUE
- SAGE-FEMME

Nom du directeur de mémoire FAUTRELLE Lilian

Infothèque Hospitalo-Universitaire, Pôle Régional d'Enseignement et de Formation aux Métiers de la Santé (PREFMS)  
74, voie du TOEC / TSA 40031 31059 TOULOUSE CEDEX 9 / ☎ 05.61.32.40.61 / ✉ [infothèque@chu-toulouse.fr](mailto:infothèque@chu-toulouse.fr)

  
PREFMS  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE  
74, voie du Toec TSA 40031  
31059 TOULOUSE CEDEX 9  
ifmk.sec@chu-toulouse.fr  
Tél : 05 61 32 40 10

**Il est conclu le contrat suivant**

**ARTICLE 1**

L'auteur, signataire de l'œuvre, autorise l'Infothèque à diffuser son mémoire sur le portail documentaire de l'Infothèque. L'accès au texte intégral est réservé aux usagers inscrits à l'Infothèque (étudiants, formateurs du PREFMS et professionnels du CHU), après identification sur le portail documentaire de l'Infothèque.

**ARTICLE 2**

L'auteur dépose la version numérique du mémoire lors de sa soutenance ou \_\_\_ semaines après la soutenance, au secrétariat de l'institut ou de l'école.

**ARTICLE 3**

L'auteur est totalement responsable du contenu de son œuvre. Il s'engage également à signaler à l'institut ou l'école toute utilisation, de documents extérieurs (photographies, plans...) vis à vis desquels se pose la question de l'autorisation de reproduction et de représentation.

**ARTICLE 4**

L'auteur pourra retirer cette autorisation de diffusion à tout moment en avisant l'institut ou l'école de sa décision par lettre recommandée avec accusé de réception, adressée à l'Infothèque. L'institut ou l'école retirera l'œuvre lors de la prochaine actualisation du site de diffusion. Cette autorisation de diffusion n'a pas de caractère exclusif et l'auteur conserve toutes les autres possibilités de diffusion concomitantes de son œuvre.

**ARTICLE 5**

La diffusion reste soumise à l'accord du jury et/ou de l'institut-école de formation et/ou l'établissement où le stage a eu lieu.

**ARTICLE 6**

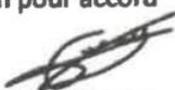
L'Infothèque se réserve le droit de ne pas faire apparaître des documents ou portions de documents inclus dans le mémoire, pour lesquels les droits de reproduction et de représentation n'auraient pas été acquis. De la même manière, le CHU ne peut pas être tenu pour responsable de représentation illégale de documents pour lesquels l'auteur n'aurait pas signalé qu'il n'en avait pas acquis les droits.

J'atteste avoir déposé ce jour la version électronique du mémoire et

- en autorise sa diffusion sur le portail documentaire de l'Infothèque
- n'autorise pas la diffusion sur portail documentaire de l'Infothèque

Fait à : **MILLAU** Le : **04/03/2023**

Faire précéder la signature de la mention « Bon pour accord »

Signature de l'auteur	Visa de l'Institut ou Ecole	Visa du Stage (au besoin)
Bon pour accord 		

**PREFMS**  
**INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE**  
 Infothèque Hospitalo-Universitaire, 74, voie du Toec, TSA 40031  
 31059 TOULOUSE CEDEX 9  05 61 32 40 10  infotheque@chu-toulouse.fr  
 ifmk.sec@chu-toulouse.fr  
 Tél : 05 61 32 40 10



## Impacts de l'observation d'actions dans l'amélioration des capacités de performance motrice chez la personne âgée : une revue systématique de littérature

### Résumé

**Contexte :** Le vieillissement entraîne une plasticité négative à l'origine d'une baisse des performances motrices des personnes âgées, pouvant impacter leur autonomie.

**Objectif :** Evaluer les impacts de l'observation d'actions sur les performances motrices des personnes âgées et évaluer ses potentialités de pratique par le MK.

**Méthodologie :** Cette revue systématique de littérature a été réalisée à l'aide de Pubmed, Cochrane et Science Direct. Les sujets étaient sains ou atteints par une pathologie (neurologique ou orthopédique).

**Résultats :** Au total, 22 articles ont été sélectionnés, réunissant 666 participants. Il a été montré que l'observation d'actions pouvait améliorer les performances motrices en modulant les comportements (+ 10.91%). Elle a également permis d'améliorer les capacités de performance motrice, en modifiant l'excitabilité cortico-spinale (+ 4.84%) ainsi que l'activité des réseaux neuronaux intracérébraux (+ 276.47%).

**Conclusion :** L'observation d'actions permet d'améliorer significativement les performances des personnes âgées. En ce sens, elle apparaît comme étant une thérapie pertinente chez cette population, pouvant être mise en place en rééducation par le MK. Néanmoins, des conditions à son utilisation doivent être respectées. Des études ultérieures semblent nécessaires afin d'affiner les recommandations concernant la posologie des protocoles.

Mots-clés : Observation d'actions, Personnes âgées, Performance motrice.

## Impacts of action observation on improving motor performance skills in the elderly : a systematic review

### Abstract

**Background :** Ageing leads to negative plasticity, including reduced motor performance, which can affect the autonomy of the elderly.

**Objective :** To evaluate the impacts of action observation on motor performance in the elderly and to evaluate its potential issues for rehabilitation by physiotherapists.

**Methods :** This systematic review was conducted using Pubmed, Cochrane and Science Direct. Participants were healthy or had pathology (neurologic or orthopaedic).

**Results :** A total of 22 articles have been selected, involving 666 participants. We have shown that action observation could improve motor performance by changing behaviour (+ 10.91%). In addition, this therapy has improved motor performance skills, by modulating cortico-spinal excitability (+ 4.84%), and intracerebral neurons activity (+ 276%).

**Conclusion :** Action Observation can significantly improve motor performance in the elderly. Thus, it appears to be a relevant therapy for this population that could be used by the physiotherapist. Nevertheless, some conditions need to be considered and respected. Further studies seem to be necessary to complete the recommendations about protocol dosage.

Key words : Action observation, Elderly, Motor performance.