

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>1.1 CONTEXTE GÉNÉRAL</b>	<b>1</b>
<b>1.2 CONTEXTE PHYSIOTHÉRAPEUTIQUE</b>	<b>1</b>
<b>1.3 CADRE THÉORIQUE</b>	<b>2</b>
1.3.1 MARCHÉ	2
1.3.2 MOTOR LEARNING	3
1.3.3 DOUBLE-TÂCHE	3
1.3.4 TROUBLES NEUROLOGIQUES	5
<b>1.4 PROBLÉMATIQUE</b>	<b>6</b>
<b>2 MÉTHODE</b>	<b>7</b>
<b>2.1 SCOPING REVIEW DE LA LITTÉRATURE</b>	<b>7</b>
<b>2.2 STRATÉGIE DE RECHERCHE</b>	<b>8</b>
<b>2.3 SÉLECTION DES ARTICLES</b>	<b>8</b>
2.3.1 CRITÈRES D'INCLUSION	8
2.3.2 CRITÈRES D'EXCLUSION	8
2.3.3 SÉLECTION DE TEXTES PAR TITRES ET/OU RÉSUMÉS	9
2.3.4 SÉLECTION DES TEXTES EN VERSION INTÉGRALE	9
2.3.5 ÉVALUATION DU RISQUE DE BIAIS DES ARTICLES	9
<b>2.4 CRÉATION D'UN PROGRAMME D'EXERCICES</b>	<b>10</b>
<b>3 RÉSULTATS</b>	<b>12</b>
<b>3.1 STRATÉGIE DE RECHERCHE</b>	<b>12</b>
<b>3.2 SÉLECTION DES ARTICLES</b>	<b>12</b>
3.2.1 SÉLECTION DES TEXTES PAR TITRES ET/OU RÉSUMÉS	12
3.2.2 SÉLECTION DES TEXTES EN VERSION INTÉGRALE	12
<b>3.3 TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ÉTUDES</b>	<b>14</b>
<b>3.4 EFFETS DES INTERVENTIONS</b>	<b>16</b>
3.4.1 RÉSULTATS DES TESTS DE MARCHÉ SANS DT	16
3.4.2 RÉSULTATS DES TEST MARCHÉ AVEC DT	17
3.4.3 RÉSULTATS DES TESTS DE MARCHÉ APRÈS TROIS INTERVENTIONS DIFFÉRENTES	18
<b>3.5 COMPARAISON DES INTERVENTIONS</b>	<b>19</b>
3.5.1 DURÉE DU PROGRAMME ET DES INTERVENTIONS	19
3.5.2 TESTS DE LA MARCHÉ	20
3.5.3 MATÉRIEL	20

<b>3.6</b>	<b>RISQUE DE BIAIS DES ARTICLES SÉLECTIONNÉS</b>	<b>21</b>
3.6.1	RANDOM SEQUENCE GENERATION	21
3.6.2	ALLOCATION CONCEALMENT	21
3.6.3	BLINDING OF PARTICIPANTS AND PERSONAL	21
3.6.4	BLINDING OF OUTCOME ASSESSMENT (DETECTION BIAS)	21
3.6.5	INCOMPLETE OUTCOME DATA	22
3.6.6	SELECTIVE REPORTING (REPORTING BIAS)	22
<b>3.7</b>	<b>CRÉATION D'UN PROGRAMME DE DOUBLE-TÂCHE</b>	<b>22</b>
3.7.1	DOUBLE-TÂCHES CHOISIES	22
3.7.2	SÉLECTION DES EXPERTS	23
3.7.3	PROGRAMME FINAL	24
<b>4</b>	<b>DISCUSSION</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>SCOPING REVIEW</b>	<b>28</b>
4.1.1	RÉSUMÉ DES RÉSULTATS PRINCIPAUX	28
4.1.2	INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	29
4.1.3	OUTILS D'ÉVALUATION UTILISÉS	30
4.1.4	POTENTIELS BIAIS	30
<b>4.2</b>	<b>PROGRAMME DE DOUBLE-TÂCHE</b>	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>LIMITES DU TRAVAIL</b>	<b>32</b>
<b>4.4</b>	<b>IMPLICATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE</b>	<b>32</b>
4.4.1	UTILISATION DU PROGRAMME	33
<b>4.5</b>	<b>IMPLICATION POUR LA RECHERCHE</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>I</b>
<b>7</b>	<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>VI</b>
<b>8</b>	<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>VI</b>
<b>9</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>VII</b>

## Liste des abréviations

10MWT	10 Meters Walking Test
6MWT	6 Minutes Walking Test
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
BBS	Berg Balance Scale
CDGT	Cognitiv Dual task Gait Training
DADTB	Divided Attention and Dual-Tasking Battery
DT	Double-Tâche
DTC	Double-Tâche Cognitive
DTM	Double-Tâche Motrice
F8WT	Figure of 8 Walk
FGA	Functional Gait Assessment
FRT	Functional Reach Test
FSST	Four Square Step Test
FTSST	Five Times Sit to Stand Test
IC	Intervalle de Confiance
MCDGT	Motor Cognitiv Dual task Gait Training
MDGT	Motor Dual task Gait Training
MS	Multiple Sclerosis
PC	Programme Cognitif
PD	Parkinson's Disease
PM	Programme Moteur
PRP	Période Réfractaire Psychologique
RCT	Randomised Controlled Trial (= étude randomisée contrôlée)
SMD	Standard Mean Deviation (= différence de moyenne standard)
ST	Simple-Tâche
STI	Stability Test Index
TC	Trouble Cognitif
TCC	Traumatisme Crânio-Cérébral
TR	Tapis Roulant
TUG	Time Up and Go
WDI	Weight Distribution Index

# **1. Introduction**

## **1.1 Contexte général**

Les troubles neurologiques touchent à ce jour des centaines de millions de personnes dans le monde (Organisation mondiale de la Santé, 2016).

Au travers des différentes affections neurologiques, la personne peut développer certains troubles moteurs. Un des troubles moteurs importants qui se manifeste chez ces patients est un trouble de la marche. Il s'agit par conséquent d'une activité principale à rééduquer (Canning, Ada, & Woodhouse, 2008 ; Morand, 2010).

La marche correspond à l'activité de la vie humaine la plus basique, c'est pourquoi il est nécessaire pour les patients de retrouver cette capacité (Neumann, 2013). Cette activité s'accompagne régulièrement de tâches supplémentaires, cognitives ou motrices. Il s'agit de la notion de double-tâche (DT), une capacité importante dans la vie de tous les jours. Les personnes saines assument quotidiennement de manière inconsciente des tâches motrices et cognitives simultanément, lors de troubles neurologiques, l'accomplissement de tâches additionnelles péjorent les paramètres de la marche (Brauer, Woollacott, & Shumway-Cook, 2002). En effet, Haggard et ses collègues (2000) démontrent que lorsque la déambulation s'accompagne d'une tâche cognitive, cette activité devient plus complexe pour les patients. Une étude datant de 2009 met en évidence que les victimes d'un traumatisme crânien se plaignent de la difficulté ou de l'impossibilité à réaliser deux tâches conjointement (Evans, Greenfield, Wilson, & Bateman, 2009). Selon une recherche de 2009, les situations problématiques arrivent plus fréquemment lors de l'exécution de deux tâches cognitives ou lors d'une tâche cognitive associée à une tâche motrice (Evans et al., 2009).

L'exécution de DT lors de la marche est importante au quotidien, car si cette capacité est diminuée, le risque de chute augmente (Bloem, Grimbergen, Cramer, Willemsen, & Zwinderman, 2001)

## **1.2 Contexte physiothérapeutique**

Comme le démontrent les études de Morand (2010) et de Canning et son équipe (2008), l'altération de la marche est une conséquence fréquente d'une maladie neurologique, c'est pourquoi la rééducation de celle-ci est courante et qu'elle fait partie des objectifs majeurs de la neurorééducation (Mauritz, 2002 ; Morand, 2010).

En effet, l'importance de la rééducation en physiothérapie suite à une lésion nerveuse a été prouvée : l'effet s'intensifie lorsqu'elle est entreprise le plus précocement (Oujamaa et al., 2012). Afin de retrouver cette capacité, les physiothérapeutes adoptent différentes stratégies de réhabilitation, dont l'apprentissage moteur.

La littérature soutient que les principes de l'apprentissage moteur apportent une amélioration dans la rééducation d'une action, les physiothérapeutes peuvent donc utiliser différents types d'apprentissages moteurs afin d'y parvenir (Cha et al., 2015 ; Kleynen et al., 2015).

Kleynen et ses collègues (2014) expliquent que la DT fait partie des sept stratégies principales de l'apprentissage moteur, celle-ci nécessite la compétence de diviser son attention et de traiter l'information pour chacune des tâches exécutées (Kleynen et al., 2014 ; Richard A.. Schmidt & Lee, 2005). La DT possède un intérêt pour la rééducation neurologique, car elle permet d'améliorer une capacité que nous utilisons tous les jours: accomplir différentes tâches simultanées. De plus, cet entraînement à la division de l'attention lors de la marche diminue le risque de chute (Bloem et al., 2001).

Lorsque l'attention est limitée, celle-ci va être surchargée plus rapidement que pour un sujet détenant une pleine capacité d'attention, par conséquent, la performance d'une des tâches sera diminuée (Catena, van Donkelaar, & Chou, 2009). Les personnes atteintes de troubles neurologiques éprouvent donc des difficultés à réaliser des tâches simultanées (Brauer et al., 2002).

L'étude de Yang et al. (2007) démontre les bénéfices de l'entraînement de la marche avec la DT sur les paramètres de marche en comparaison avec une simple tâche (ST) (Y. Yang, Wang, Chen, & Kao, 2007). Cependant, une autre recherche de 2001 a démontré que les patients victimes d'accidents vasculaires cérébraux (AVC) diminuent leur vitesse de marche lorsqu'ils utilisent une DT cognitive associée (Bowen et al., 2001).

### **1.3 Cadre théorique**

Avant de poursuivre la suite de notre travail, nous allons tout d'abord commencer par définir quelques termes.

#### **1.3.1 Marche**

Chez les sujets sains, la marche est un automatisme. Le système nerveux a la capacité de contrôler la marche avec le minimum d'utilisation des ressources du contrôle exécutif. Les déficits et troubles de la marche sont en partie caractérisés par une

modification de la stratégie du contrôle locomoteur, passant de l'automatisme à un contrôle exécutif compensatoire.

L'automatisation de la marche est possible grâce à des circuits spécialisés du système nerveux central qui coordonnent différents schémas d'activation neuromusculaire. Ces circuits permettent une stratégie de contrôle locomoteur stable et flexible n'ayant pas besoin d'un contrôle d'attention en continu, ils se trouvent dans la moelle épinière, le tronc cérébral et le cervelet (Clark, 2015). En situation de double-tâche, nous constatons que la marche nécessite une capacité d'attention (Dubost et al., 2006 ; Woollacott & Shumway-Cook, 2002).

### **1.3.2 Motor learning**

L'apprentissage moteur est le changement de la capacité motrice d'un mouvement impliquant un ensemble de processus intérieurs après répétitions. Il s'agit d'une série de réponses qui doit être exécutées dans le bon ordre et au bon moment (Sattelmayer, Elsig, Hilfiker, & Baer, 2016 ; Schmidt, 1988). En 2014, Kleynen et ses collègues ajoutent que « cet apprentissage génère une connaissance verbale de la performance (comme des faits ou des règles) du mouvement, implique des étapes cognitives dans ce processus et dépend de l'implication de la mémoire de travail. »

C'est une interaction complexe entre plusieurs processus. La perception, la cognition et l'action permettent d'apprendre de nouvelles stratégies dans l'acquisition et la modification d'un mouvement, dans le but de retrouver une fonction motrice déficiente ou perdue (Shumway-Cook & Woollacott, 2011).

Kleynen et son équipe (2014) identifient sept stratégies principales de l'apprentissage moteur : par découverte (*discovery learning*), par analogie (*analogy learning*), sans erreur (*errorless learning*), par observation (*observational learning*), par double-tâche (*dual task learning*), par essais (*trial and error learning*), et par imagerie mentale (*movement imagery*) [Annexe I].

### **1.3.3 Double-tâche**

La double-tâche se définit comme la performance simultanée de deux tâches qui peuvent être réalisées indépendamment et qui ont un objectif distinct (McIsaac, Lamberg, & Muratori, 2015). En d'autres termes, la double-tâche est la capacité à réaliser deux actions à la fois. Il est également possible d'associer plus de deux tâches à la fois (multi-tâches). La DT est constituée de deux natures différentes: la fonction motrice et la fonction cognitive.

La fonction motrice correspond à la capacité à produire un mouvement tel que marcher, boire un verre, sauter, s'habiller, lancer/attraper une balle etc.

La fonction cognitive se décrit par la capacité à comprendre les choses qui se produisent dans la vie quotidienne. Il s'agit également d'une aptitude d'adaptation lors de différentes situations et de résolution de problèmes (Kim, Han, & Lee, 2014). Elle concerne la concentration, la mémoire, la planification, la systématisation, la résolution de problèmes, la conceptualisation et l'utilisation du langage (Campbell et al., 1990). Voici quelques exemples : parler, compter, épeler un mot, citer des noms de famille, etc. Il est possible d'associer une/des fonction(s) motrice(s) à une/des fonction(s) cognitive(s). Dans notre vie quotidienne, les activités que nous accomplissons requièrent régulièrement deux actions que nous réalisons en même temps. (Y. R. Yang, Chen, Lee, Cheng, & Wang, 2007).

### 1.3.3.1 Fonctionnement de la double-tâche

Pourquoi certaines personnes ont des difficultés à effectuer deux tâches simultanément ? La littérature apporte diverses explications. La majorité des chercheurs soutiennent que l'exécution de tâches simultanées induit une altération de la performance de celles-ci (Pashler, 1994 ; Sigman & Dehaene, 2008).

Les théories les plus influentes pour expliquer cette manière de concevoir les double-tâches se nomment « *capacity sharing* » (partage de capacités), « *bottleneck* » (goulot) et « *cross talk* » (diaphonie).

Le modèle du partage des capacités (*capacity sharing*) propose que l'aptitude de traitement et les ressources mentales se divisent entre les différentes tâches. Lorsque plus d'une tâche sont effectuées au même moment, la capacité de traitement des tâches individuelles va diminuer. La performance de chaque tâche distincte s'affaiblit (Pashler, 1994).

La théorie du goulot (*bottleneck*) s'explique grâce au paradigme de la période réfractaire psychologique (PRP). La PRP correspond à la période durant laquelle la réponse du deuxième stimulus est ralentie car le premier stimulus est toujours en traitement.

Lorsque deux tâches synchrones demandent un mécanisme complexe, un goulot apparaît. Une ou les deux tâches subiront un retard ou une détérioration de la performance (Pashler, 1994).

Le modèle de diaphonie (*cross talk*) expose que l'interférence dépend du contenu des informations traitées. Normalement, l'exécution de deux tâches concomitantes est

facilité lorsque celles-ci impliquent des inputs semblables. Ces deux informations peuvent être traitées par le même type de moyen de traitement (Pashler, 1994).

### **1.3.4 Troubles neurologiques**

Nous avons choisi pour notre travail des personnes atteintes d'un trouble neurologique, quel qu'il soit. Cependant, dans notre sélection finale, nous n'avons pu tenir compte que de patients ayant subi un AVC ou un traumatisme crânien. De ce fait, nous n'aborderons que ces deux troubles.

#### **1.3.4.1 Accident vasculaire cérébral**

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit l'AVC comme «le résultat de l'interruption de la circulation sanguine dans le cerveau, en général quand un vaisseau sanguin éclate ou est bloqué par un caillot. L'apport en oxygène et en nutriments est stoppé, ce qui endommage les tissus cérébraux. »

On retrouve deux types d'AVC : l'AVC ischémique et l'AVC hémorragique. L'AVC ischémique, qui est la cause la plus fréquente, est dû à l'occlusion d'une artère par un caillot. En conséquence, une réduction du débit sanguin apparaît, pouvant aller à une ischémie et une nécrose tissulaire (Ropper, 2005). L'AVC hémorragique peut être causé par la rupture d'une artère cérébrale ou par la rupture d'un anévrisme.

La vitesse et la qualité de la marche sont souvent altérées après un AVC. De plus, les conséquences neurologiques de cette atteinte complexifient la marche. Il peut ainsi survenir des troubles de régulation du tonus et de la motricité, de la spasticité, des paralysies, des troubles de l'équilibre, une diminution visuo-spatiale, des troubles de la sensibilité et de la coordination, des altérations des mouvements sélectifs ainsi que des complications orthopédiques tel qu'un pied en varus équin (Rouleaud et al., 2000 ; Yelnik, Bonan, Simon, & Gellez-Leman, 2008).

#### **1.3.4.2 Traumatisme crânio-cérébral**

Le traumatisme crânio-cérébral (TCC) est causé par un impact physique à la tête, lors d'un accident ou d'un coup à la tête, occasionnant une lésion du cerveau, des méninges, des vaisseaux sanguins et de l'os du crâne (Blennow, Hardy, & Zetterberg, 2012 ; Fragile Suisse, n.d.).

Les principales lésions qui apparaissent en conséquence du choc sont les suivantes : un hématome, une contusion cérébrale, une fracture de la boîte crânienne, une atteinte des nerfs crâniens et une ischémie cérébrale.

Différentes atteintes peuvent apparaître lors d'un TCC ; atteintes neurologiques (hémiparésie, ataxie, spasticité, bradykinésie, troubles sensitifs, troubles de la parole), sensorielles (troubles visuels) et troubles cognitifs (déficit d'attention, difficulté de mémorisation)(Aubin, Azouvi, & Vallat-Azouvi, 2015 ; Blennow et al., 2012). En conséquence de ces différentes atteintes, la qualité de vie et la mobilité chez une de ces personnes sont limitées (Hyder, Wunderlich, Puvanachandra, Gururaj, & Kobusingye, 2007). Leur temps de réaction et la vitesse de marche en situation de DT sont également diminués (Yasen, Howell, Chou, Pazzaglia, & Christie, 2017).

#### **1.4 Problématique**

Nous désirons comprendre ce qu'apporte l'entraînement de double-tâche pour la réhabilitation de la marche auprès de patients avec différentes pathologies neurologiques. Nous avons fait le choix de sélectionner un large spectre de maladies neurologiques car plusieurs études ont déjà été menées sur l'entraînement de la marche avec de la double-tâche pour une maladie neurologique spécifique, comme la maladie du Parkinson ou la sclérose en plaques. Nous ne souhaitons pas nous limiter à une maladie afin de fournir un programme destiné à toute personne atteinte d'un trouble neurologique.

Nous avons ainsi deux objectifs. Le premier est de connaître les effets de la double-tâche sur la rééducation de la marche chez des patients atteints de troubles neurologiques. Si cette technique d'apprentissage moteur apporte une amélioration de cette activité, nous pourrions poursuivre avec notre deuxième objectif, qui est de créer un programme progressif et adapté en utilisant les exercices de la littérature sélectionnée.

Notre question de recherche est la suivante : « est-ce que les exercices par double-tâche proposés par la littérature ont un effet sur la marche, et si oui, est-il possible d'en créer un programme pour le domaine de la neurologie? ».

## 2 Méthode

Afin de répondre à notre question de recherche : « est-ce que les exercices par double-tâche proposés par la littérature ont un effet sur la marche, et si oui, est-il possible d'en créer un programme pour le domaine de la neurologie? », nous avons séparé notre travail de Bachelor en deux parties. Nous avons commencé par entreprendre une *scoping review* de la littérature pour prendre connaissance des études déjà réalisées sur la rééducation de la marche, à l'aide la double-tâche, en neurologie.

Pour la suite de notre travail, nous avons souhaité ainsi établir un programme de réhabilitation de la marche par la double-tâche adressé aux patients souffrants de troubles neurologiques. Nous nous sommes basées sur les exercices permettant l'amélioration de la marche proposés dans les études de la *scoping review*.

### 2.1 Scoping review de la littérature

Colquhoun et ses collègues (2014) crée leur propre définition de la *scoping review* à partir de celle d'Arksey et O'Malley (2005) et de celle de Daudt (2013): « une *scoping review* (également appelée « revue pragmatique») est une forme de synthèse des connaissances qui aborde une question de recherche exploratoire visant à rassembler les concepts clés, les types de données convaincantes et les lacunes dans la recherche liée à une zone ou un domaine défini en cherchant, sélectionnant et synthétisant systématiquement les connaissances existantes » (Arksey & O'Malley, 2005 ; Colquhoun et al., 2014 ; Daudt, van Mossel, & Scott, 2013).

Arkrey et O'Malley (2005) propose le premier guide méthodologique pour construire une *scoping review*, où ils décrivent cinq étapes :

- Etape 1: Identification de la question de recherche
- Etape 2: Identification des études pertinentes
- Etape 3: Sélection des études
- Etape 4: Cartographie des données
- Etape 5: Collection, résumé et report des résultats

Nous avons pris le parti de réaliser une *scoping review* et non une revue systématique car nous aurions manqué de temps pour réaliser le véritable objectif de notre travail: la création d'un programme progressif basé sur la littérature. De plus, afin de créer celui-ci, nous n'utilisons que la synthèse de chaque article pour comprendre l'effet de la

double-tâche sur la marche, à condition que cette stratégie permette une amélioration des paramètres de cette activité fonctionnelle.

## **2.2 Stratégie de recherche**

Nous avons élaboré une stratégie de recherche de type booléenne que nous avons utilisé sur les bases de données Pubmed et Cochrane dans le but de répondre à la question suivante : les exercices par double-tâche améliorent-ils les paramètres de la marche ?

Notre avons sélectionné des mots-clés suite à la lecture de premiers articles en lien avec notre thème que nous avons ensuite relié à l'aide d'opérateurs booléens AND ou OR.

Le design choisi se porte sur les études randomisées contrôlées (RCT, *randomised controlled trial*) afin de comparer l'effet d'un traitement de la marche avec la double-tâche pour une population souffrant de troubles neurologiques (tels que les AVC, la maladie de Parkinson, la sclérose en plaques ou les TCC) quels que soient le sexe, l'âge, le stade de la maladie ou l'atteinte de celle-ci.

Les traitements sélectionnés comportent l'utilisation de la double-tâche et nous avons également accepté les thérapies comportant plus de deux actions simultanées.

Nous avons ensuite complété notre stratégie de recherche en intégrant la marche, qui est l'activité fonctionnelle que nous souhaitons rééduquer [Annexe II].

Nous nous sommes restreintes à deux bases de données au vu du nombre suffisant de modèles de double-tâches. Pour l'accès aux articles en version intégrale, nous avons utilisé le moteur de recherche *Google Scholar*.

## **2.3 Sélection des articles**

Nous avons accompli une sélection des articles obtenus par notre stratégie de recherche grâce à différents critères. Puis nous avons suivi les étapes que proposent le *Prisma Diagram* (Liberati et al., 2009).

### **2.3.1 Critères d'inclusion**

Les articles compris dans notre *scoping review* doivent intégrer des personnes souffrant de troubles neurologiques (population) et la rééducation de la marche (issue) à l'aide de la double-tâche (intervention). Ces articles doivent être des RCT (design).

### **2.3.2 Critères d'exclusion**

Nous avons déterminé les critères d'exclusion suivants:

- Etudes rédigées dans une autre langue que le français, l'allemand ou l'anglais, car nous ne maîtrisons pas d'autres langues.
- Population souffrant d'une maladie neurologique congénitale, car nous souhaitons réduire une activité connue de la personne.
- Absence de résultats de l'intervention sur la marche, car nous souhaitons connaître l'effet d'un tel entraînement sur celle-ci.

### **2.3.3 Sélection de textes par titres et/ou résumés**

Nous avons débuté notre sélection à l'aide des critères précisés dans le chapitre précédent, en nous concentrant uniquement sur les titres et/ou les résumés des articles. Dans le but de garantir la pertinence de chaque étude sélectionnée, nous avons premièrement trié la sélection des articles obtenus de façon individuelle. Nous avons ensuite effectué une mise en commun des choix que nous avons faits séparément, puis en avons discuté en nous concentrant sur les critères de sélection ci-dessus.

### **2.3.4 Sélection des textes en version intégrale**

Nous avons ensuite poursuivi la deuxième étape de notre sélection par la lecture intégrale des études précédemment triées.

Nous avons lu, de manière individuelle, les articles sélectionnés auparavant, dans leur version complète afin de nous assurer que ceux-ci respectent bien les critères cités antérieurement. Puis nous avons procédé à une seconde mise en commun, toujours dans le but d'établir une sélection optimale.

### **2.3.5 Evaluation du risque de biais des articles**

Pour l'évaluation des articles, nous avons pris la décision de suivre les recommandations du « *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* » qui conseille d'analyser le risque de biais et non la qualité de l'article. En effet, les auteurs Higgins et ses collègues (2011) préfèrent évaluer le risque de biais. Ils mettent en évidence que cela permet de juger la qualité de l'étude et de la recherche sous-jacente en parallèle. Cette analyse permet d'évaluer le risque des potentiels résultats biaisés, pouvant induire une exagération ou modération de la réalité (Higgins & Green, 2011).

Nous avons donc évalué le risque de biais des articles finaux à l'aide de la grille *Cochrane risk of bias tool* [Annexe III] qui comportent six domaines: la sélection des biais (élaborée de la randomisation et de la dissimulation d'allocation), la performance

des biais (qui concerne l'aveuglement des participants et du personnel), la détection des biais (construit de l'aveuglement de l'évaluation des résultats), l'attribution des biais (qui implique les données des résultats incomplètes) et le report des biais (évalué avec le report sélectif). Cette grille comporte un dernier domaine nommé « autres biais », que nous avons décidé de ne pas utiliser car il s'agit d'un item qui n'est pertinent que dans certaines situations. Ce dernier élément s'applique par exemple, pour des circonstances spécifiques, tels que des essais sur des médicaments.

Nous avons évalué le risque de biais à l'aide de trois réponses possibles. « *Low risk* » dans le cas où le risque de biais est évalué comme faible et « *High risk* » lorsque celui-ci est élevé. La réponse « *Unclear risk* » apparaît lors d'une information manquante ou non-évaluable.

## **2.4 Création d'un programme d'exercices**

Nous avons premièrement recensé tous les exercices de tâches additionnelles à la marche à partir de la sélection finale de notre *scoping review* et nous avons ensuite étudié leurs statistiques et le risque de biais de chaque étude. En effet, si le test d'une intervention n'est pas cliniquement significatif, nous avons fait le choix de ne pas l'inclure dans notre programme, ainsi sa valeur P doit être inférieure à 0.05 ( $P < 0.05$ ), pour que les résultats se rapprochent au mieux des effets observés (Higgins & Green, 2011).

En plus de cette analyse, nous avons également sélectionné les articles suite à l'évaluation du risque de biais. Nous avons pris la décision d'exclure les études comportant plus d'un item à haut risque.

Nous les avons ensuite intégrées aléatoirement dans un système de tri de cartes, *Optimal Workshop*, permettant aux experts de hiérarchiser le programme.

Il s'agit d'un système de tri de cartes gratuit pour la conception d'une architecture d'informations. Il permet de découvrir la hiérarchie proposée par les participants afin d'en orienter les créateurs des cartes (Optimal Workshop, n.d.). Ce programme nous a permis de soumettre la liste de toutes les double-tâches sélectionnées à cinq experts. Chaque exercice s'illustre avec une photo démontrant l'exercice, une brève explication de la double-tâche avec des adaptations possibles. Nous avons fait le choix de soumettre cette hiérarchie à une assemblée d'experts afin de la valider et de récolter des informations supplémentaires. Plusieurs études ont utilisé le même procédé, soit par une discussion avec des experts soit par des échanges d'email avec des spécialistes (Mâsse

et al., 1998 ; Wuilloud A. & Lauper D., 2016). Nous avons contacté plusieurs physiothérapeutes exerçant en neurologie.

Chacun recevait a reçu un explicatif détaillé de notre travail ainsi qu'une marche à suivre [Annexe IV] pour garantir une utilisation optimale du programme internet. De plus, nous avons laissé nos coordonnées pour qu'ils puissent nous joindre en cas de questions.

Grâce à leurs expertises, nous avons comparé les hiérarchies proposées et les commentaires. Nous avons recherché les similitudes dans la progression des exercices. Lors de niveaux de progression différents, nous nous sommes concertées pour décider du classement.

### **3 Résultats**

En utilisant la méthode précédemment citée, nous avons obtenu plusieurs résultats concernant la sélection des articles et la création du programme.

#### **3.1 Stratégie de recherche**

Avec la stratégie de recherche formulée auparavant, nous avons obtenu un résultat de 557 articles, dont 340 articles sur la base de données *Pubmed*, et 217 sur *Cochrane*. Après l'élimination des doublons sur le logiciel *Zotero*, nous avons réduit ce résultat au nombre de 522.

#### **3.2 Sélection des articles**

Nous avons ensuite triés les 522 articles trouvés avec notre stratégie de recherche, grâce aux critères d'inclusion et d'exclusion.

##### **3.2.1 Sélection des textes par titres et/ou résumés**

Suite à notre sélection individuelle, nous avons procédé à une mise en commun et avons retenu 44 articles répondant à nos critères par la lecture de leur titre et/ou résumé.

Nous avons exclu les 478 autres articles pour les raisons suivantes : certaines études ne portaient pas sur la double-tâche ou sur la marche, le design était autre qu'une RCT ou la population cible ne souffrait pas de troubles neurologiques.

##### **3.2.2 Sélection des textes en version intégrale**

Après avoir terminé notre seconde sélection individuelle et mise en commun de la lecture complète des articles, nous avons conservé quatre études. Les troubles neurologiques de celles-ci sont les accidents vasculaires cérébraux et les traumatismes crânio-cérébraux; nous ne retrouvons malheureusement pas de maladie de Parkinson ou de sclérose en plaques dans notre dernière collection.

Nous avons exclu 40 articles pour les raisons suivantes :

- Six articles ne correspondaient pas au bon design.
- Dix-huit articles avaient pour groupe contrôle des personnes saines
- Six articles ne correspondaient pas à un programme basé sur la DT.
- Deux articles n'avaient pas pour but l'amélioration de la marche.
- Deux articles n'avaient pas de groupe contrôle.
- Six articles n'étaient pas disponibles en version complète.

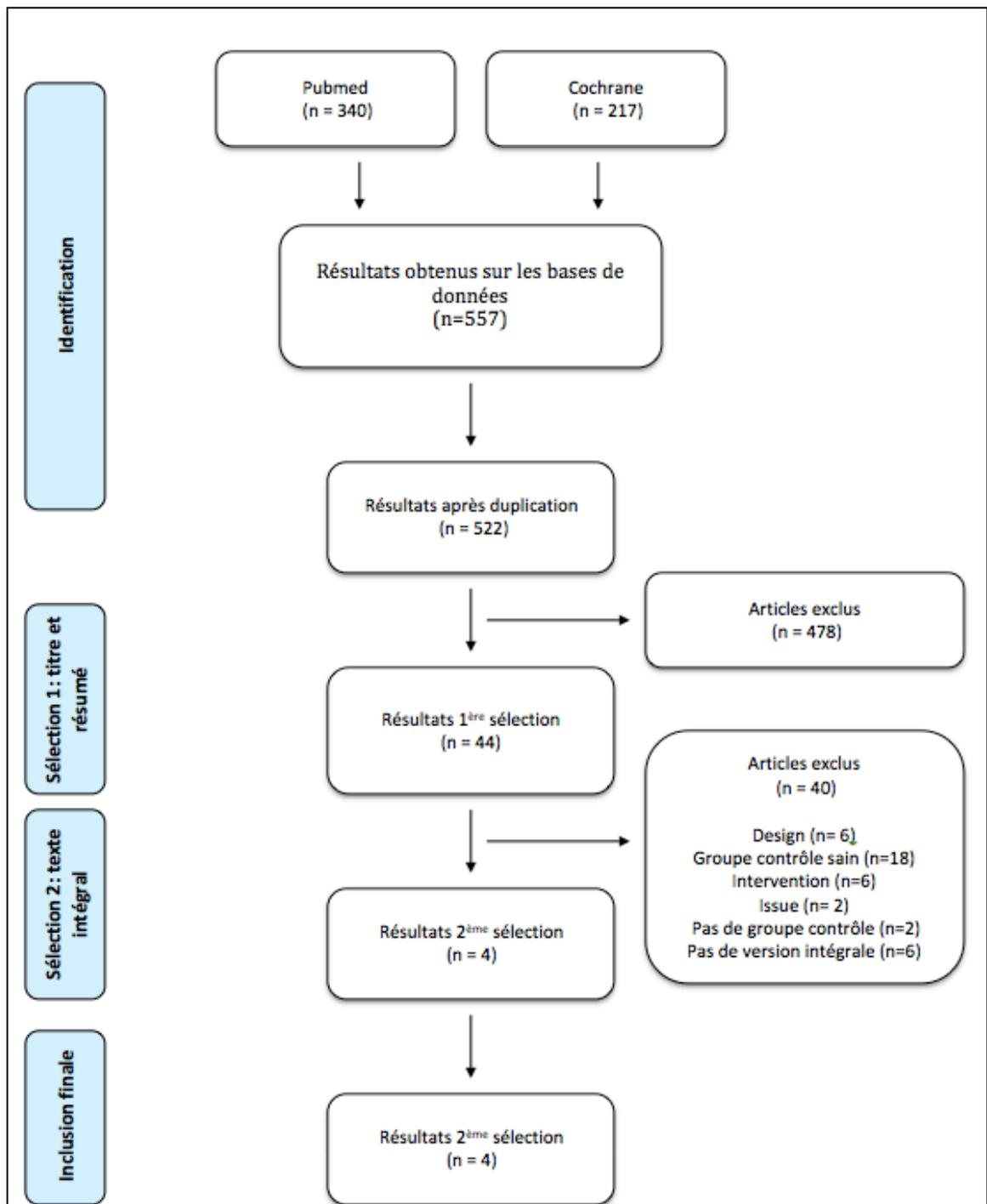


Figure 1: Diagramme de Flux (inspiré du *Prisma Diagram*)

### 3.3 Tableau récapitulatif des études

La description détaillée des études se trouve dans les annexes [Annexe V].

**Tableau 1: Tableau récapitulatif des études sélectionnées**

Auteurs Date	Population	Durée Fréquence	Intervention Expérimentale	Intervention Contrôle	Outcome Outils de mesure	Résultats
Yang et al. (2007)	AVC chronique 11 ♀ 14 ♂	4 semaines  30 minutes / jour 3 fois / semaine	Marche (différentes directions) +  1. Porter une ou deux balles 2. <i>Dribbler</i> sur un rythme avec une ou deux mains 3. Une main <i>dribble</i> + une main porte la balle 4. <i>Shooter</i> dans une balle tenue par un filet 5. Une main tient une balle + un pied <i>shoote</i> dans balle (tenue par le filet) 6. Une main <i>dribble</i> + un pied <i>shoote</i> 7. Deux mains <i>dribblent</i>	Pas d'entraînement de réhabilitation	« GAITRite »  ST: Marche 10m  DT: Marche 10m en portant un plateau + verres	Amélioration des paramètres de marche en ST pour le GE.  Amélioration des paramètres de marche en DT pour le GE et GC.
Evans et al. (2009)	TCC AVC 2 ♀ 17 ♂	5 semaines  2 fois / jour 5 jours / semaine	Marche +  1. Ecouter une musique instrumentale 2. Ecouter une musique vocale 3. Ecouter un enregistrement radio + répondre aux questions 4. Tâche de facilité verbale (donner des mots d'une catégorie ou commençant par une lettre) 5. Répondre à des questions autobiographiques	Poursuite de thérapies pré- recherche, appel hebdomadaire par un chercheur, journal de bord	DADTB : Attention sur marche Marche (+click) Marche (+phrases) Marche (+tonalités)  Attention sur DT Marche + click Marche + phrases Marche + tons Click + phrases Click + tonalités	Amélioration de la marche et de la conversation pour le GE

An et al. (2014)	AVC chronique	8 semaines  30 minutes / jour 3 fois / semaine	<p>Marche sur tapis roulant +</p> <p>MDGT: lancer/attraper une balle, poser des anneaux sur des crochets, boutonner/déboutonner un vêtement, tenir une tasse d'eau sans la renverser, prendre/redonner une tasse d'eau</p> <p>CDGT : discerner des couleurs, soustractions, raisonnements verbaux, épeler des mots à l'envers, compter à l'envers</p> <p>MCDGT: exercices moteurs + exercices cognitifs</p>		<p>Marche : TUG FSST 10MWT 6MWT</p> <p>Equilibre: FRT WDI STI</p>	Amélioration de la marche et de l'équilibre pour les MDGT et MCDGT, faible amélioration par CDGT. Amélioration de la DT par MCDGT
Kim et al. (2016)	AVC < six mois 10 ♀ 10 ♂	6 semaines  30 minutes / jour 5 jours / semaine	<p>Traitements habituels (NDT, PNF, <i>Brunnstrom approches, motor learning program</i>) +</p> <p>Traitement aquatique :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stabilisation yeux fermés</li> <li>2. Déstabilisation par PT</li> <li>3. Marcher 10m</li> <li>4. Marcher 10m + tenir tasse pleine sans renverser</li> </ol>	Traitements habituels	<p>Marche : 10MWT TUG FGA</p> <p>Equilibre: BBS FTSST FRT</p>	Amélioration significative de la marche et de l'équilibre pour le GE

**10MWT** : 10 Meters Walking Test, **6MWT** : 6 Minutes Walking Test, **AVC** : Accident Vasculaire Cérébral, **CDGT** : cognitiv dual task gait training, **DADTB** : Divided Attention and Dual-Tasking Battery, **DT** : Double-tâche, **FRT** : Functional Reach Test, **FSST** : Four Square Step Test, **FTSST** : Five Times Sit to Stand Test, **GC** : Groupe Contrôle, **GE** : Groupe Expérimental, **MCDGT** : motor and cognition dual task gait training, **MDGT** : motor dual task gait training, **NDT** : Neurodevelopmental Treatment, **PNF** : proprioceptive neuromuscular facilitation, **ST** : Simple-tâche, **STI** : Stability Test Index, **TUG** : Time Up and Go, **WDI** : Weight Distribution Index

### 3.4 Effets des interventions

Afin d'évaluer les effets de l'intervention des entraînements de DT sur la marche, nous avons séparé les études sélectionnées en trois groupes.

Les quatre études évaluent la marche différemment, et pour cette raison, nous avons analysé les effets des interventions en trois parties. La première compare les études de Kim (2016) et de Yang (2007), qui mesurent la vitesse de marche, la cadence et la longueur de pas lors de la marche simple. La deuxième comparaison se porte sur les études d'Evans (2009) et de Yang (2007) qui testent la marche avec une situation de DT. Notre dernière analyse intègre uniquement l'étude de An (2014), car elle comprend trois groupes expérimentaux, et nous souhaitons comparer les différentes interventions entre elles.

#### 3.4.1 Résultats des tests de marche sans DT

La première analyse évalue trois paramètres de marche simple et comprend les études de Kim (2016) et de Yang (2007).

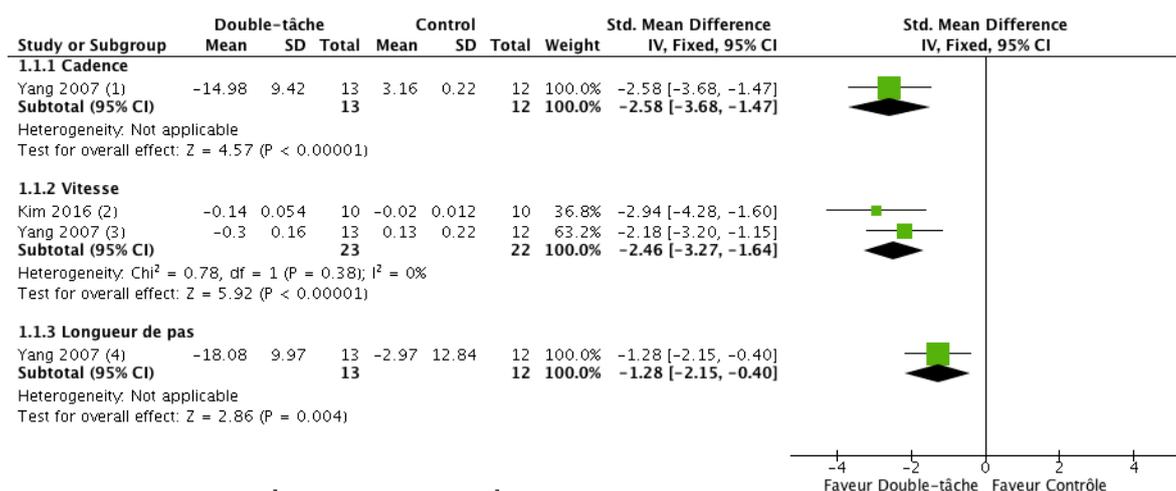
Le sous-groupe de la cadence étudie 13 patients dans le groupe de traitement (groupe DT), et 12 dans celui du groupe contrôle. La différence de moyenne standardisée (SMD) se trouve à -2.58 avec un intervalle de confiance (IC) à 95% de [-3.68, -1.47] en faveur du groupe expérimental.

L'étude de la vitesse inclut 23 patients dans le groupe « DT » et 22 dans le groupe contrôle. La SMD est de -2.46 en faveur du groupe « DT » [95% CI -3.27,-1.64]. Cet effet démontre une différence significative en faveur de l'entraînement avec double-tâche, avec néanmoins un intervalle de confiance mesuré à [-3.27, -1.64].

Puis, le groupe de traitement de 13 personnes obtient une moyenne de -1.28 en comparaison avec le groupe contrôle de 12 patients. Leur IC se monte à [-2.15, -0.40].

Les trois paramètres de marche présentés ci-dessous ont tous un très gros effet (SMD > 0.7) et sont tous statistiquement significatifs (P < 0.00001, P < 0.00001, P = 0.004).

L'étude de Yang (2007) illustre de manière significative que la cadence, la vitesse et la longueur de pas du groupe de traitement s'améliorent par l'entraînement de la DT. Kim (2016) confirme également cette affirmation avec la vitesse de marche de son groupe de traitement.



**Figure 2: Comparaison entre la cadence, la vitesse et la longueur du pas lors de la marche sans DT**

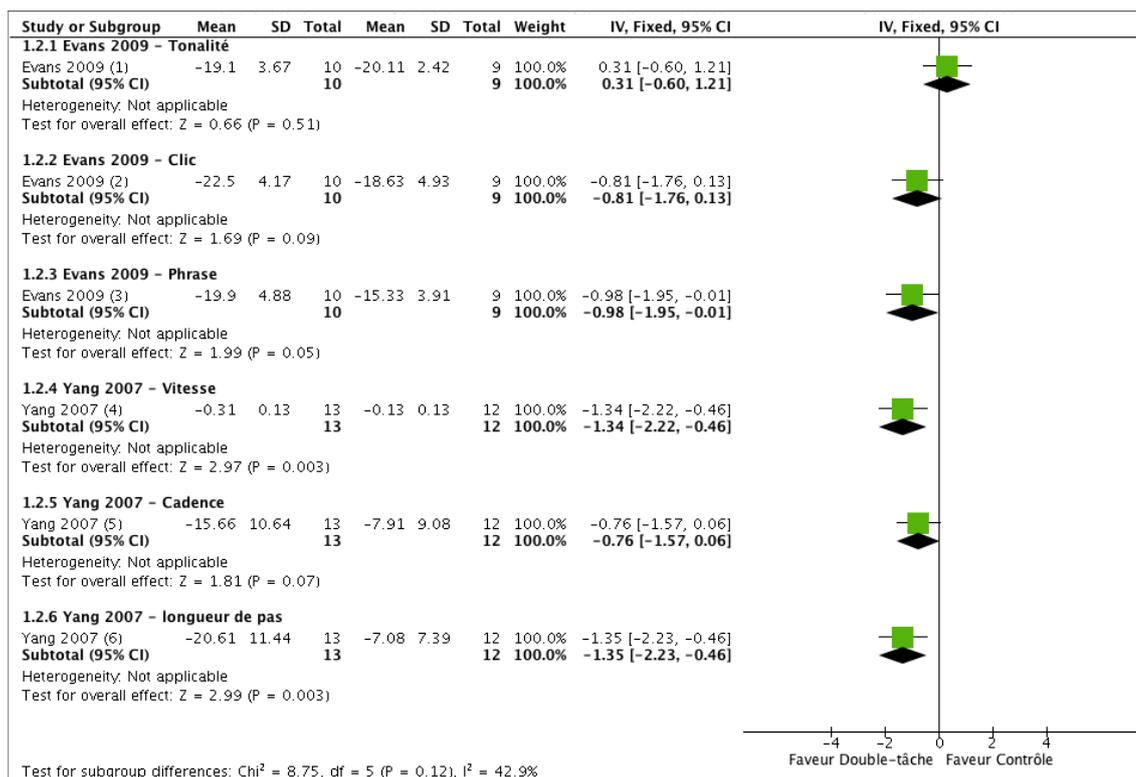
### 3.4.2 Résultats des test marche avec DT

La deuxième analyse évalue la marche tout en réalisant une tâche additionnelle.

L'étude d'Evans (2009) démontre que deux des double-tâches qu'elle présente (marche et clics, marche et phrases) se positionnent en faveur de la double-tâche (13 patients) avec des SMD de -0.81 et -0.98, ce qui représente un gros effet. Leurs IC à 95% se monte à [-1.76, 0.13] ; [-1.95,-0.01].

La double-tâche « marche et tonalités » se place en faveur du groupe contrôle (12 participants) avec une SMD à petit effet (SMD < 0.4) de 0.31 et un IC à 95% de [-0.60, 1.21]. Les trois sous-groupes d'Evans ne sont statistiquement pas significatifs car leurs valeurs P sont supérieures ou égales à 0.05 (P = 0.51, P = 0.09, P = 0.05).

Yang (2007) démontre des tests cliniquement significatifs lors de l'évaluation de la marche couplée à une DT (P = 0.003, P < 0.07, P = 0.003). Les patients du groupe expérimental réalisent un progrès dans la vitesse de marche, la cadence et dans la longueur de pas avec des moyennes à gros effets de -1.34, -0.76 et -1.35. Leurs intervalles de confiance (95%) sont à ([-2.22, -0.46] ; [-1.57, 0.06] ; [-2.23, -0.46]).



**Figure 3: Comparaison entre les double-tâches marche et tonalités, marche et clics, marche et phrases, la vitesse de marche, la cadence et la longueur de pas**

### 3.4.3 Résultats des tests de marche après trois interventions différentes

La troisième analyse juge la vitesse de marche par l'utilisation des trois différentes DT de l'étude de An (2014). N'ayant pas un groupe expérimental et un groupe contrôle distincts, nous avons souhaité comparer l'efficacité des double-tâches cognitives (DTC), des double-tâches motrices (DTM) et DT cognitivo-motrices entre elles.

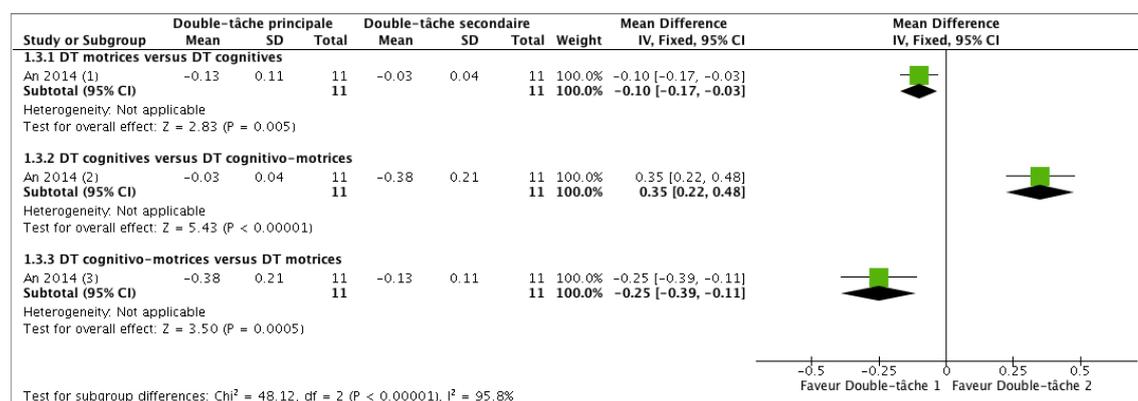
Le groupe moteur (n=11) prend l'avantage sur le groupe cognitif (n=11) avec une moyenne de -0.10 et un IC à 95% de [-0.17, -0.03]. Le groupe cognitif, en comparaison avec le groupe cognitivo-moteur, obtient une moyenne de 0.35 et un IC de [0.22, 0.48], où l'intervention se positionne en faveur du groupe cognitivo-moteur.

Puis, l'étude de la comparaison du groupe cognitivo-moteur avec le groupe moteur se positionne en faveur de ce premier avec une moyenne standard à -0.25 [95% CI -0.39, -0.11].

Tous ces résultats sont statistiquement significatifs (P = 0.005, P < 0.00001, P = 0.0005) et démontrent tous les trois un petit effet.

Nous n'avons pas pu comparer chaque groupe avec un groupe contrôle pour pouvoir l'illustrer statistiquement ci-dessous; néanmoins, selon les résultats de l'étude, les trois

groupes permettent d'améliorer la marche, y compris le groupe cognitif, bien qu'il permette une moins bonne progression que les deux autres groupes.



**Figure 4: Comparaison de la vitesse de marche après un entraînement moteur, cognitif ou cognitivo-moteur**

### 3.5 Comparaison des interventions

#### 3.5.1 Durée du programme et des interventions

Les programmes d'interventions des groupes expérimentaux des quatre études sélectionnées durent entre quatre à huit semaines.

L'étude de Yang (2007) se déroule sur quatre semaines. Les patients atteints d'AVC chronique réalisent le programme d'exercices avec une balle, 30 minutes par jour et ce, trois fois par semaine. Cet entraînement dure en moyenne six heures (360 minutes).

Celui d'Evans (2009) est le programme qui demande le moins d'heures de travail : 200 minutes, soit environ trois heures et demie. Le programme se porte sur cinq semaines et les participants s'entraînent deux fois par jour, cinq jours par semaine. Une session d'exercices se passe en deux fois durant deux minutes avec une pause de trois à 10 minutes entre (la pause dépend du temps de récupération du patient).

An (2014) propose un programme sur huit semaines, à raison de 30 minutes par jour et trois fois par semaine. Son programme prévu pour les AVC chroniques dure approximativement 12 heures (720 minutes).

Le programme de Kim (2016) est le plus exigeant, soit 30 heures d'entraînement (1800 minutes). En effet, l'étude allie un programme en piscine de 30 minutes par jour, trois jours par semaine ainsi qu'un programme en salle (à sec), pour les mêmes durées. Les patients atteints d'AVC de moins de six mois s'exercent pendant six semaines.

### 3.5.2 Tests de la marche

En ce qui concerne les tests évaluant la marche, les études de Yang (2007) et d'Evans (2009) se démarquent des tests les plus fréquents. En effet, Yang (2007) teste ses participants à l'aide de l'instrument GAITRite, un capteur au sol, déposé à la moitié de la longueur des 10 mètres à effectuer. Cet outil permet de mesurer la vitesse de marche, la cadence, la longueur de pas, ainsi que le temps de foulée. Tous ces paramètres sont évalués lors du test en ST (marche sur 10 mètres à vitesse confortable) et en DT (idem en portant un plateau de verres vides).

Evans (2009) évalue son programme à l'aide d'une batterie de tests non validée, ce qui remet fortement en cause les résultats de son étude. Le *Divided Attention and Dual-tasking Battery* permet de scorer la capacité de DT en regroupant une DTM, une DTC et quatre DT cognitivo-motrices. Pour notre travail, nous avons utilisé uniquement les tests comprenant la marche.

An (2014) et Kim (2016) utilisent tous les deux le 10 Meters Walking Test (10MWT), avec lequel nous avons pu calculer la vitesse de marche des patients, et le *Time Up and Go* (TUG). L'étude de An (2014) évalue en plus le *Four Square Step Test* (FSST) ainsi que le *6 Minutes Walking Test* (6MWT), et celle de Kim (2016) le *Functional Gait Assessment* (FGA).

### 3.5.3 Matériel

Ces quatre études demandent l'utilisation de divers équipements. L'entraînement nécessitant la plus grande infrastructure est celle de Kim (2016), car une piscine est indispensable. En plus de celle-ci, divers matériels de neurologie et une tasse sont nécessaires. Yang (2007) a besoin d'uniquement de deux balles et d'un filet, son entraînement est celui qui demande le moins de matériel et le plus facile à se procurer. Evans (2009) est le seul à proposer une intervention à domicile, sans physiothérapeute (excepté une fois par semaine). Les participants ont donc besoin d'un lecteur CD avec cinq différents enregistrements ; ceci peut également compromettre les résultats de cette étude car hormis l'entretien hebdomadaire, aucun contrôle des exercices n'est réalisé. L'étude de An (2014) est celle qui requiert le plus de matériels. En effet, en plus d'un tapis roulant, le groupe moteur a besoin pour exécuter les exercices d'une balle, d'anneaux et de crochets, de vêtements avec des boutons (chemise) et d'une tasse.

### 3.6 Risque de biais des articles sélectionnés

La figure 5 présente le risque de biais de nos études. Nous avons procédé à cette évaluation grâce à la grille *Cochrane risk of bias tool* [Annexe III].

Les points verts signifient que le risque de biais est faible, les rouges qu'il est élevé et les jaunes qu'il n'est pas évaluable à cause du manque d'informations.

	Yang 2007	Kim 2016	Evans 2009	An 2014	
	+	+	+	+	Random sequence generation (selection bias)
	+	?	+	?	Allocation concealment (selection bias)
	-	-	-	-	Blinding of participants and personnel (performance bias)
	+	?	-	?	Blinding of outcome assessment (detection bias)
	+	+	?	?	Incomplete outcome data (attrition bias)
	?	?	?	?	Selective reporting (reporting bias)

Figure 5: Évaluation des risques de biais des études sélectionnées

#### 3.6.1 Random sequence generation

Toutes les études sélectionnées possèdent un petit risque de biais pour cet item, car tous les sujets ont été répartis aléatoirement dans le groupe contrôle ou expérimental.

#### 3.6.2 Allocation concealment

Dans les études de Yang (2007) et d'Evans (2009), l'allocation demeure inconnue jusqu'à ce que le patient reçoive le traitement grâce à l'utilisation d'enveloppes opaques, scellées par une personne hors de la recherche. An (2014) et Kim (2016) présentent un risque de biais incertain pour cet item, aucune information n'est donnée pour cette démarche.

#### 3.6.3 Blinding of participants and personal

Les études en double-aveugle indiquent que le patient et le thérapeute ne connaissent pas le type de traitement donné. La physiothérapie ne permet pas de respecter ce point. C'est pourquoi, les quatre études possèdent un risque de biais élevé.

#### 3.6.4 Blinding of outcome assessment (detection bias)

Cet item analyse la manière dont les études sont évaluées. En effet, les risques sont

réduits lorsque le chercheur ne connaît pas l'intervention proposée au patient. Seule l'étude de Yang (2007) démontre un risque de biais bas. A l'inverse, c'est un chercheur participant à l'étude d'Evans (2009) qui s'est occupé d'évaluer les interventions. Les deux autres études ne précisent pas cet aspect.

### **3.6.5 Incomplete outcome data**

Le biais d'attrition survient par l'exclusion ou l'arrêt d'un sujet durant l'étude (*drop out*). Nous avons évalué le risque de cet item de la manière suivante ; moins de 5% de drop out représente un risque de biais bas, entre 5% et 20% un risque de biais incertain et plus de 20% un risque de biais élevé. L'étude d'Evans (2009) expose l'arrêt d'un participant sur 20 durant l'entraînement, ce qui représente 5% de son échantillon de départ et désigne un risque de biais incertain. An (2014) annonce que trois patients sur 36 n'ont pas pu terminer la recherche, le pourcentage de *drop out* de son étude est de 8.33%, et indique également un risque de biais incertain. Les deux autres études présentent le même nombre de patients pré- et post-traitement, leur risque de biais est alors bas.

### **3.6.6 Selective reporting (reporting bias)**

Cet item est induit lorsque des informations ne sont pas publiées soit au travers des résultats ou de l'étude même.

Les quatre études ne détiennent pas de numérotation de registration, ainsi, nous n'avons pas pu évaluer ce risque.

## **3.7 Création d'un programme de double-tâche**

L'analyse des résultats déterminant l'efficacité d'un entraînement basé sur la double-tâche nous a permis de définir quelles double-tâches apparaissent dans notre programme.

### **3.7.1 Double-tâches choisies**

L'étude de Kim (2016) nous a permis de sélectionner une unique double-tâche concernant la marche, qui consiste à coupler la marche aquatique en portant une tasse d'eau. Les tests de cette recherche sont statistiquement significatifs et ne possèdent qu'un item à haut risque de biais, bien qu'elle comporte trois items qui ne sont pas clairs.

L'étude de An (2014) met en évidence les bénéfices qu'apportent l'association de la marche sur un tapis roulant avec les tâches additionnelles motrices suivantes: lancer et attraper une balle, poser des anneaux sur des crochets, boutonner et déboutonner un vêtement, tenir une tasse d'eau sans la renverser, prendre et redonner une tasse d'eau. L'addition des tâches cognitives démontrent également une amélioration : discerner des couleurs, accomplir des soustractions, effectuer des raisonnements analogiques verbaux, épeler des mots et compter à l'envers. Nous avons fait le choix de changer les raisonnements verbaux analogiques par des raisonnements verbaux dichotomiques afin d'éviter de devoir en formuler. Toutes les évaluations sont cliniquement significatives bien qu'elles aient toutes un petit effet ( $SMD < 0.4$ ). L'étude indique deux items à haut risque de biais (dont la double-aveugle) et trois items n'étant pas évaluables.

Les double-tâches qu'ont proposées Evans et ses collègues (2009) ne sont statistiquement pas significatives et l'étude comporte deux items à haut risque de biais. Ainsi, nous avons décidé de ne pas les inclure dans notre programme.

Finalement, nous avons aussi sélectionné pour notre programme toutes les double-tâches que proposent Yang et ses collègues (2007) car leur programme est cliniquement significatif et représente l'étude la moins biaisée des quatre. Les tâches motrices adjointes à la marche utilisées sont: porter une ou deux balles dans les mains, *dribbler* avec une balle sur un rythme avec une ou deux mains, *shooter* avec le pied dans une balle tenue par un filet, *dribbler* une balle d'une main et porter une balle avec l'autre, tenir une balle d'une main et *shooter* une balle d'un pied, *dribbler* une balle avec une main et *shooter* d'un pied dans une balle, *dribbler* deux balles avec les deux mains.

### **3.7.2 Sélection des experts**

Pour l'évaluation du programme de DT, nous l'avons soumis à différents physiothérapeutes dans le domaine de la neurologie. Nous avons donc contacté les physiothérapeutes de la SUVA à Sion et ceux de la clinique Bernoise à Montana. Seule une personne de la SUVA nous a répondu positivement : nous avons donc étendu notre recherche à quatre autres thérapeutes spécialisés en neurologie. Notre comité se compose de cinq experts en neurorééducation, dont deux exercent comme professeurs à la Haute Ecole de Santé en physiothérapie.

### 3.7.3 Programme final

Pour commencer, 100% des double-tâches proposées ont été jugées faisables en neurologie, néanmoins, elles requièrent déjà une certaine maîtrise de la marche sans aide sur terrain régulier.

La gêne à classer les exercices par ordre croissant de difficulté correspond à la remarque principale de nos experts. En effet, la diversité des atteintes neurologiques possibles rend la graduation des exercices complexe. La capacité des patients à réaliser les exercices moteurs varie selon leur motricité, leur coordination ainsi que leur tonus et leur spasticité. Les tâches cognitives sont également compliquées à classer, car beaucoup de patients peuvent également souffrir de troubles neuropsychologiques.

De manière générale, les experts jugent les exercices sur le tapis roulant trop dangereux par l'imposition du rythme, et déconseillent de l'utiliser avec des patients en phase de réhabilitation, excepté si l'emploi de sangles de sécurité est possible (suspensothérapie). De ce fait, 38% des double-tâches motrices et 100% des double-tâches cognitives ont été jugées non-sécuritaires. Les 62% restants des DTM sont alors sécuritaires.

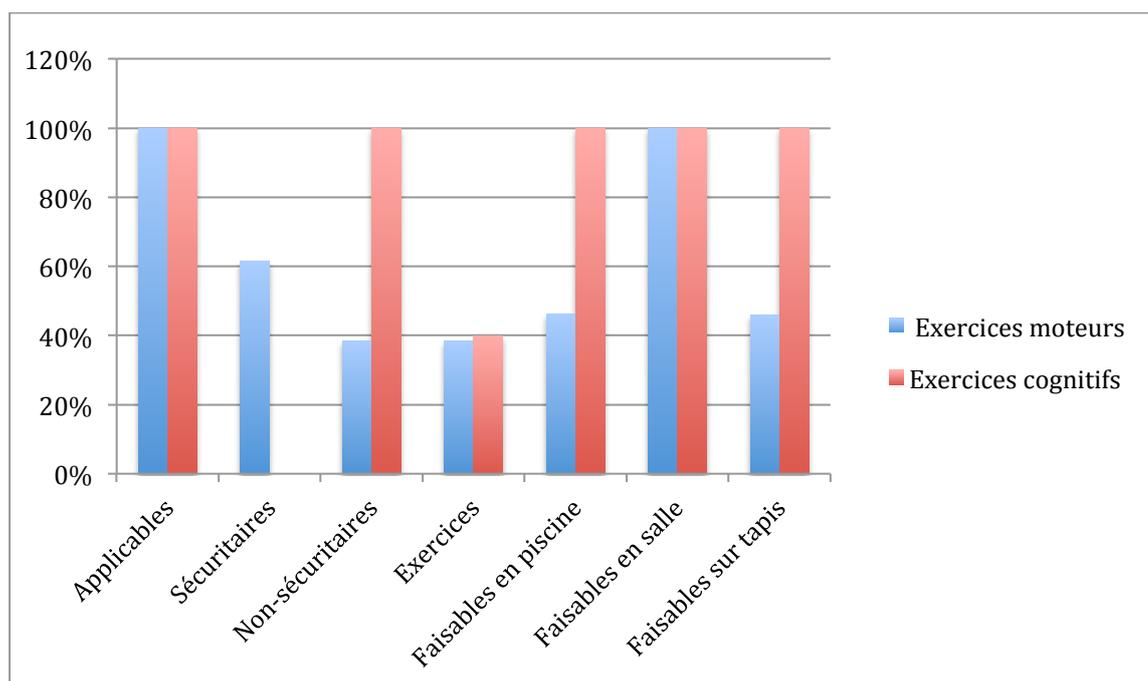
Ces professionnels en neurologie approuvent l'exécution de DT en piscine. En effet, les patients ne ressentent pas le poids de leur corps lorsque celui-ci se trouve dans l'eau, cependant, elles demandent une infrastructure sécurisée et adaptée à chaque patient patient.

Plusieurs propositions individuelles nous ont été faites. La première consiste à réaliser les exercices en trois niveaux de progression d'environnements différents. Tout d'abord, il serait judicieux de commencer en piscine et d'y instaurer plusieurs niveaux de difficultés. 46% des tâches motrices et la totalité des cognitives seraient applicables dans ce milieu. Ensuite, le patient pourrait accomplir la totalité des exercices proposés sur surface normale (en salle) puis lorsque ceux-ci sont maîtrisés, il serait envisageable d'exécuter 46% des DTM et 100% des DTC sur un tapis roulant, à condition qu'il y ait un système de sécurité. La deuxième proposition suggère de séparer le programme en deux parties : une progression d'exercices moteurs et une d'exercices cognitifs. De ce fait, les personnes ayant des troubles cognitifs pourraient également profiter du programme sans difficultés supplémentaires. Nous avons fait le choix de construire notre programme de cette manière.

Il a été soulevé que les patients pourraient être vite démoralisés face à l'échec d'une DT. Le soutien du patient pour faire face à ces défaites est alors important. Or, un expert soulève qu'il est intéressant de proposer des exercices plus difficiles pour que le patient

soit motivé par un challenge. En effet, l'utilisation des DT nécessite d'identifier le potentiel émotionnel et moteur du patient. De plus, pour ces professionnels, plus les double-tâches sont fonctionnelles, plus les patients sont concentrés et motivés. Nous avons jugé 38% des DTM et 40% des DTC comme fonctionnelles dans notre programme.

Les spécialistes précisent encore que le programme manque d'exercices vestibulaires, nous en avons donc intégrés dans la partie « adaptations » pour quelques exercices moteurs et pour tous les exercices cognitifs.



**Figure 6: Evaluation des exercices par les experts où 13 exercices moteurs correspondent à 100% et cinq exercices cognitifs correspondent à 100%**

### 3.7.3.1 Progression finale

Afin de construire la progression finale du programme, nous avons séparé les exercices cognitifs et moteurs en gardant l'ordre défini par chaque expert. Tous les exercices sont numérotés dans le programme *Optimal Workshop* (numérotation à droite de l'image dans l'annexe VI). La progression du programme a été définie en comparant la position la plus fréquente de chaque exercice selon l'avis des experts.

Pour les exercices cognitivo-moteurs, la répartition n'a pas posé de problème car l'ordre donné par les experts est très similaire.

**Tableau 2: Progression complète des exercices cognitivo-moteurs par les experts**

Expert n°1	Expert n°2	Expert n°3	Expert n°4	Expert n°5	Final
4	4	14	4	14	4
14	14	4	14	4	14
16	16	5	5	16	16
5	5	16	16	5	5
15	15	15	15	15	15

La réalisation de la progression des exercices moteurs-moteurs étant plus compliquée, nous les avons triés en différentes étapes. Premièrement, nous avons défini l'exercice en piscine en position initiale, car d'après les experts, la diminution de la pesanteur et du poids du corps facilite la marche. Deuxièmement, le comité d'experts se rejoint sur le fait que l'utilisation du tapis roulant est trop difficile en neurologie ; de ce fait nous les avons triés séparément pour les intégrer à la fin du programme. Finalement, nous avons classé les exercices restants entre eux. Nous avons remarqué que les exercices n°17 et n°18 se retrouvent régulièrement en dernières positions, et par notre expérience, nous confirmons que ces exercices demandent beaucoup de coordination, ce qui les rend plus compliqués. C'est pourquoi, nous les avons positionnés après les exercices sur tapis roulant.

**Tableau 3: Progression complète des exercices moteurs-moteurs par les experts**

Expert n°1	Expert n°2	Expert n°3	Expert n°4	Expert n°5	Final
3	1	1	1	2	1
6	2	2	2	3	2
9	3	7	11	9	3
7	10	3	10	1	10
1	12	6	3	6	11
2	17	9	12	7	12
8	11	8	13	12	13
11	13	10	18	8	9
10	18	11	17	11	6
13	9	12	9	13	7

12	6	13	8	10	8
17	7	17	6	17	17
18	8	18	7	18	18
Tapis roulant					

**Tableau 4: Progression des exercices moteurs-moteurs sur tapis roulant par les experts**

Expert n°1	Expert n°2	Expert n°3	Expert n°4	Expert n°5	Final
3	3	7	3	3	3
6	9	3	9	9	9
9	6	6	8	6	6
7	7	9	6	7	7
8	8	8	7	8	8

**Tableau 5: Progression des exercices moteurs-moteurs restants par les experts**

Expert n°1	Expert n°2	Expert n°3	Expert n°4	Expert n°5	Final
1	1	1	1	2	1
2	2	2	2	1	2
11	10	10	11	12	10
10	12	11	10	11	11
13	17	12	12	13	12
12	11	13	13	10	13
17	13	17	18	17	17
18	18	18	17	18	18

Finalement, suite à la pertinence des remarques des cinq experts, le programme final [Annexe VI] se constitue de 18 exercices, classés en deux groupes : 13 exercices moteurs et cinq exercices cognitifs. Aucun n'a été supprimé et tous ont reçu des adaptations possibles.

## **4 Discussion**

Notre travail comporte deux parties distinctes. Ainsi, nous allons discuter de notre premier objectif qui est l'analyse de la littérature puis du programme que nous avons créé. Nous nous intéresserons ensuite à l'implication dans la pratique et dans la recherche que notre travail peut apporter, ainsi que les limites de celui-ci.

### **4.1 Scoping review**

Le premier objectif de notre travail est d'évaluer l'efficacité d'un entraînement de DT pour la réhabilitation de la marche auprès de patients atteints de divers troubles neurologiques. Au cours de notre brève revue systématique, nous avons sélectionné quatre études cherchant à améliorer la marche où les chercheurs ont évalué cette activité par différents paramètres, principalement par la vitesse de marche et par un score évaluant la capacité de DT à la marche. Nous allons donc nous intéresser à l'interprétation des résultats en les détaillant.

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

Les résultats que nous avons obtenus par différents tests nous indiquent que ces quatre programmes de DT permettent une amélioration de la marche. Nous pouvons également mettre en évidence qu'en comparaison avec les rééducations simples utilisées dans ces études, les résultats de l'entraînement par la DT sont significativement meilleurs.

Nous constatons que grâce à un entraînement de DT, les patients neurologiques parviennent à accomplir avec plus de facilité deux tâches simultanées lors des tests de la marche (Evans et al., 2009 ; Y. Yang et al., 2007). Cette capacité, très importante dans la vie quotidienne, permet une plus grande indépendance.

Les trois interventions de l'étude de An (2014) ont permis aux patients d'améliorer leur capacité à marcher, le groupe cognitivo-moteur (MCDGT) montre une meilleure amélioration que les deux autres.

Les résultats du programme d'Evans (2009) démontrent également des bénéfices sur la marche ; or ils ne sont cliniquement pas significatifs ( $P > 0.05$ ).

Son étude met également en avant, par l'appréciation individuelle aux réponses du *Dual-Tasking Questionnaire* [Annexe VII], que les patients éprouvent moins de difficultés à exécuter des double-tâches dans leur quotidien après le programme d'entraînement de la DT. Ce questionnaire témoigne une bonne confiance au travers de cette étude puisqu'il est rempli par les patients eux-mêmes.

Les études, exceptée celle d'Evans (2009), impliquent toutes des résultats statistiquement significatifs.

#### **4.1.2 Interprétation des résultats**

L'amélioration de la marche des groupes expérimentaux peut s'expliquer par le fait que l'entraînement par la DT demande une attention divisée entre les deux tâches. Durant quatre à huit semaines, les patients se sont concentrés à accomplir deux tâches simultanées, alors que, lorsqu'une seule tâche est effectuée au test de marche, toute l'attention lui est accordée et devient alors plus accessible. La durée moyenne des entraînements des quatre études est d'environ 85 minutes par semaine.

Nous pouvons justifier l'amélioration de la marche avec une tâche additionnelle dans les études de Yang (2007) et d'Evans (2009) par la facilité de la tâche additionnelle demandée lors des tests. En effet, pour ces deux études, les tâches secondaires lors des interventions sont plus compliquées à effectuer pendant la marche et demandent plus d'attention que celles du test.

Les résultats de Kim (2016) démontrent une nette progression de la vitesse de marche. En effet, l'investissement temporel total des patients est le plus élevé pour cette étude (18 heures). De plus, les activités entraînées correspondent à des activités fonctionnelles, ce qui peut mieux stimuler le patient, comme l'a mentionné un des experts.

La plus grande amélioration du groupe MCDGT de l'étude de An (2014) peut s'expliquer par la diversité de la division de l'intention. En effet, ce groupe doit se concentrer d'une part sur sa stabilité lors de la réalisation des tâches additionnelles motrices, et d'autre part sur des tâches cognitives qui entraînent une meilleure automatisation de la marche. En assemblant ces deux facultés, la marche simple devient meilleure.

L'intervention d'Evans (2009) ne montre aucun résultat significatif, ceci peut s'expliquer par la non-validation des tests utilisés : nous n'avons pas connaissance des moyens d'évaluation de ce score. Dans cette étude, nous pouvons également mettre en évidence que les participants ont été compliants à 91 % au programme d'entraînement. Il s'agit du programme d'entraînement le moins intensif sur la durée des séances. De plus, face au manque d'encadrement, certains patients n'ont pas effectué certaines séances qu'ils jugeaient inatteignables. Nous pensons que s'ils avaient été mieux encadrés ils auraient été plus assidus durant les thérapies.

### 4.1.3 Outils d'évaluation utilisés

Plusieurs outils d'évaluation de la marche ont été utilisés dans les quatre études sélectionnées. An (2014) et Kim (2016) ont mesuré la marche à l'aide de plusieurs tests. Nous nous sommes concentrées sur le 10MWT, car celui-ci nous permet de calculer la vitesse de marche. La standardisation de ce test permet d'obtenir des résultats fiables.

L'étude de Yang (2007) évalue plusieurs paramètres de marche grâce à l'instrument « GAITRite. Il permet de mesurer la vitesse, la cadence, la longueur et le temps d'un pas. La validité de ce système de mesure a bien été certifiée, les résultats ont une bonne fiabilité (Bilney, Morris, & Webster, 2003 ; Menz, Latt, Tiedemann, San Kwan, & Lord, 2004).

Evans (2009) évalue son entraînement de DT à l'aide d'un score, le *Divided Attention and Dual-Tasking Battery*. N'ayant pas pu terminer le développement de cette batterie de tests, cette évaluation n'est pas validée et non-disponible dans la littérature. Ce test, constitué de tâches motrices et cognitives s'évalue par un score établi sur un groupe de 200 personnes saines. Le score moyen de ce groupe se cote à 10, alors, une personne faisant un score de sept aura un écart-type inférieur à la moyenne de trois. Or, après plusieurs demandes auprès de l'auteur, nous n'avons pas pu avoir plus d'informations pour la compréhension des critères de modalités. Du fait que cette batterie de tests n'est pas standardisée et que les résultats de cette étude ne sont pas statistiquement significatifs, nous n'avons pas utilisé ces exercices pour notre programme.

Les évaluations utilisées dans les études que nous avons sélectionnées permettent d'évaluer la marche après son entraînement avec la DT. Le score utilisé par Evans (2009), n'étant pas validé et trop abstrait, est pourtant le seul à évaluer la capacité de double-tâche.

### 4.1.4 Potentiels biais

Nous avons soumis les études à la grille *Cochrane risk of bias tool* (Higgins & Green, 2011) afin d'en déterminer leurs risques de biais, car ceux-ci sont en mesure d'influencer les résultats que nous avons obtenus.

Plusieurs informations, principalement celles qui concernent le report sélectif, manquent dans ces quatre études, ainsi l'évaluation de cet item n'est pas possible.

Les deux études de An (2014) et Kim (2016) n'ont pas apporté d'informations pour préciser la réalisation de la randomisation. Cette incertitude nous laisse penser que le manque de précision signifie que la démarche n'a pas été entreprise par une personne

externe à la recherche. Le biais le plus fréquent dans les quatre études sélectionnées est l'absence de la double-aveugle. En effet, le physiothérapeute doit connaître l'entraînement qu'il prodigue au patient.

Excepté l'étude de Yang (2014), les autres études présentent le risque que l'évaluation du personnel soit faussée et que les patients soient influencés. De plus, dans l'étude d'Evans (2009), chaque intervention n'a pas été contrôlée et les informations quant au score utilisé manquent. Les résultats et le déroulement de l'étude sont ainsi moins fiables. Ensuite, les *drop out* des études d'Evans (2009) et de An (2014) peuvent mener à des résultats incomplets (Higgins & Green, 2011).

Nous n'avons pas pu évaluer le risque de biais reporté pour les quatre études car aucune information n'a été donnée dans ces recherches, nous pensons donc que cet item n'a pas été respecté. Finalement, l'étude de Yang (2007), est celle qui possède le risque de biais le plus bas et l'étude d'Evans (2009) est potentiellement la plus biaisée.

Concernant notre travail, nous avons également identifié plusieurs biais. Tout d'abord, l'hétérogénéité de nos études sélectionnées est grande. Les interventions proposées sont très différentes et la durée de chaque entraînement varie beaucoup. En effet, l'intervention d'Evans (2009) qui est la plus courte, demande environ 40 minutes de travail par semaine, alors que la plus longue, celle de Kim (2016) sollicite plus de trois heures hebdomadaires. De plus, chaque étude utilise une infrastructure ou du matériel différent. Seules les pathologies sont très similaires, bien que notre souhait initial aurait été d'obtenir une grande diversité de celles-ci.

Ensuite, l'évaluation du comité d'experts n'est pas optimale. En travaillant avec le programme internet *Optimal Workshop*, les physiothérapeutes n'ont pas pu confronter leurs idées entre eux. Nous avons également reçu quelques questions sur la compréhension du programme, notre explicatif n'étant alors pas assez précis. Enfin, nous avons observé une grande divergence dans la durée de l'évaluation du programme par nos experts, certains ont passé beaucoup de temps pour nous faire part de leur proposition (plus d'une heure) et d'autres nettement moins (environ 15 minutes); cependant, nous ne connaissons pas les raisons de ces différences.

## **4.2 Programme de double-tâche**

Le désir de proposer des exercices progressifs de DT nous a poussés à la création de ce programme. Nous avons choisi un système simple et interactif pour l'évaluation du comité d'experts. Le programme se présente sous une forme visuelle, donc plus

compréhensible. Cependant, la correspondance s'est effectuée à distance, par courrier informatique : un partage des commentaires entre les experts et nous-même n'a pas été réalisé. Leurs observations variées ont permis de remettre en question le programme, et de réfléchir à d'autres aspects. Ils nous ont apporté également d'autres pistes importantes pour la prise en charge en physiothérapie. Finalement, afin de créer un programme optimal, nous pensons avoir tenu compte des remarques de chaque expert, de leur hiérarchie, de notre propre expérience ainsi que les atteintes possibles en neurologie.

### **4.3 Limites du travail**

Nous souhaitons établir un programme pour une large population de troubles neurologiques. A travers notre revue, nous n'avons pu retenir que des études avec des patients atteints d'AVC et de TCC.

Le manque de précision de la littérature sélectionnée nous a posé quelques problèmes dans la compréhension des résultats.

Le moyen de communication choisi avec les experts peut engendrer un manque d'informations et des problèmes pour notre compréhension. Nous avons alors interprété certaines remarques et nous pensons qu'une discussion avec le comité suite à l'évaluation du programme aurait été bénéfique.

La diversité des interventions et des mesures d'évaluations a compliqué la réalisation de notre programme. Les experts soulèvent que les DT présentes dans notre travail demandent au patient d'avoir déjà une bonne capacité de marche sans aide (externe ou sans moyen auxiliaire). Il n'est donc pas utilisable pour des personnes au stade aigu qui ne sont pas capable de se tenir debout sans aide.

### **4.4 Implication pour la pratique clinique**

Nous voulons démontrer au travers de notre étude ce qu'apporte un entraînement de la rééducation de la marche par la double-tâche en neurologie. Nous pouvons mettre en évidence que l'utilisation de la DT possède un intérêt thérapeutique. L'utilisation de la double-tâche prouve son efficacité avec ces deux pathologies.

La DT est une stratégie de rééducation peu onéreuse, adaptable au patient et efficace pour la marche. L'entraînement de DT permet également d'améliorer l'estime de soi des patients. Il s'agit donc d'un moyen physiothérapeutique à exploiter lors d'une rééducation de marche en neurologie.

Notre travail illustre que les différentes DT, cognitives ou motrices, apportent un progrès à la marche. Nous désirons alors présenter aux physiothérapeutes un programme reposant sur les double-tâches certifiées par la littérature. Notre travail démontre que la pratique des DT en milieu aquatique, sur tapis roulant et sur sol (en salle) est réalisable en neurologie. Cependant, les experts soutiennent qu'un système de sécurité est important pour la réalisation de l'activité, particulièrement pour le tapis roulant et la piscine. De plus, l'utilisation du tapis roulant présente une grande difficulté après une atteinte neurologique car cela nécessite une marche régulière. Les experts précisent que l'entraînement avec des DT fonctionnelles présente un avantage pour la rééducation des patients. Finalement, notre travail démontre qu'il est difficile d'établir une progression en neurologie suivant les divers troubles possibles, et qu'il est nécessaire que les physiothérapeutes adaptent ce programme en fonction du patient.

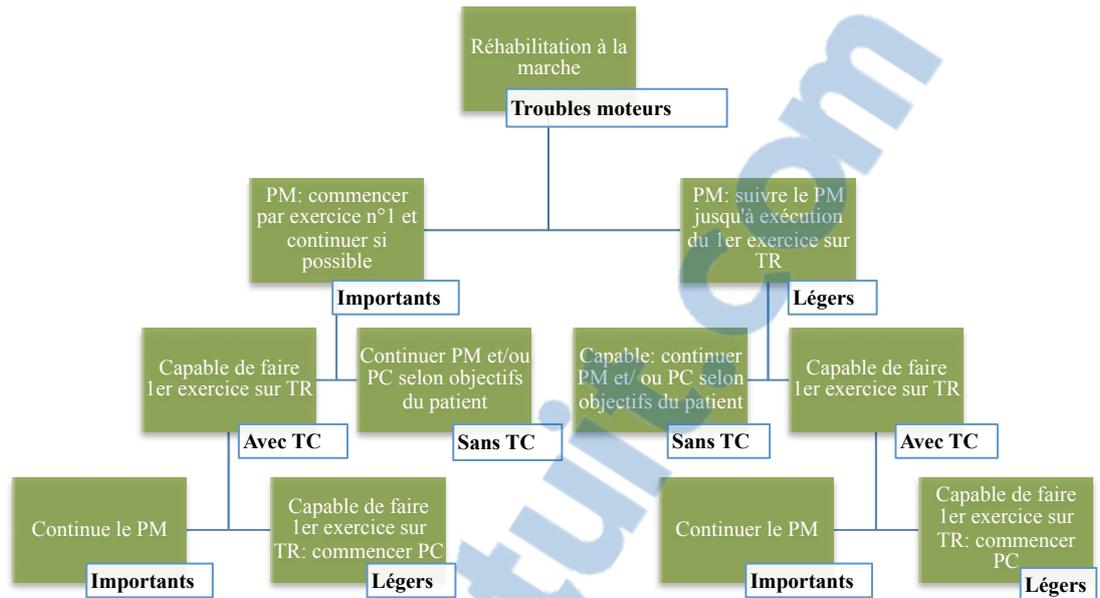
#### **4.4.1 Utilisation du programme**

Nous avons construit le programme en deux parties pour que les physiothérapeutes puissent l'utiliser en fonction de l'atteinte de chaque patient. En effet, les experts précisent que lors de troubles cognitifs importants, telle que l'aphasie, la réalisation des exercices cognitivo-moteurs s'avère inadéquate. En conséquence, les professionnels peuvent employer le programme moteur-moteur en priorité s'ils évaluent les troubles cognitifs du patient trop importants.

Pour progresser dans chacun des programmes, le patient doit maîtriser l'application de la marche et de la tâche additionnelle de façon sécuritaire. La figure 7 explique comment les physiothérapeutes peuvent suivre le programme.

Si l'état du patient le permet (voir figure 7), combiner le programme moteur avec le programme cognitif est nécessaire car cette association apporte de meilleurs résultats pour la marche (An et al., 2014). De plus, d'après les experts, la justesse des réponses données lors des DTC n'est pas prioritaire car l'attention principale du programme se porte sur l'amélioration de la marche.

La scoping review apporte que l'entraînement moyen des programmes de DT dure environ une heure et demi par semaine, nous recommandons alors d'utiliser le programme pour cette même durée, en fractionnant les séances en trois fois. Une amélioration de la marche est constatée dès quatre semaines (An et al., 2014).



**Figure 7: Directives de l'utilisation du programme.** PC: programme cognitif, PM: programme moteur, TC: troubles cognitifs, TR: tapis roulant.

#### 4.5 Implication pour la recherche

Au travers de notre revue, nous avons constaté que la majorité des études analyse l'entraînement par DT avec des patients atteints d'une pathologie précise. Nous proposons pour les recherches futures de mesurer les effets de la capacité de DT sur une plus grande population atteinte de différents troubles neurologiques, car nous pensons qu'un échantillon plus important apporterait une meilleure fiabilité.

Ensuite, il serait intéressant de réaliser ce programme avec des patients atteints de diverses pathologies neurologiques, afin de juger sa faisabilité. Nous avons remarqué au cours de notre travail, qu'il était difficile de proposer un unique programme pour toutes les atteintes neurologiques existantes. Ainsi, il serait peut-être judicieux d'apporter d'autres adaptations selon les difficultés dues aux diverses atteintes.

Finalement, nous avons observé que seule une étude (Evans et al., 2009) évalue la capacité d'accomplissement de DT ; cependant, aucune échelle n'est validée et standardisée. La capacité de DT est fréquemment altérée lors de troubles neurologiques. Il s'agit également d'un objectif de traitement et la possibilité de l'évaluer serait nécessaire afin de juger une progression. Pour les recherches futures, nous pensons qu'une standardisation d'une échelle de DT pourrait être un bon moyen thérapeutique pour la réhabilitation de la marche. La marche étant continuellement couplée à une autre tâche, cette mesure pourrait maximiser la précision du traitement pour que les patients retrouvent à terme leur indépendance.

## 5 Conclusion

Le premier objectif de notre travail de Bachelor consiste à déterminer l'incidence d'un entraînement de double-tâche sur la neuroéducation de la marche, afin d'en créer un programme progressif et adapté pour les personnes atteintes de troubles neurologiques quels qu'ils soient. Suite aux recherches réalisées sur les deux bases de données *Pubmed* et *Cochrane*, quatre articles ont été retenus.

Ces articles confirment l'hypothèse de l'amélioration de la marche en utilisant la stratégie de la DT. Ce travail démontre une progression significative de la marche des groupes expérimentaux en comparaison avec les groupes contrôles. L'association des double-tâches cognitives et motrices en rééducation apporte une plus grande amélioration des paramètres de marche.

Pour notre deuxième objectif, qui est la création d'un programme de DT en neuroéducation à la marche, nous avons procédé en plusieurs étapes. Nous avons extrait tous les exercices de tâches additionnelles à la marche des articles finaux, en évaluant les statistiques et les risques de biais.

Le programme se compose alors de 18 exercices collectés de trois études, évalués par un comité d'experts au moyen d'un logiciel internet. Ceux-ci nous ont proposé des pistes de construction, d'amélioration et d'adaptation du programme, et nous avons opté pour la création de celui-ci en deux parties : un programme moteur de 13 exercices et un cognitif de cinq exercices. Le programme se déroule en trois milieux d'environnements progressifs et nécessite différents matériels. Bien que la graduation des exercices soit difficile, de par la grande hétérogénéité des interventions, la complexité des atteintes neurologiques et les remarques constructives des experts, nous sommes parvenues à construire une progression en respectant les avis des experts et des nôtres.

Afin que les physiothérapeutes utilisent le programme de façon optimale, des directives ont été développées selon les différentes atteintes des patients.

Finalement, ce programme apporte aux patients permet également une progression de la capacité à réaliser deux tâches simultanées, une aptitude essentielle dans la vie quotidienne. L'intérêt d'utiliser un programme tel que le nôtre en physiothérapie, est qu'en améliorant la marche et la performance de DT, le patient retrouve une meilleure confiance en lui ainsi qu'une plus grande indépendance.

## 6 Bibliographie

- An, H. J., Kim, J. I., Kim, Y. R., Lee, K. B., Kim, D. J., Yoo, K. T., & Choi, J. H. (2014). The effect of various dual task training methods with gait on the balance and gait of patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci*, 26(8), 1287-91. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1287>
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, 8(1), 19-32.
- Aubin, G., Azouvi, P., & Vallat-Azouvi, C. (2015). *Traumatismes crânio-cérébraux*. (S.l.) : De Boeck Supérieur.
- Bilney, B., Morris, M., & Webster, K. (2003). Concurrent related validity of the GAITRite® walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait & posture*, 17(1), 68-74.
- Blennow, K., Hardy, J., & Zetterberg, H. (2012). The neuropathology and neurobiology of traumatic brain injury. *Neuron*, 76(5), 886-899.
- Bloem, B. R., Grimbergen, Y. A., Cramer, M., Willemsen, M., & Zwinderman, A. H. (2001). Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. *Journal of neurology*, 248(11), 950-958.
- Bowen, A., Wenman, R., Mickelborough, J., Foster, J., Hill, E., & Tallis, R. (2001). Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following stroke. *Age and ageing*, 30, 319-23.
- Brauer, S., Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). The influence of a concurrent cognitive task on the compensatory stepping response to a perturbation in balance-impaired and healthy elders. *Gait & posture*, 15(1), 83-93.
- Campbell, A. J., Borrie, M. J., Spears, G. F., Jackson, S. L., Brown, J. S., & Fitzgerald, J. L. (1990). Circumstances and consequences of falls experienced by a community population 70 years and over during a prospective study. *Age and ageing*, 19(2), 136-141.
- Canning, C. G., Ada, L., & Woodhouse, E. (2008). Multiple-task walking training in people with mild to moderate Parkinson's disease: a pilot study. *Clin Rehabil*, 22(3), 226-33. <https://doi.org/10.1177/0269215507082341>
- Catena, R. D., van Donkelaar, P., & Chou, L.-S. (2009). Different gait tasks distinguish

- immediate vs. long-term effects of concussion on balance control. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 6(1), 25.
- Cha, Y.-J., Yoo, E.-Y., Jung, M.-Y., Park, S.-H., Park, J.-H., & Lee, J. (2015). Effects of mental practice with action observation training on occupational performance after stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 24(6), 1405–1413.
- Clark, D. J. (2015). Automaticity of walking: functional significance, mechanisms, measurement and rehabilitation strategies. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 246.
- Colquhoun, H. L., Levac, D., O'Brien, K. K., Straus, S., Tricco, A. C., Perrier, L., ... Moher, D. (2014). Scoping reviews: time for clarity in definition, methods, and reporting. *Journal of clinical epidemiology*, 67(12), 1291–1294.
- Daudt, H. M., van Mossel, C., & Scott, S. J. (2013). Enhancing the scoping study methodology: a large, inter-professional team's experience with Arksey and O'Malley's framework. *BMC medical research methodology*, 13(1), 48.
- Dubost, V., Kressig, R. W., Gonthier, R., Herrmann, F. R., Aminian, K., Najafi, B., & Beauchet, O. (2006). Relationships between dual-task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults. *Human movement science*, 25(3), 372–382.
- Evans, J., Greenfield, E., Wilson, B., & Bateman, A. (2009). Walking and talking therapy: improving cognitive-motor dual-tasking in neurological illness. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 15(1), 112–20. <https://doi.org/10.1017/S1355617708090152>
- Fragile Suisse. (n.d.). Traumatisme cranio-cérébral. Repéré à [http://www.fragile.ch/fr/lesions-cerebrales/causes/traumatisme-cranio-cerebral/?gclid=Cj0KEQjwrsDIBRDX3JCunOrr\\_YYBEiQAifH1FiXPyAv3bJ5O3yHXk9Xjk\\_XPhx6rIPE6xLYAY5s49SMaAh-H8P8HAQ](http://www.fragile.ch/fr/lesions-cerebrales/causes/traumatisme-cranio-cerebral/?gclid=Cj0KEQjwrsDIBRDX3JCunOrr_YYBEiQAifH1FiXPyAv3bJ5O3yHXk9Xjk_XPhx6rIPE6xLYAY5s49SMaAh-H8P8HAQ)
- Higgins, J. P., & Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (Vol. 4). (S.1.) : John Wiley & Sons.
- Hyder, A. A., Wunderlich, C. A., Puvanachandra, P., Gururaj, G., & Kobusingye, O. C. (2007). The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. *NeuroRehabilitation*, 22(5), 341–353.
- Kim, G. Y., Han, M. R., & Lee, H. G. (2014). Effect of dual-task rehabilitative training on cognitive and motor function of stroke patients. *Journal of physical therapy*

*science*, 26(1), 1-6.

- Kleynen, M., Braun, S. M., Bleijlevens, M. H., Lexis, M. A., Rasquin, S. M., Halfens, J., ... Masters, R. S. (2014). Using a Delphi technique to seek consensus regarding definitions, descriptions and classification of terms related to implicit and explicit forms of motor learning. *PLoS One*, 9(6), e100227.
- Kleynen, M., Braun, S. M., Rasquin, S. M., Bleijlevens, M. H., Lexis, M. A., Halfens, J., ... Beurskens, A. J. (2015). Multidisciplinary Views on Applying Explicit and Implicit Motor Learning in Practice: An International Survey. *PloS one*, 10(8), e0135522.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*, 6(7), e1000100.
- Mâsse, L. C., Ainsworth, B. E., Tortolero, S., Levin, S., Fulton, J. E., Henderson, K. A., & Mayo, K. (1998). Measuring physical activity in midlife, older, and minority women: issues from an expert panel. *Journal of Women's Health*, 7(1), 57-67.
- Mauritz, K. (2002). Gait training in hemiplegia. *European journal of Neurology*, 9(s1), 23-29.
- McIsaac, T. L., Lamberg, E. M., & Muratori, L. M. (2015). Building a framework for a dual task taxonomy. *BioMed research international*, 2015.
- Menz, H. B., Latt, M. D., Tiedemann, A., San Kwan, M. M., & Lord, S. R. (2004). Reliability of the GAITRite® walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait & posture*, 20(1), 20-25.
- Morand, A. (2010). *Pratique de la rééducation neurologique*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- Neumann, D. A. (2013). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*. (S.l.) : Elsevier Health Sciences.
- Optimal Workshop. (n.d.). *Optimal Sort*. (S.l.) : (s.n.). Repéré à <https://www.optimalworkshop.com/optimalsort>
- Organisation mondiale de la Santé. (2016). Qu'est-ce que les troubles neurologiques? *Organisation mondiale de la Santé*. Repéré à <http://www.who.int/features/qa/55/fr/>
- Oujamaa, L., Marquer, A., Francony, G., Davoine, P., Chrispin, A., Payen, J.-F., &

- Pérennou, D. (2012). Intérêt d'une rééducation précoce pour les patients neurologiques (Vol. 31, pp. e253–e263). Communication présentée au Annales françaises d'anesthésie et de réanimation, Elsevier.
- Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychological bulletin*, 116(2), 220.
- Richard A., Schmidt, & Lee, T. D. (2005). *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. (S.l.) : Human Kinetics.
- Ropper, A. H. (2005). *Adams and Victor's principles of neurology* (Vol. 179). (S.l.) : McGraw-Hill Medical Pub. Division New York.
- Rouleaud, S., Gaujard, E., Petit, H., Picard, D., Dehail, P., Joseph, P., ... Barat, M. (2000). Isocinétisme et rééducation de la marche de l'hémiplégique (Vol. 43, pp. 428–436). Communication présentée au Annales de réadaptation et de médecine physique, Elsevier.
- Sattelmayer, M., Elsig, S., Hilfiker, R., & Baer, G. (2016). A systematic review and meta-analysis of selected motor learning principles in physiotherapy and medical education. *BMC Medical Education*, 16(1), 1.
- Schmidt, R. A. (1988). *Motor Control and Learning 5th Edition*. (S.l.) : Human kinetics.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, J. (2011). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice* (4 ed.). Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins.
- Sigman, M., & Dehaene, S. (2008). Brain mechanisms of serial and parallel processing during dual-task performance. *Journal of Neuroscience*, 28(30), 7585–7598.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & posture*, 16(1), 1–14.
- Wuilloud A., & Lauper D. (2016). *Slackline: création d'un programme d'entraînement progressif de l'équilibre*. HES-SO Valais, Loèche-les-bains.
- Yang, Y. R., Chen, Y. C., Lee, C. S., Cheng, S. J., & Wang, R. Y. (2007). Dual-task-related gait changes in individuals with stroke. *Gait Posture*, 25(2), 185–90. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.03.007>
- Yang, Y., Wang, R., Chen, Y., & Kao, M. (2007). Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88(10), 1236–40. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.06.762>

- Yasen, A. L., Howell, D. R., Chou, L.-S., Pazzaglia, A. M., & Christie, A. D. (2017). Cortical and Physical Function following Mild Traumatic Brain Injury. *Medicine and science in sports and exercise*.
- Yelnik, A., Bonan, I., Simon, O., & Gellez-Leman, M. (2008). Rééducation après accident vasculaire cérébral. *EMC, Neurologie*, 17-046.

## 7 Liste des figures

Figure 1: Diagramme de Flux (inspiré du <i>Prisma Diagram</i> ) .....	13
Figure 2: Comparaison entre la cadence, la vitesse et la longueur du pas lors de la marche sans DT .....	17
Figure 3: Comparaison entre les double-tâches marche et tonalités, marche et clics, marche et phrases, la vitesse de marche, la cadence et la longueur de pas.....	18
Figure 4: Comparaison de la vitesse de marche après un entraînement moteur, cognitif ou cognitivo-moteur.....	19
Figure 6: Evaluation des exercices par les experts où 13 exercices moteurs correspondent à 100% et cinq exercices cognitifs correspondent à 100% .....	25
Figure 7: Directives de l'utilisation du programme. PC: programme cognitif, PM: programme moteur, TC: troubles cognitifs, TR: tapis roulant. ....	34

## 8 Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau récapitulatif des études sélectionnées .....	14
Tableau 2: Progression complète des exercices cognitivo-moteurs par les experts .....	26
Tableau 3: Progression complète des exercices moteurs-moteurs par les experts .....	26
Tableau 4: Progression des exercices moteurs-moteurs sur tapis roulant par les experts .....	27
Tableau 5: Progression des exercices moteurs-moteurs restants par les experts.....	27

## 9 Annexes

### Annexe I: Stratégies principales de l'apprentissage moteur (Kleynen et al., 2014)

	Round 1 (n = 49)			Round 2 (n = 43/44) <sup>#</sup>	
	Description provided in first round	% agreement	Comments*	Adapted description in second round	% agreement
<b>Trial and error learning</b>	<i>Learning by repeatedly attempting to perform a task during which errors are detected and corrected.</i>	71.4%	<b>The learner must (be able) to detect the error (n = 6);</b> Learning is an iterative process (n = 1); Correction of errors should not be emphasised (n = 1)	<i>Learning by repeatedly attempting to perform a task during which the learner detects errors and corrects them.</i>	84.1% agreed; 9.1% preferred description from Round 1
<b>Observational learning</b>	<i>Learning by observing a movement. The observer determines the key spatial and/or temporal features of the task through observation, thereby creating a cognitive representation of the action pattern.</i>	69.4%	<b>Unsure about/delete "cognitive representation" (n = 7); The demonstrator/therapist can also direct the learner to the key features (n = 1)</b>	<i>Learning by observing a movement. The observer determines the key spatial and/or temporal features of the task through observation, and/or is directed to these features by the demonstrator/therapist.</i>	68.2% agreed; 20.5% preferred description from Round 1
<b>Errorless learning</b>	<i>Learning facilitated by constraining the learning environment so that very few errors occur.</i>	67.3%	<b>Learning environment and the instructions and skill difficulty can be constrained as part of the learning environment (n = 3);</b> Should be applied particularly in early phase of learning (n = 1); Replace "very few errors" with "no errors" (n = 1)	<i>Learning facilitated by constraining the learning environment (e.g., instructions, skill difficulty) so that very few errors occur.</i>	77.3% agreed; 13.6% preferred description from Round 1
<b>Movement imagery</b>	<i>Learning by imagining oneself undertaking the skilled movement without actually doing the movement.</i>	71.4%	<b>Imagery should be from the first person perspective (n = 2); Exchange "undertaking" with "performing" (n = 1);</b> Suggestions for terming the strategy (mental rehearsal, motor imagery) (n = 2)	<i>Learning by imagining oneself performing the skilled movement (in the first or third person perspective) without actually physically performing the movement.</i>	81.8% agreed; 13.6% preferred description from Round 1
<b>Discovery learning</b>	<i>Learning without guidance, instructions or feedback from another person.</i>	57.1%	<b>Without information from other sources (book, website) (n = 2);</b> It is necessary to give instructions or feedback (n = 2); Learning is facilitated by (constrained) context (n = 3); Use (pure) discovery learning as a synonym for Trial and error (use this description) (n = 1)	<i>Learning without guidance or feedback from another person or information source.</i>	75.0% agreed; 18.2% preferred description from Round 1
<b>Dual-task learning</b>	<i>Learning of a skill during simultaneous performance of another skill. The secondary task can be a motor or cognitive task.</i>	61.2%	<b>The (second) task must be of equal importance/difficulty and attention demanding (n = 5);</b> Doubts about whether dual task is a form of learning (n = 3) <sup>**</sup>	<i>Learning of a skill while simultaneously performing another task. The second task can be a motor or cognitive task but <u>must be attention demanding</u></i>	81.8% agreed; 9.1% preferred description from round one
<b>Analogy learning</b>	<i>Learning facilitated by metaphors. The complex structure of the to-be-learned skill is integrated in a simple biomechanical metaphor that the learner is provided with</i>	51.0%	Did not agree with term 'biomechanical' (n = 6)	<i>Learning facilitated by metaphors. The complex structure of the to-be-learned skill is integrated into a simple metaphor that the learner is provided with.</i>	95.5% agreed; 2.3% preferred description from round one

\*Comments in **bold** were taken into account for the adapted description; <sup>#</sup>One expert did not complete all questions; <sup>\*\*</sup>This remark was taken into account in separate questions in Round 2 (results not presented).

doi:10.1371/journal.pone.0100227.t006

## Annexe II: Mots-clés de la stratégie de recherche

<b>Population</b>	Parkinson's disease OR Parkinson Disease OR PD OR Multiple Sclerosis OR MS OR neurologic conditions OR neurologic disorders OR neurological diseases OR degenerative neurological diseases OR neurological populations OR brain injury OR stroke OR hemiplegia
<b>Intervention</b>	Dual task OR dual-task OR dual-tasking OR dual tasking OR dual-task training OR dual task conditions OR dual-tasking training OR dual-tasking performance OR multi-tasking OR multitasking OR multiple-task OR multi task OR task-oriented OR task-oriented rehabilitation OR walking and talking therapy OR attention allocation OR cognitive-motor OR cognitive task OR cognitive tasks OR cognitive-motor interference OR cognitive-motor dual-tasking OR motor-cognitive dual tasks OR cognitive-motor interactions OR motor-cognitive dual-task OR motor task OR motor-motor interference OR motor-working memory tasks OR memory tasks OR interference of different cognitive tasks OR secondary task OR secondary cognitive task
<b>Issues</b>	Gait OR gait velocity OR functional mobility OR gait cost index OR gait performance OR dual-task gait OR improving gait OR gait speed OR gait problem OR gait training OR gait stability OR gait assessment OR gait pattern OR gait rehabilitation OR walking OR walking ability OR walking abilities OR dual task walking OR functional walking OR walking task OR walking distance OR walking speed OR walking training OR walking velocity OR 10 Meters Walking Test OR 10-Meter Walk Test OR 10MWT OR Figure-of-8-Walk Test OR F8WT OR 6 Minute Walking Test OR 6MWT OR Timed Up and Go OR TUG OR Stroop test OR Berg Balance scale OR ability to walk OR motor performance OR cadence
<b>Design</b> (uniquement pour pubmed)	Randomized controlled trial OR controlled clinical trial OR randomized OR placebo OR drug therapy OR randomly OR trial OR groups NOT animals NOT humans

## Annexe III: Cochrane risk of bias tool (Higgins & Green, 2011)

<b>RANDOM SEQUENCE GENERATION</b>	
<b>Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate generation of a randomised sequence</b>	
Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	<p>The investigators describe a random component in the sequence generation process such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referring to a random number table;</li> <li>• Using a computer random number generator;</li> <li>• Coin tossing;</li> <li>• Shuffling cards or envelopes;</li> <li>• Throwing dice;</li> <li>• Drawing of lots;</li> <li>• Minimization*.</li> </ul> <p>*Minimization may be implemented without a random element, and this is considered to be equivalent to being random.</p>
Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	<p>The investigators describe a non-random component in the sequence generation process. Usually, the description would involve some systematic, non-random approach, for example:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence generated by odd or even date of birth;</li> <li>• Sequence generated by some rule based on date (or day) of admission;</li> <li>• Sequence generated by some rule based on hospital or clinic record number.</li> </ul> <p>Other non-random approaches happen much less frequently than the systematic approaches mentioned above and tend to be obvious. They usually involve judgement or some method of non-random categorization of participants, for example:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allocation by judgement of the clinician;</li> <li>• Allocation by preference of the participant;</li> <li>• Allocation based on the results of a laboratory test or a series of tests;</li> <li>• Allocation by availability of the intervention.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	Insufficient information about the sequence generation process to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk'.
<b>ALLOCATION CONCEALMENT</b>	
<b>Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate concealment of allocations prior to assignment</b>	
Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	<p>Participants and investigators enrolling participants could not foresee assignment because one of the following, or an equivalent method, was used to conceal allocation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Central allocation (including telephone, web-based and pharmacy-controlled randomization);</li> <li>• Sequentially numbered drug containers of identical appearance;</li> <li>• Sequentially numbered, opaque, sealed envelopes.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	<p>Participants or investigators enrolling participants could possibly foresee assignments and thus introduce selection bias, such as allocation based on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Using an open random allocation schedule (e.g. a list of random numbers);</li> <li>• Assignment envelopes were used without appropriate safeguards (e.g. if envelopes were unsealed or non-opaque or not sequentially numbered);</li> <li>• Alternation or rotation;</li> <li>• Date of birth;</li> <li>• Case record number;</li> <li>• Any other explicitly unconcealed procedure.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk'. This is usually the case if the method of concealment is not described or not described in sufficient detail to allow a definite judgement – for example if the use of assignment envelopes is described, but it remains unclear whether envelopes were sequentially

	numbered, opaque and sealed.
<b>BLINDING OF PARTICIPANTS AND PERSONNEL</b>	
<b>Performance bias due to knowledge of the allocated interventions by participants and personnel during the study</b>	
Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>No blinding or incomplete blinding, but the review authors judge that the outcome is not likely to be influenced by lack of blinding;</li> <li>Blinding of participants and key study personnel ensured, and unlikely that the blinding could have been broken.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>No blinding or incomplete blinding, and the outcome is likely to be influenced by lack of blinding;</li> <li>Blinding of key study participants and personnel attempted, but likely that the blinding could have been broken, and the outcome is likely to be influenced by lack of blinding.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk';</li> <li>The study did not address this outcome.</li> </ul>
<b>BLINDING OF OUTCOME ASSESSMENT</b>	
<b>Detection bias due to knowledge of the allocated interventions by outcome assessors</b>	
Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>No blinding of outcome assessment, but the review authors judge that the outcome measurement is not likely to be influenced by lack of blinding;</li> <li>Blinding of outcome assessment ensured, and unlikely that the blinding could have been broken.</li> </ul>
Criteria for the judgement of	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>For continuous outcome data, plausible effect size (difference in means or standardized difference in means) among missing outcomes enough to induce clinically relevant bias in observed effect size;</li> <li>'As-treated' analysis done with substantial departure of the intervention received from that assigned at randomization;</li> <li>Potentially inappropriate application of simple imputation.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>Insufficient reporting of attrition/exclusions to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk' (e.g. number randomized not stated, no reasons for missing data provided);</li> <li>The study did not address this outcome.</li> </ul>
<b>SELECTIVE REPORTING</b>	
<b>Reporting bias due to selective outcome reporting</b>	
Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	Any of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>The study protocol is available and all of the study's pre-specified (primary and secondary) outcomes that are of interest in the review have been reported in the pre-specified way;</li> <li>The study protocol is not available but it is clear that the published reports include all expected outcomes, including those that were pre-specified (convincing text of this nature may be uncommon).</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>Not all of the study's pre-specified primary outcomes have been reported;</li> <li>One or more primary outcomes is reported using measurements, analysis methods or subsets of the data (e.g. subscales) that were not pre-specified;</li> <li>One or more reported primary outcomes were not pre-specified (unless clear justification for their reporting is provided, such as an unexpected adverse effect);</li> <li>One or more outcomes of interest in the review are reported incompletely so that they cannot be entered in a meta-analysis;</li> <li>The study report fails to include results for a key outcome that would be expected to have been reported for</li> </ul>

'High risk' of bias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>No blinding of outcome assessment, and the outcome measurement is likely to be influenced by lack of blinding;</li> <li>Blinding of outcome assessment, but likely that the blinding could have been broken, and the outcome measurement is likely to be influenced by lack of blinding.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	<p>Any one of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk';</li> <li>The study did not address this outcome.</li> </ul>
<p><b>INCOMPLETE OUTCOME DATA</b></p> <p><b>Attrition bias due to amount, nature or handling of incomplete outcome data</b></p>	
Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	<p>Any one of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No missing outcome data;</li> <li>Reasons for missing outcome data unlikely to be related to true outcome (for survival data, censoring unlikely to be introducing bias);</li> <li>Missing outcome data balanced in numbers across intervention groups, with similar reasons for missing data across groups;</li> <li>For dichotomous outcome data, the proportion of missing outcomes compared with observed event risk not enough to have a clinically relevant impact on the intervention effect estimate;</li> <li>For continuous outcome data, plausible effect size (difference in means or standardized difference in means) among missing outcomes not enough to have a clinically relevant impact on observed effect size;</li> <li>Missing data have been imputed using appropriate methods.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	<p>Any one of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reason for missing outcome data likely to be related to true outcome, with either imbalance in numbers or reasons for missing data across intervention groups;</li> <li>For dichotomous outcome data, the proportion of missing outcomes compared with observed event risk enough to induce clinically relevant bias in intervention effect estimate;</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	<p>Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk'. It is likely that the majority of studies will fall into this category.</p>
<p><b>OTHER BIAS</b></p> <p><b>Bias due to problems not covered elsewhere in the table</b></p>	
Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	<p>The study appears to be free of other sources of bias.</p>
Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	<p>There is at least one important risk of bias. For example, the study:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Had a potential source of bias related to the specific study design used; or</li> <li>Has been claimed to have been fraudulent; or</li> <li>Had some other problem.</li> </ul>
Criteria for the judgement of 'Unclear' risk of bias.	<p>There may be a risk of bias, but there is either:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Insufficient information to assess whether an important risk of bias exists; or</li> <li>Insufficient rationale or evidence that an identified problem will introduce bias.</li> </ul>

## Annexe IV: Marche à suivre sur *Optimal Workshop*

Travail de Bachelor 2017  
Robert M, Favre C.  
HES-SO Valais

### Marches à suivre pour l'utilisation d'Optimal Workshop

#### Contexte :

Nous avons utilisé les exercices de double-tâches de la sélection finale de notre revue systématique, menée sur les bases de données Pubmed et Cochrane. De ce fait, il s'agit de double-tâches qui ont été validées par la littérature. Ces exercices ont démontré leurs bénéfices sur la marche lorsqu'elles sont utilisées lors d'un programme d'entraînement.

Nous avons donc rassemblé tous les exercices statistiquement significatifs pour former un seul programme de 18 exercices. Pour qu'il soit réaliste, nous avons fait le choix de soumettre cette proposition à des experts du domaine de la physiothérapie.

Ci-dessous, voici un explicatif pour l'utilisation du programme internet *Optimal Workshop* afin de participer à notre étude.

#### Marche à suivre

##### 1. Accéder au programme

- Afin d'entrer dans notre programme, inscrivez votre adresse mail ici.
- Appuyez sur « Continuer »

**Bienvenue dans la création d'un programme de double-tâche (DT)**

Bonjour,  
tout d'abord un grand merci pour votre aide !

Merci pour vos remarques/idées qui nous permettront d'enrichir notre programme de réhabilitation à la marche.  
Mathilde Robert & Camille Favre

Courriel \*

mathilde.robort@gmail.com

**Continuer**

##### 2. Lecture des consignes

- Lisez les consignes
- Appuyez « OK »

**Consignes**

Voici les exercices de DT que nous avons retirés de la littérature, suite à notre analyse. Les entraînements suivants amélioreront significativement la marche. Nous avons ensuite ajouté une petite adaptation sur le triangle bleu en haut à droite de chaque étiquette.

Nous vous proposons ici une progression de ces exercices. Veuillez apporter des modifications que vous estimez nécessaires pour garantir un programme réaliste, progressif et adapté pour des personnes atteintes de divers troubles neurologiques.

Vous pouvez procéder des façons suivantes:

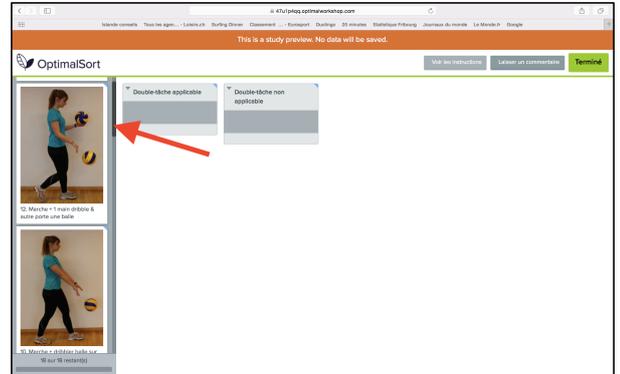
- Sélectionner et déplacer une carte pour modifier l'ordre de progression dans la colonne de gauche (déplacer les "étiquettes")
- Appuyer des groupes
- Rédiger vos commentaires, propositions ou adaptations.

Nous prendrons en compte toutes vos remarques car votre expérience nous est grandement utile !

**OK**

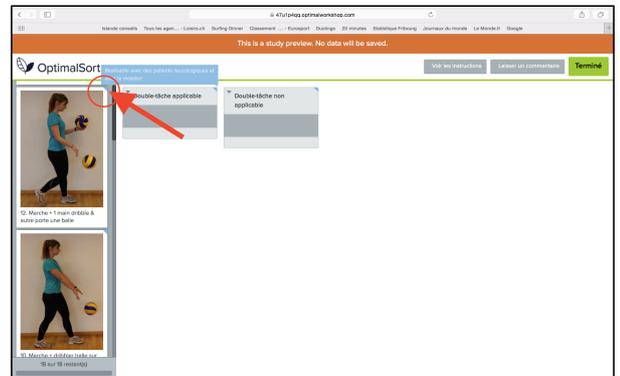
### 3. Parcourir les double-tâches

- Faites défiler la barre de bas en haut pour visionner l'ensemble des tâches



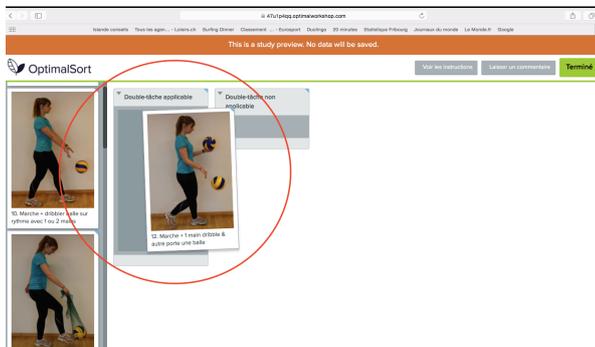
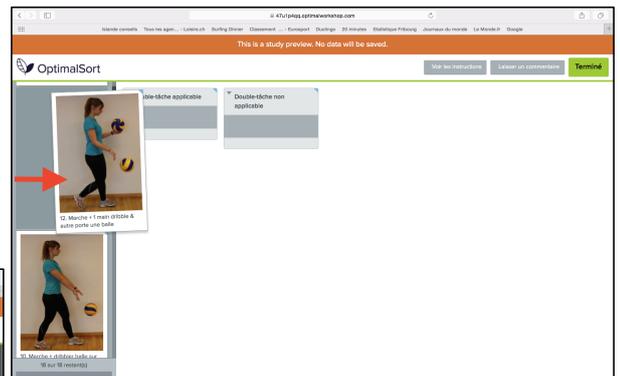
### 4. Lire les adaptations par double-tâche

- Sélectionnez le triangle bleu dans le coin supérieur droit pour pouvoir lire nos adaptations proposées



### 5. Placer une carte / une double-tâche dans un groupe

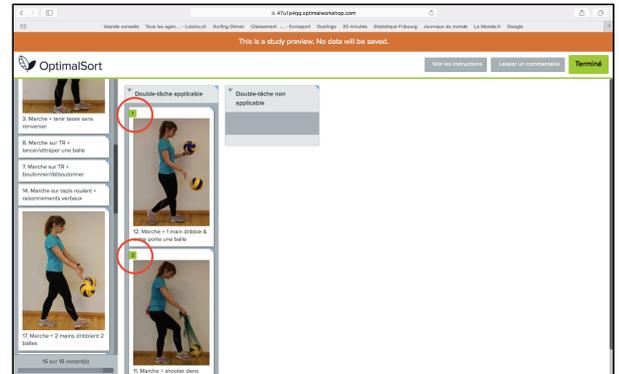
- Sélectionnez une carte
- Maintenez la carte et déplacez-la dans un groupe



2

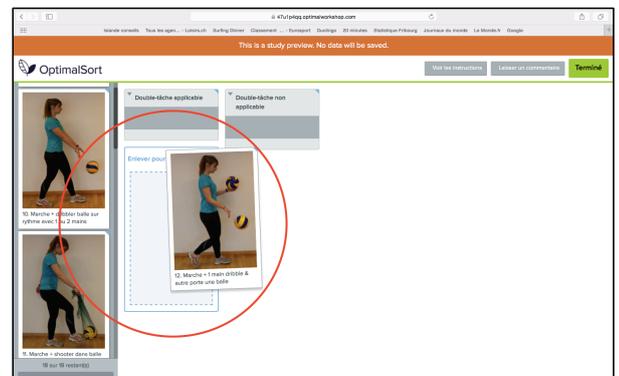
### 1. Hiérarchie des double-tâches par niveau de difficulté

- Positionnez les cartes de manière progressive (1 = exercice le plus « facile »)  
→ Numéro dans le carré vert détermine son « niveau » de progression.
- Pour changer l'ordre de progression de difficulté, sélectionnez la carte pour la déplacer de bas en haut

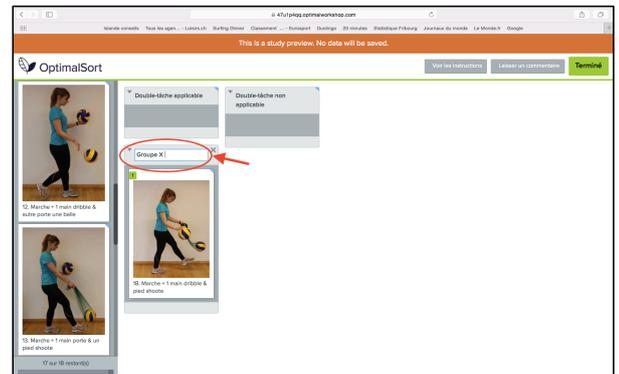


### 2. Ajouter un nouveau groupe

- Si vous souhaitez créer un nouveau groupe : sélectionnez une carte pour la déplacer dans en dehors des groupes proposés. Une nouvelle catégorie se formera.

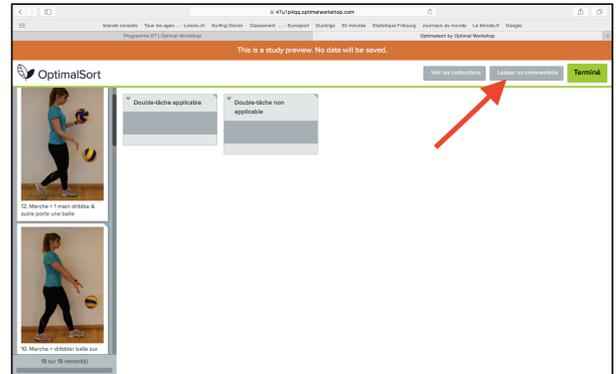


- Appuyez sur « cliquer pour renommer »
- Désignez votre groupe
- Appliquez un ordre de progression



### 1. Ajouter un commentaire

- En haut à droite, cliquez sur « laisser un commentaire ».



Il s'agit d'un commentaire global pour le programme !

- Pour ajouter un commentaire précis sur une double-tâche :
  - Numérotez la double-tâche concernée (numéro en-dessous de l'image) et écrivez votre remarque



**NB : Tous commentaires, propositions et ajustements sont les bienvenus, cela nous permettra d'ajuster les exercices et le programme!**

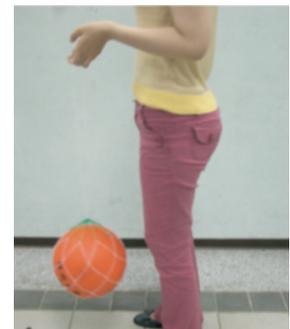
## Annexe V: Description détaillée des études

L'objectif de l'étude de *Yang et al.* (2007) est d'examiner l'effet d'un programme de DT sur la marche pour des patients atteints d'AVC chronique.

Les 25 participants ont été répartis aléatoirement dans le groupe contrôle (n=12) ou dans le groupe expérimental (n=13). Aucun entraînement de réhabilitation n'a été donné au groupe contrôle et celui du groupe expérimental a duré 30 minutes par jour, trois fois par semaine pendant quatre semaines.

Avant et après le traitement, la performance de marche a été évaluée pour chaque groupe de deux manières : en simple-tâche et en double-tâche. Ce premier test consiste à marcher sur une distance de 10 mètres à une vitesse de marche confortable, et le deuxième à marcher sur une même longueur en portant avec les mains, un plateau rempli de verres vides. La marche a été évaluée à l'aide du capteur « GAITRite », déposé au sol à mi-distance, qui mesure le temps et la distance parcourue (Bilney et al., 2003 ; Menz et al., 2004). Les paramètres qui ont été enregistrés sont la vitesse de marche, la cadence, la longueur de pas et le temps d'une foulée.

L'intervention du groupe de traitement a consisté à réaliser des DT à l'aide de balles tout en marchant. Les exercices sont les suivants : porter une ou deux balles dans les deux mains, dribbler la balle sur un rythme avec une ou deux mains, dribbler avec une main et porter une balle avec l'autre, *shooter* dans une balle tenue par un filet par le patient, tenir une balle avec une main et *shooter* avec un pied (en tenant le filet avec l'autre main), dribbler avec une main et *shooter* avec un pied (en tenant le filet avec l'autre main), dribbler avec deux balles.



**Illustration 1:** position de départ pour le *shoot* dans la balle tenue par le filet

Selon la progression individuelle des patients, la direction de marche peut être modifiée : en avant, en arrière, de côté, de manière circulaire et en slalomant sur une ligne.

Les résultats ont montré une amélioration du groupe expérimental pour tous les paramètres de la marche lors de l'évaluation de la marche en ST, excepté pour le temps de foulée. Au contraire, le groupe contrôle s'est péjoré dans toutes les variables de marche.

Pour le test en DT, le groupe traité a obtenu les mêmes progrès qu'en ST et le groupe contrôle s'est amélioré dans tous les paramètres, hormis la durée du pas.

*Evans et ses collègues* (2009) ont évalué l'efficacité d'un programme basé sur diverses double-tâches motrices et cognitives pour des patients atteints de troubles neurologiques, d'origines traumatiques (TCC) ou malades (AVC), présentant des difficultés d'exécution de DT. Le programme d'entraînement s'étend sur cinq semaines, à raison de cinq fois par semaine, deux fois par jour. Ils ont inclus 19 participants et les ont randomisés dans deux groupes : le groupe contrôle (n=10) et le groupe expérimental (n=9). Afin d'évaluer les DT cognitivo-motrices avant et après l'entraînement, les chercheurs ont développé une batterie de tâches, le *Divided Attention and Dual-Tasking Battery* (DADTB), étant donné qu'aucune évaluation n'était encore standardisée pour l'évaluation des capacités de DT. Ce test s'évalue par un score établi sur un groupe contrôle de 200 personnes saines. Le score moyen de ce groupe se situe à 10, une personne faisant un score de sept aura un écart-type inférieur à la moyenne de trois.

Les chercheurs ont donc pu établir une norme de base pour ces activités à 10. Une valeur supérieure correspond à une capacité plus élevée que de la norme, contrairement à une valeur inférieure à 10. Nous n'avons malheureusement trouvé aucune source pour décrire plus précisément cette échelle développée par ces auteurs.

Cette échelle est constituée de deux tâches motrices (marcher et presser sur un clic compteur) et de deux tâches cognitives (vérification de phrases et compter les tonalités). Deux tâches doivent être exécutées simultanément durant deux minutes.

La première tâche motrice consiste à marcher le long d'un tracé de cinq mètres, en faisant des allers-retours, le chercheur note le nombre de longueurs complètes exécutées durant deux minutes.

La seconde tâche motrice est de presser avec son pouce sur un compteur à main. Les participants doivent appuyer le plus vite et le plus souvent possible afin d'obtenir le plus grand nombre de clics durant deux minutes.

La première tâche cognitive consiste à écouter des phrases récitées par un lecteur de disque durant deux minutes et de définir lesquelles sont justes ou fausses (ex : les oiseaux ont des ailes ou les oiseaux ont quatre pattes). La deuxième tâche cognitive est de calculer le nombre de tonalités différentes qu'ils entendent lors d'un enregistrement de deux minutes.

Chaque tâche est combinée avec une autre des trois tâches, occasionnant au total six double-tâches. Il s'agit donc de tâches motrices-motrices (marcher et presser), cognitives-cognitives (phrases et tonalités) et cognitivo-motrices (phrases et marcher, tonalités et marcher, phrases et presser, tonalités et presser).

Les auteurs ont également évalué leurs difficultés personnelles à accomplir des double-tâches par un questionnaire, le Dual-Tasking Questionnaire (DTQ) (Annexe V), comportant 10 situations quotidiennes de double-actions. Les patients doivent juger les situations par un score sur quatre points ; « zéro » correspond à aucune difficulté et « quatre » signifie que des problèmes sont fréquents lors de l'exécution de cette double-tâche.

L'intervention pour le groupe expérimental se focalise sur la combinaison des tâches cognitives durant la marche. Les patients s'entraînent chez eux, et doivent marcher durant deux fois deux minutes (pause entre-deux) en introduisant chaque semaine une autre tâche cognitive. Les tâches cognitives augmentent de manière progressive: écouter de la musique instrumentale (semaine une), écouter de la musique vocale (semaine deux), écouter un enregistrement radio et répondre aux questions de l'enregistreur (semaine trois), tâche de facilité verbale qui consiste à donner des mots commençant par une lettre ou donner des mots d'un champ sémantique (semaine 4), répondre à des questions autobiographiques sur différents thèmes tels que la famille ou les hobbies (semaine cinq). A la fin de chaque session, les patients répondent à trois questions afin d'estimer leur performance de DT. Puis, une fois par semaine, les participants s'entretiennent avec le thérapeute pour discuter des entraînements précédents et pour introduire la tâche cognitive de la semaine suivante.

L'intervention du groupe contrôle consiste à continuer le traitement « normal » qu'il recevait avant la recherche (pas de traitement de DT) ; malheureusement nous n'avons pas plus d'informations sur ce sujet-là car les auteurs souhaitaient comparer l'entraînement à DT avec tout autre traitement habituel. Chaque semaine, les participants de ce groupe reçoivent un appel téléphonique du thérapeute pour examiner les éventuels progrès ou difficultés lors de DT. Ils doivent également tenir un journal quotidien, où ils reportent certains problèmes qu'ils ont rencontrés en réalisant des DT dans leur vie de tous les jours.

Les résultats de cette étude montrent que ce programme de combinaison de marche et de tâches cognitives mène à des améliorations pour cette activité fonctionnelle et pour la conversation. Cependant, ils ne prouvent pas de perfectionnement pour d'autres tâches cognitivo-motrices, cognitivo-cognitives ou moto-motrices.

*An et al.* (2014) ont souhaité examiner les effets d'un programme de différentes double-tâches sur la marche chez des patients post-AVC. Trente-trois patients ont été répartis

aléatoirement et également (n=11) dans trois groupes distincts, et le programme consiste à entraîner la marche sur un tapis roulant durant 30 minutes, trois fois par semaine pour une durée totale de huit semaines. Le Time Up and Go (TUG), le Four Square Step Test (FSST), le 10 Meters Walk Test (10MWT) et le 6 Minutes Walk Test (6MWT) ont permis l'évaluation de la marche, et les tests de Functional Reach Test (FRT), le Weight Distribution Index (VDI) et le Stability Test Index avec yeux fermés ou ouverts (STI) celle de l'équilibre. Pour chacun des groupes, les participants doivent réaliser une tâche additionnelle (cognitive ou motrice) en continuant de marcher sur le tapis roulant, chacune de celle-ci dure trois minutes et est reproduite à deux reprises.

Le premier groupe, MDGT (motor dual task gait training), exécute cinq DTM (une après l'autre): lancer/attraper une balle, poser des anneaux sur des crochets, boutonner/déboutonner, tenir une tasse d'eau sans la renverser puis prendre/donner une tasse d'eau au thérapeute.

Le deuxième groupe, CDGT (cognitive dual task gait training) réalise cinq DTC : discerner différentes couleurs, effectuer des soustractions, réaliser des raisonnements verbaux, épeler des mots à l'envers puis compter à l'envers.

Le dernier groupe, MCDGT (motor and cognition dual task gait training) accomplit deux fois chacune des cinq tâches motrices du MDGT (trois minutes par tâche), puis fait de même avec les cinq tâches cognitives du CDGT.

Ils ont démontré que les groupes MDGT et MCDGT ont obtenu de meilleurs résultats pour le FSST. Le groupe MCDGT a témoigné une meilleure progression pour le 10MWT ainsi qu'un net progrès pour le test du 6MWT, un perfectionnement a également été observé dans le groupe MDGT pour ce deuxième test.

Ils ont également mis en évidence que l'entraînement par la DT détériore l'oscillation posturale mais améliore la stabilité posturale. Le groupe CDGT a démontré de moins bonnes améliorations pour l'entraînement de l'équilibre et la marche.

Ils en ont donc conclu que les doubles-tâches uniquement cognitives procurent une moins bonne amélioration des paramètres de marche et d'équilibre.

L'étude de *Kim et son équipe* (2016) vise à déterminer les effets d'un entraînement de DT aquatique sur l'équilibre et la marche avec des personnes ayant subi un AVC de moins de six mois. Vingt personnes au total ont été réparties de manière aléatoire dans un groupe contrôle de 10 personnes et un groupe expérimental du même nombre. L'entraînement dure 30 minutes, cinq jours par semaine, pendant six semaines.

L'équilibre est mesuré par les tests suivants : le Berg Balance Scale (BBS), Five Times Sit to Stand Test (FTSS), et le Functional Reach Test (FRT). Les chercheurs ont évalué la marche grâce au 10MWT, TUG, et le Functional Gait Assessment (FGA).

Les deux groupes reçoivent des thérapies habituellement prodiguées aux patients ayant subi un AVC, tels que des traitements de neuro-développement (Neurodevelopmental, NDT, appelés plus communément Bobath), de facilitation proprioceptive neuromusculaire (proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF), d'approches de Brunnstrom (pour travailler le côté hémiplegique, travail avec les fléchisseurs et les extenseurs en synergie) ainsi que des programmes d'apprentissages moteurs.

Le groupe expérimental, lui, requiert en plus de cette même rééducation, un entraînement ciblé sur la DT aquatique de 30 minutes, cinq fois par semaine, sur la durée totale du programme. Le patient doit d'abord effectuer des longueurs de 10 mètres à la marche dans l'eau (simple-tâche). La première DT est un exercice de stabilisation les yeux fermés. La deuxième consiste à résister contre les déstabilisations du physiothérapeute (jeu de combat) et la troisième à marcher dans l'eau sur 10 mètres en tenant une tasse pleine sans verser.

Une amélioration significative du groupe expérimental a pu être observée sur les deux activités par rapport au groupe contrôle. Les auteurs démontrent alors que leur entraînement de la DT dans un milieu aquatique améliore les capacités d'équilibre et de la marche à sec chez des personnes atteintes d'un AVC.

## Annexe VI: Programme final

Travail de Bachelor 2017

Robert M., Favre C.

HES-SO Valais

### Programme basé sur la littérature pour la réhabilitation à la marche avec l'utilisation de la double-tâche auprès des patients atteints de troubles neurologiques

*Ce programme peut être suivi lorsque le patient est capable de réaliser quelques pas sans aide auxiliaire. Le thérapeute se doit d'être sécuritaire.*

*Infrastructure : bassin/piscine, salle de gym, salle MTT*

*Matériel nécessaire :*

<i>Tapis roulant</i>	<i>2 ballons rebondissant</i>	<i>Vêtement avec boutons</i>	<i>Crochets</i>
<i>Tasse</i>	<i>Balle plus petite</i>	<i>Filet</i>	<i>Anneaux</i>

*Il est possible d'adapter ce programme en trois niveaux d'environnement selon les capacités du patient:*

- 1. En piscine*
- 2. En salle (à sec)*
- 3. En présence d'un système de sécurité (sangles) : sur tapis roulant*

#### Exercices moteurs

Exercices	Instructions	Photos	Adaptations
1.  (Kim, Lee, & Kim, 2016)	Marcher en avant dans l'eau (jusqu'à la taille) en tenant en tasse d'eau. Ne pas renverser.	 1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tasse vide</li><li>• Regarder en haut ou de côtés</li></ul>
2.  (Yang, Wang, Chen, & Kao, 2007)	Marcher en avant en portant une balle avec une ou deux mains.	 2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Petite balle (plus légère)</li><li>• Regarder en haut ou de côtés</li></ul>

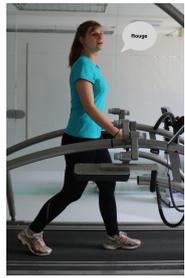
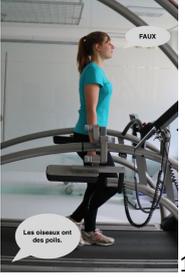
<p>3.  (Yang, Wang, Chen, &amp; Kao, 2007)</p>	<p>Marcher en avant en driblant une balle sur un rythme avec une ou deux mains (selon la préférence du patient).</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dribbler sans rythme S'arrêter au moment du dribble</li> </ul>
<p>4.  (Yang, Wang, Chen, &amp; Kao, 2007)</p>	<p>Marcher en avant. Le patient tient un filet avec une balle à l'intérieur, il shoot dans la balle.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'arrêter au moment su shoot</li> </ul>
<p>5.  (Yang, Wang, Chen, &amp; Kao, 2007)</p>	<p>Marcher en avant. Une main porte une balle, l'autre dribble une autre balle.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'arrêter au moment du dribble</li> </ul>
<p>6.  (Yang, Wang, Chen, &amp; Kao, 2007)</p>	<p>Marcher en avant. Une main porte une balle, l'autre shoot une autre balle tenue par le filet.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'arrêter au moment su shoot</li> </ul>

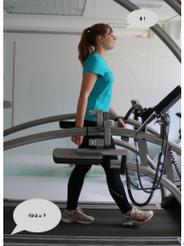
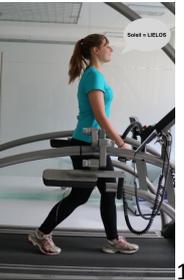
<p>7.  (An et al., 2014)</p>	<p>Marcher en avant en tenant en tasse d'eau. Ne pas renverser.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche sans tapis roulant</li> <li>• Appui d'un membre supérieur Tasse vide</li> <li>• Regarder en haut ou de côtés</li> </ul>
<p>8.  (An et al., 2014)</p>	<p>Marcher sur un tapis roulant en prenant/donnant une tasse d'eau au thérapeute.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche sans tapis roulant</li> <li>• Appui d'un membre supérieur Tasse vide</li> </ul>
<p>9.  (An et al., 2014)</p>	<p>Marcher sur un tapis roulant en posant des boucles sur des crochets.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche sans tapis roulant</li> <li>• Appui d'un membre supérieur</li> <li>• Adapter la taille des anneaux/crochets (grandes au début)</li> </ul>
<p>10.  (An et al., 2014)</p>	<p>Marcher sur un tapis roulant en boutonnant et déboutonnant sa chemise/veste.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche sans tapis roulant</li> <li>• Appui d'un membre supérieur</li> <li>• Velcros à la place des boutons</li> <li>• Regarder en haut ou de côtés</li> </ul>

11.  (An et al., 2014)	Marcher sur un tapis roulant en lançant/attrapant une balle avec le thérapeute	 8	<ul style="list-style-type: none"><li>• Marche sans tapis roulant</li><li>• Donner/prendre la balle</li></ul>
12.  (Yang, Wang, Chen, & Kao, 2007)	Marcher en avant en dribblant deux balles avec les deux mains.	 17	<ul style="list-style-type: none"><li>• Faire un dribble après l'autre</li><li>• S'arrêter au moment des dribbles</li></ul>
13.  (Yang, Wang, Chen, & Kao, 2007)	Marcher en avant. Une main dribble une balle, l'autre shoote dans une autre balle tenue par le filet.	 18	<ul style="list-style-type: none"><li>• Faire une tâche après l'autre</li><li>• S'arrêter au moment de(s) tâche(s).</li></ul>

### Exercices cognitifs

Tous ces exercices peuvent se réaliser en regardant en haut ou de côtés afin d'exercer le système vestibulaire.

Exercices	Instructions	Photos	Adaptations
1.  (An et al., 2014)	Marcher sur un tapis roulant en donnant la couleur de l'objet demandé par le thérapeute.	 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche sans tapis roulant</li> <li>• Appui des membres supérieurs</li> <li>• Demander des couleurs dans le champ visuel du patient (éviter qu'il doive tourner la tête au début)</li> </ul>
2.  (An et al., 2014)	Marcher sur un tapis roulant en répondant à des questions faciles par vrai ou faux.	 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche sans tapis roulant</li> <li>• Appui des membres supérieurs</li> <li>• Questions faciles à difficiles</li> </ul>
3.  (An et al., 2014)	Marcher sur un tapis roulant en comptant à l'envers.	 16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcher sans tapis roulant</li> <li>• Compter à l'endroit</li> <li>• Chiffres petits à grands (1-2-3,... ou 321-322-323)</li> <li>• Compter 10 par 10 ou chiffres pairs et impairs</li> </ul>

<p>4.</p> <p>(An et al., 2014)</p>	<p>Marcher sur un tapis roulant et répondant à des soustractions simples.</p>	 <p>5</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Marche sans tapis roulant</li><li>• Soustractions faciles à difficiles</li></ul>
<p>5.</p> <p>(An et al., 2014)</p>	<p>Marcher sur un tapis roulant en épelant des mots à l'envers.</p>	 <p>15</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Marcher sans tapis roulant</li><li>• Appui des membres supérieurs</li><li>• Epeler mots à l'endroit</li><li>• Mots faciles (petits) à difficiles (grands)</li></ul>

## APPENDIX 1

### Dual-Tasking Questionnaire

The following questions are about problems which everyone experiences from time to time, but some of which happen more often than others. We want to know how often these things have happened to you in the past *few weeks*. There are five options, ranging from *very often* to *never, or not applicable*. Please tick the appropriate box.

Do you have any of these difficulties?

1. Paying attention to more than one thing at once.
2. Needing to stop an activity to talk.
3. Being unaware of others speaking to you when doing another activity.
4. Following or taking part in a conversation where several people are speaking at once.
5. Walking deteriorating when you are talking or listening to someone.
6. Busy thinking your own thoughts, so not noticing what is going on around you.
7. Spilling a drink when carrying it.
8. Spilling a drink when carrying it and talking at the same time.
9. Bumping into people or dropping things if doing something else as well.
10. Difficulty eating and watching television or listening to the radio at the same time.