

# Utilisation de neuroprothèses d'aide à la préhension après un AVC

## Scoping review sur les outils d'évaluation

Mémoire d'initiation à la recherche présenté pour l'obtention de l'UE 6.5 S6  
et en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat d'Ergothérapeute

Référent méthodologique : Dr David Gasq

Référent terrain : Margot Morin

Laure Delas-Escande

Promotion 2016-2019



## *Engagement et autorisation*

Je soussignée Laure DELAS, étudiante en troisième année, à l'Institut de Formation en ergothérapie de Toulouse, m'engage sur l'honneur à mener ce travail en respectant les règles éthiques de la recherche, professionnelles et du respect de droit d'auteur ainsi que celles relatives au plagiat.

L'auteur de ce mémoire autorise l'Institut de Formation en Ergothérapie de Toulouse à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire. Notamment la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire requiert son autorisation.

Fait à Toulouse.

Le :

Signature du candidat :

## *Note au lecteur*

Ce travail est réalisé conformément à l'Arrêté du 5 juillet 2010 relatif au diplôme d'Etat d'ergothérapeute

NOR : SASH1017858A, dans le cadre de l'UE 6.5 : « Evaluation de la pratique professionnelle et recherche »

et la Loi du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine dite « loi JARDE ».

Il s'agit d'un mémoire d'initiation à la recherche écrit et suivi d'une argumentation orale.

Extrait du guide méthodologique : « Le mémoire d'initiation à la recherche offre la possibilité à l'étudiant d'approfondir des aspects de la pratique professionnelle. Il permet l'acquisition de méthodes de recherches, d'enrichissements de connaissances et de pratiques en ergothérapie. Il inscrit l'étudiant dans une dynamique professionnelle qui tend à développer le savoir agir, vouloir agir et pouvoir agir de l'étudiant (Le Boeterf, 2001), ainsi que sa capacité d'analyse réflexive sur la pratique professionnelle. Il favorise l'esprit critique et l'acquisition d'une méthodologie conforme à la recherche académique, ce qui facilite l'accès à un parcours universitaire. »

## Remerciements

En premier lieu je tenais à remercier les personnes qui m'ont soutenue dans la réalisation de ce travail et sans qui rien n'aurait été possible :

Mes référents de mémoire : David Gasq et Margot Morin pour leurs précieuses remarques, leurs conseils avisés et leur disponibilité.

L'équipe pédagogique de l'IFE de Toulouse qui s'est efforcée de nous accompagner et de nous guider dans ce travail de plus d'une année, mais aussi dans nos trois ans de formation.

Camille Cormier, dont le travail a pu me servir d'exemple.

Mes camarades de l'IFE de Toulouse avec qui nous avons pu partager des temps d'échanges. Et plus particulièrement Bénédicte, Sophie et Laure pour leur écoute et leur soutien.

Ma famille, mes proches et mon mari pour avoir été à mes côtés tout au long de ce travail.



# Sommaire

Préambule.....	1
<b>I- Introduction.....</b>	<b>3</b>
I.1 - Contexte .....	3
I.1.a - Description du contexte de l'AVC.....	3
I.1.b - Description du contexte technologique .....	5
I.2 – Impacts des neuroprothèses : cadre conceptuel.....	11
I.2.a - Modèle du MOH.....	11
I.2.b - Intérêts en ergothérapie .....	12
I.2.c - Lien entre les modèles du MOH et de la CIF .....	13
I.3- Formulation d'une question de recherche .....	14
<b>II- Méthodologie .....</b>	<b>15</b>
II.1 - Protocole de recherche .....	16
II.2 - Critères d'inclusion .....	17
II.3 - Sources d'informations.....	18
II.4 - Méthodologie de recherche.....	18
II.5 - Processus de sélection des sources .....	18
II.6 - Processus de collecte de données.....	18
II.7 - Items à collecter.....	19
II.8 - Synthèse des résultats .....	19
<b>III- Résultats .....</b>	<b>20</b>
III.1 - Sélection et caractérisation des sources.....	20
III.2 - Résultats.....	22
<b>IV- Discussions.....</b>	<b>26</b>
IV.1 - Récapitulatif des principaux résultats .....	26

IV.2 - Analyse.....	26
IV. 3 - Limites.....	28
IV.4 - Perspectives .....	29
<b>V- Conclusion.....</b>	<b>31</b>
Apports personnels .....	32
<b>Références .....</b>	<b>33</b>
Bibliographie principale .....	33
Bibliographie secondaire .....	37
<b>Table des figures.....</b>	<b>43</b>
<b>Abréviations .....</b>	<b>44</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>45</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>47</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>48</b>

## Préambule

« L'objectif de l'ergothérapie est de maintenir, de restaurer et de permettre les activités humaines de manière sécurisée, autonome et efficace » (ANFE, 2017). Par exemple, lorsqu'une personne n'est plus en capacité d'utiliser son membre supérieur dans son quotidien suite à un Accident Vasculaire Cérébral (AVC), le rôle de l'ergothérapeute est d'envisager des solutions qui lui permettent d'accomplir les activités qui lui sont importantes. Pour ce faire le thérapeute dispose de différents outils et recours en rééducation, réadaptation et réinsertion.

Avec l'avènement de nouvelles technologies, le métier d'ergothérapeute a évolué. En effet, le praticien a désormais à sa disposition des moyens technologiques plus avancés. En particulier afin de permettre à des personnes de récupérer des capacités motrices, ou de pallier à des déficits moteurs acquis. Ces possibilités sont donc très intéressantes dans un contexte d'hémiplégie résultante d'un AVC.

De par mes expériences passées (dans l'ingénierie mécanique et électronique) je suis particulièrement sensible à ces possibilités technologiques. J'ai donc cherché à réaliser mon mémoire d'initiation à la recherche sur un sujet pouvant mêler technique et apports en ergothérapie. C'est ainsi que j'ai entendu parler des neuroprothèses.

Cette technologie prometteuse en est à son commencement auprès de personnes ayant subi un AVC. Elle consiste à stimuler électriquement les muscles parétiques dans le but de réaliser des tâches fonctionnelles et ainsi permettre une plus grande indépendance dans les actes de la vie quotidienne. Malgré un niveau de preuve des études existantes peu élevé, les neuroprothèses montrent d'encourageants résultats, et possèdent l'avantage d'être portables, légères, peu encombrantes et potentiellement plus économiques que d'autres types de dispositifs d'assistance au mouvement (exosquelettes et autres).

**Mon premier questionnement a été de me demander quels pouvaient être les apports de telles neuroprothèses auprès de personnes ayant subi un AVC.**

Le besoin en suppléance motrice dans le cadre d'un AVC se retrouve particulièrement aux membres supérieurs afin de pallier aux difficultés de préhension qui sont source d'importantes limitations au quotidien. C'est pourquoi j'ai choisi d'axer mes recherches sur l'utilisation de neuroprothèses d'aide à la préhension.



Dans une première partie je m'attacherai à poser le contexte d'action et ainsi justifier l'intérêt de cette problématique. Je présenterai le modèle conceptuel qui m'a permis de guider mes réflexions. Ceci m'amènera à établir une question de recherche, d'où en découlera une méthode exploratoire. Je continuerai en présentant cette méthodologie, ainsi que les résultats que j'ai pu obtenir. Je finirai en présentant une analyse et un regard critique sur le travail accompli, ainsi que des perspectives pour de futurs travaux de recherche.

## I- Introduction

### I.1 - Contexte

#### I.1.a - Description du contexte de l'AVC

##### Définition

Un Accident Vasculaire Cérébral (AVC) est la survenue brutale de l'obstruction (AVC ischémique) ou de la rupture (AVC hémorragique) d'un vaisseau sanguin entraînant l'arrêt de la vascularisation au niveau cérébral.

##### Epidémiologie

L'AVC est une affection fréquente aux graves conséquences qui touche de plus en plus de personnes. En effet dans le monde 16,9 millions de personnes subissent un AVC chaque année (Béjot, Daubail, Giroud ; 2016), et le nombre de personnes ayant à vivre avec les conséquences de l'AVC va en grandissant : on estime à 77 millions leur nombre d'ici 2030, soit plus de deux fois plus qu'en 2016 où on en dénombrait 33 millions. Ceci s'explique par la diminution du taux de mortalité de l'AVC (Feigin et al. ; 2014). C'est ainsi que l'AVC est devenu au niveau mondial la deuxième cause de mortalité et la troisième raison pour laquelle les personnes vivent en moins bonne santé (Feigin et al. ; 2014).

En France on compte plus de 130 000 AVC par an (INSERM ; 2013). C'est la première cause de mortalité chez les femmes, la troisième chez les hommes (Lecoffre et al. ; 2016) et la première cause de handicap acquis chez l'adulte (INSERM ; 2013). Ainsi le nombre d'hospitalisation à la suite d'un AVC n'a cessé d'augmenter (13% entre 2008 et 2014) (Lecoffre ; 2016).

De plus, les patients touchés sont de plus en plus jeunes (45% ont moins de 65 ans, 27% moins de 55) (Wolf, Baum, Connor ; 2009). Certains sont donc encore actifs professionnellement, et le retour au travail est bien souvent compliqué.

##### Impacts

La survenue d'un AVC a des conséquences lourdes sur les capacités fonctionnelles des personnes touchées. Il en résulte des séquelles motrices et cognitives.

Sur le plan moteur en particulier les conséquences de l'AVC sont l'altération de la motricité volontaire (parésie) et une augmentation du réflexe tonique à l'étirement (spasticité).

89% des personnes en phase initiale souffrent d'hémi-parésie (c'est à dire la paralysie partielle d'un hémicorps) (Hendricks, van Limbeek, Geurts, Zwarts ; 2002). Une récupération partielle voire totale est possible, comme il peut ne pas y avoir d'amélioration ou bien même une régression des capacités. Pour 95% des patients, la récupération fonctionnelle maximale est atteinte en moyenne au bout de 12,5 semaines (Jørgensen et al. ;1995). Le temps de récupération étant fortement lié au niveau d'atteinte initial : plus l'atteinte est sévère, plus le temps de récupération maximal est long.

Ainsi 65% des personnes présentant des déficits initiaux aux membres inférieurs récupèrent totalement ou partiellement leur motricité (Hendricks et al. ; 2002). La marche est donc possible de manière indépendante dans 65% des cas (avec si besoin une aide technique) (Dobkin; 2005) et 78% seront capables de marcher (avec si besoin une aide humaine) (Jorgensen et al. ; 1995).

Pour ce qui est de la récupération aux membres supérieurs, celle-ci se fait prioritairement en proximal, puis en distal (Teasell ; 1991). Ainsi la dextérité est particulièrement touchée puisque seulement 38% des personnes retrouvent une certaine dextérité à six mois de l'AVC, et 11,6% récupéreront complètement (Kwakkel , Kollen , van der Grond , Prevo ; 2003). En termes de limitations, on retrouve le plus souvent un défaut d'ouverture de la main dû, soit à une faiblesse des muscles extenseurs, soit à la spasticité des muscles fléchisseurs (Chae, Yang, Park, Labatia ; 2002). C'est ainsi que l'on peut noter une sous-utilisation du membre lésé en phase chronique, notamment dans les activités bimanuelles (Michielsen et al. ; 2012). Ces limitations posent d'importants problèmes car la main permet tout particulièrement aux personnes d'interagir avec leur environnement. Ainsi, une atteinte des capacités de préhension est un facteur majeur dans la limitation des capacités fonctionnelles des personnes (Prange et al. ; 2014). De plus, les difficultés de préhension ont un impact significatif sur l'indépendance des personnes dans leur quotidien, puisque bien des activités doivent se faire en bimanuel (Prange et al. ;2015).

Par conséquent, les personnes ayant subi un AVC déclarent dans près de la moitié des cas avoir des difficultés au quotidien (Peretti et al. ; 2016) et 26% se trouvent être dépendants dans les actes de la vie quotidienne (Activities of Daily Living) (Kelly-Hayes et al. ; 2003).

L'AVC a de plus un coût financier. En France, on estime à 3,5 milliards d'euros la somme dépensée par la sécurité sociale pour les soins portés aux personnes ayant subi un AVC (plus précisément par le régime général de la sécurité sociale qui représente 86% de la population française) (Tuppin et al. ; 2016).

D'importantes conséquences découlent donc de la survenue d'AVC à la fois pour les individus mais aussi pour la société.

### I.1.b - Description du contexte technologique

Nous avons vu que la survenue d'un AVC a de fortes répercussions sur la motricité, en particulier au membre supérieur sur la préhension. Une rééducation adaptée et soutenue est proposée en phase subaigüe dans le but d'améliorer les capacités fonctionnelles, mais bien souvent la récupération n'est pas totale. En effet l'amélioration de la fonctionnalité reste faible ou modérée surtout pour des patients présentant d'importantes difficultés initiales (on estime le gain fonctionnel entre 5 et 15%) (Veerbeeck et al. ; 2014). D'autres techniques peuvent venir s'ajouter aux méthodes de rééducation, comme par exemple l'injection de toxine botulique ou bien des traitements chirurgicaux (tels que la neurotomie par exemple) afin de diminuer la spasticité et ainsi gagner en capacités fonctionnelles. Ces techniques ont surtout pour but d'améliorer les fonctions passives et, dans de rares cas, d'améliorer les fonctions actives.

Par ailleurs, des progrès scientifiques et technologiques ont permis d'utiliser des dispositifs d'assistance au mouvement, ceci dans deux buts en particulier. Dans un premier cas, afin de récupérer des facultés motrices grâce à un entraînement progressif, répétitif et intensif, en complément des thérapies habituelles. Dans un second cas, dans le but de suppléer des difficultés acquises, et ainsi améliorer l'indépendance des personnes dans leur vie quotidienne.

#### Dispositifs d'assistance au mouvement

Les dispositifs d'assistance au mouvement se définissent comme des équipements électriques et/ou mécaniques dont le but est d'aider à récupérer une partie de la motricité (Hughes et al. ; 2014).

Il existe de nombreux types de dispositifs d'assistance. Leurs différences peuvent venir du type d'assistance, du type d'effecteur (comment est produit le mouvement), du type de pilotage ou de la stratégie de contrôle. Nous tâcherons dans les lignes qui suivent de définir succinctement ces concepts, mais un tableau récapitulatif plus détaillé se trouve en ANNEXE 1.

### Types d'assistance

Par type d'assistance on entend la manière et les moyens par lesquels vont être produits les mouvements. Une assistance dite "active" va nécessiter un apport d'énergie (comme un moteur électrique par exemple), si ce n'est pas le cas on parle d'assistance "passive" (par exemple grâce au travail de ressorts ou d'élastiques). On peut retrouver à l'intérieur de ces deux catégories une multitude de différents types d'équipements. On classe par exemple les neuroprothèses dans la catégorie des assistances actives car leur utilisation requiert un apport en énergie électrique.

### Types d'effecteurs

Le mouvement d'assistance peut être produit par différents types d'effecteurs. Ceux-ci peuvent être électriques, pneumatiques, hydrauliques ou élastiques. Le mouvement peut aussi être produit grâce à de la Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF).

La stimulation électrique fonctionnelle est décrite comme l'utilisation de la stimulation électrique neuromusculaire dans le but d'activer des muscles paralysés afin d'accomplir une tâche fonctionnelle (Sheffler, Chae ; 2007). La stimulation électrique neuromusculaire quant à elle vise à stimuler électriquement le motoneurone inférieur (qui doit donc être intact). Il existe deux catégories de stimulation : transcutanée (de surface) et implantée (percutanée, épimusculaire, épineural, intraneural).

La SEF a un large panel d'application (neuroprothèse respiratoire, réduction de l'appendement gléno-huméral, prévention des thromboses veineuses profondes, action sur la densité osseuse etc...). Elle peut être utilisée dans un contexte de récupération fonctionnelle (par exemple en renforcement musculaire). C'est d'ailleurs la technique la plus utilisée en rééducation (Hughes et al ; 2014). Mais elle peut aussi être utilisée dans un but de suppléance fonctionnelle motrice comme c'est le cas avec l'utilisation de neuroprothèses.

### Types de pilotage

Le déclenchement du mouvement (le pilotage du système) peut se faire selon différentes solutions techniques. Cela peut par exemple être par la pression d'un bouton, par l'électromyographie de surface (sEMG) qui enregistre l'activité musculaire, par des centrales à inertie qui détectent les accélérations (et donc les déplacements), ou bien encore par l'implantation d'électrodes en interface avec les nerfs, voir même en récupérant directement les signaux de commande du cerveau (interfaces cerveau/machine). Ces diverses technologies peuvent être utilisées dans différentes neuroprothèses afin de déclencher le mouvement.

### Stratégies de contrôle

Par stratégie de contrôle on entend les algorithmes qui vont venir compiler les données en entrée, décider de la commande appropriée et l'envoyer au système. Ils peuvent être plus ou moins complexes, et permettre un contrôle plus ou moins ajusté et précis. Ainsi un contrôle dit en « boucle fermée » va prendre en compte l'évolution du système et modifier les commandes à envoyer (feedback). A l'inverse, une « boucle ouverte » enverra une commande préétablie quelles que soient les réactions du système.

Les dispositifs robotiques d'entraînement ont montré leur efficacité à réduire les déficiences motrices après un AVC mais pas à améliorer l'autonomie au quotidien (Maciejasz ; 2014). Ils ont donc pour intérêt principal d'intensifier les séances de rééducation sans pour autant surcharger les thérapeutes (Maciejasz ; 2014). La problématique se trouve alors au niveau de l'utilisation de tels dispositifs autrement que dans un contexte clinique, c'est à dire dans le quotidien de la personne et donc dans une optique de suppléance fonctionnelle (Maciejasz et al. ;2014, McConnell et al. ; 2017). Les résultats d'une étude (Elnady, Mortenson, Menon ; 2018) portant sur la perception des dispositifs d'assistance du membre supérieur auprès des utilisateurs, ainsi que des thérapeutes, ont mis en lumière plusieurs points. Les utilisateurs regrettaient en particulier le coût et l'encombrement des dispositifs existants et utilisés en rééducation. Il en ressortait de la part des personnes touchées par un AVC, le besoin de développer de nouveaux systèmes utilisables dans la vie de tous les jours. Tous les participants ont suggéré en particulier de développer un système comprenant à la fois la main et les doigts.

Malheureusement, tous les systèmes d'assistance au mouvement ne répondent pas aux besoins des personnes, à savoir avoir un encombrement minimal (afin de pouvoir être portés), avec une autonomie suffisante, et enfin abordables du point de vue financier.

Les neuroprothèses en revanche répondent à ces attentes. En effet elles utilisent la stimulation électrique fonctionnelle appliquée aux muscles servant à produire le mouvement souhaité, et ne requièrent donc pas d'autres actionneurs. Ceci limiterait donc théoriquement l'encombrement, le coût et la consommation en énergie.

### Définition des neuroprothèses

Le terme de neuroprothèse peut être difficile à définir car il peut regrouper beaucoup de choses. On trouve d'ailleurs des définitions variables dans la littérature (voir ANNEXE 2).

Nous entendons dès lors qu'une neuroprothèse est un équipement "embarqué" (ie. porté ou implanté, transportable) qui utilise la Stimulation Électrique Fonctionnelle (SEF) dans le but de suppléer une fonction et ainsi faciliter les performances de la personne au quotidien.

Une Neuroprothèse d'Aide à la Préhension (NAP) répond à ces critères, et a pour objectif de soutenir la capacité de préhension. Celle-ci se compose de deux phases : une phase de transport de la main pour la diriger vers l'objet à saisir (aussi appelée phase d'approche) et d'une phase de saisie (ouverture et fermeture de la main autour de l'objet) (Jeannerod, 1984).

### Des débuts auprès de blessés médullaires

Les neuroprothèses ont été initialement développées auprès de blessés médullaires. Il existe donc différents dispositifs, nous évoquerons en particulier :

- le Bionic Glove (Prochazka et al. ; 1997) utilisé pour renforcer l'effet ténodèse,
- le Belgrade Grasping System (Popović ; 1999) développé à la suite du Clinical evaluation of the Bionic Glove qui restaure une pince palmaire et latérale.
- le Freehand, qui est une neuroprothèse d'aide à la préhension implantée chirurgicalement (Memberg et al. ; 2014) avec une commande par l'épaule.

Cependant les résultats de tels systèmes sont limités par la difficulté de mise en œuvre d'une commande pour des mouvements complexes (qui font intervenir beaucoup de muscles différents) à partir d'un contrôle volontaire (Popovic, 2003). De plus, la stimulation de surface n'est pas assez efficace pour obtenir des capacités fonctionnelles suffisantes lorsque les déficits sont trop importants pour être utilisée dans la vie de tous les jours. Nous pouvons plus est remarquer que ces dispositifs sont à destination de moins de personnes.

En effet, on estime entre 250 000 and 500 000 le nombre de blessés médullaires chaque année dans le monde (OMS ; 2013) (contre un peu moins de 17 millions d'AVC par an dans le monde (Béjot, Daubail, Giroud ; 2016)).

### Chez les personnes hémiplegiques

Nous avons précédemment vu que l'AVC avait des conséquences importantes sur la motricité des personnes et plus particulièrement sur les capacités de préhension. Un déficit de préhension est pourtant source de limitations importantes dans la vie de tous les jours. C'est pourquoi la solution des neuroprothèses, et plus précisément des Neuroprothèses d'Aide à la Préhension (NAP) est plus qu'intéressante. Malgré l'aspect novateur de cette technique et des difficultés de mise en œuvre (détaillées plus bas), il existe déjà quelques études traitant de l'utilisation de NAP auprès de patients cérébrolésés adultes en phase chronique. Une première recherche nous a permis d'explorer différents systèmes existants.

Tout d'abord le **HandMaster System** (Alon, McBride, Ring ; 2002). Cette étude a été réalisée auprès de 29 personnes dans le but d'examiner si le système était capable d'améliorer différentes prises pré-définies (par exemple, la capacité d'attraper et de relâcher des objets). Le système en question se compose d'une orthèse prenant la main et le poignet, pour des patients présentant des difficultés de préhension. Le pilotage se fait en boucle ouverte via l'utilisation d'un bouton à l'aide de la main controlatérale. Le but étant l'évaluation à court terme de l'efficacité de la NP après AVC, après un entraînement et ensuite une utilisation à la maison. Il en ressort une diminution des difficultés de préhension avec une utilisation possible à domicile. Il est de plus intéressant de noter que parmi les évaluations, l'une d'elle était de demander aux personnes de réaliser chez eux une tâche de la vie quotidienne qui soit significative pour eux. Les tâches choisies par les participants étaient majoritairement bimanuelles (par exemple ouvrir une bouteille avec deux mains, manger avec une fourchette et un couteau etc..). On peut néanmoins reprocher à cette étude le faible échantillon et le fait qu'elle ne soit pas randomisée.

Il existe ensuite le **ReyJoyce System** (Buick, Kowalczewski, Carson, Prochazka ; 2016). Celui-ci se compose d'un bras articulé de plusieurs segments relié à des jeux virtuels sur ordinateur permettant d'enregistrer la force et les déplacements. Les exercices sont inspirés de la vie quotidienne (par ex : conduire une voiture) et sont réalisés à la maison et télésurveillés par un thérapeute.

De plus la personne porte un bracelet qui sert de support à la stimulation électrique afin de stimuler différentes fonctions (par exemple l'ouverture et la fermeture de la main). Cette étude a inclus 11 participants et a permis de montrer que ce type d'entraînement améliore significativement les fonctions motrices du membre supérieur, en particulier pour les personnes avec un niveau fonctionnel intermédiaire. Les mêmes réserves que la précédente étude peuvent cependant être émises.

Il existe également une NAP qui cette fois-ci est **implantée chirurgicalement** (Knutson et al. ; 2012). Une participante a en effet bénéficié de l'implantation d'un télémètre/stimulateur dans le but de stimuler des muscles et enregistrer les réponses EMG (autant sur les muscles fléchisseurs qu'extenseurs). Une unité centrale externe est utilisée afin de récupérer les données et envoyer les commandes de stimulations. Ainsi après entraînement la patiente était capable d'utiliser la NAP dans des tâches bimanuelles (en particulier au quotidien pour manger, couper des légumes, fermer une fermeture-éclair) et la subluxation initiale de l'épaule a été réduite. On peut néanmoins déplorer des difficultés et complications liées à l'intervention chirurgicale, tout comme les difficultés d'organisation pour la patiente qui n'ont pas permis des résultats optimaux.

Enfin il existe un dernier système (Krabben, Buurke, Prange, Rietman ; 2013) qui consiste à prodiguer de la SEF tout en venant soutenir le membre supérieur grâce à un **système de compensation anti-gravitaire** (bras robotique). Le but de cette étude, menée auprès de 8 personnes, était de démontrer l'intérêt de coupler une SEF à un système anti-gravitaire dans l'amélioration de la dextérité. Ce bras robotisé avait comme but premier de venir supporter le poids du bras, mais il permettait aussi d'assister ou bien freiner les mouvements afin de faire varier le niveau de difficultés des exercices. Néanmoins il en ressort que ce dispositif, bien que permettant une ouverture de la main suffisante pour saisir un cube (issu du Box and Block Test,) ne permettait pas d'améliorer la dextérité.

A travers ces différentes études, nous voyons bien qu'il existe différents types de mise en œuvre de neuroprothèses. Celles-ci ont pu montrer leur intérêt à utiliser ce genre de technologies auprès d'adultes en phase chronique d'AVC. Il en ressort de plus l'importance toute particulière de l'utilisation de NAP dans des activités bimanuelles du quotidien. Nous ne pouvons que regretter les faibles échantillons de ces études et le fait qu'aucune ne soit randomisée.

Ces résultats prometteurs nous poussent tout de même à aller plus loin dans l'étude de l'intérêt de NAP dans l'amélioration des capacités de préhension, pour des personnes ayant subi un AVC. En effet, le manque de données fiables et le trop faible nombre d'études existantes sur le sujet justifient tout à fait une investigation plus approfondie.

### Difficultés d'utilisation des NAP

Il existe tout de même quelques difficultés dans l'utilisation de NAP. On peut en particulier citer :

- Les co-contractions spastiques (Chae, Hart ; 2003, Hines, Crago, Billian ; 1995). Celles-ci consistent à la contraction involontaire des muscles antagonistes lors du mouvement volontaire des muscles agonistes. Elles sont donc pénalisantes lorsque l'on cherche à réaliser un mouvement avec la neuroprothèse, car elles empêchent ou limitent celui-ci.
- Les difficultés de pilotage de la neuroprothèse. En effet, il peut s'avérer compliqué d'obtenir exactement le mouvement attendu, ceci pour diverses raisons. Soit par exemple car les capteurs ne sont pas assez sensibles ou bien placés. Soit car la stimulation des muscles n'est pas assez sélective ou efficace. Ou bien encore pour des raisons informatiques/électronique d'algorithmes de commande trop peu réactifs ou précis.
- Les limitations cognitives. La littérature ne fait pas état de l'impact de difficultés cognitives, mais celles-ci sont susceptibles de limiter la commande d'une NAP : par exemple en cas d'héminégligence, d'un syndrome dysexécutif (en particulier la gestion de la double tâche), ou bien découlant de la sous-utilisation acquise du membre parétique.

## 1.2 – Impacts des neuroprothèses : cadre conceptuel

### 1.2.a - Modèle du MOH

Le Modèle de l'Occupation Humaine (MOH) de Gary Kielhofner (élaboré dans la fin des années 80) nous a permis de guider notre réflexion.

Le concept central de ce modèle est bien évidemment l'occupation. Celle-ci est vue comme absolument essentielle pour l'organisation de toute personne, car c'est en agissant que chacun de nous se définit et se construit. Les occupations sont de plus dépendantes du contexte.

Elles sont en effet le fruit d'un processus dynamique entre l'individu (avec sa motivation, ses habitudes, ses rôles et ses capacités) et son environnement. L'occupation humaine se définit donc comme une activité réalisée dans un certain contexte. Ces activités peuvent être de plusieurs ordres, tout d'abord des activités de productivité (action rémunérées ou bénévoles, qui ont pour but de produire quelque chose : un bien, un service ou un savoir), des activités de loisirs ou bien des activités de la vie quotidienne (c'est-à-dire des tâches de la vie courante).

Le MOH présente trois composantes de l'individu : l'Être, l'Agir et le Devenir. L'Être regroupe les dimensions propres de la personne : ses motivations, ses valeurs, ses centres d'intérêt, ses déterminants personnels, ses rôles et habitude de vie. L'Être prend aussi en compte les capacités de performance de la personne, sa capacité à agir (son potentiel d'action), tant sur le plan objectif (capacités physiques et mentales comme peuvent l'être les processus moteurs ou cognitifs par exemple) que subjectif (les expériences et vécus de la personne vont venir impacter son aptitude à réaliser différentes tâches ou activités).



Figure 1 - Schéma général du MOH (Centre de référence du modèle de l'occupation humaine, 2008)

Ces composantes de l'Être vont alors pouvoir soutenir ce que la personne va faire : l'Agir. Celui-ci correspond à la mise en œuvre des composantes de l'Être, dans les occupations de la personne. Quant au Devenir, il se rapporte à l'engagement avec lequel la personne pourra s'investir dans ses occupations et s'adapter à son environnement. Il est la conséquence de l'Agir. Toutes ces composantes sont interdépendantes et en constante évolution.

Les différentes composantes du modèle du MOH sont plus amplement détaillées en ANNEXE 3.

### 1.2.b - Intérêts en ergothérapie

Le modèle du MOH est un modèle centré sur la personne et non pas sur les déficiences et le besoin de « réparation ». Ce modèle fait particulièrement sens pour une intervention comme la proposition de l'utilisation d'une neuroprothèse à une personne ayant eu un AVC.

En effet, nous pouvons tout d'abord penser que le but de celle-ci est essentiellement de pallier aux difficultés de préhension de la personne. Mais nous avons vu que l'objectif d'une NP est bien d'améliorer la performance d'un individu dans son quotidien. Ainsi si l'on se base sur le modèle du MOH on voit bien qu'en agissant sur les capacités de performance, c'est-à-dire en améliorant les composantes objectives physiques de préhension ainsi que sur la composante subjective (modification de son vécu), et donc sur l'Etre de la personne, on facilitera son Agir et ainsi son Devenir. La personne sera donc plus à même d'interagir avec son environnement.

La dynamique du MOH montre donc bien que l'action d'une NP, loin de n'être concentrée que sur le plan moteur, va bien se répercuter sur l'ensemble des actions de la personne, modifier ses expériences et ainsi impacter son identité occupationnelle et ses compétences.

### I.2.c - Lien entre les modèles du MOH et de la CIF

Le modèle du MOH est un modèle conceptuel propre aux ergothérapeutes. Certains termes utilisés peuvent porter à confusion car se rapprochant d'autres modèles comme par exemple la Classification Internationale du Fonctionnement (CIF).

C'est l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui créa en 2001 l'International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), en français la Classification Internationale du Fonctionnement. Celle-ci a pour vocation de proposer une classification utile à différentes disciplines, et ainsi permettre une base scientifique et un langage commun, afin de comprendre et étudier des situations impliquant l'état de santé de personne (et pas forcément une situation de handicap).

Le modèle de la CIF se divise en deux parties : une partie sur le fonctionnement et les limitations d'activité (structures et fonctions du corps humain, activités et participation), et une autre sur les facteurs contextuels (l'environnement et les déterminants personnels).

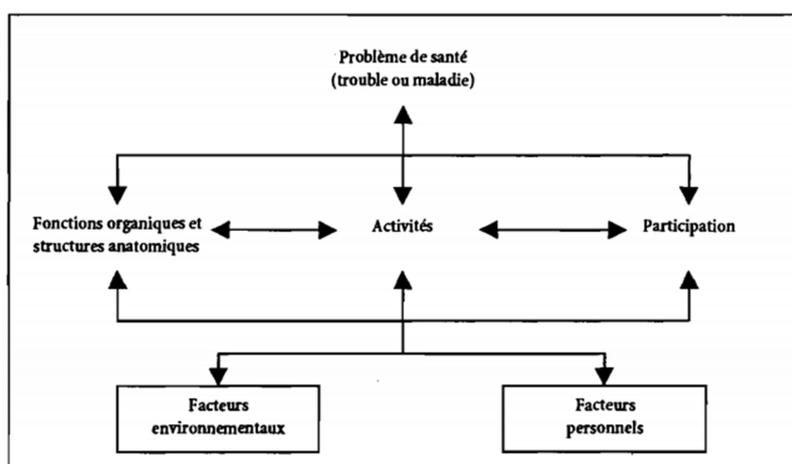


Figure 2 - Interaction entre les différentes composantes de la CIF (OMS, 2001, p 19)

Toutes ces composantes sont divisées en différents domaines, catégories et sous-catégories.

Les concepts de performance, de capacité, d'activité, et d'occupation sont des concepts centraux dans le modèle de la CIF, qui sont aussi des concepts fortement repris dans des modèles en ergothérapie et en particulier dans le MOH. Derrière de mêmes termes, se cachent tout de même parfois quelques différences.

Nous pouvons alors nous demander s'il existe une différence entre capacité (CIF) et capacité de performance (MOH). Afin d'être au clair sur ces différents termes, nous avons réalisé une brève comparaison entre les deux modèles (tableau présenté en ANNEXE 4), qui tente de rapprocher des concepts utilisés dans chacun d'eux.

En résumé le point qui différencie peut-être le plus le modèle de la CIF du modèle du MOH est la prise en compte par ce dernier de la subjectivité et du sens donné aux activités par la personne (Hemmingson, Jonsson, 2005). C'est en particulier la différence entre capacité (CIF) et capacité de performance (MOH).

Ces deux modèles montrent néanmoins tous deux que l'utilisation d'une neuroprothèse d'aide à la préhension va pouvoir potentiellement améliorer les fonctions de l'organisme (CIF) ou les capacités de performance (MOH). Cette amélioration pourra avoir des impacts bénéfiques sur les capacités de la personne et donc permettre une meilleure participation dans la vie de tous les jours. Ces deux modèles s'accordent donc sur le fait qu'en agissant sur la capacité ou la capacité de performance de la personne, on peut lui permettre de mieux vivre et interagir avec son environnement.

### [1.3- Formulation d'une question de recherche](#)

A travers l'exploration des études précédemment menées sur des NAP mises en place auprès de personnes ayant subi un AVC, ainsi que le cadre conceptuel que propose le MOH, nous avons pu démontrer l'intérêt que pouvait avoir l'étude de l'impact de ces NAP sur la capacité de performance.

L'amélioration de la performance est en effet le but d'une neuroprothèse. Mais nous avons choisi dans cette étude de nous intéresser à l'impact de la neuroprothèse sur la capacité de performance (l'Être) de la personne, car l'évaluation de celle-ci est envisageable dans un contexte clinique. En effet, l'étude de la performance occupationnelle ou bien des habiletés (L'agir) des personnes demande de pouvoir évaluer la réalisation de ses occupations (donc dans un contexte écologique et quotidien).

Or, une amélioration des capacités de performance va pouvoir soutenir la performance occupationnelle et permettre ainsi une meilleure participation occupationnelle (si l'on se base dans le repère du MOH). Autrement dit, il est intéressant d'observer l'évolution des capacités de la personne, (donc dans un environnement standard) car celles-ci vont pouvoir faciliter la réalisation d'activités et donc améliorer la participation de la personne dans son quotidien (du point de vue cette fois de la CIF).

Toutefois, force est de constater que le sujet des neuroprothèses est un domaine novateur, et à plus forte raison lorsqu'il s'agit de personnes victimes d'un AVC. Le peu de littérature dans le domaine peut être à déplorer. C'est pourquoi il nous a semblé tout à fait pertinent de réaliser une scoping review sur le sujet de l'évaluation fonctionnelle lors de l'utilisation d'une NAP. En effet, une scoping review a pour but de réaliser une cartographie de concepts clés et ce particulièrement lorsque le sujet est complexe, multidimensionnel ou encore peu exploré (Arksey, O'Malley ; 2005). L'intérêt de la scoping review est de synthétiser des données de recherche (Peters et al. ; 2015).

Ceci nous a donc amené à formuler la question de recherche suivante :

**Quels outils d'évaluation ont été utilisés afin de mesurer la capacité de performance de personnes adultes en phase chronique après un AVC utilisant une neuroprothèse d'aide à la préhension ?**

En effet, de futures études de recherche seront nécessaires afin de connaître précisément l'impact des NAP sur la capacité de performance. Il nous a paru important de savoir au préalable comment celle-ci avait été évaluée. Ainsi cette scoping review a pour objectif de recenser les outils d'évaluations qui ont été utilisés, afin de pouvoir en faire l'analyse et de faire ressortir les plus pertinents.

## **II- Méthodologie**

Nous avons pu nous baser sur la méthode PICOS afin de donner un cadre à la méthodologie exploratoire. Cette méthode propose de faire ressortir pour un sujet de recherche la Population concernée, l'Intervention menée, les éléments de Comparaison (s'il y en a), et les résultats attendus (Outcome).

Ce présent travail portera donc sur les points suivants :

<b>Population</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Adultes</b></li> <li>- présentant une <b>hémiplégie affectant le membre supérieur</b><sup>1</sup>.</li> <li>- Secondaire à un AVC.</li> </ul>
<b>Intervention</b>	Utilisation d'une Neuroprothèse d'Aide à la Préhension, c'est-à-dire d'une neuroprothèse portable, à visée de suppléance fonctionnelle.
<b>Outcome</b>	<p><b>Evaluation de la capacité de performance :</b></p> <p>Nous avons vu que celle-ci était composée de deux composantes : une objective (capacités motrices et mentales) et une plus subjective (liées au vécu de la personne). Nous avons de plus vu que la réalisation d'activités du quotidien était grandement liée à la capacité de réalisation des activités bimanuelles.</p> <p>Ceci nous a donc amenés à diviser cette évaluation de la capacité de performance en plusieurs parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'analyse de la <b>composante objective</b> de la capacité de performance. Le but est alors ici d'évaluer les capacités motrices de la personne. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ en <b>unimanuel</b></li> <li>○ et en <b>bimanuel</b></li> </ul> </li> <li>• L'analyse de la <b>composante subjective</b> de la capacité de performance.</li> </ul>
<b>Study design</b>	Aucune restriction dans le design des études sélectionnées

## [II.1 - Protocole de recherche](#)

Les articles suivants ont servi de guides dans la méthodologie de réalisation d'une scoping review :

- Tricco et al. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*
- Peters et al. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 13, 141-146
- Arksey and O'Malley. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 13-32

---

<sup>1</sup> Le déficit de préhension et la phase chronique de l'AVC ne sont pas insérés comme critères de recherche pour la population car ils sont sous-entendus par le fait de proposer une NAP au patient.

## II.2 - Critères d'inclusion

Devant le peu de littérature existant et leur faible niveau de preuve, les critères d'inclusion choisis sont volontairement assez peu limitants au niveau du design ou du niveau de preuve des études. Nous n'avons pas ajouté de critères sur les résultats car notre intérêt se porte plus sur les moyens d'évaluation que sur les résultats. Par ailleurs, les articles rédigés dans d'autres langues que le français ou l'anglais seront exclus.

Le tableau suivant présente les critères d'inclusion et d'exclusion selon la méthodologie PICOS :

	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<b>Population</b>	<b>Adultes</b> (plus de 18 ans) ayant subi un <b>AVC en phase chronique</b> (depuis plus de 6 mois) présentant une <b>hémiplégie au membre supérieur</b> et un <b>déficit de préhension</b> .	Blessés médullaires.  AVC en phase aiguë ou subaiguë.
<b>Intervention</b>	Utilisation d'une Neuroprothèse d'Aide à la Préhension, c'est-à-dire d'une <b>neuroprothèse portable</b> , à visée de <b>suppléance fonctionnelle</b> .  Celle-ci peut être associée ou non à un système de compensation anti-gravitaire uniquement utilisé comme fonction de soutien.	Association de la neuroprothèse avec d'autres systèmes d'assistance au mouvement (actifs ou passifs).  Action de la neuroprothèse seulement sur la phase d'approche (sans saisie d'un objet).  Utilisation de la neuroprothèse dans le seul but de réduction des déficiences (visée de récupération)
<b>Comparaison</b>	-	-
<b>Outcome</b>	Description des bilans et outils de mesure utilisés pour <b>l'évaluation des capacités de performance</b> .  Réalisation des évaluations <b>avec la neuroprothèse</b> (critères objectifs).	Réalisation des évaluations sans la neuroprothèse.  Evaluation(s) seule(s) de la force et/ou des amplitudes articulaires (ne reflétant pas assez les capacités de performance).
<b>Study design</b>	Aucune restriction.	

## II.3 - Sources d'informations

Les recherches ont été réalisées auprès des bases de données suivantes : PubMed, Cochrane, ScienceDirect, SpringerLink, OTseeker, PEDro et IEEE.

## II.4 - Méthodologie de recherche

Nous avons pu déterminer les mots-clefs de recherche en nous appuyant sur la méthode PICOS :

- Mots clefs de la population = (stroke OR hemiplegia OR hemiparesis OR “cerebrovascular disease” OR “brain injury”)

AND

- Mots clefs de l'intervention = (neuroprosthesis OR neuroprosthetics OR neuroprosthese) AND (arm OR hand OR “upper limb” OR "upper extremity")

Nous n'avons pas ajouté de mots clefs de recherche sur « l'outcome » (critère de jugement) car ce critère sera évalué lors de la lecture des articles présélectionnés. De plus la plupart des articles étant en anglais (ou au moins le résumé), la recherche a été réalisée en anglais.

## II.5 - Processus de sélection des sources

Des recherches par mots-clefs sont réalisées dans chacune des bases de données sélectionnées. Les résultats de recherche obtenus sont alors passés en revue par un reviewer. Les articles doublons sont supprimés, et les articles jugés non pertinents après lecture du titre sont exclus. Les articles restant sont alors examinés sur la lecture de leur abstract, et retenus s'ils semblent adaptés et entrant dans les critères d'inclusion. Ils sont exclus s'ils n'entrent pas dans ces critères ou présentent des critères de non-inclusion. Enfin les articles retenus sont analysés grâce à la lecture du texte intégral. Ne sont alors sélectionnés que les articles entrant dans les critères d'inclusion et sans critère d'exclusion.

## II.6 - Processus de collecte de données

Pour chaque article étudié sur le texte intégral, un tableau Excel avec des items déjà prédéfinis a été rempli.

## II.7 - Items à collecter

En lien avec la question de recherche, nous avons choisi de relever les données suivantes :

- Informations générales sur l'étude : titre, auteurs, année de publication
- Informations sur la méthode de recherche : mode d'intervention (par exemple au domicile, en laboratoire), durée d'expérimentation et nombre de participants
- Description de la neuroprothèse
- Objectifs de l'étude, résultats et limites
- Evaluations mises en place
  - Aspects objectifs : capacités motrices pour les tâches unimanuelles et bimanuelles
  - Aspects subjectifs liés à l'utilisation de la neuroprothèse
  - Autres évaluations : sur les Activités de la Vie Quotidienne ou la spasticité par exemple

## II.8 - Synthèse des résultats

Les résultats ont été synthétisés dans des tableaux Excel.

Plusieurs tableaux ont été établis selon les données collectées :

- 1 – Présentation des études avec : auteurs, année, study design, nombre participants, intervention, mode d'intervention, durée
- 2 – Présentation des outcomes de la scoping : auteurs, évaluations des capacités motrices en unimanuel, évaluations des capacités motrices en bimanuel, évaluations des aspects subjectifs liés à l'utilisation de la NAP, autres évaluations réalisées (sur les Activités de la Vie Quotidienne par exemple)
- 3- Présentation des objectifs et résultats de recherche : auteurs, objectifs de l'étude, résultats, limites

### III- Résultats

#### III.1 - Sélection et caractérisation des sources

Des 7 bases de données utilisées sont ressortis 160 résultats de recherche. 35 d'entre eux furent étudiés sur le texte intégral. Au terme du processus de sélection précédemment présenté, 7 études remplirent l'ensemble des critères et furent sélectionnées pour l'exploitation et l'analyse des résultats.

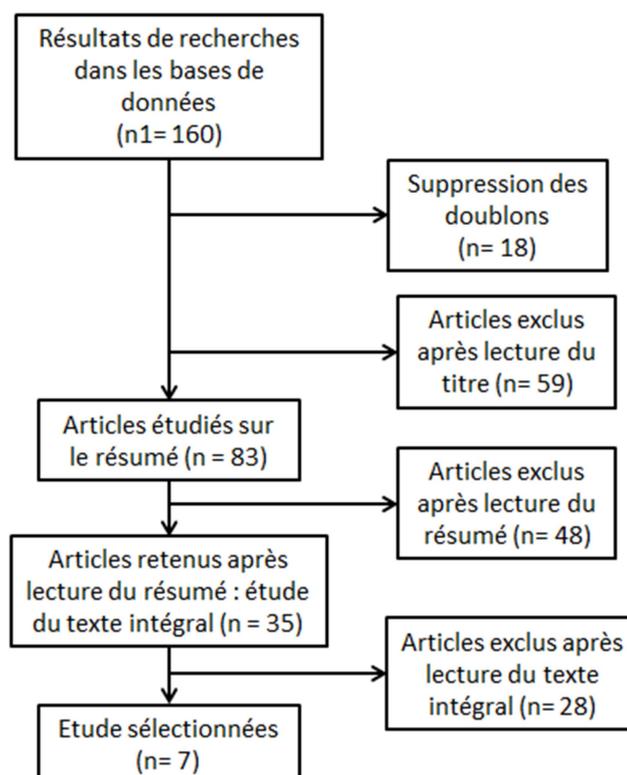


Figure 3 - Diagramme de flux réalisé

Au niveau des résultats de recherche, c'est la base SpringerLink qui a fait ressortir le plus grand nombre d'articles à la recherche (75/160). Mais une majorité d'entre eux ont été exclus dès la lecture du titre et finalement très peu ont été sélectionnées en lecture du texte intégral (2/35). Nous pouvons donc nous questionner sur l'efficacité de la recherche sur cette base de données.

A l'inverse, la base de données PubMed montre un bon rapport (proche de 1) entre le nombre de résultats de recherche (n= 34) et celui des articles étudiés sur le résumé (n = 32).

C'est aussi la base de données d'où viennent toutes les études sélectionnées (n = 7). Cette fois-ci la stratégie de recherche et les mots-clefs semblent avoir été plus efficaces.

Pour la base IEEE, environ un quart des articles résultant de la recherche (33/160) ont été étudiés sur le texte intégral (8/35), mais aucune étude n'a finalement été sélectionnée. Nous pouvons ici nous demander si les critères d'inclusion et d'exclusion n'ont pas été trop stricts pour pouvoir intégrer ces articles.

Les bases Cochrane, Science Direct, OTseeker et PEDro, quant à elles, n'ont pas permis de recueillir beaucoup d'articles, et une majorité d'entre eux étaient déjà ressortis dans d'autres bases de données (7 doublons pour 12 résultats de recherche).

Sur les 35 articles sélectionnés pour être étudiés sur le texte intégral, seulement 7 ont pu répondre aux critères d'inclusion. Les 28 autres ont été rejetés pour différentes raisons.

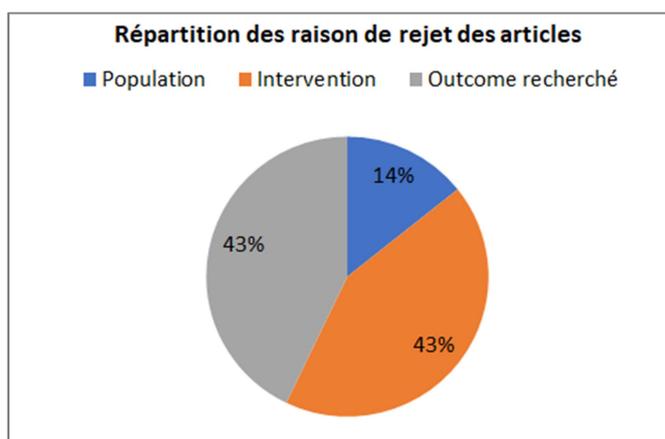


Figure 4 - Diagramme de répartition des raisons d'abandon

Sur ces 28 études exclues, 12 articles (43% des articles rejetés) présentaient une intervention ne rentrant pas dans les critères attendus. En effet, 8 interventions portant le nom de neuroprothèse étaient en fait à visée de récupération et non pas de suppléance. Deux articles faisaient état d'un système n'agissant que sur la l'approche des objets (sans effet sur la capacité de saisie). Une étude présentait un système mixte avec SEF (pour l'ouverture et la fermeture de la main) mais complétée d'une assistance motrice au niveau du coude. Enfin la dernière étude ne portait pas sur une neuroprothèse mais sur un autre dispositif d'assistance au mouvement.

De même, 12 autres articles (43%) ne furent pas retenus, cette fois-ci car ne fournissant pas les informations recherchées en outcome, à savoir la description des évaluations utilisées.

Ainsi, dans 9 cas, les outils d'évaluation n'ont tout simplement pas été décrits, et dans les 3 derniers articles, les évaluations utilisées n'étaient pas pertinentes (voir les critères d'exclusion au niveau de l'outcome).

Pour finir, 4 articles furent abandonnés (14%), car après étude du texte, il est apparu que la population des études n'était pas celle visée. En effet, ces études avaient été menées soit auprès de personnes en phase subaiguë<sup>2</sup> d'AVC (n=2) soit auprès d'une population saine (n=2).

En ANNEXES 5 et 6 se trouvent les différents diagrammes qui explicitent la répartition des articles dans les différentes bases de données sur différentes phases de sélection ainsi que la répartition des raisons d'abandon.

## III.2 - Résultats

Les tableaux suivants synthétisent les résultats de l'analyse des articles sélectionnés. Le tableau 1 reprend les présentations des différentes études. Le tableau 2 expose les objectifs de recherche ainsi que les résultats et les limites. Enfin le tableau 3 présente les évaluations réalisées selon les trois composantes pré-établies de la capacité de performance, à savoir la capacité motrice unimanuelle, la capacité motrice bimanuelle et les aspects subjectifs liés à l'utilisation de neuroprothèses.

Les synthèses écrites de ces trois tableaux se trouvent en ANNEXE 7.

---

<sup>2</sup> Ce critère pouvant se rapprocher aussi de l'utilisation de la neuroprothèse dans un but rééducatif de récupération.

Tableau 1 : Présentation des études

Auteurs	Titre article	Année	Study design	Nombre participants	Intervention : description de la NAP	Mode d'intervention	Durée
Alon, McBride, Ring	Improving Selected Hand Functions Using a Noninvasive Neuroprosthesis in Persons With Chronic Stroke Improving Selected Hand Functions Using a Noninvasive Neuroprosthesis in Persons With Chronic Stroke	2002	Case series	29	Handmaster System (NESS) : orthèse comprenant la main et le poignet, commande via un boîtier de commande relié à l'orthèse. Plusieurs boutons pour les différents exercices et fonctions.	A domicile	3 semaines
Chae, Hart	Intramuscular Hand Neuroprosthesis for Chronic Stroke	2003	Case series	4	NAP percutanée (muscles de l'avant-bras et du bras). Bras soutenu. Commande par transducteur (position épaule, angle du coude ou EMG).	-	-
Dunning , Berberich , Albers , Mortellite , Levine , Hill-Hermann, Page	A Four-Week, Task-Specific Neuroprosthesis Program for a Person With No Active Wrist or Finger Movement Because of Chronic Stroke	2008	Case study	1	Système Bioness H-200 : fonctionnement comparable au Handmaster System Ness	-	4 semaines (5 jours / semaine)
Hill-Hermann, Strasser, Albers, Schofiels, Dunning, Levine, Page	Task-specific, patient-driven neuroprosthesis training in chronic stroke: results of a 3-week clinical study.	2008	Case study	1	Système Bioness H-200	En laboratoire	20 jours
Knutson, Chae, Hartt, Keith, Hoyer, Harley, Hisel, Bryden, Kilgore, Peckham	Implanted neuroprosthesis for assisting arm and hand function after stroke: a case study.	2012	Case study	1	Implantation chirurgicale d'un télémètre/stimulateur (12 canaux de stim) : stimulation et enregistrement d'EMG (muscles fléchisseurs et extenseurs, 12 muscles stimulés au niveau de la main, de l'avant-bras, du bras et de l'épaule). Unité centrale externe : récupération des données et envoi des commandes de stimulation.	En entraînement en laboratoire, puis domicile	3 ans
Krabben, Buurke, Prange, Rietman	A feasibility study of the effect of multichannel electrical stimulation and gravity compensation on hand function in stroke patients: a pilot study	2013	Case series	8	Application de stimulation électrique pour l'ouverture de la main associée à un bras articulé de soutien anti-gravitaire. Commande via marqueurs optiques sur la main et les doigts,	En laboratoire	-
Page, Maslyn, Hermann, Wu, Dunning, Levine	Activity-based electrical stimulation training in a stroke patient with minimal movement in the paretic upper extremity.	2009	Case study	1	Système Bioness	Entraînement à domicile, puis suivi en laboratoire	3 semaines

Tableau 2 : Présentation objectifs et résultats

Auteurs	Objectifs de l'étude	Résultats	Limites
Alon et al., 2002	Evaluer si le Handmaster System permet une amélioration des fonctions manuelles	Efficacité et sécurité du système	-
Chae, Hart, 2003	Etudier l'efficacité et le gain fonctionnel d'une NAP percutanée et de son système de contrôle.	Possibilité d'ouverture de la main lorsque le patient est passif et que le bras est soutenu. Ouverture largement réduite lorsque le patient essaie d'assister le mouvement (augmentation hypertonie fléchisseurs)	Stratégie de contrôle inadéquate. Limitations dues à la spasticité et aux co-contractions. 2 participants ont fait des crises d'épilepsie.
Dunning et al., 2008	Evaluer l'impact d'un programme d'entraînement sur des tâches spécifiques de la vie courante choisies par le patient.	Amélioration des capacités fonctionnelles et de la qualité de vie	Pas de possibilité de savoir si les effets sont dus : à la SEF, à la répétitivité des tâches ou bien aux tâches spécifiques (ou bien à une combinaison des 3). Possibilité de biais
Hill-Hermann et al., 2008	Evaluer l'efficacité d'un programme d'entraînement thérapeutique quotidien sur des activités de la vie courante	Réduction des déficiences et du temps de réalisation d'activités de la vie courante. Amélioration des capacités de préhension. Résultats similaires à des études portant sur des thérapies de plus longues durées (par exemple Thérapie Induite par la Contrainte). Pas de fatigue du patient apparente.	-
Knutson et al., 2012	Etudier la faisabilité et l'efficacité d'implantation d'une neuroprothèse chez une personne hémiplegique [objectif non explicite]	Permettre à la personne de réaliser des tâches bimanuelles en contexte clinique et à domicile. Amélioration des capacités motrices. Réduction de la subluxation de l'épaule.	Complications chirurgicales, événements indésirables, disponibilité du sujet trop limitée pour le suivi des entraînements, spasticité trop importante, difficultés à mettre en place afin de réaliser des activités de la vie quotidienne.
Krabben et al., 2013	Evaluer si le système permet une amélioration de la dextérité	Pas d'amélioration significative de la dextérité.	Stratégie de contrôle non efficace pour la tâche à réaliser. Fatigabilité des participants.
Page et al., 2009	Déterminer l'impact d'un programme centré sur des activités spécifiques sur les déficiences, limitations fonctionnelles et la capacité de réaliser des activités significatives	Réduction des déficiences et des limitations fonctionnelles. Augmentation de la capacité à réaliser des activités significatives, augmentation de leur vitesse. A pu permettre de reprendre une activité significative abandonnée : le piano	-

Tableau 3 : Présentation des outils d'évaluation

Auteurs	Evaluations des capacités motrices en unimanuel	Evaluations des capacités motrices en bimanuel	Evaluation des aspects subjectifs liés à l'utilisation de la NAP	Autres évaluations réalisées
Alon et al., 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Force</li> <li>• Amplitudes articulaires</li> <li>• Fugl Meyer</li> </ul>	Réalisation de trois tâches de la vie courante dont une choisie par le patient (par ex : tenir et ouvrir un pot à deux mains, porter un sac lesté en tenant la canne de l'autre main)	Subject Questionnaire and Perceived Pain Scores	-
Chae, Hart, 2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugl-Meyer Motor Assessment</li> <li>• Amplitudes articulaires</li> </ul>	-	-	<u>SPASTICITE</u> : Modified Ashworth Scale
Dunning et al., 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugl-Meyer Scale</li> <li>• Action Research Arm Test</li> <li>• Box and Block Test</li> </ul>	-	Stroke Impact Scale 2.0 (qualité de vie)	<u>AVQ</u> : Arm Motor Activity Test, Motor Activity Log
Hill-Hermann et al., 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugl-Meyer Scale</li> <li>• Action Research Arm Test</li> </ul>	-	Canadian Occupational Performance Measure (limitation de la performance occupationnelle)	<u>AVQ</u> : Arm Motor Activity Test
Knutson et al., 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugl Meyer Assesment</li> <li>• Amplitudes articulaires</li> <li>• Force (key-pinch et palmaire)</li> <li>• Grasp and Release Test</li> </ul>	-	Questionnaire de satisfaction et d'utilisation de la neuroprothèse (47 items, non explicité) Entretien final (comparaison des capacités fonctionnelles avant et après l'intervention, rapport d'utilisation, impact sur la vie quotidienne)	<u>AVQ</u> : Arm Motor Activity Test. <u>SPASTICITE</u> : Modified Ashworth Scale
Krabben et al., 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Box and Blocks Test</li> </ul>	-	-	-
Page et al., 2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugl Meyer Assesment</li> <li>• Action Research Arm Test</li> </ul>	-	-	<u>AVQ</u> : Arm Motor Activity Test.

## IV- Discussions

### IV.1 - Récapitulatif des principaux résultats

Sur les 160 résultats de recherche remontant des 7 bases de données utilisées, 7 articles furent sélectionnés (grâce au processus de sélection établi) pour être analysés.

Chacune des études menées s'est attachée à évaluer les capacités motrices du membre lésé équipé de la neuroprothèse. Les outils utilisés ont été des bilans fonctionnels (tels que le Fugl-Meyer, l'Action Research Arm Test, le Box and Block Test, ou bien le Grasp and Release Test), tout comme des bilans plus analytiques (comme l'évaluation des amplitudes articulaires ou la force). Deux études ont de plus choisi d'évaluer la spasticité.

En revanche, seulement une seule étude a choisi d'évaluer les capacités motrices en bimanuel à travers l'observation de trois tâches de la vie courante (bilan non standardisé).

Cependant, quatre études ont choisi d'évaluer les limitations de réalisation d'activité du quotidien grâce à l'Arm Motor Activity Test. Ce bilan contient 13 tâches de la vie de tous les jours à réaliser avec une ou deux mains. La cotation se fait sur la capacité à réaliser la tâche, et sur la qualité de réalisation du mouvement.

Pourtant, pour chacune des 3 études qui se sont déroulées à domicile, les sujets ont rapporté utiliser la neuroprothèse dans des activités bimanuelles du quotidien (éplucher des légumes, mettre du dentifrice sur la brosse à dent, ouvrir une bouteille à deux mains etc..).

Enfin l'aspect subjectif lié à l'utilisation de la neuroprothèse a été exploré grâce à 3 questionnaires différents interrogeant sur la douleur perçue, la satisfaction et la qualité de vie. Parmi ces questionnaires, un seul est standardisé (Stroke Impact Scale). Des entretiens également été menés, cette fois-ci plus sur une perspective d'impact dans la vie quotidienne et des problématiques associées (en particulier au travers d'une Mesure Canadienne du Rendement Occupationnel).

### IV.2 - Analyse

Dans cette scoping review, 7 articles ont pu être utilisés sur les 160 résultats de recherche du départ, ce qui fait 4,4% d'études utilisées pour analyse. Ce ratio se rapproche des résultats que l'on peut trouver dans la littérature.

On peut cependant regretter le niveau de preuve peu élevé des études sélectionnées, la petite taille des échantillons et l'absence de randomisation. Cette recherche nous a permis de nous rendre compte, y compris à travers les articles non retenus, de la diversité des systèmes de neuroprothèse (tant au niveau de la conception, qu'au niveau des modalités de commande). De plus, nous avons pu remarquer que certains articles parlaient de neuroprothèse alors même que le but visé était la récupération et non pas la suppléance, ce qui est en contradiction avec les définitions qui se trouvent dans la littérature.

Les résultats de la scoping review montrent bien que l'aspect capacités motrices en unilatéral a bien été exploré par les différentes études, en particulier à travers le Fugl Meyer Assessment. A l'inverse, l'aspect bimanuel a quant à lui été très peu évalué. Nous pouvons tout de même remarquer qu'il a pu être observé à travers le bilan de l'Arm Motor Activity Test. Mais cette composante aurait mérité d'être proprement quantifiée et objectivée, car elle rentre particulièrement en compte dans la réalisation d'activités du quotidien. Des bilans validés et standardisés auraient pu être utilisés, comme par exemple le AHA (Assisting Hand Assessment) (Van Gils et al. ; 2018) et le CAHAI (Chedoke Arm and Hand Activity Inventory) (Berreca et al. ; 2005) ou bien encore pourquoi pas l'ULPA (Upper Limb Performance Assessment) (Holman Bardenet al. ; 2015).

L'aspect vie quotidienne est cependant souvent ressorti dans les études sélectionnées, et a été pris en compte, ce qui est cohérent pour des articles traitant de neuroprothèses, qui par définition sont tournées vers une utilisation dans la vie de tous les jours.

Enfin l'aspect subjectif a majoritairement été exploré dans les études sélectionnées (57% des cas), mais pas au travers d'outils propres aux neuroprothèses ou aux dispositifs d'assistance au mouvement comme peuvent l'être le PIADS (Psychological Impact of Assistive Devices Scale) (Demers et al. ; 2002) ou le QUEST (Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology) (Demers et al. ; 2002).

Ces résultats nous amènent à nous questionner sur les raisons du peu d'évaluation des capacités motrices bimanuelles dans ces articles. Nous avons en effet vu qu'il existait des outils pouvant évaluer cette composante. Une première raison pourrait être qu'aux vues des objectifs de recherches des différents articles, il n'a pas été jugé nécessaire d'évaluer les capacités en bimanuel, en particulier pour les études portant sur l'analyse des capacités fonctionnelles de la main, et sur la faisabilité du système de neuroprothèse.

Nous pouvons cependant remarquer que trois études portaient sur l'impact qu'a eu la neuroprothèse sur la réalisation d'activités la vie quotidienne. Et dans ce contexte, il aurait paru pertinent d'explorer les capacités bimanuelles. Nous pouvons alors émettre des hypothèses afin d'expliquer cela. Cela peut tout d'abord venir du fait que les systèmes étudiés ne permettaient pas encore de pouvoir mobiliser les deux mains sur une même tâche, en particulier si la main controlatérale commande la neuroprothèse (à l'aide d'un bouton par exemple). Peut-être encore car les évaluations bimanuelles ont été jugées non adaptées à la situation. Nous pouvons aussi nous demander si les articles étudiés n'ont pas été excessivement tournés vers la technologie et ses effets, tout en délaissant peut-être trop les gains et répercussions pour les personnes.

Ce même questionnement peut se transposer à l'exploration de l'aspect subjectif lié à l'utilisation de la neuroprothèse. En effet tous les articles ne l'ont pas pris en compte. De plus les outils utilisés n'étaient pour beaucoup pas standardisés (à part pour deux d'entre eux), ni spécifiques aux dispositifs d'assistance au mouvement. Là encore nous pouvons nous interroger sur l'aspect parfois « techno-centré » de certaines études, ou bien encore sur l'adéquation entre les outils existants et les besoins/objectifs des travaux de recherche.

La littérature fait état de l'immaturation technologique des dispositifs d'assistance au mouvement, en particulier au niveau du contrôle. Ce dernier est difficilement mis en œuvre et les mouvements obtenus sont souvent peu précis et fluides. Cette immaturité des systèmes de neuroprothèses peut expliquer pourquoi, dans les articles étudiés, les évaluations se sont essentiellement concentrées sur les capacités motrices unimanuelles. En effet leur amélioration est le premier but à atteindre dans la conception des systèmes. Il est fort probable que ces dimensions d'activités bimanuelles et d'évaluation du vécu vont émerger dans les prochains travaux de recherche avec les avancées technologiques qui sont en cours.

#### IV. 3 - Limites

Les résultats de cette étude nous ont permis d'avoir une cartographie des outils d'évaluations qui ont été utilisés dans les articles traitant de neuroprothèses d'aide à la préhension.

Le choix des mots-clefs utilisés pour la recherche d'articles dans les bases de données peut constituer une limite. En effet, la recherche n'a pas été étendue aux différentes déclinaisons des mots (par exemple : neuroprosthese et neuroprostheses, ou bien encore hemiplegia et hemiplegic) et à l'exhaustivité des appellations (par exemple stroke, brain injury,

cerebrovascular disease, brain vascular disease etc...). De même le choix a été fait de ne rechercher que les articles traitant exclusivement des neuroprothèses afin de réduire le nombre de résultats à examiner. Mais il est possible que d'autres articles présentant des neuroprothèses n'aient pas utilisé le terme adéquat, en parlant plutôt par exemple de Stimulation Electrique Fonctionnelle appliquée à de la suppléance fonctionnelle. Ainsi le nombre de résultats de recherche (n=160) peut paraître assez faible comparé à d'autres scoping review.

De plus, le fait qu'il n'y ait eu qu'un seul reviewer pour la sélection des articles peut aussi être une limitation car il n'y a pas pu avoir plusieurs avis et relectures.

Par ailleurs, le choix du modèle conceptuel du MOH ainsi que l'étude en particulier de la capacité de performance ont eux aussi pu influencer les résultats et les analyses obtenues. Ces choix ont été justifiés, mais il est possible que d'autres choix de modèles (par exemple la CIF) ou de composantes du MOH (par exemple les habiletés ou la performance occupationnelle) auraient donné des résultats différents.

#### IV.4 - Perspectives

Les résultats de cette étude pourront servir de base à de futures recherches portant sur les NAP. Ce travail a en particulier permis de mettre en lumière l'intérêt d'évaluer les capacités motrices unimanuelles, mais aussi bimanuelles, tout comme l'exploration du ressenti de la personne. De possibles recherches plus approfondies pourraient s'axer sur les moyens d'évaluation des capacités motrices bimanuelles, nous n'en avons cité ici que quelques exemples.

Ces recherches préliminaires pourraient alors être utiles à de prochaines études randomisées portant sur des échantillons plus importants ayant pour but l'analyse de l'impact des neuroprothèses d'aide à la préhension auprès de personnes ayant subi un AVC. Ceci dans le but d'acquérir des connaissances plus précises et des preuves plus solides à l'intérêt de l'utilisation de neuroprothèses auprès de cette population, et ainsi à plus long terme de pouvoir faire profiter de cette technologie au grand public.

Une étude prospective est ainsi en passe de démarrer. Elle porte sur le choix du mode de pilotage et sur l'efficacité fonctionnelle d'une NAP (agissant sur l'ouverture des doigts longs et du pouce) non-implantée autopilotée par le sujet.



Ce projet de recherche propose plusieurs possibilités de pilotage (EMG du tibial antérieur, bouton poussoir sous le pied, centrale inertielle disposée sur la tête, EMG des muscles fléchisseurs des doigts de l'avant-bras parétique). Les évaluations retenues portent tout d'abord sur les capacités motrices en unimanuel. Pour ce faire, il a été choisi de réaliser des tâches standardisées de préhension afin d'évaluer la réussite de la tâche principale puis de dégager une analyse quantitative et qualitative de la tâche secondaire, et enfin de faire passer l'ARAT : Action Research Arm Test. Les capacités motrices en bimanuel sont évaluées grâce à la passation de l'ULPA sur une tâche choisie par le participant. Et enfin l'exploration du vécu de la personne est réalisée grâce au questionnaire PIADS.

## V- Conclusion

A travers ce mémoire nous avons pu voir le besoin de suppléance fonctionnelle répondant aux conséquences importantes des AVC, et ce plus particulièrement au membre supérieur en agissant sur les capacités de préhension. Les solutions technologiques comme les neuroprothèses offrent d'intéressantes perspectives. En effet celles-ci semblent répondre aux besoins des futurs utilisateurs, à savoir être capable de suppléer les difficultés motrices acquises dans un but d'une plus grande indépendance au quotidien, tout en répondant à des critères financiers, d'autonomie énergétique et d'encombrement limité (ie. portatif). L'utilisation de cette technologie auprès de la population AVC en est à son commencement. Il manque à ce jour des études solides, capables de fournir des données fiables et représentatives quant à l'utilisation et la mise en œuvre de ces NAP auprès de personnes ayant subi un AVC. Cette scoping review a été réalisée en vue d'acquérir de nouveaux savoirs sur le sujet.

En effet, il est primordial d'avoir une idée claire sur les éléments à évaluer ainsi que sur les moyens d'évaluation afin de pouvoir démontrer correctement l'impact de ces neuroprothèses sur les capacités de préhension. Cette étude a la particularité d'envisager ces capacités du point de vue du Modèle de l'Occupation Humaine, ce qui permet de mettre en avant l'aspect subjectif - l'impact de l'expérience vécue - qui entre en compte dans l'utilisation de la neuroprothèse. Cette scoping review a ainsi permis de mettre en lumière la nécessité d'évaluer les capacités motrices en unimanuel – la littérature permet d'avoir de nombreux exemples d'outils d'évaluation - mais sans négliger les capacités en bimanuel car celles-ci seront particulièrement mises à contribution dans les activités de la vie quotidienne.

Il est important de prendre en compte cette composante bimanuelle dans les futurs travaux portant sur les NAP, car celle-ci peut conditionner la conception et la mise en œuvre des neuroprothèses. Prenons par exemple le choix du pilotage. Nous avons pu voir qu'il existait plusieurs options techniques. Toutes ces solutions ne sont pas compatibles de façon optimale avec une utilisation bimanuelle, comme par exemple si le déclenchement de la neuroprothèse se fait grâce à un bouton en controlatéral. Ceci renforce de plus le besoin de poursuivre les travaux de recherche dans le domaine des NAP, car la seule pour l'instant commercialisée (et qui est majoritairement utilisée dans les articles) – le HandMaster System Bioness - se pilote précisément via un bouton.

Il est certain que les ergothérapeutes auront à utiliser et à préconiser ces solutions technologiques dans le futur. C'est pourquoi il est nécessaire pour notre profession de s'intéresser à ces dispositifs. Cela commence tout d'abord en participant à des travaux de recherche. En effet, les ergothérapeutes ont une réelle plus-value à s'associer à la conception de tels systèmes, car leur visée est d'améliorer le quotidien des personnes, domaine dans lequel l'ergothérapeute est un professionnel de référence.

### Apports personnels

Ce travail de recherche aura été pour moi l'occasion de faire le lien entre différents domaines et disciplines (technologiques, médical etc..) et qui donne particulièrement sens à mon parcours. La complexité grandissante des problématiques et des solutions apportées va dans le sens d'une pluridisciplinarité et d'une coopération croissante entre plusieurs professions et corps de métier. L'interfaçage entre chacune d'entre elles étant, comme nous le savons, critique pour un bon fonctionnement global, il m'a paru intéressant de pouvoir travailler sur une problématique mêlant mes différentes expériences et compétences. Ce mémoire m'aura de plus permis de me pencher sur de nombreux articles, et ainsi me familiariser un peu plus avec le monde de la recherche, son fonctionnement, ses normes et ses codes.

A cause de modifications de calendrier, je n'ai pas pu participer aux essais de NAP sur lesquels mes travaux de recherche devaient initialement porter. Mais réaliser à la place une scoping review m'aura permis d'approfondir le sujet des neuroprothèses, et d'en comprendre un peu plus les enjeux.

Enfin j'aimerais souligner l'intérêt de réaliser un travail de recherche dans notre cursus de formation en ergothérapie. En effet, l'ergothérapie peut s'appliquer à des domaines vastes et variés, et qui sont en constante évolution. La posture de chercheur est à mettre en valeur dans notre discipline, autant pour la promotion de notre métier, que pour la démarche de recherche que chaque professionnel aura à avoir tout au long de sa carrière.

## Références

### Bibliographie principale

- Alon, G., McBride, K., & Ring, H. (2002). Improving selected hand function using a noninvasive neuroprosthesis in persons with chronic stroke. *Journal of Stroke and cerebrovascular*, 11(2), 99-106.
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32.
- Barreca, S., Stratford, P., Lambert, C., Masters, L., & Streiner, D. (2005). Test-retest reliability, validity and sensitivity of the Chedoke Arm and Hand Activity Inventory : A new Measure of upper limb function for survivors of stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 86.
- Béjot, Y., Daubail, B., & Giroud, M. (2016). Epidemiology of stroke and transient ischemic attacks : current knowledge and perspectives. *Rev Neurol*, 59-68.
- Buick, A., Kowalczewski, J., Carson, R., & Prochazka, A. (2016). Tele-supervised FES-assisted exercise for hemiplegic upper limb. *IEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 24(1).
- Chae, J., & Hart, R. (2003). Intramuscular hand neuroprosthesis for chronic stroke survivors. *The American Society of Neurorehabilitation*, 109-117.
- Chae, J., Yang, G., Park, B., & Labatia, I. (2002). Muscle Weakness and Cocontraction in Upper Limb Hemiparesis: Relationship to Motor Impairment and Physical Disability. *The American Society of Neurorehabilitation*, 16(3), 241-248.
- Demers, L., Monette, M., Jutai, J., & Wolfson, C. (2002). The Psychosocial Impact of Assistive Devices Scales (PIADS) : translation and preliminary psychometric evaluation of a Canadian-French version. *Quality of Life Research*, 11, 583-592.
- Demers, L., Weiss-Lambrou, R., & Ska, B. (1996). Development of the Quebec user Evaluation of satisfaction with assistive Technology (QUEST). *Assistive technology*, 8, 3-13.
- Dobkin, B. (2014). Rehabilitation after stroke. *N Engl J Med*, 352(16).
- Dunning, K., Berberich, A., Albers, B., Mortellite, K., Levine, P., Hill Hermann, V., & Page, S. (2008). A Four-Week, Task-Specific Neuroprosthesis Program for a Person With No Active Wrist or Finger Movement Because of Chronic Stroke. *Physical Therapy*, 88(3), 397-405.

- Elnady, A., Mortenson, W., & Menon, C. (2018). Perceptions of existing wearable robotic devices for upper extremity and suggestions for their development : findings from therapist and people with stroke. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 5.
- Feigin, V., Forouzanfar, M., Krishnamurthi, R., Mensah, G., & Bennett, D. (2014). Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the global burden of disease study 2010. *Lancet*, 383(9913), 245-255.
- Hemmingsson, H., & Jonson, H. (s. d.). An Occupational Perspective on the Concept of Participation in the International Classification of Functioning, Disability and Health—Some Critical Remarks. *American Journal of Occupational Therapy*, 59, 569-576.
- Hendricks, H., van Limbeek, J., Geurts, A., & Zwarts, M. (2002). Motor recovery after stroke : a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil*, 83, 1629-1637.
- Hill-Hermann, V., Strasser, A., Albers, B., Schofield, K., Dunning, K., Levine, P., & Page, S. (2008). Task-Specific, Patient-Driven Neuroprosthesis Training in Chronic Stroke: Results of a 3-Week Clinical Study. *The American Journal of Occupational Therapy*, 62(4), 466-472.
- Hines, A., Crago, P., & Bilian, C. (1995). Hand opening by electrical stimulation in patients with spastic hemiplegia. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 3(2).
- Holman Barden, H., Baguley, I., Nott, M., & Heard, R. (2015). Measuring task performance after acquired brain injury : construct and concurrent validity of Upper Limb Performance Analysis. *Brain Injury*.
- Hughes, A., Burridge, J., Demain, S., Ellis-Hill, C., Meagher, C., Tedesco-Triccas, L., ... Swain, I. (2014). Translation of evidence-based assistive technologies into stroke rehabilitation : user's perception of the barriers and opportunities. *BMC Health Services Research*.
- Jeannerod, M. (1984). The Timing of Natural Prehension Movements. *Journal of Motor Behavior*, 16(3), 235-254.
- Jorgensen, H., Nakayama, H., Raaschou, H., Vice-Larsen, J., Stoier, M., & Olsen, T. (1995). Outcome and time course of recovery in stroke. Part II : Time course of recovery. The Copenhagen stroke study. *Arch Phys Med Rehabil*, 76, 406-412.
- Jorgensen, S., Nakayama, H., Raaschou, H., & Olsen, T. (1995). Recovery of Walking Function in Stroke Patients: The Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil*, 76, 27-32.
- Kelly-Hayes, M., Beiser, A., Kase, C., Scaramucci, A., D'Agostino, R., & Wolf, P. (2003). The Influence of Gender and Age on Disability Following Ischemic Stroke: The Framingham Study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 12(3), 119-126.

- Knutson, J., Chae, J., Hart, R., Keith, M., Hoyen, H., Harley, M., ... Peckham, P. (2012). Implanted Neuroprosthesis for Assisting Arm and Hand Function after Stroke: A Case Study. *J Rehabil Res Dev*, 49(10), 1505-1516.
- Krabben, T., Buurke, J., Prange, G., & Rietman, J. (2013). A feasibility study of the effect of multichannel electrical stimulation and gravity compensation on hand function in stroke patients : a pilot study. *IEE International Conference on Rehabilitation Robotics*.
- Kwakkel, G., Kollen, B., van der Grond, J., & Prevo, A. (2003). Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb : impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke*, 34(9), 2181-2186.
- Lecoffre, C., de Peretti, C., Gabet, A., Grimaud, O., Woimant, F., Giroud, M., & Olié, V. (2017). L'accident vasculaire cérébral en France : patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolution 2008-2014. *BEH* 5, 84-94.
- Maciejasz, P., Eschweiler, J., Gerlach-Hahn, K., Jansen-Troy, A., & Leohardt, S. (2014). A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*.
- McConnell, A., Moioli, R., Brasil, F., Vallejo, M., Corne, D., Vargas, P., & Stokes, A. (2017). Robotic devices and brain-machine interfaces for hand rehabilitation post-stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 449-460.
- Memberg, W., Polasek, K., Hart, R., Bryden, A., Kilgore, K., Nemunaitis, G., ... Kirsch, R. (2014). An Implanted Neuroprosthesis for Restoring Arm and Hand Function in People with High Level Tetraplegia. *American Congress of Rehabilitation Medicine*, 6(95), 1201-1211.
- Michielsen, M., Selles, R., Stam, H., Ribbers, G., & Bussmann, J. (2012). Quantifying Nonuse in Chronic Stroke Patients: A Study Into Paretic, Nonparetic, and Bimanual Upper-Limb Use in Daily Life. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(11), 1975-1981.
- Page, S., Maslyn, S., Hill-Hermann, V., Wu, A., Dunning, K., & Levine, P. (2009). Activity-Based Electrical Stimulation Training in a Stroke Patient With Minimal Movement in the Paretic Upper Extremity. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(6), 595-599.
- Peretti, C., Grimaud, O., Tuppin, P., Chin, F., & Woimant, F. (2012). Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et leurs séquelles et impacts sur les activités de la vie quotidienne : apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution, 2008-2009. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, (1), 1-6.
- Peters, M., Godfrey, C., BPharm, H., Mcinerney, P., Parker, D., & Soares, C. (2015). Guidance for conducting systematic scoping review. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 13, 141--146.
- Popovic, D., Stojanovic, A., Pjanovic, A., Radosavljevic, S., Popovic, M., Jovic, S., & Vulovic, D. (1999). Clinical evaluation of the bionic glove. *Arch Phys Med Rehabil*, 80(3), 299-304.

- Popovic, M. (2003). Control of neural prostheses for grasping and reaching. *Medical Engineering and Physics*, 25, 41-50.
- Prange, G., Nijenhuis, S., Kersten, S., Stienen, A., & Rietman, J. (2014). Exploring Relations between Functional Task Kinematics and Clinical Assessment of Arm Function and Dexterity Post-stroke. In *Replace, Repair, Restore, Relieve ' Bridging Clinical and Engineering Solutions in Neurorehabilitation* (Springer International Publishing, Vol. 7, p. 675-684). Jensen, Winnie, Andersen, Ole Kæseler, Akay, Metin.
- Prange, G., Smulders, L., Wijngaarden, J., Lijbers, G., Nijenhuis, S., Veltink, P., ... Stienen, A. (2015). User requirements for assistance of the supporting hand in bimanual daily activities via a robotic glove for severely affected stroke patients. *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*, 357-361.
- Prochazka, A., Gauthier, M., Wieler, M., & Kenwell, Z. (1997). The bionic glove : an electrical stimulator garment that provides controlled grasp and hand opening in quadriplegia. *Arch Phys Med Rehabil*, 78, 608-614.
- Sheffler, L., & Chae, J. (2007). Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation. *Muscle Nerve*, 35, 562-590.
- Teasell, R. (1991). Musculoskeletal Complications of Hemiplegia Following Stroke. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 20(6), 385-395.
- Tricco, A., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., & Colquhoun, H. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*.
- Tuppin, P., Rivière, S., Rigault, A., Tala, S., Drouin, J., Pestel, L., ... fagot-Campagna, A. (2015). Prevalence and economic burden of cardiovascular diseases in France in 2013 according to the health insurance scheme database. *Archives of cardiovascular disease*, 399-411.
- Van Gils, A., Meyer, S., Van Dijk, M., Thijs, L., Michielsen, M., Lafosse, C., ... Verheyden, G. (2018). The adult Assisting Hand Assessment stroke : psychometric properties of an observation-based upper limb performance measurement. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*.
- Veerbeek, J., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P., Hendriks, E., & Kwakkel, G. (2014). What is the evidence for physical therapy poststroke ? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 9(2).
- Wolf, T., Baum, C., & Connor, L. (2009). Changing face of stroke: Implications for occupational therapy practice. *American Journal of Occupational Therapy*, 63, 621-625.

## Bibliographie secondaire

- Alon, G., Dar, A., Katz-Behiri, D., Weingarden, H., & Nathan, R. (1998). Efficacy of a hybrid upper limb neuromuscular electrical stimulations system in lessening selected impairments and dysfunctions consequent to cerebral damage. *J Neuro rehab*, 12(2).
- Ambrosini, E., Bejarano, N., & Pedrocchi, A. (2014). Sensors for motor neuroprosthetics : current applications and future directions. In *Hershey. Emerging theory and practice in neuroprosthetics* (G. Naik & Y. Guo, p. 38-64).
- Anderson, C., Laubscher, S., & Burns, R. (1996). Validation of the short form 36 (SF-36) health survey questionnaire among stroke patients. *Stroke*, 27(10), 1812-1816.
- Bleyenheuft, Y., & Gordon, A. (2014). Precision grip in congenital and acquired hemiparesis : similarities in impairments and implication for neurorehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(459).
- Bougrain, & Le Golvan, B. (2016). Les neuroprothèses. *Elsevier Masson*, 12-24.
- Cartwright, F. (1977). Section of the History of Medicine. *Proc. roy. Soc. Med*, 70, 635-641.
- Chae, J., Sheffler, L., & Knutson, J. (2008). Neuromuscular electrical stimulation for motor restoration in hemiplegia. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 15(5), 412-426.
- Chae, J., & Yu, D. (2010). A Critical Review of Neuromuscular Electrical Stimulation for Treatment of Motor Dysfunction in Hemiplegia. *Assistive technology*, 12(1), 33-49.
- Chiou, Y., Luh, J., Chen, S., Chen, Y., Lai, J., & Kuo, T. (2008). Patient-driven loop control for hand function restoration in a non-invasive functional electrical stimulation system. *Disability and Rehabilitation*, 30(9), 1449-1505.
- Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé.* (s. d.).
- Cowan, R., Fregly, B., Boninger, M., Chan, L., Rodgers, M., & Reinkensmeyer, D. (2012). Recent trends in assistive technology for mobility. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*.
- de Campos, L., Martins, B., Cabral, N., Franco, S., Pontes-Neto, O., Mazin, S., & Ibiapina dos Reis, F. (2017). How many patients become functionally dependant after a stroke ? A 3-year population-based study in Joinville, Brazil. *PLoS One*, 12(1).
- de Peretti, C., Grimaud, O., Chin, F., & Woimant, F. (2012). Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impacts sur les activités de la vie quotidienne : apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution, 2008-2009. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, 1-6.

- Demers, L., Monette, M., Lapierre, Y., & Wolfson, C. (2002). Reliability, validity and application of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive technology (QUEST 2.0) for adults with multiple sclerosis. *Disabil Rehab*, 21-30.
- Dunaway, S., Dezsi, D., Perkins, J., Tran, D., & Naft, J. (2017). Cas report on the use of a custom myoelectric elbow-wrist-hand orthosis for the remediation of upper extremity paresis and loss of function in chronic stroke. *Military Medicine*, 182, 1963-1968.
- Grimm, F., & Gharabaghi, A. (2016). Closed-loop neuroprosthesis for reach-to-grasp assistance : combining adaptative multi channel neuromuscular stimulation with a multi-joint arm exoskeleton. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 1-13.
- Grimm, F., Walter, A., Spüler, M., Naros, G., Rosenstiel, W., & Gharabaghi, A. (2016). Hybrid neuroprosthesis for upper limb : combining brain-controlled neuromuscular stimulation with a multi-joint arm exoskeleton. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 1-11.
- Haglung, L., & Henriksson, C. (2003). Concepts in occupational therapy in relation to the ICF. *Concepts in occupational therapy*, 10(4), 253-268.
- Heller, A., Wade, D., Wood, V., Sunderland, A., Langton Hewer, R., & Ward, E. (1987). Arm function after stroke : measurement and recovery over the first three months. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 50, 714-719.
- Irimia, D., Poboroniuc, M., Hartopanu, S., Sticea, D., & Paicu, G. (2016). Post-Stroke Hand Rehabilitation Using a Hybrid FESRobotic Glove. *International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering*, 355-359.
- Jutai, J. (2002). Psychological Impact of Assistive Devices Scale (PIADS). *Technology and Disability*, 14, 107-111.
- Klauer, C., & Schauer, T. (2017). Adaptative control of a neuroprosthesis for stroke patients amplifying weak residual shoulder-muscle activity. *International Federation of Automatic Control*, 8792-8798.
- Kowalczewki, J., Gritsenko, V., Ashworth, N., Ellaway, P., & Prochazka, A. (2007). Upper-extremity functional electric stimulation-assisted exercises on a workstation in the subacute phase of stroke recovery. *Arch Phys Med Rehabil*, 88, 833-839.
- Krumlinde-Sundholm, L., Lindkvist, B., Plantin, J., & Hoare, B. (2017). Development of the assisting hand assessment for adults following stroke : a rasch-built bimanual performance measure. *Disability and Rehabilitation*.

- Lang, C., Bland, M., Bailey, R., Schaefer, S., & Birkenmeier, R. (2013). Assessment of upper extremity impairment, function, and activity following stroke: foundations for clinical decision making. *Journal of Hand Therapy*, 26(2), 104-115.
- Leeb, R., Gubler, M., Tavella, M., Miller, H., & Millan, J. (2010). On The Road To A Neuroprosthetic Hand: A Novel Hand Grasp Orthosis Based on Functional Electrical Stimulation. *32nd Annual International Conference of the IEEE*, 146-149.
- Lemmens, R., Timmermans, A., Janssen-Potten, Y., Smeets, R., & Seelen, H. (2012). Valid and reliable instruments for arm-hand assessment at ICF activity level in persons with hemiplegia : a systematic review. *BMC Neurology*, 12(21).
- Lew, B., Alavi, N., Randhawa, B., & Menon, C. (2016). An exploratory investigation on the use of closed-loop electrical stimulation to assist individuals with stroke to perform fine movements with their hemiparetic arm. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 4.
- Looned, R., Webb, J., Xiao, Z., & Menon, C. (2014). Assisting driting with an affordable BCI-controlled warable robot and elctrical stimulation : a preliminary investigation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(51), 1-13.
- Lyons, K., & Joshi, S. (2018). Upper Limb Prosthesis Control for High-Level Amputees via Myoelectric Recognition of Leg Gestures. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 26(5), 1056-1066.
- Makowski, N., Knutson, J., Chae, J., & Crago, P. (2011). Neuromuscular electrical stimulation to augment reach and hand opening after stroke. *33rd Annual International Conference of the IEEE*, 3055-3058.
- Makowski, N., Knutson, J., Chae, J., & Crago, P. (2012). Variations in neuromuscular electrical stimulation's ability to increase reach and hand opening during voluntary effort after stroke. *34th Annual International Conference of the IEEE*, 318-321.
- Makowski, N., Knutson, J., Chae, J., & Crago, P. (2013). Functional Electrical Stimulation to Augment Poststroke Reach and Hand Opening in the Presence of Voluntary Effort: A Pilot Study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 1-9.
- Maritz, R., Baptiste, S., Darzins, S., Magasi, S., Weleschuk, C., & Prodinger, B. (2018). Linking occupational therapy models and assessments to the ICF to enable standardized documentation of functioning. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 1-12.
- Marquez-Chin, C., Marquis, A., & Popovic, M. (2016a). BCI-Triggered functional electrical stimulation therapy for upper limb. *Eur J Transl Myol*, 26(3), 274-277.

- Marquez-Chin, C., Marquis, A., & Popovic, M. (2016b). EEG-Triggered Functional Electrical Stimulation Therapy for Restoring Upper Limb Function in Chronic Stroke with Severe Hemiplegia. *Case Reports in Neurological Medicine*, 1-11.
- Mendes, L., Lima, I., do Nascimento, G., Resqueti, V., & Fregonezi, G. (2018). Motor neuroprosthesis for promoting recovery of function after stroke (Protocol). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3.
- Merletti, R., Acimovic, R., Grobelnik, S., & Cvilak, G. (1975). Electrophysiological orthosis for the upper extremity in hemiplegia : feasibility study. *Arch Phys Med Rehabil*, 56.
- Minkel, J. (1996). Assistive technology an outcome measurement : where do we begin ? *Technology and Disability*, 5, 285-288.
- Morel-Bracq, M.-C. (2017). *Les modèles conceptuels en ergothérapie* (2ème édition). De Boeck.
- Nakayama, H., Jorgensen, H., Raaschou, H., & Olsen, T. (1994). Recovery of upper extremity function in stroke patients : the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil*, 74(4), 394-398.
- Nathan, R., & Ohry, A. (1990). Upper limb functions regained in quadriplegia : a hybrid computerized neuromuscular system. *Arch Phys Med Rehabil*, 71(6), 415-421.
- Organisation mondiale de la Santé. (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé*.
- Page, S., Harnish, S., Lamy, M., Eliassen, J., & Szaflarski, J. (2010). Affected Arm Use and Cortical Change in Stroke Patients Exhibiting Minimal Hand Movemen. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(2), 195-203.
- Page, S., Levin, L., Hill-Hermann, V., Dunning, K., & Levine, P. (2012). Longer versus shorter daily duration of electrical stimulation task-specific practice in moderately impaired stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 93, 200-206.
- Passon, A., Klewe, T., Seel, T., & Schauer, T. (2017). A new approach for a Patient-Cooperative Upper Limb FES Support based on Vector Fields. *International Federation of Automatic Control*, 50(1), 9954-9960.
- Patil, P., & Turner, D. (2008). The Development of Brain-Machine Interface Neuroprosthetic Devices. *The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 5, 137-146.
- Persch, A., Page, S., & Murray, C. (2012). Paretic upper extremity movement gains are retained 3 month after training with an lectrical stimulation neuroprosthesis. *Arch Phys Med Rehabil*, 93, 2122-2125.
- Poboroniuc, M., Irimia, D., Curteza, A., Crețu, V., & Macovei, L. (2016). Improved Neuroprostheses by Means of Knitted Textiles Electrodes Used for Functional Electrical Stimulation. *International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering*, 320-325.

- Poboroniuc, M., Irimia, D., Popescu, N., & Popescu, D. (2013). Engineered Devices to Support Stroke Rehabilitation. *19th International Conference on Control Systems and Computer Science*, 289-295.
- Popovic, M., Popovic, D., & Keller, T. (2002). Neuroprostheses for grasping. *Neurological Research*, 24, 443-452.
- Popovic, M., Thrasher, T., Zivanovic, V., Takaki, J., & Hajek, V. (2005). Neuroprosthesis for Retraining Reaching and Grasping Functions in Severe Hemiplegic Patients. *International Neuromodulation Society*, 8(1), 58-72.
- Raghavan, P. (2015). Upper limb motor impairment post stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 26(4), 599-610.
- Randazzo, L., Iturrate, I., Perdakis, S., & Millan, J. (2018). mano: A Wearable Hand Exoskeleton for Activities of Daily Living and Neurorehabilitation. *IEEE robotics and automation letters*, 3(1), 500-507.
- Rebersek, S., & Vodovnik, L. (1973). Proportionally controlled functional electrical stimulation of hand. *Arch Phys Med Rehabil*, 54, 378-382.
- Ring, H., & Rosenthal, N. (2005). Controlled study of neuroprosthetic functional electrical stimulation in sub-acute post-stroke rehabilitation. *J Rehabil Med*, 37, 32-36.
- Roth, G., & et al. (2017). Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990-2015. *Journal of the American college of cardiology*, 70(1).
- Rowland, T., Turpin, M., Gustafsson, L., Henderson, R., & Read, S. (2011). Chedoke Arm and hand Activity Inventory-9 (CAHAI-9) : perceived clinical utility within 14 days of stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 18(4), 382-393.
- Scherer, M. (1996). Outcome of assistive technology use on quality of life. *Disability and Rehabilitation*, 18(9), 439-448.
- Stamm, T., Cieza, A., Machold, K., Smolen, J., & Stucki, G. (2005). Exploration of the link between conceptual occupational therapy models and the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Australian Association of Occupational Therapists*, 53, 9-17.
- Sullivan, J., Crouner, B., Kluding, P., Nichols, D., Rose, D., & Pinto Kipp, G. (2013). Outcome measure for individuals with stroke : process and recommendations from the American Physical Therapy Association Neurology Section task Force. *Physical Therapy*, 93(10), 1383-1396.
- Tavella, M., Leeb, R., Rupp, R., & Millan, J. (2010). Towards Natural Non-Invasive Hand Neuroprostheses for Daily Living. *32nd Annual International Conference of the IEEE*, 126-129.
- Tétreault, S., & Guillez, P. (2014). *Guide pratique de recherche en réadaptation* (1ère édition). De Boeck.

- 
- Van der Lee, J., De Groot, V., Beckerman, H., Wagenaar, R., Lankhorst, G., & Bouter, L. (2001). The intra- and interrater reliability of the Action Research Arm Test : a practical test of upper extremity function in patients with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 14-19.
- Wilkins, E., Wilson, L., Wickramasinghe, K., Bhatnagar, P., Leal, J., Luengo-Fernandez, R., ... Townsend, N. (2017). *European cardiovascular disease statistics 2017 edition*. European Heart Network.
- Wolf, S., Catlin, P., Ellis, M., Morgan, B., Archer, A., & Piacentino, A. (2001). Assessing Wolf Motor Function Test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*, 32(7), 1635-1639.
- Wolf, S., Thompson, P., Morris, D., Rose, D., Winstein, C., Giuliani, C., & Pearson, S. (2005). The EXCITE trial : attributes of the Wolf Motor Function Test in patients with subacute stroke. *The American Society of Neurorehabilitation*, 194-205.
- Yozbatiran, N., Der-Yeghayan, L., & Cramer, S. (2007). A standardized approach to performing the Action Research Action Test. *The American Society of Neurorehabilitation*, 78-90.

## Table des figures

Figure 1 - Schéma général du MOH (Centre de référence du modèle de l'occupation humaine, 2008).....	12
Figure 2 - Interaction entre les différentes composantes de la CIF (OMS, 2001, p 19).....	13
Figure 3 - Diagramme de flux réalisé.....	20
Figure 4 - Diagramme de répartition des raisons d'abandon .....	21

## Abréviations

AHA = Assisting Hand Assessment

ARAT = Action Research Arm Test

AVC = Accident Vasculaire Cérébral

CAHAI = Chedoke Arm and Hand Activity Inventory

CIF = Classification Internationale du Fonctionnement

MOH = Modèle de l'Occupation Humaine

PIADS = Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale

NAP = Neuroprothèse d'Assistance à la Préhension

NP = NeuroProthèse

OMS = Organisation Mondiale de la Santé

QUEST = Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology

sEMG = ElectroMyoGraphie de surface

ULPA = Upper Limb Performance Assessment

## Annexes

### Table des annexes :

<b><u>Annexe 1</u> : Tableau récapitulatif des différentes variantes de dispositifs d'assistance au mouvement .....</b>	<b>I</b>
<b><u>Annexe 2</u> : Différentes définitions de « neuroprothèse » .....</b>	<b>III</b>
<b><u>Annexe 3</u> : Le modèle du MOH .....</b>	<b>IV</b>
L'Etre .....	IV
L'Agir .....	IV
Le Devenir .....	V
L'environnement .....	V
<b><u>Annexe 4</u> : Comparaison CIF et MOH.....</b>	<b>VI</b>
<b><u>Annexe 5</u> : Répartition des articles dans les différents bases de données .....</b>	<b>VIII</b>
<b><u>Annexe 6</u> : Raisons d'abandon des différents articles après lecture du texte intégral .....</b>	<b>X</b>
<b><u>Annexe 7</u> : Synthèses écrites des tableaux de résultats.....</b>	<b>XI</b>
Présentation des études .....	XI
Présentation des objectifs et résultats de recherche .....	XI
Présentation des évaluations réalisées.....	XI



## Annexe 1: Tableau récapitulatif des différentes variantes de dispositifs d'assistance au mouvement

Types d'assistance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Assistance active</u> = le mouvement est produit par un actionneur qui va demander un apport d'énergie (par exemple un moteur électrique)</li> <li>• <u>Assistance passive</u> = le mouvement n'est produit que par des forces de réaction/résistance (par exemple grâce au travail de ressorts ou élastiques).</li> <li>• <u>Dispositifs d'assistance aux mouvements distaux</u> (end-effector based device) qui seront utilisés pour des mouvements en bout de membre.</li> <li>• <u>Exosquelettes</u>, c'est-à-dire des structures mécaniques associées à différents segments et articulations du corps.</li> <li>• « <u>Robots plans</u> » qui ne permettent des mouvements que dans deux dimensions (dans un plan).</li> <li>• Certains dispositifs ont la possibilité d'ajouter des éléments ou de reconfigurer ceux existant afin d'adapter ou diversifier les exercices proposés.</li> <li>• <u>Systèmes entièrement implantés</u> à l'intérieurs du corps humain, et demandent donc une intervention chirurgicale.</li> </ul>
Types d'effecteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Electrique</u></li> <li>• <u>Pneumatique</u></li> <li>• <u>Hydraulique</u></li> <li>• <u>Elastique</u></li> <li>• <u>Stimulation Electrique Fonctionnelle</u> (SEF) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transcutanée</li> <li>○ Implantée</li> </ul> </li> </ul>
Types de pilotage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Interrupteur</u> placé à l'endroit le plus pratique. Leur utilisation est assez simple.</li> <li>• <u>L'électromyographie de surface</u> (sEMG). Les électrodes peuvent être placés au niveau des muscles commandant le mouvement, au bien sur des muscles qui n'entrent pas en compte (par exemple en controlatéral).</li> <li>• Des <u>centrales à inertie</u> sont capables de détecter les accélérations (sur 6 axes).</li> <li>• <u>Implantation des électrodes</u> qui s'interfacent directement avec le système nerveux périphérique, récupérant ainsi les signaux nerveux.</li> <li>• <u>Interfaces cerveau/machine</u> : utilisent les signaux physiologiques du cerveau afin d'envoyer des commandes à une unité de contrôle : Plusieurs techniques sont possibles <ul style="list-style-type: none"> <li>○ magnetoencephalography (MEG)</li> <li>○ electroencephalography (EEG)</li> </ul> </li> </ul>

Stratégies de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Algorithmes « haut-niveaux »</u> sont des algorithmes complexes qui ont pour but de provoquer/inciter une réponse motrice de la part de la personne (assistance au mouvement, mise au défi, environnement virtuel, feedback etc..).</li> <li>• <u>Les algorithmes de « bas-niveaux »</u> ne font que contrôler des paramètres tels que la force, la vitesse, ils sont alors utilisés pour des contrôles de plus haut-niveaux.</li> <li>• <u>Système en boucle ouverte</u> : dans la stratégie de contrôle on ne prend pas en compte l'évolution du système, il n'y a pas de feedback.</li> <li>• <u>Système en boucle fermée</u> : le contrôle intègre la réaction du système et ainsi pouvoir faire varier la consigne afin que le système soit dans l'état voulu.</li> </ul>
------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Annexe 2 : Différentes définitions de « neuroprothèse »

- Neuroprothèse = système de stimulation électrique implantable (Knutson et al.; 2012)
- Neuroprothèse = système qui applique une stimulation électrique contrôlée à des nerfs et des muscles paralysés dans le but de restaurer une fonction (Memberg et al.; 2014)
- Neuroprothèse motorisée = dispositif électronique en interface avec le système nerveux appliqué dans le but de restaurer des fonctions, généralement grâce à de la stimulation électrique (Mendes et al; 2018)
- Neuroprothèse = utilise des stimuli électriques afin de stimuler des structures neurales, des muscles ou des récepteurs dans le but de soutenir, d'améliorer ou partiellement restaurer des fonctions déficitaires ou détruites (Hoffmann, Micera; 2011).
- Neuroprothèse = équipement qui utilise la stimulation électrique afin d'activer le système neuromusculaire dans le but d'améliorer ou remplacer des fonctions sensitivomotrices déficientes après des séquelles du système nerveux central (Ambrosini, Bejarano, Pedrocchi ; 2014)

## Annexe 3 : Le modèle du MOH

Voici la présentation plus détaillée des trois composantes du MOH à savoir l’Etre, l’Agir et le Devenir, ainsi que l’environnement.

### L’Etre

L’Etre correspond à l’ensemble des composantes de la personne, à savoir :

- **La volition** (la motivation de l’individu à agir) : qui comprend
  - les valeurs (ce qui a du sens)
  - les centres d’intérêts
  - les déterminants personnels (ce que la personne pense connaître de ses capacités). Cette volition va permettre à l’individu de s’engager dans les activités.
- **L’habituatio**n qui regroupe à la fois
  - les habitudes (schèmes acquis afin de répondre automatiquement à des situations familières)
  - les rôles (c’est à dire un ensemble de comportements et d’attitudes en lien avec un statut, comme peuvent l’être le rôle de parent ou d’enseignant par exemple).
- **La capacité de performance** qui est l’aptitude à agir qui comporte
  - des composantes objectives qui sont les capacités physiques et mentales de la personne
  - des composantes subjectives qui vont découler des expériences que la personne aura réalisées et qui viendront retranscrire le ressenti, l’impression éprouvés lors de ces expériences (douleurs, plaisirs, peur etc..)

Ces composantes de l’Etre vont alors pouvoir soutenir la manière d’Agir de l’individu. Elle regroupe le potentiel d’action que va avoir une personne. Celle-ci pourra alors agir, car son action sera soutenue par la motivation, ses habitudes et ses capacités.

### L’Agir

Il existe dans l’Agir trois niveaux d’action.

- Premier niveau : la **participation** occupationnelle. Celle-ci correspond à l'engagement effectif de la personne dans ses activités.
- Deuxième niveau : la **performance** (ou rendement) occupationnelle. Elle fait référence aux activités qui sont réalisées au quotidien et vont soutenir la participation de la personne dans son environnement.
- Troisième niveau : les **habiletés** (motrices, opératoires, communication ou interaction). Ces habiletés sont quant à elles observables et traduisent des aptitudes élémentaires (tâches) nécessaires à réaliser une action.

Prenons par exemple l'habileté « manipuler » qui est nécessaire afin être performant dans l'activité « découper du papier avec une paire de ciseaux ». Activité qui va venir soutenir la participation à l'occupation « réaliser un exercice de géométrie à l'école ».

L'agir fait référence à la réalisation des occupations de la personne. Les trois niveaux de l'Agir reprennent trois différentes échelles d'analyse d'une occupation, le niveau le plus bas étant les habiletés et le plus haut la participation occupationnelle. L'Agir est donc la traduction des composantes de l'Etre dans les occupations.

## Le Devenir

Le devenir résulte quant à lui des conséquences de l'Agir. En effet les expériences vécues sont source d'une **identité** et d'une **compétence** occupationnelles qui vont permettre à la personne de **s'adapter** à de futures occupations. Cette identité est à la fois ce que la personne est et ce qu'elle souhaite devenir. Les compétences font référence aux capacités de la personne à soutenir ses occupations.

## L'environnement

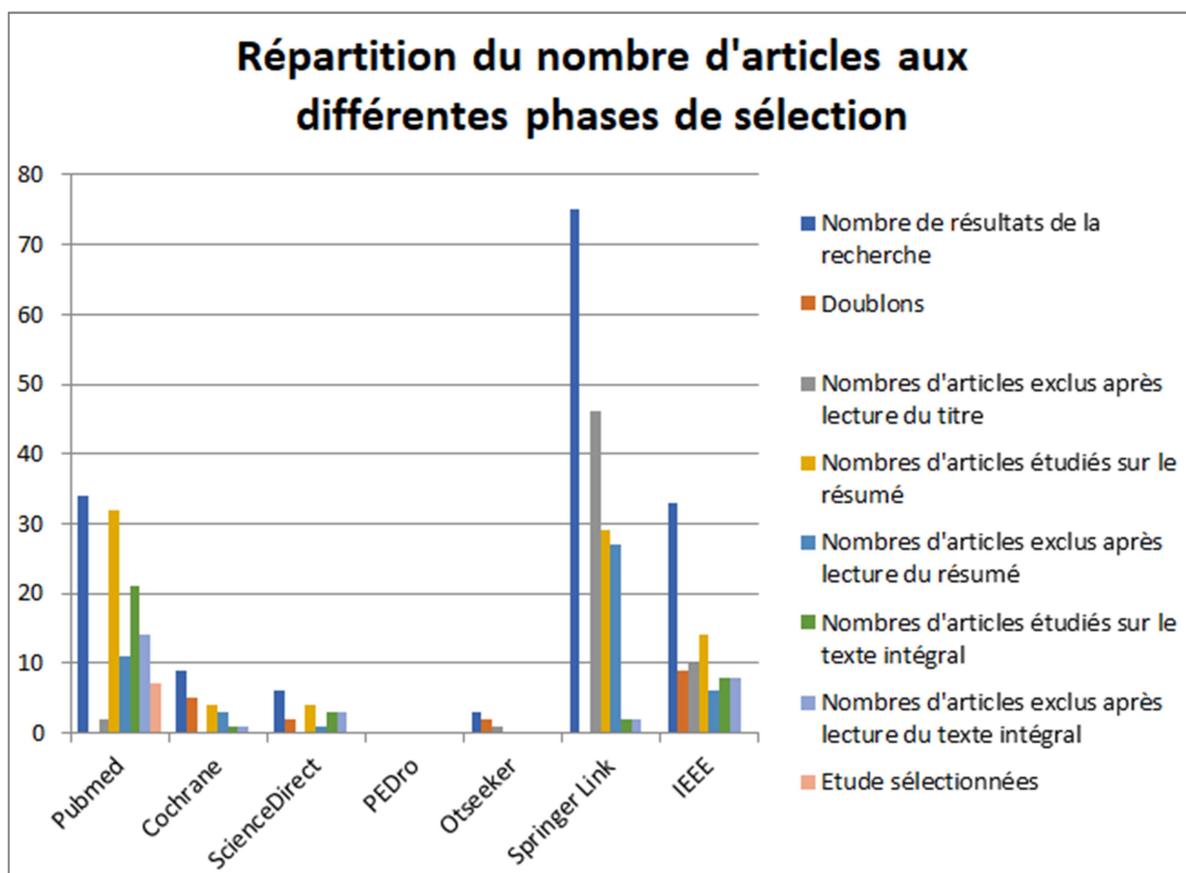
Enfin l'environnement correspond au contexte dans lequel la personne évolue. Il peut ainsi être d'ordre **physique** (objets, matériels, espaces etc..) ou bien **social** (humain, socioculturel). Cet environnement sera donc selon les cas une ressource sur laquelle la personne peut s'appuyer, ou bien une contrainte qui faudra surmonter.

## Annexe 4 : Comparaison CIF et MOH

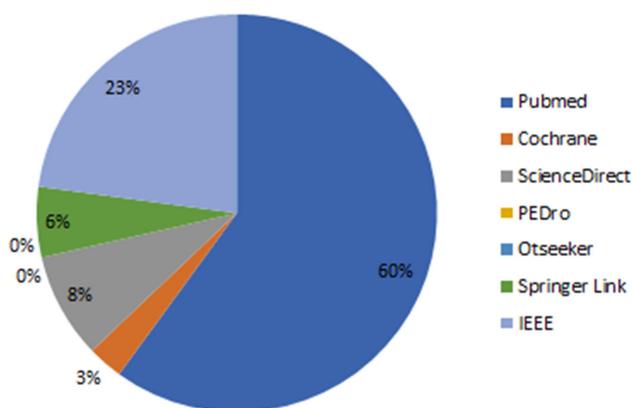
Concepts	Définitions dans la CIF	Définitions dans le MOH	Commentaires
<b>Activité</b>	Correspond à l'exécution d'une tâche ou d'une action par un individu.	Actions relatives à un loisir, une tâche de la vie courante ou bien un travail de production (rémunéré ou pas).	Concepts assez similaires. Le modèle du MOH a pour concept central celui de <b>l'occupation</b> , qui correspond à une activité réalisée dans un certain contexte.
<b>Participation</b>	C'est l'implication que l'on peut avoir dans la vie de tous les jours.	Correspond à l'engagement effectif de la personne dans ses activités.	Concepts assez similaires.
<b>Performance et capacité</b>	<p>La <b>performance</b> résulte de l'exécution de tâches dans la vie courante de la personne dans son <u>contexte de vie</u>.</p> <p>Ce qui l'oppose à la <b>capacité</b> qui elle fait référence à l'aptitude à réaliser des activités dans un <u>environnement « standard »</u>.</p>	<p>La <b>performance occupationnelle</b> se réfère aux activités de la personne réalisées dans son quotidien.</p> <p>La <b>capacité de performance</b> quant à elle correspond à l'aptitude à réaliser des tâches, et ceci en prenant en compte les dimensions <u>objectives</u> (mesurables, telles que la force ou la vitesse) mais aussi des dimensions <u>subjectives</u> (en fonction des expériences vécues et du ressenti de la personne).</p>	<p><b>Performance</b> et performance occupationnelle sont des concepts assez similaires car prenant tous deux en compte le contexte quotidien de la personne.</p> <p>La <b>capacité</b> telle que définie dans la CIF, peut se rapprocher de <u>l'aspect objectif</u> de la capacité de performance. <u>L'aspect subjectif</u> de la capacité de performance du MOH n'est toutefois pas repris dans la CIF.</p> <p>Selon Hemmingson, Jonsson, 2005, le point de vue de la CIF est d'ailleurs plus celui d'un observateur externe. On peut aussi s'interroger sur des liens possibles entre la capacité décrit dans la CIF et les <b>habiletés</b> du MOH car celles-ci regroupent les actions observables traduisant des aptitudes élémentaires (tâches) nécessaires à réaliser une action.</p>

<b>Facteurs environnementaux</b>	Se constitue de l'environnement physique, social et attitudinal dans lequel évolue la personne.	Contexte dans lequel évolue la personne (physique ou bien social).	Concepts très similaires (Stamm et al. , 2005) .
<b>Facteurs personnels</b>	Correspondent au contexte particulier de la vie d'un individu et caractéristiques personnelles	Selon Stamm et al. , 2005, ce concept est plutôt à rapprocher du concept de <b>volition</b> qui concerne les valeurs de l'individu, et la perception qu'il a de ces capacités et de son efficacité.	Le concept de facteurs personnels semble plus large que celui de volition. Ce dernier est plus « subjectif » car prend en compte ce que pense la personne d'elle-même, ce qui n'est pas le cas dans le modèle de la CIF.
<b>Structures et fonctions de l'organisme</b>	Sont définies comme les fonctions physiologiques et parties anatomiques de l'organisme	Il n'existe pas de réelle catégorie similaire dans le MOH, mais on pourrait le rapprocher d'une partie de la <b>capacité de performance</b> (Stamm et al. , 2005) car la partie « objective » correspond à l'aptitude/la possibilité de faire des choses et prend en compte statut musculosquelettique, neurologique, cardiovasculaire, et autres systèmes organiques de la personne, mais aussi de ses capacités mentales et cognitives.	Comme nous l'avons déjà dit le concept de capacité de performance est plus large que cela, car possède en plus un caractère subjectif.

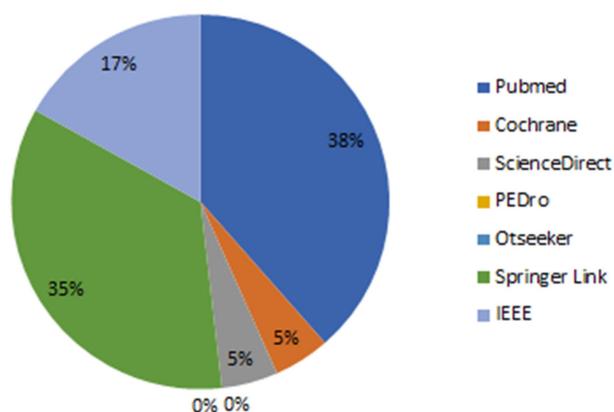
## Annexe 5: Répartition des articles dans les différents bases de données



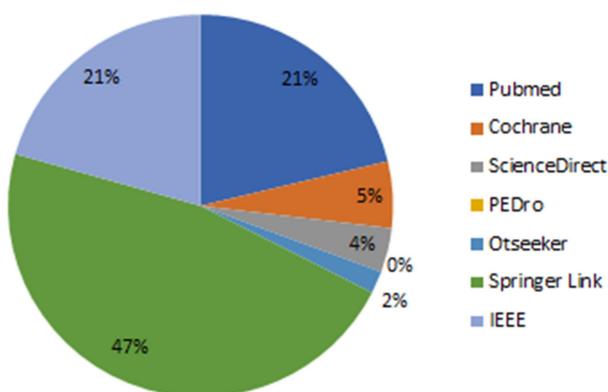
**Nombres d'articles étudiés sur le texte intégral**



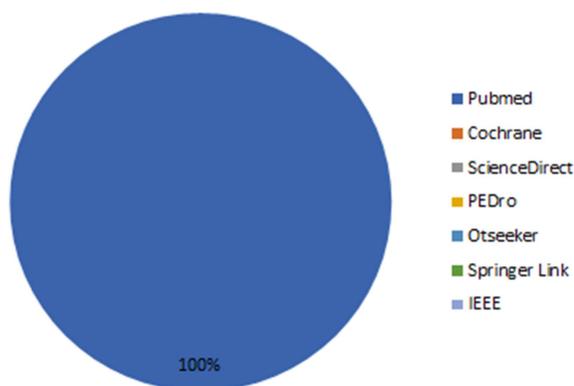
**Nombres d'articles étudiés sur le résumé**



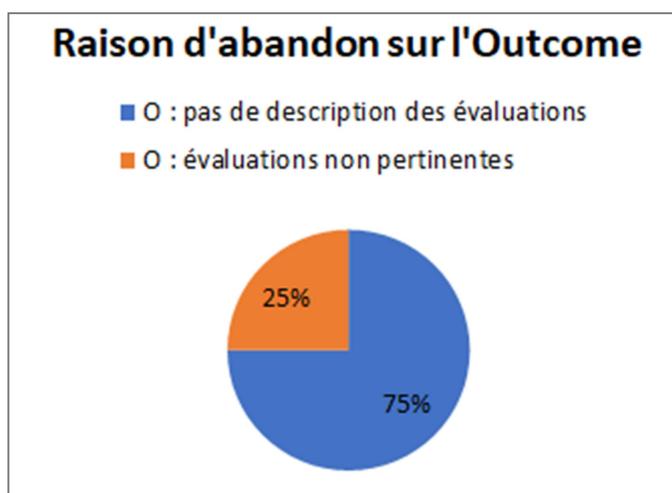
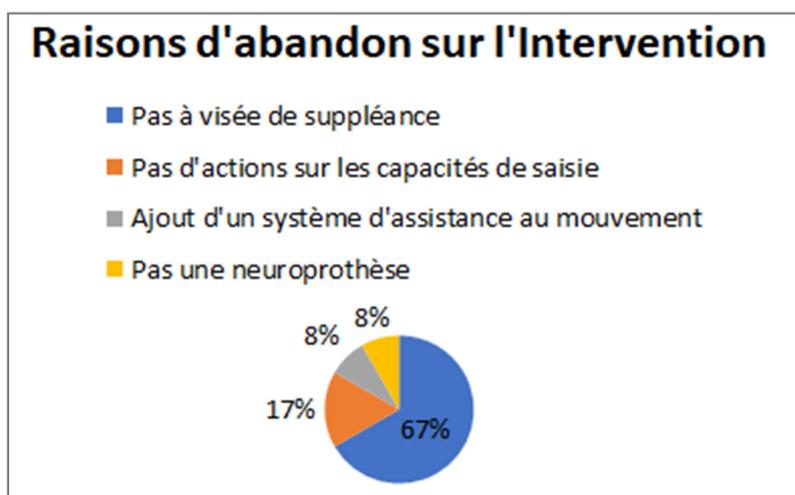
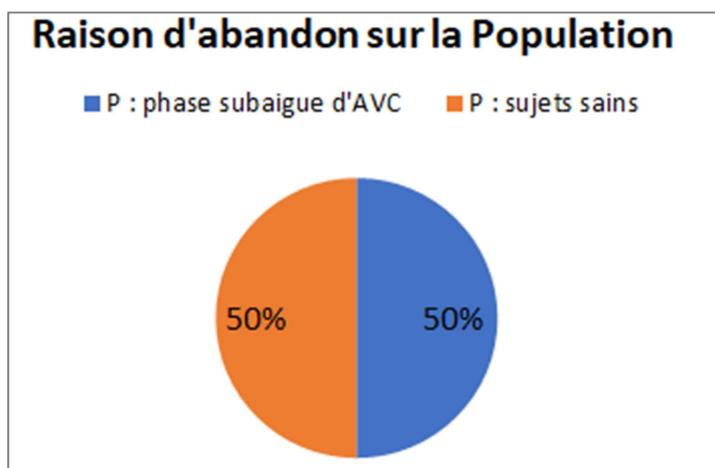
**Nombre de résultats de la recherche**



**Etudes sélectionnées**



## Annexe 6 : Raisons d'abandon des différents articles après lecture du texte intégral



-X-

## Annexe 7 : Synthèses écrites des tableaux de résultats

### Présentation des études

Sur les 7 études sélectionnées, 4 sont des études de cas (case study, case report) et 3 des études de séries de cas (case series). Elles dénombrent au total 45 participants. La plus ancienne des études date de 2002, la plus récente de 2013.

4 études ont utilisé comme neuroprothèse le HandMaster System Bioness, qui est un système commercialisé (dont nous avons déjà fait la description précédemment) avec une commande par bouton avec le membre controlatéral. Une autre étude utilise une neuroprothèse implantée avec une commande par détection d'EMG. 2 études font état de l'utilisation combinée de la neuroprothèse avec un système de soutien anti-gravitaire du bras, et une commande réalisée pour l'un grâce à une détection de marqueurs optiques et différents transducteurs (position, angle, EMG) pour l'autre.

Seulement une étude fait état d'une utilisation à domicile seule. 2 études ont combiné un entraînement en laboratoire et une utilisation à domicile. 2 n'ont pas spécifié le lieu d'intervention. Le reste des études s'est déroulé en contexte clinique.

La plupart des études ont eu lieu durant 3 à 4 quatre semaines. Une d'entre elles cependant s'est déroulée sur 3 ans.

### Présentation des objectifs et résultats de recherche

5 des études avaient pour objectif l'évaluation de l'impact de la neuroprothèse sur les capacités fonctionnelles de la main. 3 avaient le but d'examiner plus particulièrement l'impact sur la vie quotidienne ou la réalisation d'activités significatives. Une étude enfin a été réalisée afin entre autres d'évaluer la faisabilité du système étudié.

Toutes ont montré des résultats positifs à l'exception d'une seule qui n'a pas remarqué d'amélioration significative.

Sont ressortis dans plusieurs articles des difficultés de commande et des limitations dues à la spasticité. Des questions ont de plus été soulevées quant à des biais possibles de par le choix des évaluations utilisées.

### Présentation des évaluations réalisées

Toutes les études ont évalué les capacités motrices unimanuelles grâce à différents outils.

-XI-



Sur les sept études, six ont utilisé le Fugl Meyer Assessment. C'est un bilan validé pour une population AVC, permettant l'évaluation du fonctionnement moteur. Est aussi utilisé dans trois études l'Action Research Arm Test, qui est un bilan évaluant les capacités fonctionnelles de manipulation chez les adultes cérébrolésés. Nous retrouvons de plus la mesure des amplitudes articulaires et de la force. D'autres bilans ont moins fréquemment été utilisés comme le Box and Block Test, et le Grasp and Release Test. Le premier vient évaluer la dextérité manuelle. Le deuxième est un bilan initialement conçu et utilisé pour les neuroprothèses auprès de blessés médullaires et qui évalue la capacité à manipuler des objets.

Une seule étude a choisi d'évaluer les capacités motrices en bimanuel. Il a en effet été demandé aux participants de réaliser trois tâches bimanuelles de la vie quotidienne, dont une de leur choix.

Quatre études ont de plus exploré l'aspect subjectif lié à l'utilisation de la neuroprothèse. Ceci au moyen de questionnaires sur la qualité de vie et la satisfaction (Subject Questionnaire and Perceived Pain Scores, Stroke Impact Scale, questionnaire de satisfaction et d'utilisation de la neuroprothèse), ou bien d'entretiens (Mesure Canadienne du Rendement Occupationnel, entretien général sur l'utilisation et impact de la NP au quotidien).

Cinq études ont qui plus est choisi d'autres bilans afin d'évaluer en particulier la spasticité (Modified Ashworth Scale) et l'impact sur les activités de la vie quotidienne (Arm Motor Activity Test).

# Utilisation de neuroprothèses d'aide à la préhension après un AVC

## *Scoping review sur les outils d'évaluation*

### Résumé

Introduction – L'accident Vasculaire Cérébral (AVC) touche de plus en plus de personnes tout en étant responsable d'importantes conséquences en particulier au membre supérieur sur les capacités de préhension. Celles-ci ont un impact majeur sur la réalisation d'activité de la vie quotidienne et le niveau d'indépendance des personnes. C'est pourquoi des neuroprothèses sont développées afin de suppléer aux difficultés acquises de préhension. De premiers résultats sur leur efficacité auprès de personnes ayant subi un AVC encouragent à réaliser des travaux plus approfondis.

Objectifs – L'objectif de cette étude est de connaître les bilans et outils utilisés afin d'évaluer l'impact des neuroprothèses d'aide à la préhension sur la capacité de performance (capacité à réaliser des tâches). Ceci dans la perspective de pouvoir servir de base à des futures études portant sur l'efficacité de cet outil technique.

Méthode - Cette étude a donc porté sur la réalisation d'une scoping review sur les outils d'évaluation de la capacité de performance utilisés avec les neuroprothèse.

Résultats – Ainsi 160 articles ont été étudiés et 7 études finalement sélectionnées pour l'analyse des données. Les capacités motrices unimanuelles du membre lésé ont été évaluées dans tous les articles. En revanche, une seule étude a choisi d'objectiver les capacités motrices en bimanuel, alors même que celles-ci jouent un rôle prépondérant dans la réalisation d'activités du quotidien. L'aspect subjectif lié à l'utilisation de la neuroprothèse a été exploré dans 4 articles.

Conclusion – Ces travaux auront permis d'avoir une cartographie des évaluations réalisées dans des études portant sur l'utilisation de neuroprothèses d'aide à la préhension. Cette étude a en particulier fait ressortir le manque d'évaluation des capacités de réalisation de tâches bimanuelles. Cette question est pourtant importante, tant sur l'impact dans la vie quotidienne, que sur la mise en œuvre technique de la neuroprothèse.

Mots-clés : AVC, neuroprothèse, aide à la préhension, évaluation de la capacité de performance

# Utilization of neuroprostheses after a stroke to compensate hand functions impairments

## *Scoping review of the assessment tools*

### Abstract

Introduction - Stroke concern more and more people all over the world and has important consequences especially at the upper limb. This is why people have to leave with long-term impairment and daily activities limitations. The lack of grasping has indeed a huge impact on the independence. As a consequence, people need neuroprostheses in order to compensate grasping difficulties. This technology is quite innovative and a few studies have been made on stroke survivors. The results are encouraging but do not allow highlighting strong evidences.

Objectives - The goal of this article is to know which evaluations have been made in order to know if neuroprostheses can improve the performance capacity (ability to perform some tasks). For the purpose of preparing future studies to explore further impacts and effectiveness of this tool.

Methods - As a consequence, a scoping review has been made to scope and analyze the different capacity of performance assessment tools used in published studies.

Results – So, 160 studies have been reviewed, and 7 have been finally selected for being analyzed. In each article, the unilateral motor capacity has been evaluated, but only one has explored the bilateral one. Even if this capacity is often used in daily activities. The subjective aspect of the neuroprosthese utilization has been taken into account in 4 studies.

Conclusion - This work has allowed scoping the evaluation tools of the performance capacity used for evaluating the impacts of neuroprostheses on the grasping abilities of stroke survivors. This research highlights in particular the lack of bilateral motor capacity evaluation. This aspect has however an important impact on the independence in everyday life, and also on the technical design and implementation of the neuroprosthese.

Key words: Stroke, neuroprosthese, grasping, performance capacity, assessment tools