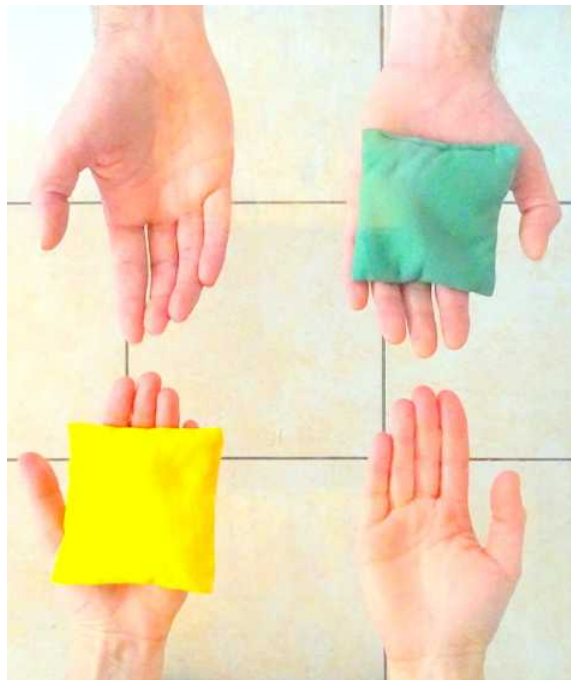


Faculté de Médecine Toulouse Rangueil

Institut de Formation en Psychomotricité

Coordinations bimanuelles dans la maladie de Parkinson :
les effets du rythme sur la stabilité et la fluidité du geste



Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Psychomotricienne

TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>I.MALADIE DE PARKINSON IDIOPATHIQUE (MPI)</u>	3
1.Caractéristiques générales	3
1.1. Définition.....	3
1.2. Sémiologie.....	3
1.3. Épidémiologie.....	4
1.4. Étiologie.....	4
1.5. Anatomophysiologie.....	5
1.6. Troubles associés.....	6
1.7. Evolution de la maladie.....	8
2.Thérapeutique	9
2.1. Traitements.....	9
2.2. Prise en charge non médicamenteuse.....	10
<u>II. VARIABILITE DU GESTE DANS LA MALADIE DE PARKINSON</u>	12
1. Triade parkinsonienne : mécanismes cognitifs et comportementaux	12
2. Altération de la motricité automatique	14
2.1. Mécanismes cognitifs et comportementaux.....	14
2.2. Mécanismes neuro-anatomiques.....	14
3. Syndrome dysexécutif	16
4. Altération des processus temporels	17
5. Variabilité et types de gestes	17
5.1. Articulations et muscles en jeu.....	18
5.2. Autres caractéristiques du mouvement.....	18
<u>III. REEDUCATION DES DEFICITS MOTEURS</u>	21
1. Approches orientées vers la tâche	21
1.1. Généralités sur l'indiçage externe.....	21
1.2. Indiçage auditif rythmique.....	22
1.3. Apprentissage procédural.....	25
2. Approches orientées vers les processus	26
2.1. Stratégies en situation de double tâche.....	26
2.2. Transfert et généralisation.....	27
<u>IV. ORGANISATION DE LA PRATIQUE</u>	29
1. Hypothèse	29

2. Protocole d'évaluation	30
2.1. Recueil d'informations.....	30
2.2. Définition d'une ligne de base.....	30
2.3. Évaluation avant et après la rééducation.....	32
2.4. Évaluation pendant la prise en charge.....	33
3. Anamnèse et évaluation de Jeanne	33
3.1. Antécédents.....	33
3.2. Bilans.....	35
4. Protocole de prise en charge	43
4.1. Caractéristiques des coordinations bimanuelles.....	43
4.2. Facilitations et complexifications.....	46
4.3. Cadre de la prise en charge.....	47
<u>V. ANALYSE DES RESULTATS</u>	48
1. Fluidité du geste d'un point de vue quantitatif	48
1.1. Impact de la MPI sur l'acte graphique consistant à dessiner un cercle.....	48
1.2. Plusieurs patterns en phase antihoraire.....	50
1.3. Un seul pattern en phase horaire.....	52
1.4. Effet du rythme sur la stabilité du mouvement.....	53
1.5. Evolution générale de la pression.....	55
1.6. Evolution générale de la vitesse.....	56
1.7. Le tempo moteur spontané.....	57
1.8. Praxies.....	57
2. Fluidité du geste d'un point de vue qualitatif	59
2.1. Amélioration de la régulation tonique.....	59
2.2. Amélioration des coordinations bimanuelles.....	59
2.3. Efficacité des facilitateurs.....	60
2.4. La dépendance au contrôle visuel.....	61
3. Autres bénéfiques	62
3.1. Bénéfices cognitifs.....	62
3.2. Bénéfices relationnels.....	63
<u>VI. DISCUSSION ET PERSPECTIVES</u>	65
<u>CONCLUSION</u>	70
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	72
<u>ANNEXES</u>	
<u>RESUME</u>	

INTRODUCTION

Le champ d'action du psychomotricien s'est élargi depuis plusieurs années au secteur des personnes âgées. Le psychomotricien œuvre au maintien de leur autonomie, soit à domicile, soit en institution. Un enjeu majeur est certes de limiter le risque de chute, mais ce n'est pas le seul axe de travail. La majorité des gestes de notre quotidien fait appel aux coordinations bimanuelles, comme s'habiller, se laver, ou manger.

Au cours de mes études, les différents types de vieillissements pathologiques ont été abordés, ainsi que les méthodes rééducatives associées. Les techniques rythmiques utilisées dans le cas de la maladie de Parkinson idiopathique (MPI), ont particulièrement retenu mon attention et aiguisé ma curiosité.

Au cours de mon stage de fin d'étude, en EHPAD, j'ai rencontré Jeanne, une personne âgée atteinte de la maladie de Parkinson idiopathique. Lors de la marche, Jeanne ne présente pas les difficultés motrices auxquelles on peut s'attendre au regard de son âge et surtout de sa pathologie. En revanche, elle exprime souffrir au quotidien d'un « manque de réflexe », « de force », notamment au niveau des coordinations manuelles. M'inspirant des méthodes de rééducations rythmiques appliquées à la marche, j'ai décidé de tester ces principes sur des coordinations bimanuelles.

La MPI est une maladie neurodégénérative, c'est la plus fréquente après la maladie d'Alzheimer. Le premier chapitre de la partie théorique de ce mémoire porte sur les caractéristiques globales de la MPI : sémiologie, épidémiologie, étiologie, anatomophysiologie, troubles associés, évolution, traitements.

Les symptômes moteurs comme le tremblement, la lenteur, la rigidité sont les plus connus et les plus visibles. Ils perturbent les coordinations des parkinsoniens. Toutefois, d'autres éléments vont aussi impacter les coordinations. Certains sont liés à la maladie, comme l'altération de la motricité automatique, les troubles dysexécutifs ou encore l'altération de processus temporels. D'autres sont liés à la tâche motrice en elle-même. Tous ces facteurs seront étudiés dans le second chapitre de la partie théorique.

Le dernier et troisième chapitre de la partie théorique s'intéresse aux moyens d'améliorer les coordinations des parkinsoniens. Plus précisément, il porte sur les méthodes rythmiques de synchronisation perceptivo-motrice.

Enfin, dans la partie pratique seront définis, dans un premier chapitre, les protocoles

d'évaluation et de prise en charge. De plus, une évaluation psychomotrice de Jeanne, réalisée avant la prise en charge, sera détaillée dans ce même chapitre.

Il s'en suivra un second chapitre sur l'analyse des résultats, puis un troisième portant sur la discussion de ces résultats et sur les perspectives de recherches à l'issue de ce travail.

Finalement, ce mémoire cherchera à savoir si l'entraînement d'un parkinsonien à des coordinations bimanuelles, en synchronisation avec un indiçage rythmique, permet d'améliorer la stabilité et la fluidité de son geste, et s'il y a généralisation des bénéfices à d'autres coordinations.

PARTIE THEORIQUE

I. MALADIE DE PARKINSON IDIOPATHIQUE (MPI)

1. **Caractéristiques générales**

1.1. Définition

L'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (2000) définit la maladie de Parkinson idiopathique (MPI) comme « une affection dégénérative d'étiologie inconnue touchant initialement les neurones dopaminergiques du locus niger».

1.2. Sémiologie

1.2.1 Triade parkinsonienne

La littérature retient trois symptômes caractéristiques : l'akinésie, la rigidité et le tremblement de repos.

Le principal critère diagnostique est la bradykinésie (lenteur du mouvement). On retrouve aussi l'akinésie (difficulté d'initiation du mouvement) ou hypokinésie (pauvreté du mouvement). Cela concerne surtout les mouvements automatiques. On repère cette lenteur au niveau de la motricité du visage (amimie, diminution du clignement des yeux), des mains (gestes accompagnant la parole), de la marche (hésitation au démarrage, raccourcissement des pas, diminution du ballant des bras, lenteur), et de l'écriture (micrographie). L'akinésie donne au malade un aspect « figé » (Bonnet, 2013). La MPI se manifeste aussi au niveau des mouvements volontaires requérant de la précision : lacer ses chaussures, faire un nœud de cravate, boutonner, enfiler une manche. Les mouvements précis, notamment répétitifs, sont touchés : brossage de dents, rasage, lavage de cheveux, battre une omelette. Enfin la personne pourra avoir des difficultés à passer d'un geste à l'autre et à effectuer deux mouvements simultanément. En début de maladie les symptômes sont généralement unilatéraux.

La Haute Autorité de Santé (HAS) liste les autres signes de la maladie. Au moins un d'entre eux doit accompagner le critère de lenteur. Parmi eux on retrouve d'abord la rigidité, de type plastique avec signe de la roue dentée, mise en évidence par la manœuvre de Froment. Le tremblement de repos est un autre symptôme possible, il disparaît lors du mouvement volontaire. Ce dernier signe est absent chez 30 % des personnes au début de la maladie. Enfin, un autre signe est l'instabilité posturale plus fréquente chez la personne âgée.

1.2.2 Démarche diagnostique

- Bilan neurologique

Le diagnostic de la MPI est clinique, il est posé par le neurologue. Selon l'HAS (2016), ce diagnostic est confirmé après plusieurs années, au regard de l'évolution. L'évolution est lente et progressive. Le neurologue peut recourir à des examens complémentaires (DATscan, IRM) pour exclure des diagnostics différentiels.

- Diagnostics différentiels

Un syndrome parkinsonien est caractérisé par trois signes cardinaux vus précédemment : la bradykinésie, la raideur et le tremblement. Il existe plusieurs types de syndromes parkinsoniens.

Dans 75 à 80 % des cas il s'agit d'un «syndrome parkinsonien idiopathique » autrement appelé Maladie de Parkinson Idiopathique (MPI). L'origine de ce syndrome est inconnu. Lors du diagnostic, il est nécessaire de différencier ce syndrome d'autres syndromes parkinsoniens.

Plus marginalement, il existe d'une part, les syndromes parkinsoniens « symptomatiques » ou « secondaires » dont l'étiologie est connue. L'élément déclencheur peut être un poison, un médicament, une inflammation, un trouble vasculaire, une tumeur, une lésion cérébrale. Et, d'autre part, on retrouve les « syndromes parkinsoniens atypiques » qui touchent le système dopaminergique mais pas seulement (atrophie multi-systématisées, paralysie supra nucléaire progressive, dégénérescence corticobasale et démence à corps de Lewy).

1.3. Épidémiologie

D'après l'HAS (2016), la MPI est la cause la plus fréquente de syndrome parkinsonien (75%). C'est aussi la seconde maladie neurodégénérative après la maladie d'Alzheimer. La prévalence se situe entre 1,5 % et 2 % après 65 ans. Elle augmente avec l'avancée en âge. Le début de la maladie se situe entre 55 et 65 ans. Il existe cependant des formes précoces (35-40 ans) et des formes tardives (après 75 ans). La MPI est la seconde cause de handicap moteur d'origine neurologique chez le sujet âgé après les accidents vasculaires cérébraux. Selon les études le sex ratio est entre 1 et 1,5 (prédominance masculine). En France, on compte environ 120 000 personnes touchées par la MPI.

1.4. Étiologie

Nous ne connaissons toujours pas la cause exacte de la MPI, elle serait multifactorielle. La MPI n'est pas héréditaire mais il existerait des facteurs de prédisposition génétiques. 5 à 15 %

des personnes atteintes de la MPI ont des antécédents familiaux (HAS, 2016) et dans ces cas la maladie est le plus souvent précoce. Parmi les facteurs environnementaux, on retrouve l'exposition prolongée à des toxiques tels que des solvants organiques, des métaux lourds, le manganèse, les pesticides organochlorés.

1.5. Anatomophysiologie

La MPI est liée à la mort progressive des neurones de la substance noire située dans le tronc cérébral. Ces neurones sont chargés de produire la dopamine. Ils sont associés aux ganglions de la base et se projettent sur le striatum. L'ensemble fait partie d'un système appelé ganglions de la base ou Noyaux Gris Centraux (figure n°1). Ce système est composé de substance noire, noyau caudé, putamen, pallidum, noyau sous-thalamique et thalamus selon les auteurs. Ce système appartient notamment à la voie extra-pyramidale ou boucle striato-thalamo-corticale qui intervient dans le contrôle de la motricité involontaire, du tonus musculaire et la modulation de la motricité volontaire.

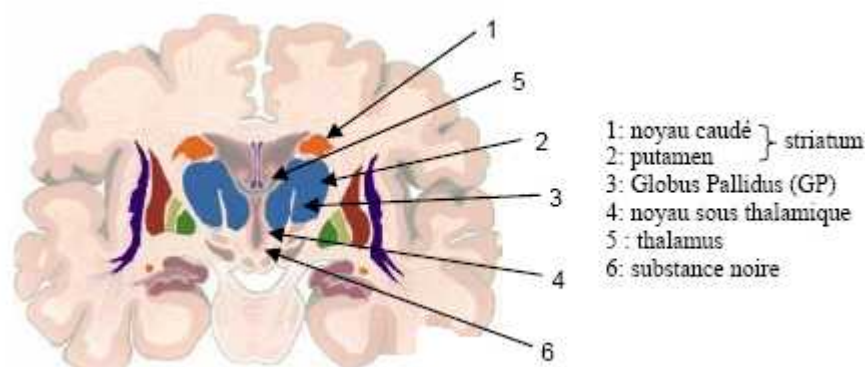


Figure n°1. Représentation des Ganglions de la base

La dopamine est un neurotransmetteur, il agit comme un messager entre les neurones chargés de contrôler le mouvement. Lorsque les signes moteurs de la maladie apparaissent on estime qu'environ 50 % des neurones de la substance noire ont déjà disparu (soit 80 % de dopamine striatale). La sémiologie motrice dépendra de l'étendue de la perte neuronale au niveau de la substance noire et des zones touchées. L'aire motrice se projette sur les parties dorsale et moyenne du putamen. La dopamine est aussi le relais d'autres boucles baso-thalamo-corticales à savoir la boucle cognitive (ou mésocorticale) et la boucle limbique (ou mésolimbique) (Finestre, 2013) (figure n°2). La première est composée d'une projection associative des cortex pré-frontal, temporal, pariétal, et cingulaire sur le noyau caudé. Elle intervient dans le contrôle cognitif et les fonctions

exécutives. La boucle limbique est constituée de projections de l'amygdale, de l'hippocampe sur la partie ventrale du putamen autrement appelée noyau accumbens. Cette boucle joue un rôle au niveau de la mémoire, de la motivation, et des émotions. Les boucles mésocorticales et mésolimbiques forment ce qu'on appelle le circuit de la récompense. En résumé, l'hypoactivité dopaminergique impacte différents domaines : sensorimoteurs, cognitif, émotionnel et motivationnel. C'est pourquoi nous retrouvons dans la MPI des signes non moteurs.

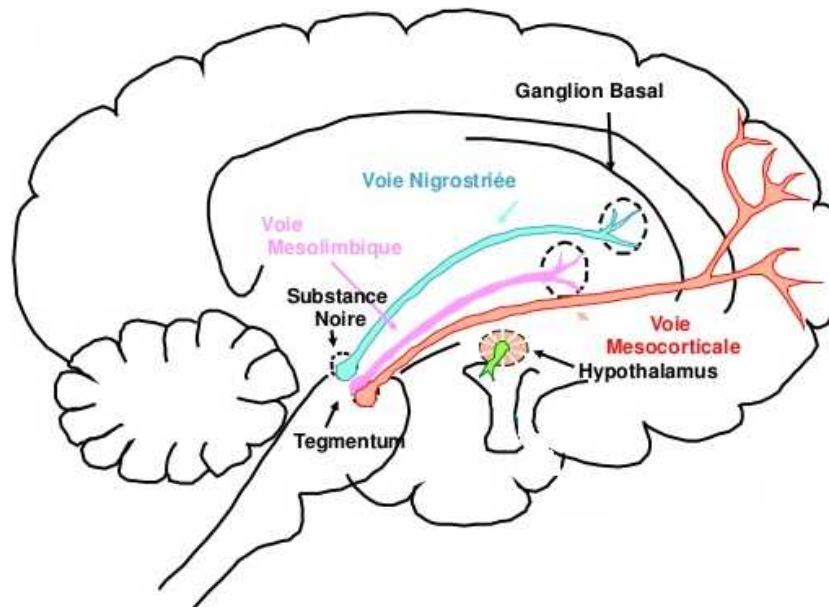


Figure n° 2. Les 3 principales voies dopaminergiques

1.6. Troubles associés

Des troubles sont associés à la MPI. Il peut s'agir de signes-avant coureurs de la maladie (troubles du sommeil, dépression, constipation), mais aussi de symptômes, ou encore de complications de la maladie ou du traitement médicamenteux antiparkinsonien.

1.6.1. Troubles somatiques

Les troubles du sommeil sont présents dans 75 % des cas de MPI (Bonnet, 2006). Il peut s'agir d'insomnie, de réveils fréquents liés aux difficultés de retournement dans le lit, de terreurs nocturnes, de somnolence le jour. Avec l'évolution de la MPI, des troubles dysautonomiques apparaissent. On y retrouve l'hyper-sialorrhée, l'hypersudation, la constipation, l'hypotension artérielle orthostatique (dans 50 % des cas), l'incontinence urinaire (dans 75 % des cas), des troubles moteurs axiaux (hypophonie, dysarthrie), des troubles sexuels, des troubles sensitifs (perte de l'odorat, diminution du goût, paresthésies), ainsi que des douleurs rhumatismales. La fatigue est très

présente dès le début de la maladie car le patient compense en permanence les déficits liés à sa maladie par un niveau attentionnel élevé (Wu et al., 2015).

1.6.2. Troubles psychoaffectifs et comportementaux

Le déficit dopaminergique atteignant les boucles limbiques et cognitives explique l'apathie retrouvée chez 16 à 45 % des malades (Starskein et al., 1992 ; Aarsland et al., 1999 cités dans Delgado-Iniguez et al, 2006). L'apathie serait corrélée à l'atteinte dysexécutive plutôt qu'au niveau de dépression ou d'anxiété (Pluck et al., 2002 cités dans Delgado-Iniguez et al, 2006). Elle peut aussi venir d'une réduction du traitement antiparkinsonien.

Globalement, les symptômes dépressifs sont présents chez 40 % des parkinsoniens (Mentis et al, 2005 ; Veazay et al, 2005 cités dans Delgado-Iniguez et al, 2006). Dans 5 à 10 % des cas, voire 30 % selon les études, la dépression précède les premiers signes de la maladie (Autret, 2006). Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette forte incidence. D'un point de vue biologique, sérotonine, noradrénaline et dopamine interviennent dans la dépression. De plus, dans la dépression l'hippocampe, le cortex frontal et les ganglions de la base sont moins irrigués. On peut donc mettre ces éléments en parallèles avec les effets de la MPI. D'autres hypothèses sont possibles. Les traitements antiparkinsoniens (L-Dopa) ont des effets dépressogènes. Enfin, le vieillissement ainsi que la maladie peuvent venir bouleverser la vie de la personne et entraîner la dépression. Finalement, la dépression dans la MPI serait le résultat de différents facteurs tant organique que psychologique (Delgado-Iniguez et al, 2006).

Dans 40% des cas on retrouve de l'anxiété (attaque de panique, trouble obsessionnel compulsif, anxiété généralisée) qui est souvent associée à la dépression (Richard, 2005 cité dans Delgado-Iniguez et al, 2006)). Tout comme la dépression, l'anxiété est un facteur de risque de développer la MPI (Richard, 2004 cité dans Delgado-Iniguez et al, 2006). Les liens physiopathologiques entre anxiété et MPI restent à clarifier.

Plus marginalement, le surplus de dopamine lié au traitement, peut générer chez le malade des états maniaques (euphorie, logorrhée, hyperactivité, idées de grandeur, prise de risque). Parfois les patients présentent des hallucinations, idées délirantes, confusions mentales.

1.6.3. Troubles cognitifs

D'après une étude portant sur 1346 patients parkinsoniens sans démence, Aarsland et son équipe (2010) ont trouvé que 26 % d'entre eux avaient des troubles cognitifs. Parmi ces troubles cognitifs, sont repérés une lenteur dans la pensée (bradypsychie), un trouble de l'attention, des difficultés à se rappeler, à analyser une situation, à suivre une conversation rapide, et des troubles

exécutifs frontaux impliqués dans l'élaboration de réponses cognitives ou comportementales. On peut retrouver des troubles visuo-spatiaux (praxies constructives) et des apraxies motrices. Le langage est préservé, par contre la mémoire à long terme procédurale est affectée. La mémoire de travail est également touchée dans la MPI. Ces troubles cognitifs sont corrélés à l'âge, à l'avancée de la maladie, à la déclaration tardive de la maladie, à la dépression (Aarsland et al., 2010), mais aussi au niveau d'éducation (Muslimovich et al., 2007). La prévalence de la démence dans la MPI est estimée entre 26 et 44% (Aarsland et al., 2003 ; Hobson et al. 1999 cités dans Kelly et al., 2011) dont 80 % qui la développent dans les vingt années suivant le diagnostic (Hely et al., 2008 cités dans Kelly et al., 2011) ou plus précocement si la maladie s'est déclarée tardivement (Watson et al. 2010).

1.7. Evolution de la maladie

Différentes phases se succèdent (figure n°3). La première est la phase symptomatique. Le patient perçoit le retentissement de sa maladie sur son quotidien, c'est aussi le moment de l'annonce du diagnostic. Il s'agit d'une phase d'adaptation à la maladie et au traitement.

Il s'en suit la phase d'accalmie ou « lune de miel » pendant 2 à 6 ans. Avec une bonne réponse au traitement le patient retrouve une bonne autonomie compatible avec le maintien des activités quotidiennes. Les symptômes du départ sont peu invalidants.

Puis, avec l'avancée de la maladie les traitements sont moins efficaces et des fluctuations motrices apparaissent (akinésie de fin de dose, du matin) avec des périodes dites « on/off ». On retrouve des dyskinésies liées à un apport supplémentaire de dopamine, elles se présentent sous forme de mouvements involontaires, de mouvements choréiques ou encore de dystonie. D'autres signes moteurs apparaissent, il s'agit des signes dits « axiaux » (trouble de l'équilibre, de la posture, freezing, festination, hypophonie, dysarthrie, trouble de la déglutition, amimie). Les fluctuations « on/off » ne sont pas uniquement motrices, mais aussi sensibles (douleurs, crampes, paresthésie), neurovégétatives (dysautonomie), neuropsychiatriques et cognitives (trouble de la pensée, de l'humeur, anxiété, hallucinations...). Ces symptômes, non dopamine dépendants, découlent de la combinaison entre progression de la maladie (au delà de la voie nigro-striatale) et prise du traitement médicamenteux. A ce stade, les patients ont besoin d'une aide partielle.

Plus tardivement les symptômes deviennent envahissants, ils associent déclin moteur, déclin cognitif, et signes moteurs axiaux. La personne est complètement dépendante, elle ne peut plus marcher, et communiquer difficilement.

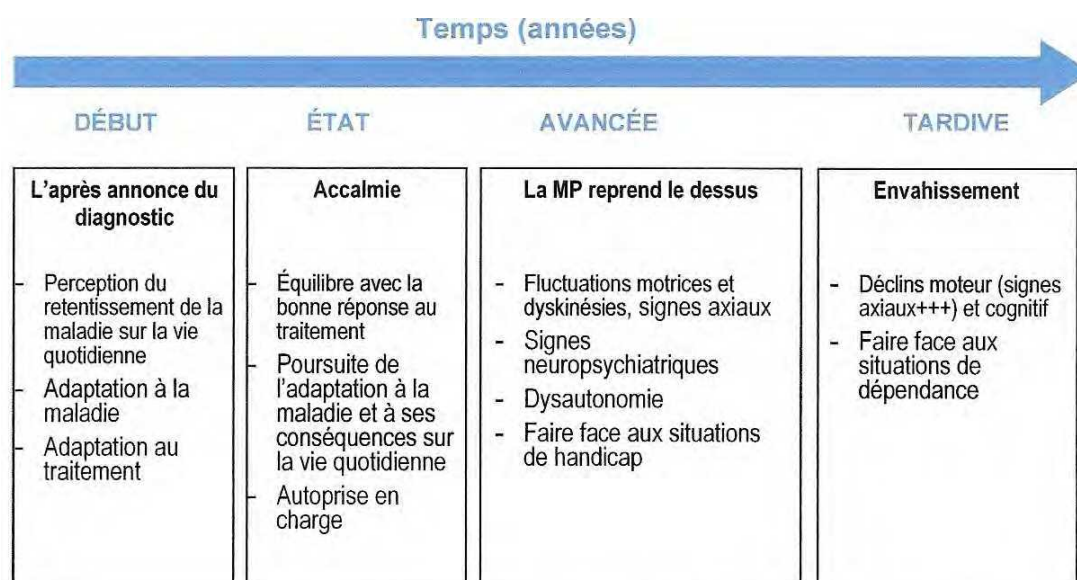


Figure 3. Les 4 phases de la maladie de Parkinson (cité par la HAS, 2012)

2. Thérapeutique

2.1. Traitements

2.1.1. Prise en charge médicamenteuse

Le traitement vise principalement à restaurer la transmission dopaminergique. Plusieurs manières de faire sont possibles. Soit un précurseur de la dopamine est administré, il est ensuite transformé dans le cerveau. Le traitement L-Dopa joue ce rôle. C'est le traitement le plus efficace sur l'akinésie et la rigidité. Par contre il perd de son efficacité avec le temps. Soit un agoniste de la dopamine est prescrit. Il est moins efficace que le L-Dopa et a des conséquences comportementales problématiques chez 15 % des patients, mais il permet de retarder les complications motrices liées à la perte d'efficacité par L-Dopa. Il existe une troisième classe de médicaments : les inhibiteurs d'enzymes dont l'efficacité est modérée. Enfin, une stimulation chimique en continue est possible avec la pompe à apomorphine.

2.1.2. Stimulation cérébrale profonde

Il s'agit d'une opération chirurgicale qui consiste à placer des électrodes au niveau des noyaux sous-thalamiques reliés à des stimulateurs implantés au niveau pectoral. Cette stimulation électrique constante, de 130 Hz à 185 Hz, corrige le déficit en dopamine.

2.2. Prise en charge non médicamenteuse

Chaque professionnel adapte sa prise en charge en fonction de la phase de la maladie, des symptômes, de l'environnement et des besoins du patient.

2.2.1. Kinésithérapie

Selon l'HAS (2016), le kinésithérapeute stimule le mouvement au travers d'exercices actifs pour limiter l'enraidissement et faciliter le mouvement (amplitude, vitesse, coordinations). Il entraîne l'équilibre, le redressement, la locomotion, les transferts, la respiration et l'adresse motrice. Il s'intéresse aux déformations du squelette et prévient les complications orthopédiques par mobilisation. En phase avancée, il réalise un apprentissage des aides à la marche. En phase tardive l'attention est portée sur l'installation du patient, sa manutention et sa mobilisation fréquente avec maintien d'une activité dynamique et de verticalisation.

2.2.2. Orthophonie

Selon l'HAS (2016), l'orthophoniste prend en charge la dysarthrie (troubles de la parole, de la voix et de l'articulation), et les troubles de la déglutition. Les prises en charge doivent être intensives, limitées dans le temps, et renouvelées régulièrement (sorte de cures). Les exercices visent la détente et la stimulation des muscles oro-faciaux (amplitude, force et coordination). Par ailleurs, l'environnement est adapté (installations, outils, textures alimentaires, interventions en cas de fausse route).

2.2.3. Ergothérapie

L'ergothérapeute adapte l'environnement de la personne malade afin qu'elle puisse continuer ses activités de manière sécurisée et autonome. Il peut s'agir des activités professionnelles, de loisirs, domestiques (manger, boire, se laver), de locomotion (transfert, équilibre, prévention des chutes). Pour cela il sécurise l'environnement, utilise du matériel adapté et transmet des stratégies.

2.2.4 Psychomotricité

L'objectif est de maintenir l'autonomie de la personne malade en améliorant ses capacités d'action et de relation.

Dans un premier temps, le psychomotricien réalise un bilan psychomoteur qui met en évidence les difficultés et les capacités psychomotrices de la personne. Sur la base de ce bilan, le psychomotricien détermine les axes de prise en charge : motricité globale (tonus, équilibre,

coordinations, praxies), motricité manuelle, communication non verbale, fonctions cognitives en lien avec l'action, et régulation des émotions.

Le psychomotricien a plusieurs moyens d'intervention lors de la prise en charge. Il utilise des techniques corporelles actives. La personne est accompagnée et entraînée à la réalisation de mouvements de la vie quotidienne via diverses stratégies. Il peut s'agir d'indiçage externe pour améliorer des mouvements comme la marche, l'écriture, ou les coordinations bimanuelles (Ochaster et al., 2009 ; Oliveira et al., 1997 ; Ringenbach et al. 2011). Il peut aussi s'agir de stratégies cognitives internes : décomposer le mouvement, focaliser l'attention, utiliser le soliloque ou l'imagerie mentale (Morris, 2000). D'autres médiations corporelles telles que la danse et le Tai Chi peuvent être utilisées (Li et al, 2012). Elles ont montré des effets positifs sur l'équilibre et sur les paramètres spatio-temporels de la marche (Duncan et al., 2012 ; McKee et al., 2013 ; Li al., 2012). Des techniques d'habiletés sociales ou de reconnaissance des émotions peuvent aussi être utilisées (jeux de rôle, résolution de problème, recours au modèle via la vidéo, utilisation du feedback). Enfin, la relaxation vise à diminuer le tonus musculaire et à améliorer la gestion des émotions. Elle permet la réduction des symptômes moteurs dans des situations anxiogènes (Mohr et al., 1996).

Le travail multidisciplinaire autour d'un projet personnalisé est essentiel. Il garantit cohérence et efficacité du travail au service du patient.

II. VARIABILITE DU GESTE DANS LA MALADIE DE PARKINSON

Les coordinations montrent plus de variabilité chez les parkinsoniens que dans les groupes contrôles. Les paramètres spatio-temporels de la marche sont dégradés (Rochaster et al. 2009, 2010; Thaut et al., 2010; Spaulding, 2013). Les mouvements impliquant les membres supérieurs d'atteinte et de saisie sont significativement altérés (Rand et al., 2006 cités dans Proud et Morris, 2010). La dextérité digitale ainsi que l'individualisation des doigts est déficitaire (Vaillancourt et al., 2002 cités dans Proud et Morris, 2010). L'écriture est également dégradée (Teulings, 1997 ; Oliveira et al. 1997).

Quels sont les mécanismes à l'origine de la variabilité des coordinations chez les patients atteints de la maladie de Parkinson ? Une coordination efficace se traduit normalement par un comportement fluide, rapide et précis quelque soient les contraintes qui s'imposent (Albaret, 2005). Un déficit de coordination est donc mis en évidence par une certaine lenteur, de l'imprécision, un manque de fluidité, de la maladresse. Une coordination non automatisée génère aussi de la variabilité dans le mouvement.

Dans ce chapitre, seront étudiés les différents facteurs pouvant intervenir dans la variabilité spatio-temporelle du geste dans la MPI. En effet, de nombreux facteurs peuvent perturber les coordinations. Il peut s'agir de facteurs directement liés à la maladie, mais aussi d'autres paramètres plus environnementaux liés à la tâche.

1. Triade parkinsonienne : mécanismes cognitifs et comportementaux

Lenteur, rigidité et tremblement de repos sont des symptômes neurologiques de la MPI pouvant impacter les coordinations.

1.1. Lenteur

La lenteur réduit les amplitudes de mouvement des membres supérieurs et prolonge le temps de décélération (Baroni et al. 1984; Flash et al. 1992; Sheridan et Fleurs 1990 cités dans Teulings, 1997). Mardsen (1898) met en évidence l'augmentation du temps de réaction, du temps de mouvement, la difficulté à réaliser des mouvements alternatifs répétés, et la diminution de la vitesse et de la précision. Tison (cité dans Rascol, 1998) mesure un retard lors de l'initiation, de l'hypokinésie et de la bradykinésie lors de l'exécution, ainsi qu'une fatigue précoce avec arrêt dans le mouvement. Au delà de la difficulté d'initiation ou d'exécution, la personne perd aussi le patron rythmique.

1.2. Rigidité

La rigidité entraîne une hypertonie des muscles fléchisseurs, allant jusqu'à la modification de la posture. 90 % des patients sont concernés par une modification de la posture (antecollis, camptocormie, syndrome de pise, scoliose) (Duvoisin, 1975 in De Sèze et al, 2003). Elle peut s'accompagner de douleurs.

Lenteur et rigidité participent à l'instabilité posturale. De plus, on constate un retard ou un défaut de chronologie dans les ajustements posturaux (Defebvre et Kemoun, 2001 ; Jankovic, 2008). D'autre part, au niveau perceptif, la proprioception est altérée. Konczak et al. (2009) mettent plus précisément en avant l'altération de la kinesthésie avec la difficulté à détecter des modifications de position des avant-bras dans l'espace lorsque le déplacement est passif et à des vitesses lentes. Enfin, les personnes sont dépendantes aux informations visuelles, probablement en raison de l'altération proprioceptive.

1.3. Tremblement de repos

Le tremblement de repos est un mouvement involontaire qui peut entraîner de la maladresse. Sa survenue domine lors du relâchement musculaire. Cette caractéristique permet de faire le diagnostic d'un tremblement parkinsonien, mais il peut aussi apparaître dans la posture ou le mouvement (Jedynak et al., 2008). Il peut être non perceptible de l'extérieur en début de maladie (vibrations internes au niveau distal d'un seul côté du corps) et évoluer jusqu'à revêtir l'aspect de trémulations généralisées en fin de maladie.

Pour Mardsen (1989) la lenteur, symptôme central de la maladie, ne peut expliquer à elle seule les difficultés de coordinations.

2. Altération de la motricité automatique

Dans la MPI les mouvements automatisés sont perturbés (Bond et Morris, 2000 ; O'Shea et al., 2002 ; Rochester et al., 2004 cités dans Rochester et al., 2010).

2.1. Mécanismes cognitifs et comportementaux

2.1.1. Fatigabilité

La capacité à mener une action de manière automatique, c'est à dire sans porter d'attention particulière à la manière de la réaliser, est altérée avec la MPI. L'impact est visible au niveau de la stabilité posturale et des coordinations automatisées telles que l'écriture ou encore la marche (Rochester et al., 2010). Les mouvements rythmiques comme la marche sont des mouvements automatisés où seuls l'initiation et l'achèvement sont contrôlés volontairement.

2.1.2. Double tâche

Dès 1954, Schwab et al. ont montré que les parkinsoniens étaient en difficulté pour des mouvements des membres supérieurs en double tâche alors qu'ils pouvaient faire chaque tâche séparément. Plus tard, Pobros et al. (1983 cités dans Fagard, 2001) mettent en évidence l'incapacité de malades parkinsoniens à serrer un ergomètre d'une main et dessiner simultanément de l'autre. Ainsi des études s'intéressent à l'effet de la double tâche sur le contrôle postural, sur la parole, ou sur le contrôle de mouvements fins (Marchese et al. 2003, Dromey et al., 2010, Pradhan et al., 2010, Proud et al., 2010 cités dans Kelly et al, 2011). Proud et Morris (2010) montrent chez des personnes atteintes de la MPI, à un stade léger voire modéré, une dégradation significative des performances de dextérité manuelle en situation de double tâche (verbale) comparée à un groupe contrôle.

Les études concernant l'impact de la double tâche pendant la marche se multiplient. En effet, cela semble être à l'origine des chutes au cours de la marche chez les parkinsoniens (Ashburn et al., 2008 cités dans Kelly et al., 2011). Ils ont tendance à porter leur attention prioritairement sur la tâche concurrente plutôt que sur la marche (Bloem et al., 2006 cités dans Kelly et al, 2011). O'shea et son équipe (2002) mettent en évidence l'augmentation des troubles de la marche en situation de double tâche, peu importe la nature de la double tâche (double tâche motrice ou tâche motrice et cognitive).

2.2. Mécanismes neuro-anatomiques

Les différentes étapes du mouvement volontaire : identifier un stimulus, planifier l'action, puis l'exécuter impliquent plusieurs régions distinctes corticales et sous corticales. Les régions atteintes dans le cadre de la MPI sont le striatum et les aires motrices associatives.

2.2.1. *Striatum*

Le striatum reçoit des informations du cortex cérébral (aire motrice primaire, aire motrice supplémentaire, aire prémotrice, aire pariétale) et traite ces informations au sein de la boucle motrice striato-thalamo-corticale. Avec la MPI, la boucle striato-thalamo-corticale est atteinte du fait du déficit dopaminergique de la substance noire. De cette atteinte découlent les principaux phénomènes moteurs et associatifs de la maladie.

2.2.2. *Les aires motrices associatives*

En temps normal, dès que le striatum reçoit une information en provenance du cortex cérébral, il s'active et active à son tour l'aire motrice supplémentaire (AMS) via le thalamus. En parallèle la substance noire module l'activité du striatum via des projections dopaminergiques qui stimulent la voie directe et qui inhibent la voie indirecte. Avec la MPI, l'activation de l'AMS et du cortex prémoteur, par les ganglions de la base et le thalamus, sont bloqués. Cela génère des troubles de déclenchement des mouvements volontaires et des troubles moteurs.

L'AMS intervient dans les gestes proactifs et plus particulièrement pour les projets internalisés sans indices externe alors que l'aire pré-motrice intervient en réponse à des stimuli externes (Graybiel et al, 1994 cité dans Fagard, 2001). Les gestes proactifs sont automatisés, ils ont un démarrage lent et une exécution rapide. Paillard (1990 cité dans Fagard, 2001) parle de motricité auto-initiée faisant intervenir la boucle striato-thalamo-corticale. Il la distingue de la motricité réactive (en réponse à un stimulus). Cette dernière passe par la boucle cérébelleuse et a un rôle rétroactif. Elle réduit les écarts entre le geste projeté et celui en train de se réaliser. Elle intervient pour des gestes à déclenchement rapide et à exécution lente, notamment lors d'un apprentissage.

Plusieurs études d'imagerie ont démontré que les mouvements auto-initiés sont altérés chez les parkinsoniens, avec des réductions d'activités de putamen, corticales et cortico-striatales associées (Hallett et al. , 1992, Wu et al., 2010 cités dans Nombela et al, 2013). En revanche, les mouvements effectués en réponse à un signal sonore ou tonique ne montrent pas de tels déficit (Hughes et al., 2010; Jahanshahi et al., 1995 cités dans Nombela et al, 2013). Un des moyen de compensation sera donc de passer par de l'indiciage externe pour déclencher le mouvement. Debaere et al (2003) ont montré l'activation de la boucle cérébelleuse lors d'une tâche bimanuelle cyclique en présence d'un feedback visuel. Cette boucle recrute le cervelet qui transmet ensuite les informations au thalamus et aux aires prémotrices (cf flèches cyan sur figure 4).

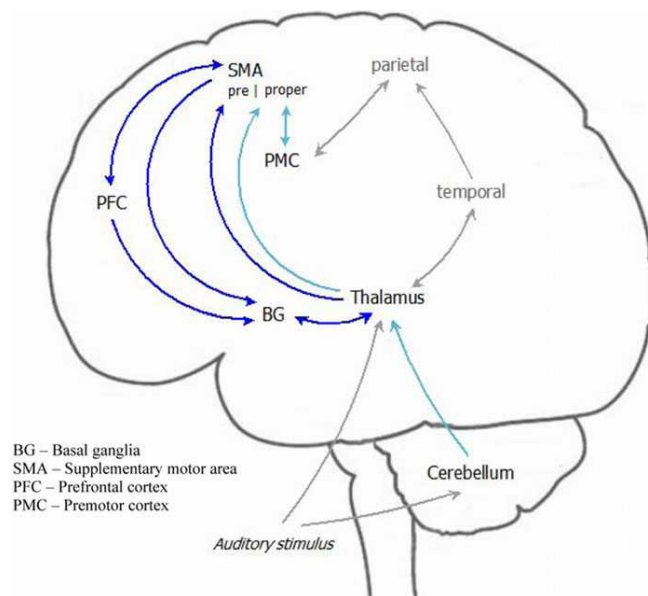


Figure 4. Réseau de compensation (extrait de Dalla Bella et al. 2015)

Les ganglions de la base n'ont pas uniquement un rôle au niveau de la boucle motrice, ils sont aussi impliqués dans d'autres boucles. Ainsi, la boucle cognitive qui intervient dans le contrôle cognitif et les fonctions exécutives est également altérée avec la MPI (Alexander et al. 1990Ab ; Parent, 1990). Le dysfonctionnement de cette boucle est à l'origine du syndrome dysexécutif chez les parkinsoniens.

3. Syndrome dysexécutif

Les fonctions exécutives permettent l'adaptation de l'individu à des situations nouvelles, elles sont impliquées dans l'élaboration de réponses cognitives et comportementales. Avec la MPI on retrouve principalement des problèmes d'attention, d'initiation, de flexibilité mentale, d'inhibition, de planification, de résolution de problème, de génération de concepts, de mémoire de travail et de double tâche (Dubois, 1996 ; Dirnberger, G., et Jahanshahi, M., 2013). Un trouble exécutif génère des problèmes d'organisation du mouvement lors de la phase d'apprentissage alors que l'organisation du mouvement appris n'est pas touchée. Dans ce dernier cas il s'agirait plutôt d'un trouble d'origine pariétal (apraxies). Chez les personnes atteintes de la MPI, le syndrome dysexécutif peut expliquer la difficulté à organiser un nouveau mouvement. On retrouve également des troubles du comportement, voire des changements de personnalité.

4. Altération des processus temporels

Les processus temporels sont impliqués dans différentes fonctions comme la planification d'une action et les coordinations.

Il existe différents modèles explicatifs des processus temporels. Coull et Nobre (2008) ont regroupé les différents processus temporels de la littérature en deux catégories : le timing implicite et le timing explicite. Leur classification repose sur la nature de la tâche. Chaque timing à deux volets, un volet perceptif et un volet moteur.

Le timing implicite sert à prédire l'apparition d'un événement et à optimiser la performance motrice (précision, vitesse) en traitant des informations temporelles implicites. Le timing implicite perceptif consiste en la capacité de prédire des durées. Par exemple, il est possible de prédire l'impact de la balle au regard de sa vitesse. La régularité temporelle des feux tricolores et l'expérience qu'on en a, nous permettent de déterminer le temps qu'il nous reste pour traverser la route au feu vert. Le timing implicite moteur, ou tempo émergent, est caractérisé par la régularité temporelle d'une action motrice continue : la marche, le dessin d'un cercle en continu.

Le timing explicite, quant à lui, permet de réaliser un jugement sur le temps. Le timing explicite perceptif comprend les capacités à percevoir et à estimer la durée d'événements passés ou à venir. Le timing explicite moteur consiste à reproduire des durée ou synchroniser son geste à un indicage extérieur puis continuer avec le même rythme. Chez les parkinsoniens, le timing explicite est altéré (Allman, Meck, 2012 ; Balci, 2009 ; Perbal, 2005 ; Malapani, 2002 cités dans Innocent Mutuel, 2016) alors que le timing implicite est préservé (Bares, 2010 ; Beudel, 2008 cités dans Innocent Mutuel, 2016).

Nous avons étudié l'impact des symptômes neurologiques de la MPI, du syndrome dysexécutif et des processus temporels sur le mouvement. Au delà de ces aspects cognitifs et comportementaux, voyons maintenant l'effet des contraintes environnementales sur les coordinations.

5. Variabilité et types de gestes

Selon le type de tâche motrice réalisée, les contraintes varient. Dans ce dernier chapitre sont répertoriées les contraintes qui peuvent augmenter les difficultés du mouvement chez les parkinsoniens.

5.1. Articulations et muscles en jeu

5.1.1. Problème de coactivation musculaire

Chez les parkinsoniens, les problèmes de contrôle moteur fins sont causés par une capacité réduite à coordonner doigts et poignet, et par un contrôle réduit de flexion du poignet. Ainsi les difficultés surviennent dans les traces d'écriture obliques qui nécessitent la coordination du poignet et des doigts et pas dans les traces gauche-droite ou haut-bas qui impliquent le poignet ou les seuls doigts. Chez les vrais gauchers la trace oblique sera déviée dans la direction opposée (Teulings, 1997).

Seidler et son équipe (2001) ont montré chez des parkinsoniens des problèmes de coactivation des muscles dans une tâche de coordination unimanuelle de pointage. Les sujets contrôles accélèrent et décélèrent simultanément les articulations du coude et de l'épaule, quel que soit l'endroit où ils se trouvent, alors que les parkinsoniens décomposent le mouvement pendant la phase d'accélération en accélérant d'abord l'épaule puis l'articulation du coude.

Pour De Oliveira et son équipe (2008 cités dans Proud et Morris, 2010), les mécanismes à l'origine des problèmes de dextérité digitale chez les parkinsoniens demeurent inconnus, mais ils mettent en évidence des difficultés de coordination des muscles agonistes et antagonistes. Vaillancourt et son équipe (2002 cités dans Proud et Morris, 2010) mettent en évidence le déficit d'individuation digitale.

5.1.2. Augmentation du nombre de degrés de libertés

Le mouvement le plus simple, comme par exemple tendre un bras pour prendre un objet, requière la contraction simultanée de nombreux muscles : les muscles proximaux pour l'avancée du bras, les muscles distaux pour la prise de l'objet, les muscles posturaux qui maintiennent l'équilibre au cours des changements de posture engendrés par le geste, et les muscles permettant la capture d'informations sensorielles (Fagard, 2001). Les données suggèrent que les coordinations des parkinsoniens sont d'autant plus réduites que les mouvement nécessitent le contrôle d'un grand nombre de muscles et d'articulations (Teulings, 1997 ; Seidler, Alberts et Stelmach, 2001 cités dans Ringenbach et al., 2011).

5.2. Autres caractéristiques du mouvement

5.2.1. Mouvements répétitifs

Dans les mouvements périodiques unimanuels, le mouvement initial est lent et retardé, et

après répétitions, il tend à diminuer progressivement en amplitude et en vitesse jusqu'à ce que le mouvement cesse (Marsden, 1989; Schwab et al., 1954,). Ce phénomène est caractéristique de la micrographie des parkinsoniens. La taille des lettres diminuent au cours de l'écriture de 30 à 50%. L'écriture est micrographique seulement chez 10 à 15 % des parkinsoniens (McLennan et al., 1972 cités dans Douskaia et al. 2009).

5.2.2. Mouvements asymétriques continus

Almeida et son équipe (2002) rapporte que les mouvements coordonnés continus asymétrique (comme la marche) sont les mouvements où l'on perçoit le plus de détériorations avec la MPI. Lee et al. (1995 cités dans Proud et Morris, 2010) s'intéressent aux coordinations bimanuelles et montrent un déficit lors de mouvements asymétriques.

5.2.3. Habiletés sérielles

Schmidt (1993) distingue trois types d'habiletés selon leur caractère temporel. Les habiletés discrètes représentent une unité motrice courte avec un début et une fin, comme par exemple un lancer franc au basket ball. Les habiletés sérielles sont la succession d'habiletés discrètes, elles sont plus longues, c'est le cas d'un enchaînement en gymnastique. Les habiletés continues durent un certain temps et n'ont pas de début ni de fin précise, la course par exemple.

Pour Almeida et son équipe (2002), les études qui montrent des déficits dans les tâches sérielles reposent sur des tâches unimanuelles avec de très faible amplitudes de mouvement. Il s'agit d'études portant sur l'écriture, sur du tapping, et sur des mouvements simultanés des lèvres avec des combinaisons rythmiques (Konczak et al., 1997 ; Cunnington et al., 1997 ; Oliveira et al., 1997 ; Georgiou et al., 1993). Les études montrent une détérioration du mouvement d'autant plus importante que la séquence est longue et que les contractions des membres sont simultanées (Benecke et al., 1987 ; Marsden, 1898 cités dans Almeida et al., 2002). Il est rapporté des hésitations entre les mouvements (Benecke et al., 1987 ; Weiss et al., 1997 ; Curra et al., 1997 cités dans Almeida et al., 2002) qui tendent à disparaître avec la répétition des mouvements (Roy et al, 1993 cités dans Almeida et al., 2002).

5.2.4. Mouvements complémentaires à rôles différenciés

Fagard (2001) définit les gestes bimanuels complémentaires à rôles différenciés comme des gestes coordonnés spatialement et temporellement (dévisser, planter un clou ...). Ils représentent les gestes bimanuels de la vie quotidienne, une des deux mains a un rôle plus passif de stabilisation tandis que l'autre main manipule l'objet. Après une lésion de l'aire motrice supplémentaire (AMS),

les mouvements simultanés complémentaires sont touchés (Schell et al, 1986 cités dans Fagard, 2001).

Almeida et son équipe (2002) ont étudié les coordinations bimanuelles des membres supérieurs. Les mouvements asymétriques (en anti-phase) étaient significativement déficitaires contrairement aux mouvements symétriques (en phase). Seuls les mouvements en anti-phase ont mis en évidence l'apparition de freezing. Ces difficultés peuvent être dues à une incapacité d'inhiber une tendance naturelle aux mouvements symétriques.

A l'état de nos connaissances, le type de tâche dégradant le plus les coordinations chez les parkinsoniens sont les tâches continues et asymétriques. Ces contraintes sont retrouvées aussi bien dans des habiletés globales comme la locomotion, que dans des activités manuelles. Au niveau bimanuel, cela impacte les gestes de la vie quotidienne. Enfin, des facteurs biomécaniques tels que le nombre et le type d'articulations sollicités entrent aussi en jeu dans l'altération des coordinations.

A l'issue de l'étude des différents facteurs pouvant être à l'origine d'une dégradation des coordinations chez les parkinsoniens, le prochain chapitre s'intéresse aux méthodes thérapeutiques. Quelles sont les méthodes non médicamenteuses qui améliorent les coordinations chez les parkinsoniens ?

III. REEDUCATION DES DEFICITS MOTEURS

L'objectif de la rééducation est d'améliorer la fonctionnalité du mouvement et donc la qualité de vie, mais aussi de réduire la médication (Rochester et al., 2010).

1. Approches orientées vers la tâche

1.1. Généralités sur l'indication externe

1.1.1. En condition unimodale

Dans une population saine, il est globalement montré un effet supérieur de l'indication auditive en condition unimodale par rapport à l'indication rythmique visuelle, dans la synchronisation des coordinations de membres supérieurs avec tâches de tapping par exemple (Repp et Penel, 2002, 2004; Kato et Konishi, 2006 cités dans Wright et al., 2014). Cela est aussi vrai pour les coordinations impliquant les membres inférieurs avec tâche de marche par exemple (Wright et al., 2014 ; Sejdic et al., 2012).

Dès 1987, Dunne et son équipe remarquent que la canne inversée, c'est à dire avec le manche en bas normalise la marche des parkinsoniens. Le repère visuel du manche augmente la longueur du pas, il s'agit d'un stimulus à caractère spatial. Toutefois, chez les parkinsoniens, les effets de l'indication visuelle sont plus limités que ceux de l'indication auditive rythmique à caractère temporel (Arias et Cudeiro, 2008 ; Nieuwboer et al., 2007 ; Rochester et al., 2007 cités dans Wright et al., 2014 ; Lim et al., 2005), probablement en raison de l'augmentation des demandes attentionnelles requises. En 2010, Rochester et son équipe mènent une étude portant sur 153 parkinsoniens. Ils étudient l'effet de différents type d'indication rythmiques sur les paramètres de la marche. Ils observent une amélioration des paramètres spatio-temporels de la marche aussi bien avec un indication visuelle, auditive ou kinesthésique.

Concernant les coordinations bimanuelles, Nieuwboer et son équipe (2009) mettent en évidence l'effet positif de l'indication visuelle. Ils mesurent une réduction de la variabilité lors d'une tâche de dessin à la fois répétitive et en antiphase en présence de cet indication. D'autres études (Verheul et Geuze, 2004 ; Byblow et al., 2003 cités dans Ringenbach et al., 2011) ont montré que les coordinations bimanuelles perdent de leur stabilité en l'absence d'indice visuel. L'indication auditive a toutefois plus d'efficacité que l'indication visuelle lors de coordinations bimanuelles, avec une amélioration des cycles d'écriture, de l'amplitude, et moins de variabilité (Ringenbach et al., 2011).

1.1.2. Intégration multisensorielle

Dans une population saine, lorsqu'il y a intégration multisensorielle visuelle et auditive on observe une meilleure stabilité du mouvement et une meilleure précision comparée à l'exécution du mouvement avec la seule condition auditive (Wright et al., 2014, Elliott et al., 2010 ; Ernst et Banks, 2002 cités dans Wright et al., 2014). Des informations sur la taille de l'objet ou l'endroit de l'objet améliorent la précision du mouvement (Ernst et Banks, 2002 ; Alaïs et Burr, 2004 cités dans Wright et al., 2014). Le mouvement des membres supérieurs lors d'une tâche de tapping par exemple est plus efficace lorsqu'il y a utilisation du métronome constituant un indiçage à la fois visuel et auditif (Elliott et al., 2010 cités dans Wright et al., 2014).

Toutefois, une revue de littérature menée par Lim et son équipe (2005) met en avant l'efficacité supérieure de l'indiçage auditif rythmique chez les parkinsoniens par rapport à d'autres stimulations visuelles, tactiles ou combinées (visuelle + auditive). Même si l'approche combinée peut améliorer la marche, les caractéristiques du système auditif sont plus efficaces pour deux raisons principales. D'une part le temps de réaction pour un stimulus auditif est de 20 à 50 ms, il est plus court que pour les modalités visuelles ou tactiles. D'autre part, le système auditif détecte mieux les patterns temporels rythmiques par rapport aux autres systèmes (Thaut et al., 1999).

1.2. Indiçage auditif rythmique

L'entraînement à la marche, synchronisé à un son, améliore les paramètres spatio-temporels de cette coordination chez les parkinsoniens, à savoir la vitesse, la cadence et la longueur du pas (Morris et al, 1996 ; Freedland et al., 2002; Nieuwboer et al., 2007, Hurt et al.,1998 ; McIntosh et al., 1997 ; Miller et al., 1996, Thaut et al., 1996 et 2001 cités dans Nombela et al., 2013). Si les effets de l'indiçage auditif sur le système moteur sont connus depuis 1940 (Rossignol et Jones, 1976), ils sont étudiés plus en détail depuis peu.

1.2.1. Rythme et tempo

La rééducation utilisant le rythme de la musique se base sur la connexion entre la perception auditive du rythme et les comportements moteurs. De nombreuses études récentes montrent l'impact de la musique sur l'amélioration de la marche (Arias et Cudeiro, 2008 ; Fernandez del Olmo et Cudeiro, 2003 ; Lim et al., 2005 ; Rochester et al., 2009 ; Satoh and Kuzuhara, 2008 ; Thaut et Abiru, 2010 cités dans Nombela et al, 2013).

Ce n'est pas tant la musique que le tempo qui est important. Le rythme peut être défini comme une structure des différents sons dans le temps et l'espace. Le tempo correspond à la vitesse

d'enchaînement du rythme. Les études utilisent en général le métronome ou la musique comme indiçage auditif (Thaut et al., 1996 ; McIntossh et al., 1997 ; De Bruin et al., 2010 cités dans Benoit et al., 2014).

1.2.2. Régularisation perceptivo-motrice

Dans une revue de littérature, Nombela et al. (2013) expliquent l'influence de la « perception du rythme auditif » sur le « système moteur » par un processus de régularisation entre système temporel et moteur via les formations réticulospinales. Ce couplage perceptivo-moteur, par lequel les informations auditives entraînent l'action motrice, est fonctionnel chez les parkinsoniens (Miller et al., 1996 cités dans Nombela et al., 2013). Le rythme permet l'activité sensori-motrice du réseau en contournant la boucle déficiente incluant ganglions de la base et aire motrice supplémentaire (AMS). En passant par la boucle cérébelleuse de la motricité réactive, le rythme auditif remplace donc la fonction de synchronisation interne détériorée (Debaere et al., 2003 ; Kotz et al., 2009). L'activité du lobule antérieur cérébelleux est améliorée après un mois d'entraînement basé sur le repérage extrinsèque auditif rythmique (Del Olmo et al., 2006 cité dans Benoit et al., 2014).

Au sein de cette méthode de synchronisation rythmique auditive, il existe différentes manières de procéder. Une d'entre elle consiste à entraîner le parkinsonien à son rythme puis à un rythme accéléré de 5% à 10% et enfin à un rythme accéléré de 15 à 20 % (Thaut, 2005 cité dans Nombela et al., 2013). Les résultats montrent une augmentation de la vitesse de 25%, de la longueur de foulée de 12% et de la cadence de pas de 10%. L'asymétrie a diminué dans les muscles gastrocnémien et tibial antérieur (del Olmo et al., 2006 cité dans Nombela et al., 2013) ce qui a réduit la variabilité temporelle de la démarche.

Thaut et al. (1997) ont montré que la stimulation rythmée améliorait la marche de parkinsoniens qu'elles aient un traitement L-Dopa ou non. Chez les patients sous traitement dopaminergique, l'efficacité de la méthode rythmique est meilleure lorsqu'ils sont en période dite « on », c'est à dire lorsque le traitement fait effet et que les symptômes moteurs sont réduits. Des études par EMG ont montré une diminution de la variabilité des paramètres moteurs (cadence, longueur de foulée et vitesse) améliorant ainsi le moment précoce de l'activation musculaire et la symétrie de l'activation musculaire des jambes et des bras (Fernandez del Olmo et Cudeiro, 2003, Miller et al., 1996, Thaut et al., 1998 cités dans Nombela et al., 2013). L'amélioration concernent donc les patterns de coordination de la marche (y compris le contrôle postural), mais aussi la capacité à générer des séquences de mouvements coordonnés combinant membres supérieurs et inférieurs (Thaut et Abiru, 2010 cités dans Nombela et al., 2013).

1.2.3. Individualisation du protocole

Arias et Cudeiro (2008 cités dans Nombela et al, 2013) ont rapporté des bénéfices chez tous les patients de leur étude, mais ils ont constaté un maximum d'effet chez les parkinsoniens les plus atteints. Rochester et son équipe (2009) ont regardé l'effet du métronome sur la marche de parkinsoniens non déments, mais aussi sur la marche de parkinsoniens avec des troubles cognitifs modérés (MMS entre 20 et 25), et enfin sur celle de personnes démentes non parkinsoniennes. Finalement, l'utilisation du métronome améliore d'autant plus la marche (vitesse et longueur d'enjambée) chez les parkinsoniens avec troubles cognitifs, mais uniquement en simple tâche. Chez les patients parkinsoniens sans trouble cognitif, l'amélioration est aussi nette en simple tâche qu'en double tâche (porter un objet en marchant). Par contre chez les personnes démentes non parkinsoniennes il n'y a pas d'amélioration des paramètres spatio-temporels de la marche.

D'autres études montrent que l'indication rythmique semble perdre de sa valeur thérapeutique lorsqu'il devient cognitivement plus exigeant (Del Olmo et Cudeiro, 2005 ; Ebersbach et al., 1999 ; Brown et al., 2009 cités dans Nombela et al, 2013). Enfin, un indication auditif non adapté au tempo moteur de l'individu peut montrer des résultats défavorables au patient.

L'efficacité de la méthode de synchronisation rythmique auditive dépend donc de caractéristiques individuelles telles que la sévérité de la maladie, la présence ou non de troubles cognitifs, et l'adaptation au tempo moteur du patient.

1.2.4. Coordinations bimanuelles

La rééducation des coordinations par l'indication rythmique auditif n'est pas seulement bénéfique dans le cadre de la marche, elle l'est aussi pour les coordinations manuelles. Parmi elles, on peut citer les coordinations unimanuelles continues et/ou séquentielles (Freeman et al, 1993 ; Horstink et al. 1990 cités dans Almeida et al., 2002), ainsi que l'écriture (Oliveira et al, 1997 ; Cunnington et al., 1999 cités dans Almeida et al, 2002). Concernant les coordinations bimanuelles, quelques études montrent une réduction de la variabilité pour des mouvements en phase (Johnson et al., 1998, cités dans Ringenbach et al., 2011). Selon Ringenbach et al. (2011), les études traitant des effets de l'indication rythmique sur des tâches motrices ont toutefois porté principalement sur la locomotion. Or, améliorer les fonctions motrices des membres supérieurs permet d'améliorer la qualité de vie des parkinsoniens. La grande majorité d'entre eux déclarent avoir des «mains maladroites» pour s'habiller, manger, écrire (Jankovic, 1987 cité dans Ringenbach et al., 2011).

L'utilisation d'indices externes rythmiques, notamment auditif, améliorent les coordinations

chez les parkinsoniens. Cela nécessite néanmoins de l'entraînement.

1.3. Apprentissage procédural

Il existe deux types d'apprentissage : l'apprentissage procédural, implicite, et l'apprentissage déclaratif, explicite. L'apprentissage procédural consiste en l'acquisition progressive d'une habileté motrice ou cognitive. Cette habileté s'acquiert par exposition répétée d'une activité (Cohen et Squire, 1980 cités dans Gutierrez, 2015). L'apprentissage se traduit par une diminution du temps de réaction et une amélioration de la précision dans les réponses. Il suit plusieurs étapes. Au départ l'amélioration de la réponse est importante, puis elle ralentit. Ensuite l'activité est stoppée pour permettre la consolidation de l'apprentissage. Il s'en suit une phase d'automatisation de l'activité où le sujet n'est plus obligé d'allouer autant de ressources attentionnelles qu'au début pour réaliser l'activité. L'étape ultime est celle de maintien, la mise en œuvre de l'activité est alors possible après une longue période de non utilisation.

Selon Doyon et al. (2013) il existe une double dissociation fonctionnelle entre la boucle cortico-striato-thalamo-corticale atteinte dans la MPI et la boucle cortico-cérébello-thalamo-corticale atteinte dans le syndrome cérébelleux. Les parkinsoniens auraient des difficultés pour apprendre une séquence motrice, mais pourraient réaliser des adaptations visuo-motrices (atteindre une cible) qui recrutent la boucle cérébelleuse. Les résultats concernant les possibilités d'acquérir de nouvelles compétences automatiques malgré le dysfonctionnement des ganglions de la base avec la MPI sont controversés. La méta-analyse de Siegert (2006 cité dans Rochester et al., 2010) affirme que l'apprentissage procédural est altéré. Pour Sarazin et son équipe (2002) cela est à mettre en lien avec l'altération de la boucle cognitive. D'autres études indiquent que l'apprentissage d'une séquence motrice est peu perturbé (Pascual-Leone et al., 1993; Sommer et al., 1999; Seidler et al., 2007 ; Stephan et al., 2011 cités dans Gutierrez, 2015). Enfin, des études montrent la préservation de cet apprentissage (Exner et al., 2002; Werheid et al., 2003; Smith et al., 2001; Kelly et al., 2004 cités dans Gutierrez, 2015). Pour certains l'apprentissage serait existant mais atténué par rapport aux groupes contrôles (Wu et Hallet, 2008 ; Wilkinson et Jananshani, 2007 ; Mentis et al., 2003 ; Carbon et Eidelberg, 2006 cités dans Rochester et al., 2010). La disparité des résultats de ces études peuvent être liés à différents facteurs : d'une part, le niveau de sévérité de la maladie (Doyon et al., 1997 ; Muslimovic et al., 2007 et Stephan et al., 2011 cités dans Gutierrez, 2015), d'autre part la complexité et la nature de la tâche, et enfin l'absence de feedback par rapport aux erreurs commises (Dominey et al., 1997 cités dans Gutierrez, 2015).

Dans tous les cas, les performances des parkinsoniens, en terme d'apprentissage procédural, sont inférieures à celles de sujets contrôles (Osman, 2008 cité dans Innocent Mutuel, 2016 et Doyon et

al., 2009). Les premières phases d'apprentissage seraient préservées mais l'automatisation et la rétention seraient plus déficitaires que pour des groupes contrôle (Doyon et al., 1998; Wu and Hallet, 2008; Wilkinson and Jananshanhi, 2007; Muslimovic et al., 2007 cités dans Rochester et al., 2010). Toutefois, des études montrent que la personne parkinsonienne est capable de réaliser un apprentissage perceptivo-moteur et de le mémoriser à long terme (Jessop et al., 2006; Mak and Hui-Chan, 2008). Pour Smiley-Oyen et son équipe (2006), les parkinsoniens ont accès à l'apprentissage procédural morphocinétique sans finalité (séquences de postures réalisées plus rapidement et avec moins d'erreurs), mais aussi à l'apprentissage topocinétique impliquant une finalité (amélioration de la vitesse de boutonage). Toutefois, la rétention est meilleure dans le premier cas. Pour la motricité topocinétique se pose la question du temps de consolidation car l'amélioration n'est visible que 3 semaines après l'apprentissage.

Pour Verschueren et son équipe (1997), les conditions améliorant les coordinations bimanuelles sont aussi celles qui améliorent l'apprentissage moteur. Dans leur étude expérimentale à partir de leviers, il s'agit de conditions avec des feedback visuel augmentés.

2. Approches orientées vers les processus

2.1. Stratégies en situation de double tâche

La double tâche implique le contrôle cognitif d'une tâche concurrente à la marche par exemple. Une revue de littérature de Kelly et al. (2011) répertorie les études ayant montré un effet des méthodes de réhabilitations sur les situations de double tâche lors de la marche. Parmi elles, on retrouve les méthodes d'indication externe. Dans une étude portant sur 153 parkinsoniens, Rochester et son équipe (2010) mettent en évidence l'effet positif d'un entraînement à la marche indiquée pendant trois semaines (trois fois trente minutes par semaine). L'indication est visuelle, auditive ou kinesthésique. Après entraînement, les paramètres spatio-temporels se sont améliorés aussi bien en simple tâche qu'en double tâche. Ainsi, cet entraînement améliore aussi l'exécution de tâches complexes. De plus, six semaines après l'intervention, on observe un maintien de la performance cognitive.

Porter son attention sur les paramètres de la marche est une autre technique cognitive pour améliorer la marche dans la MPI (Canning et al., 2005 ; Behrman et al., 1998 ; Morris et al., 1996 cités dans Kelly et al., 2011). Cela peut par exemple passer par des consignes verbales comme « faire de grands pas ». Toutefois l'impact de ces techniques sur la marche en double tâche est plus controversé. Certaines études y voient un bénéfice (Canning et al., 2005) et d'autres non (Lohnes et Earhart, 2011 cités dans Kelly et al., 2011). Dans une situation de marche en double tâche, les

parkinsoniens auraient tendance à porter leur attention sur la tâche concurrente plutôt que sur la marche (Bloem et al., 2006 cités dans Kelly et al, 2011). Ainsi, les entraîner à porter leur attention sur la marche en situation de double tâche améliore les paramètres spatio-temporels de la marche (Canning et al., 2005 ; Fok et al., 2010 cités dans Kelly et al, 2011) et ne dégrade pas les performances de la seconde tâche (Brauer et Morris, 2010 cités dans Kelly et al, 2011). Pour les auteurs des études, l'amélioration de la marche en situation de double tâche serait liée à l'entraînement à la marche qui s'automatise et qui requière de moins en moins d'attention (Kelly et al., 2011). Une des difficultés de la recherche au sujet de la double tâche au cours de la marche porte sur la validité des tests qui mesurent la double tâche.

Pour Brown et Jahanshahi (1998), lors d'une double tâche motrice manuelle, les parkinsoniens ont plus de difficultés sur la tâche n'ayant pas de guidage visuel (tapping), alors que leurs performances s'améliore avec le guidage visuel (placement des chevilles). Leur étude met aussi en évidence une amélioration des performances de dextérité manuelle (placement des chevilles) en double tâche par rapport à une tâche simple. Ils émettent l'hypothèse que trop de concentration sur une tâche peut diminuer la performance, il ne faudrait ni une attention trop faible, ni trop forte pour obtenir une performance optimale. Ainsi la double tâche de tapping dans l'étude permettrait de rétablir le niveau d'attention optimal sur la tâche de placement de chevilles. Une autre hypothèse serait celle de la tendance à la synchronisation des mouvements (Klapp, 1979 cité dans Brown et Jahanshahi, 1998).

2.2. Transfert et généralisation

Les capacités d'apprentissage, mais aussi de transfert et de généralisation sont préservées chez les patients parkinsoniens (Abbruzzese, 2015, cité dans Innocent Mutuel, 2016). Il peut s'agir de généralisation de l'apprentissage à d'autres tâches proches ou éloignées, ou à d'autres situations, voire à d'autres processus.

Kakar et son équipe (2013 cité dans Innocent Mutuel, 2016) ont montré que des parkinsoniens peuvent acquérir le lancer de fléchettes sur cible après 50 essais et que dès le lendemain l'habileté peut être reproduite dans des conditions différentes.

Concernant les coordinations indicées rythmiquement, des études montrent des effets au-delà de l'entraînement. Les sujets continueraient à marcher plus vite et avec des pas plus longs même en l'absence du stimulus rythmé (Hurt et al.,1998 ; McIntosh et al., 1997; Miller et al., 1996 ; Thaut et al., 2001 ; Rochester et al., 2009, 2010 ; Nieuwboer et al., 2009a cités dans Nombela et al, 2013). Oliveira et son équipe (1997) ont montré que comme pour la marche, l'effet sur la micrographie persiste sans indiçage. Certaines études rapportent une perte des effets de la rééducation au-delà de

la cinquième semaine (Thaut et al., 2001 cités dans Benoit et al. 2014) avec une détérioration considérable presque aux valeurs de pré-test 12 semaines après l'intervention (Nieuwboer et al., 2001 in Benoit et al. 2014). D'autres études indiquent des bénéfices stabilisés au-delà de 5 semaines (Marchese et al., 2000, Lehman et al., 2005 cités dans Benoit et al. 2014).

Chez les parkinsoniens, l'entraînement à la marche avec un indiçage rythmique a aussi montré une amélioration des processus temporels. Cette amélioration porte sur le « timing explicite moteur » (Coull et Nobre, 2008) avec une amélioration de la synchronisation et de l'adaptation lors de changement de rythme), ainsi que sur le « timing explicite perceptif » avec une meilleure discrimination des durées et des changements de rythmes. Les effets ont perduré un mois après l'arrêt du protocole (Benoit et al., 2014 ; Dalla Bella et al., 2015). Ainsi, l'entraînement à des coordinations synchronisées à un indiçage rythmique n'améliore pas seulement le contrôle moteur, mais il améliore plus généralement la performance dans toutes autres tâches impliquant la synchronisation perceptive et motrice.

PARTIE PRATIQUE

IV. ORGANISATION DE LA PRATIQUE

1. Hypothèse

Les coordinations sont atteintes chez les parkinsoniens. L'entraînement et la répétition d'une tâche motrice améliorent la dite tâche motrice. Chez les parkinsoniens cela est facilité et amélioré par la synchronisation perceptivo-motrice. L'indication rythmique externe, notamment auditif, a fait ses preuves. De plus, des capacités d'apprentissage procédural demeurent, ainsi que des capacités de transfert à d'autres situations ou à d'autres tâches.

La rééducation portant sur la synchronisation entre l'acte moteur et l'indication externe a été beaucoup plus étudiée au niveau de l'acte moteur de locomotion qu'au niveau des coordinations bimanuelles. De plus, il s'agit de la plainte d'une patiente parkinsonienne rencontrée en EHPAD. Au delà de sa lenteur générale, cette personne se plaint d'avoir des difficultés pour couper sa viande. C'est pourquoi la partie pratique de ce mémoire s'intéresse plus particulièrement aux coordinations bimanuelles.

Plusieurs questionnements émergent.

- l'entraînement d'un parkinsonien à des coordinations bimanuelles, en synchronisation avec un indication rythmique, permet-il d'améliorer la stabilité et la fluidité de son geste (vitesse, pression) ?
- les bénéfices sont-ils possibles chez une personne parkinsonienne qui est âgée et qui a des troubles cognitifs ?
- y a-t-il généralisation des bénéfices à d'autres coordinations manuelles telles que dessiner un cercle en continu, écrire, couper sa viande, boutonner sa veste ?

Compte tenu d'une part, du lien entre la perception sensorielle d'un rythme (notamment auditive) et le système moteur et, d'autre part, des capacités de transfert préservées chez les parkinsoniens, on peut supposer que l'entraînement à des coordinations bimanuelles, sans finalité apparente, améliore la stabilité et la fluidité du geste et que ces bénéfices se généralisent à d'autres coordinations.

2. Protocole d'évaluation

2.1. Recueil d'informations

L'évaluation débute par un recueil des informations disponibles sur le patient : anamnèse, antécédents, pathologies en cours, traitements médicamenteux, évaluations gérontologiques.

2.2. Définition d'une ligne de base

Dans le cadre d'un protocole à cas unique, des critères objectifs et quantifiables sont définis. La progression de ces indicateurs va nous permettre de confirmer ou d'infirmier notre hypothèse de départ. En d'autres termes, ils vont nous montrer si la prise en charge a un impact sur la stabilité et la fluidité du geste. Les mesures sont prises avant de commencer la prise en charge, c'est la ligne de base (phase A), puis tout au long du traitement (phase B). Lorsque la prise en charge est terminée on observe de nouveau ces indicateurs (seconde phase A). On pourra conclure au succès de la prise en charge si les mesures s'améliorent en phase B, puis qu'elles reviennent au niveau de la ligne de base en l'absence de prise en charge (seconde phase A). Il s'agit d'un protocole à cas unique A – B – A.

Une tablette graphique a été utilisée pour mettre en évidence de manière objective les paramètres spatio-temporels du geste. Le logiciel enregistre une mesure tous les 8 centièmes de secondes. Plusieurs critères d'évaluation ont été retenus : la vitesse du geste, sa pression, et sa variabilité. Ces éléments nous sont fournis par logiciels. La variabilité est analysée au travers d'une tâche graphique de tracé d'un cercle en continu. Le pattern de mouvement du cercle est obtenu par le rapport x/y rapporté à un cercle trigonométrique. Plus la valeur obtenue est constante plus l'écart-type est réduit et plus le mouvement est stable. Un écart-type qui diminue au cours du temps indique un mouvement de plus en plus stable.

Les gestes à réaliser sur tablette graphique ont été déterminés grâce à la littérature. Finalement trois épreuves constituent le protocole de la ligne de base. Elles seront reprises pendant la phase de traitement, puis à l'issue de la prise en charge. Elles sont toutes réalisées sur la tablette graphique.

Il a fallu veiller à limiter la multiplication des tâches et la complexité afin que le protocole ne soit ni trop long, ni trop coûteux en énergie attentionnelle. Il dure environ trois minutes.

2.2.1. Cercle horaire et antihoraire

Teulings (2002) met en évidence la dépendance aux informations visuelles chez les personnes atteintes de la MPI. Lors de tâches d'écritures avec feedbacks distordus, les parkinsoniens accentuent les distorsions, et cela beaucoup plus que des personnes non malades. Les jeunes par

exemple sont capables de faire appel à la mémoire du geste, et les personnes âgées sans pathologie ont des distorsions mais moins importantes que les parkinsoniens.

Les indicateurs de la ligne de base doivent mettre en évidence des dysfonctionnements, c'est pourquoi il a été décidé de ne pas renvoyer de feedback graphique lors des tâches d'écriture sur la tablette graphique.

Teulings (1997) rapporte que les mouvements obliques de va-et-vient impliquant la coordination des doigts et du poignet sont plus variables que les mouvements réalisés à l'aide soit du poignet (mouvements horizontaux) ou des seuls doigts (mouvements verticaux). La variabilité de la trace augmente avec le nombre de degrés de liberté à coordonner. De plus, les parkinsoniens ont plus de difficultés sur le bouclage en sens horaire qu'en sens anti-horaire.

Dounskaia et son équipe (2009) mesurent la variabilité du mouvement en ligne oblique vers la droite et en ligne oblique vers la gauche. Ils montrent que le mouvement le plus déficitaire est celui qui va vers la gauche. La dégradation du mouvement est d'autant plus importante que la vitesse augmente. En effet, ce mouvement implique des mouvements de coordination entre le poignet et les doigts. Or, les parkinsoniens ont tendance à tendre vers des mouvements simultanés de flexion-extension des doigts et du poignet. C'est ce qui explique aussi que lorsqu'il s'agit de tracer un cercle en continu, ce dernier a tendance à se déformer en ligne oblique vers la droite.

Les personnes atteintes de la MPI ont donc une capacité réduite pour coordonner les doigts et le poignet.

Ainsi, il sera demandé à la patiente de dessiner des cercles, en continu. Les cercles sont réalisés en sens horaire, puis en sens antihoraire.

Une contrainte de vitesse est ajoutée car elle majore le déficit (Dounskaia, 2009). Almeida (2002) indique une différence significative entre les personnes malades de MPI et le groupe contrôle à partir d'une fréquence de 1,75 hertz. Dounskaia (2009) enregistre une différence à 3 hertz.

La consigne adressée est la suivante : « Tracez des cercles en continu, toujours au même endroit, le plus rapidement possible, jusqu'à ce que je vous dise de vous arrêter ».

La consigne est accompagnée d'une démonstration.

Seule la main dominante est évaluée, et la tâche dure environ 20 secondes.

2.2.2. *Écriture*

L'écriture est intéressante car elle fait appel à des mouvements automatisés. Il s'agit d'un

acte de coordination entre des mouvements rythmiques des doigts et du poignet. Pour faire varier la complexité de cette coordination, Teulings (1997) utilise les motifs d'écriture suivants : « ljielije » dans ses études. Ces lettres impliquent différentes coordinations des doigt, poignet, et du bras. Ainsi, pour le protocole une phrase impliquant ces lettres a été retenue : « Une jolie fleur ».

La consigne est la suivante : « Écrivez : une jolie fleur ».

2.2.3. *Tempo moteur spontané*

Faute de moyens matériels, il n'est pas possible de mesurer les différents processus temporels. Le seul critère évaluable avec la tablette graphique est le tempo moteur spontané. Il correspond au rythme préféré, propre à chaque individu. Pour Delevoeye-Turrel et Dione (2014), il s'agit du timing implicite émergent qu'on observe dans la marche ou lors d'applaudissements.

La consigne est la suivante : « Battez le rythme en pointant le crayon, au rythme qui vous convienne le mieux, l'important est de conserver le même rythme, je vous dirai quand vous arrêter ».

2.3. Évaluation avant et après la rééducation

2.3.1. *Tests standardisés*

L'Examen Géronto-Psychomoteur (EGP) donne un aperçu global des compétences et difficultés de la personne âgée dans le but d'établir un projet thérapeutique adapté. Il permettra également de mesurer la progression des troubles et/ou les effets de la prise en charge grâce à des retests. Cet examen comporte 17 items mesurant l'équilibre, les coordinations motrices, le tonus, la connaissance des parties du corps, la vigilance, les praxies, les perceptions, la mémoire verbale et perceptive, la sphère spatio-temporelle et la communication.

Cette évaluation a été complétée par des tests mesurant l'équilibre statique et dynamique. Ainsi, le test de Tinetti évalue le risque de chute. Le « Ten meters walk » mesure la vitesse de marche et la longueur des pas. Le « Stop walking when talking » mesure la capacité de marche en double tâche.

D'autres tests portent plus spécifiquement sur la motricité des membres supérieurs. Ainsi, le « Purdue pegboard » met en évidence le niveau de dextérité manuelle et digitale, les différences d'utilisation de chaque main et la capacité ou non des membres supérieurs à travailler simultanément.

Les figures réalisées sont micrographiques (cf. annexe 1). L'écriture est conservée mais elle est plus tremblante qu'en 2013.

Connaissance des parties du corps. Jeanne a une bonne somatognosie. Elle parvient à identifier toutes les parties du corps manquantes, mais ne réussit pas à distinguer le personnage de dos ou de face. La nomination et la localisation des parties de corps ne lui posent quasiment aucun problème.

Sphère spatio-temporelle. Les repères spatiaux sont préservés dans l'ensemble. Cependant, elle ne peut restituer une suite d'objets longue. Concernant les 2 items de l'épreuve de latéralité sur des objets, elle mettra du temps à trouver la réponse du premier item et échouera le second item. Pour ce qui est des repères temporeux, Jeanne est en difficulté. Elle connaît sa date de naissance, mais la date du jour n'a pas été enregistrée malgré l'encodage écrit. Elle est incapable de lire l'heure. On note une dégradation par rapport à 2013 où les épreuves spatio-temporelles avaient été réussies.

Mémoire et perception. D'importants troubles mnésiques sont révélés au niveau de la mémoire perceptive et verbale. Le rappel différé des positions et des mots est impossible, même en reconnaissance. Par rapport à 2013, on note une dégradation importante de la mémoire verbale. La mémoire perceptive était déjà chutée en 2013. En ce qui concerne la perception, elle identifie sans problème les formes et les couleurs, ainsi que les images. Elle reconnaît la mélodie et la fredonne. Elle réussit l'épreuve de stéréognosie. Elle identifie et remet correctement dans l'ordre l'histoire séquencée. En revanche, elle ne peut reproduire les plus longues séquences rythmiques. La lecture est pénalisée par la lenteur et elle commet une erreur. Elle manifeste de l'impulsivité à l'épreuve de stéréognosie.

- *Tinetti et chutes*

Elle obtient un score de 22/28 en novembre 2016, sans aide technique. Le risque de chute est élevé. Ses capacités d'équilibre se sont dégradées depuis 2013. Les pas sont discontinus lors du tour à 360°. Au cours de la marche le polygone de sustentation est élargi et le tronc penche sur le côté. Il y a absence de ballant des bras. Lors du transfert en position assise, elle se laisse tomber. Depuis 2012, 4 chutes sont enregistrées : 2 en 2013 et 2 en 2014. Les chutes ont eu lieu à l'extérieur de la chambre (au moment de monter dans l'ascenseur) et dans sa chambre au cours de la marche pour se rendre dans la salle de bain.

- *Ten meters walk*

Sa vitesse de marche (0,42m/seconde) et la longueur de ses pas (34 cm) la situent dans la moyenne basse de son âge : - 1,2 DS pour la vitesse et - 1 DS pour la longueur de pas. En revanche elle a une vitesse de marche beaucoup plus rapide que ce qui est observé dans une population

parkinsonienne (n=37) où la vitesse moyenne est de 0,18 m/sec et la valeur maximale est de 0,25m/sec (Steffen et Serey, 2008 cités dans Parera et al, 2006).

- *Stop walking when talking*

Jeanne s'arrête de marcher pour parler.

- *Écriture*

L'écriture d'une longue phrase qu'elle invente met en évidence la bradyphrénie ainsi que des difficultés mnésiques et langagières. Elle fait des pauses à plusieurs reprises, elle indique ne plus savoir comment écrire, elle oublie le mot « demain ». Elle fait plusieurs fautes d'orthographe : «Haujourn'hui il ne fait pas beau peut etre nous auront le soleil» On ne relève pas de signes de micrographie.

- *Purdue pegboard*

Le purdue pegboard met en évidence une dégradation des performances au cours des essais. La somme des épreuves « Main Dominante + Main non dominante + 2 mains » passe de -1,2 DS, à -1,4 DS au second essai pour finir à - 1,8 DS. On remarque une dégradation de la performance au fil des épreuves. La dégradation est plus importante du côté gauche. Le 1^{er} essai à gauche donne un score de -1,1 DS comme pour la main droite dominante. Puis, le second essai donne -1,6 DS contre -0,7 DS pour la main droite. Enfin le dernier essai donne un score de -1,9 DS à gauche contre -1,6 DS à droite. Le geste est nettement plus lent à gauche. Il s'agit de l'hémicorps atteint par la MPI et il s'agit aussi du côté non dominant de Jeanne qui est droitrière.

Proud et Morris (2010) font passer les deux premières épreuves du Purdue Pegboard auprès de 22 parkinsoniens de 50 à 85 ans, sous médication, avec des résultats aux MMSE supérieurs à 24. Les parkinsoniens placent en moyenne 11 chevilles en 30 secondes en simple tâche, le 25^{ème} percentile se situe à 9 et le 75^{ème} percentile à 12. Ces scores sont significativement différents de ceux du groupe contrôle. De la même manière Brown et Jahanshahi (1998) montrent qu'en condition unimanuelle, comme en condition bimanuelle, les scores moyens de 40 parkinsoniens, avec un MMSE supérieur à 24, mais dont la moyenne d'âge se situe autour de 60 ans (38 à 77 ans), sont significativement moins élevés que ceux du groupe contrôle. 15,7 chevilles sont placées en moyenne en unimanuel contre 29,2 pour le groupe contrôle ; et 10, 5 en bimanuel contre 23, 8 pour le groupe contrôle. En comparaison à ces résultats, Jeanne se situe bien en dessous des résultats de ces groupes de parkinsoniens car elle enregistre un score moyen de 7 chevilles en 30 secondes avec la main dominante et de 5,5 avec la main gauche. Lors de l'épreuve des « 2 mains », Mme H. place en moyenne 3,5 paires de chevilles, soit 7 chevilles en 30 secondes. Mme H est dans l'incapacité de

réaliser l'épreuve avec les 2 mains de manière simultanée, elle prend une tige avec sa main droite puis avec l'autre, pose d'abord la tige de la main droite puis celle de la main gauche.

Lors des épreuves des « 2 mains » et « d'assemblage » la main droite vient à quelques reprises aider la main gauche. Compte tenu des difficultés de mémoire de travail, l'épreuve d'assemblage est réalisée sous consigne verbale et non cotable.

Brown et Jahanshahi (1998) montrent une corrélation entre le niveau de dégradation de dextérité digitale et la sévérité de la maladie, mais pas de corrélation entre le niveau de dextérité digitale et le niveau de médication.

○ *Séquences motrices manuelles de la Nepsy II*

Une épreuve de reproduction de séquences motrices manuelles (Nepsy II, cf. annexe 3) montre que les coordinations unimanuelles sont possibles uniquement avec des séquences inférieures ou égale à deux gestes. Seules les séquences motrices (2 et 3) « poing puis paume » sont possibles, elles sont réalisées avec la main droite (D.), puis avec la main gauche (G.). Pour la séquence unimanuelle de 3 gestes (7 et 8), Jeanne ne peut reproduire que 2 des gestes : « poing puis côté », elle omet le geste du milieu « paume ». On note des syncinésies d'imitation à gauche quand elle effectue le geste à droite.

A deux mains, elle parvient à réaliser la première séquence « les 2 poings en même temps » après plusieurs essais. Au début on observe une dyschronométrie entre les 2 gestes qui sont censés être simultanés. Lorsqu'elle répète le geste, sans modèle et donc sans indiçage, on note une variabilité importante du rythme. Elle parvient aussi à faire le « clapping + 2 paumes » (séquence n°4). On note le tremblement de ses mains lors du clapping. Pour les autres séquences, « clapping + poing d'un côté et paume de l'autre », elle arrivera à faire le poing et paume mais gardera la main en poing pour claquer les mains (séquence n°5 et 6). Elle adopte un rythme très rapide pour le faire. Elle ne pourra changer de sens, c'est à dire que pour la séquence motrice inverse elle gardera la main gauche en poing. A la séquence n° 9 « poing D puis poing G puis paume D puis paume G », elle ne peut changer de programme moteur, elle garde le même programme pour chaque main : poing à D. et paume à G. Pour la séquence n°10 « poing D et paume G puis Paume D et poing G », elle ne peut réaliser simultanément le poing d'un côté et la paume de l'autre, elle le fait en décalé dans le temps. Les 2 dernières séquences n° 11 et 12 sont impossibles à reproduire même avec modèle.

Ce test met en évidence l'atteinte neurologique (syncinésie), les difficultés de mémoire de travail, de planification, de flexibilité, d'exécution de gestes simultanés, des tremblements d'action, et une accélération du rythme d'exécution.

ou physique. D'après la neuropsychologue, l'anxiété et l'agitation de Jeanne ont reculé depuis 2015 au profit de comportements plus apathiques avec une personnalité dépressive sous jacente.

En résumé, Jeanne a gardé une bonne autonomie. Les symptômes moteurs de la MPI sont peu visibles par l'entourage. Elle ne tremble pas, sa vitesse de marche est dans la norme, et il n'y a pas d'enrayage cinétique. Néanmoins, dans le quotidien, les difficultés sont présentes et vécues comme telles. Couper sa viande est difficile, se laver le dos ainsi qu'agrafer le soutien gorge requièrent de l'aide.

Sur le plan cognitif et comportemental, les données font état d'une évolution vers une démence mixte associant démence parkinsonienne (syndrome dysexécutif important avec préservation des fonctions instrumentales) et altération hippocampique à stade léger (trouble mnésique de stockage et désorientation temporelle). D'autres éléments observés lors du bilan puis lors des séances peuvent témoigner de dysfonctionnements non directement liés à la MPI. Il s'agit notamment de tremblements des doigts lors d'activités de précision et de l'accélération du rythme moteur de certaines coordinations notamment lors du tempo spontané. Il peut s'agir de signes neurologiques doux et donc d'une atteinte plus large que la seule maladie de Parkinson idiopathique.

4. Protocole de prise en charge

Voici les caractéristiques de la méthode de traitement supposée améliorer la fluidité du geste chez Jeanne, une personne âgée atteinte de la maladie de Parkinson avec des troubles cognitifs.

4.1. Caractéristiques des coordinations bimanuelles

Les coordinations proposées en prise en charge mobilisent différents segments corporels et articulations : épaule, bras, coude, avant bras, poignet, main, doigts, et articulations des doigts.

Il s'agit d'habiletés « fermées » (Schmidt, 1993), c'est à dire d'habiletés pour lesquelles les conditions d'exécution sont stables et pour lesquelles la production motrice est stéréotypée.

4.1.1. Gestes complémentaires à rôles différenciés

Selon la classification de Fagard (2001), une partie des coordinations travaillées peuvent être qualifiées de « complémentaires à rôles différenciés » et coordonnées spatio-temporellement. Pour Fagard, ces coordinations représentent tous les gestes bimanuels de la vie quotidienne, une des deux mains ayant un rôle plus passif de stabilisation tandis que l'autre main manipule l'objet. Dans notre étude, une main saisit un objet et le transfère, et l'autre main réceptionne cet objet.

4.1.2. Des coordinations synchronisées

Ces coordinations s'effectuent à deux. Les deux personnes sont face à face, en interaction. Ainsi, le thérapeute constitue le feedback central, c'est à dire qu'il renvoie au patient une information sur l'écart entre le but qu'il a à atteindre et sa performance réelle. Le thérapeute donne plusieurs informations externes. Tout d'abord, il donne le rythme de la coordination visuellement, auditivement et tactilement. De plus, il donne le modèle de ce qu'il faut faire au patient. Le patient doit alors réaliser la coordination bimanuelle de manière synchronisée avec le thérapeute.

Le rythme des deux partenaires ne peut être simultané qu'à condition qu'ils effectuent les mêmes mouvements. Pour cela ils doivent avoir une posture identique. Les bras sont placés le long du corps, les deux avant-bras sont positionnés à 90°, et les paumes de main sont tournées vers le ciel. Il s'agit de la posture de base.



Posture de base

4.1.3. Finalité des coordinations

Il a été dit précédemment que ces coordinations n'avaient pas de finalité fonctionnelle à proprement parlé, elles n'ont effectivement pas d'utilité dans la vie de tous les jours. Néanmoins elles ont une finalité lors des séances. Il s'agit d'habiletés manipulatoires. Des objets permettent une médiation entre les deux personnes et donnent une finalité aux mouvements. Ainsi, des sacs lestés de 22 grammes sont passés d'une main à l'autre. Des mouvements distaux de préhension et de réception sont donc associés aux coordinations des membres supérieurs.

4.1.4. Deux formes principales : le rectangle et l'ovale

Deux types de coordinations sont différenciés en fonction de leurs caractéristiques spatiales et de la présence ou non de contrôle visuel.

Tout d'abord, on exerce les coordinations correspondants à la forme appelée « rectangle ». Elles supposent différents mouvements (cf. figure n°1) qui se déroulent devant chaque individu :

- mouvements de transfert d'une des mains du patient à son autre main dans un plan frontal, il y a ici passage de l'axe céphalo-caudal par un mouvement croisé du bras (A),
- mouvements de transfert d'une des mains du patient à la main du thérapeute qui se trouve en face dans un plan sagittal (B).

Chaque mouvement est associé à un mouvement de rotation du poignet.

Puis, on exerce la coordination correspondant à la forme appelé « ovale ». Elle suppose différents mouvements dont une partie s'effectue derrière le dos (cf. figure n°2). Voici les mouvements :

- mouvements de transfert d'une des mains du patient à son autre main dans le dos et donc dans un plan sagittal (C). Il y a ici absence de contrôle visuel. C'est aussi le seul moment où les mouvements des membres droits et gauches sont symétriques et simultanés.
- mouvements de transfert d'une des mains du patient à la main du thérapeute en face, dans un plan sagittal (D).

Figure n°1. Représentation de la forme « rectangle » en pratique



Représentation de la forme « ovale » en pratique



Légende :

- ▶ : mouvements interactifs avec l'autre
- - -▶ : mouvements entre ses propres mains

4.1.5. Des coordinations sérielles répétées

Les coordinations sont sérielles, c'est à dire qu'elles comprennent plusieurs mouvements avec un début et une fin. Elles sont répétées une dizaine de fois. Il s'agit d'entraîner Jeanne aux coordinations bimanuelles dans le but d'améliorer la stabilité et la fluidité de son geste. Nous observons aussi les effets d'apprentissage procédural.

4.1.6. Dans les deux sens

Les coordinations sont effectuées dans le sens horaire puis dans le sens antihoraire, cela permet de faire travailler différents muscles et de travailler les transitions ainsi que l'adaptation motrice et la flexibilité.

4.2. Facilitations et complexifications

4.2.1. Indiçages externes

La méthode repose sur le fait que l'action motrice soit facilitée par le couplage perception-action chez les parkinsoniens. Les processus temporels explicites permettant la synchronisation sont touchés avec la MPI, mais l'indiçage rythmique notamment auditif permet de contourner la boucle striato-thalamo-corticale dysfonctionnelle en passant par la boucle cérébello-thalamo-corticale. Aussi, cette méthode repose sur l'indiçage rythmique. Cet indiçage intègre différentes modalités sensorielles. Il est à la fois auditif, visuel, kinesthésique et tactile. En effet, les sacs lestés sont transférés de main en main et l'idée est de « claquer » le sac dans la main de l'autre, ce qui donne un rythme auditif.

Le feedback visuel est donné par le thérapeute. Jeanne et le thérapeute doivent se synchroniser pour exécuter les gestes de manière simultanée.

Différentes facilitations sont testées. Au niveau visuel, le thérapeute bouge la main dans laquelle le sac doit être déposé afin d'attirer le regard à cet endroit. On suppose que la forme « rectangle », pour laquelle il y a un contrôle visuel, est plus aisée que la forme « ovale » qui passe dans le dos. Au niveau auditif, le rythme est donné vocalement par le thérapeute avec la répétition d'un son simple « pam » ou double « pam pam ». Le mouvement est synchronisé avec chaque son simple « pam », ou bien avec un son sur deux lorsque le verbe est doublé « pam pam », un des deux sons permet alors la préparation du mouvement. D'autres méthodes sont testées telles que l'utilisation d'une musique rythmée ou d'un métronome.

4.2.2. Nombre d'objets

Les coordinations s'effectuent avec un sac lesté ou deux sacs lestés. Avec un seul sac lesté, les partenaires alternent les mouvements. Avec deux sacs lestés les partenaires sont continuellement en mouvements. On peut supposer que travailler avec deux sacs soit plus compliqué.

4.2.3. Double tâche

Compte tenu de l'altération de la motricité automatique et de l'attention que nécessite des actes moteurs simples, la pratique a été simplifiée. Aussi, les coordinations se sont pratiquées assis.

4.2.4. Autres fonctions cognitives

Il est demandé à Jeanne si les mouvements lui évoquent des représentations mentales particulières. Ces images mentales sont ensuite reprises pour faciliter la mise en place ou le maintien du mouvement. D'autre part, on a supposé que le changement de sens des coordinations, une fois en sens horaire puis en sens antihoraire, permette de travailler la flexibilité mentale. Des complexifications sont envisagées, comme par exemple mixer les formes « rectangle » et « ovale », en associant chaque forme à une couleur différente de sac.

4.3. Cadre de la prise en charge

Cinq séances, de novembre à décembre, ont permis de mesurer la ligne de base avant la prise en charge. Puis, sept séances de prise en charge hebdomadaire se sont déroulées entre décembre et février 2017. Les mesures sur la tablette graphique ont toujours été effectuées en début de prise en charge. Elles ont ainsi mesuré les effets de la séance précédente avec un temps de consolidation. En raison d'une dégradation de l'état de santé de Jeanne, la huitième séance n'a pu avoir lieu. Six mesures ont donc été recueillies en phase de prise en charge. Au vu de l'état de santé de Jeanne, il a ensuite fallu attendre 5 semaines avant de pouvoir effectuer les 4 dernières mesures post-thérapie. Les séances ont eu lieu en général le lundi en début d'après-midi. Exceptionnellement, elles ont pu être décalées le mardi en fin de matinée. Elles se sont déroulées dans la chambre de Jeanne, pendant environ 45 minutes. Le premier quart d'heure fut consacré à l'accueil et aux exercices sur tablette graphique. Pendant les 15 minutes suivantes, les coordinations bimanuelles rythmiques ont été exercées. Le dernier quart d'heure fut consacré à un temps de détente ou d'échange. Tout au long de la prise en charge, un point de vigilance fut d'alterner action et repos. La forme « rectangle » a été travaillée tout au long des sept séances. La forme « ovale » n'a été introduite que lors de la quatrième séance. Les formes furent d'abord travaillées avec un sac lesté dans les deux sens, puis dans un second temps avec les deux sacs.

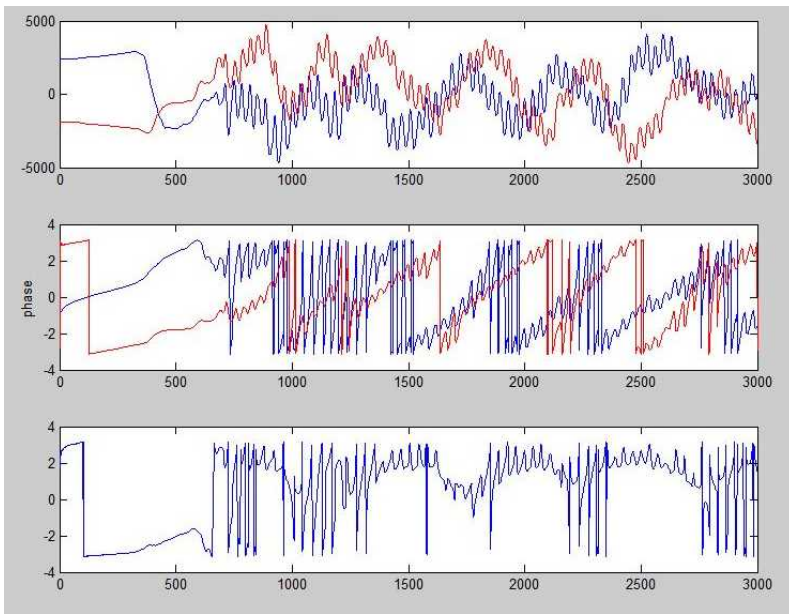
V. ANALYSE DES RESULTATS

1. Fluidité du geste d'un point de vue quantitatif

1.1. Impact de la MPI sur l'acte graphique consistant à dessiner un cercle

L'étude de l'acte graphique, sur tablette graphique, consistant à dessiner des cercles en continu nous montre que ce mouvement est touché dans la MPI, aussi bien en phase horaire qu'en phase antihoraire. En effet, la variabilité est beaucoup plus élevée que celle de personnes âgées saines ou que celle de personnes plus jeunes. La variabilité moyenne de la phase antihoraire de Jeanne est d'environ 52, et de 54 en phase horaire. En revanche, pour les deux phases horaires et antihoraires, chez des personnes âgées saines entre 70 et 75 ans (n= 2), la variabilité est proche d'une valeur de 10, et chez des jeunes (n=6) elle est d'environ 20-25. La variabilité du geste de Jeanne est donc multipliée par 5 par rapport à une personne âgée saine. On remarque donc que la variabilité diminue avec l'avancée en âge, autrement dit que le mouvement se stabilise avec l'âge sur cette tâche. Toutefois, avec la maladie de Parkinson la variabilité ne diminue pas, bien au contraire elle augmente .

Voici une illustration graphique des valeurs x et y du cercle de Jeanne (figure n°1), puis d'une personne âgée saine (figure n°2), en phase antihoraire puis en phase horaire (figures n°3 et n°4). Les graphiques ci-dessous nous montrent l'évolution des valeurs de x et y au cours de la tâche de dessin du cercle qui dure 20 secondes. Les représentations graphiques de Jeanne (figure n°1 et n°3) montrent l'existence de deux courbes x et y non superposables, à la différence des représentations graphiques d'une personne âgée saine (figure n°2 et n°4) pour qui les deux courbes sont superposables. Cela nous indique l'instabilité du geste graphique de Jeanne comparativement à une personne âgée saine chez qui le geste est beaucoup plus stable. Le geste graphique de la personne âgée saine repasse toujours au même endroit au cours du temps.

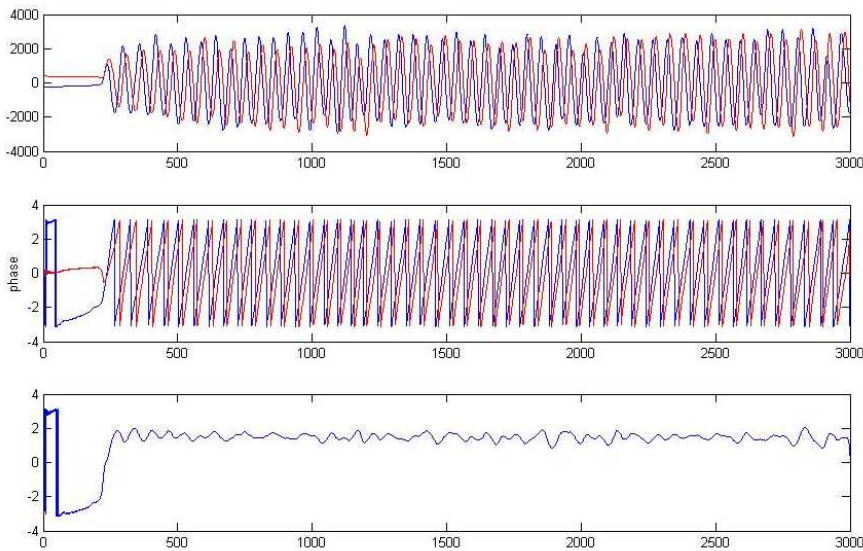


Courbes correspondant aux valeurs de x et y

Rapport trigonométrique de x et y

Stabilité du rapport trigonométrique

Figure n°1. Evolution de la phase antihoraire de Jeanne lors de la 1ère séance (20 secondes)

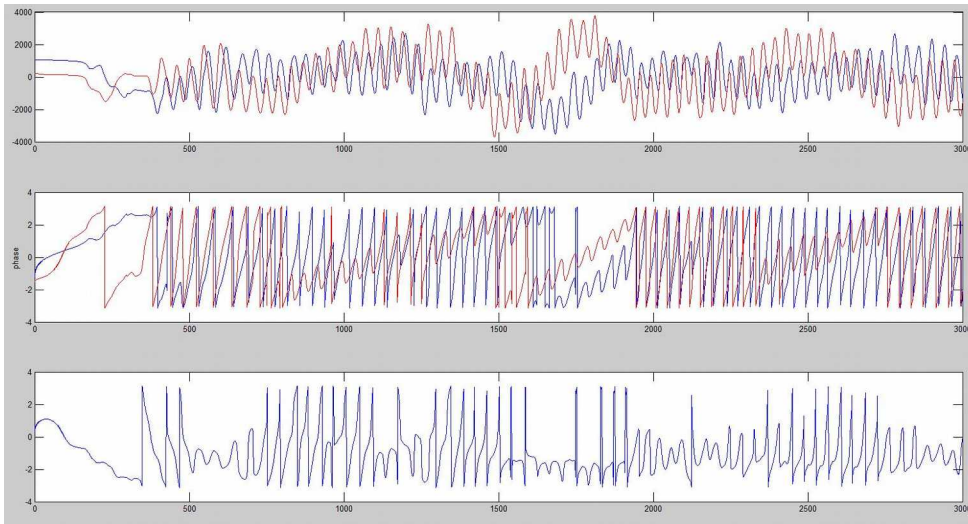


Courbes correspondant aux valeurs de x et y

Rapport trigonométrique de x et y

Stabilité du rapport trigonométrique

Figure n°2. Evolution de la phase antihoraire chez une personne âgée saine (20 secondes)

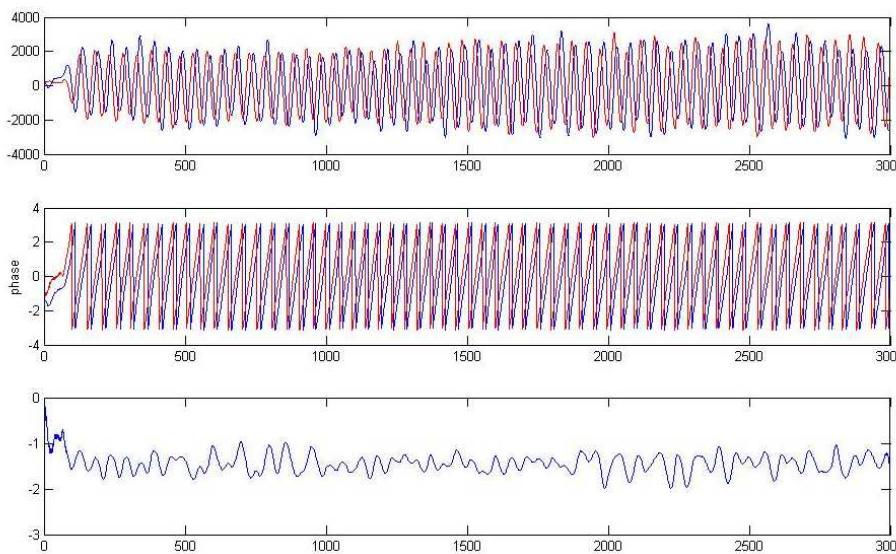


Courbes correspondant
aux valeurs de x et y

Rapport trigonométrique
de x et y

Stabilité du rapport
trigonométrique

Figure n°3. Evolution de la phase horaire de Jeanne lors de la 1ère séance (20 secondes)



Courbes correspondant aux
valeurs de x et y

Rapport trigonométrique de
x et y

Stabilité du rapport
trigonométrique

Figure n°4. Evolution de la phase horaire chez une personne âgée saine (20 secondes)

1.2. Plusieurs patterns en phase antihoraire

Les représentations graphiques ci-dessus correspondent à un certain type de pattern. On remarque chez Jeanne l'existence de plusieurs patterns en phase antihoraire. Elle oscille entre deux patterns de valeurs différentes : un à 60 (figure n°5), et l'autre à 80 (figure n°6). On observe ainsi des traces graphiques plus ou moins penchées correspondant à un type de pattern. Chez les

personnes âgées saines on observe un pattern d'une valeur de 85-90 (figure n°7).

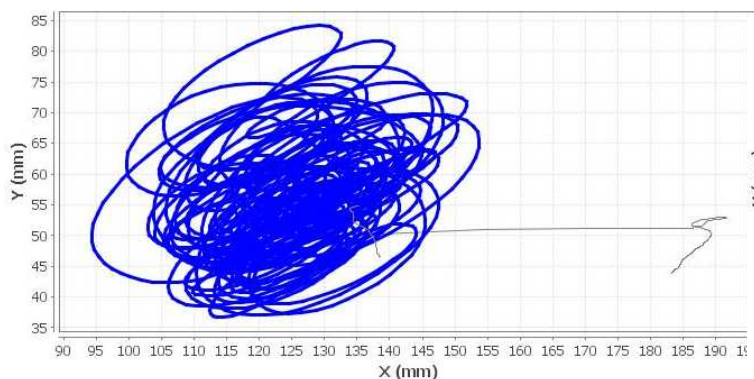


Figure n°5. Pattern 1 observé chez Jeanne

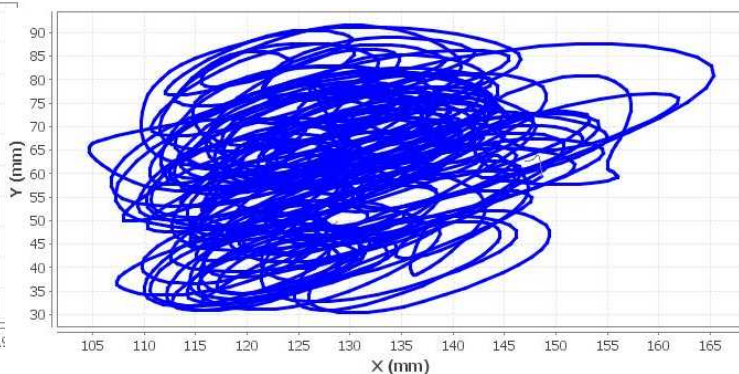


Figure n°6. Pattern 2 observé chez Jeanne

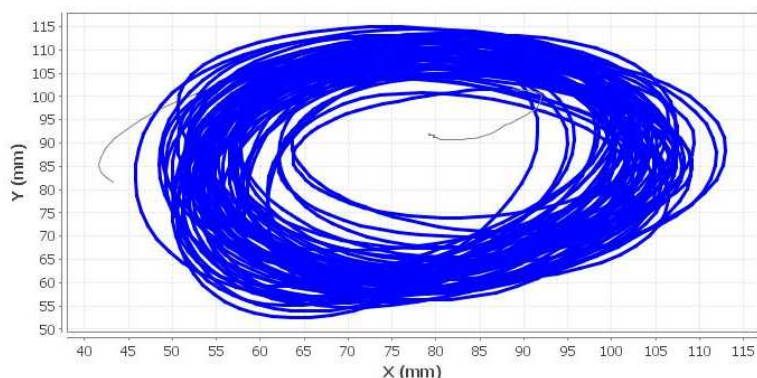


Figure n°7. Pattern 3 observé chez une personne âgée saine

Dounskaia et son équipe (2009) ont montré qu'en effet avec la vitesse les patterns s'inclinaient systématiquement vers une diagonale droite, alors que les amplitudes des doigts et du poignet ne variaient pas. Ce phénomène est d'autant plus marqué chez des personnes atteintes de la MPI. Ils expliquent ce phénomène par l'existence d'un pattern plus stable, lié à la simultanéité des mouvements de flexion-extension des articulations des doigts et du poignet. Les autres patterns associant flexion des doigts et extension du poignet ou inversement sont plus instables et disparaissent donc avec la vitesse au profit de patterns plus stables.

D'autre part, chez des personnes saines, âgées comme jeunes, les patterns horaires et antihoraires sont symétriques. Ce n'est pas le cas de Jeanne chez qui la moyenne du cercle antihoraire est de 71, alors qu'elle est de 84 en sens horaire. On peut donc conclure à une désorganisation du mouvement chez Jeanne.

Par moments on observe la mise en place d'une stratégie de facilitation, celle de dessiner

plusieurs cercles les uns à côtés des autres au sein d'un cercle plus global, comme pour représenter une fleur (figure n°8).

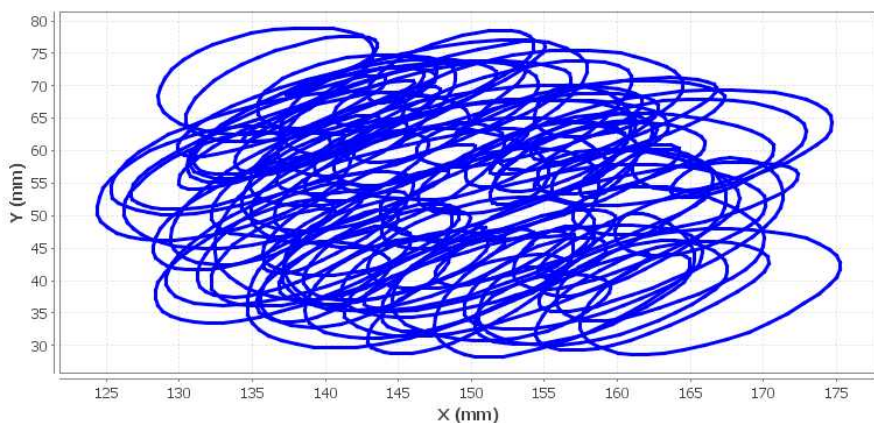
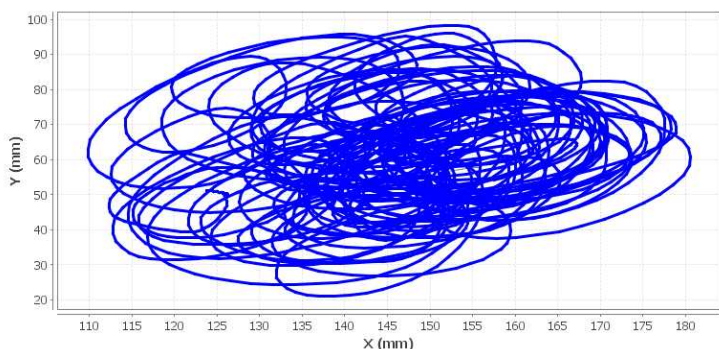


Figure n°8. Pattern en fleur.

1.3. Un seul pattern en phase horaire

On observe ici l'utilisation d'un seul pattern dont la moyenne se situe aux environs de -80 (figure n°9 et 10), comme chez une personne âgée saine (figure n°11).



Figures n°9. Pattern 4 lors de la première ligne de base

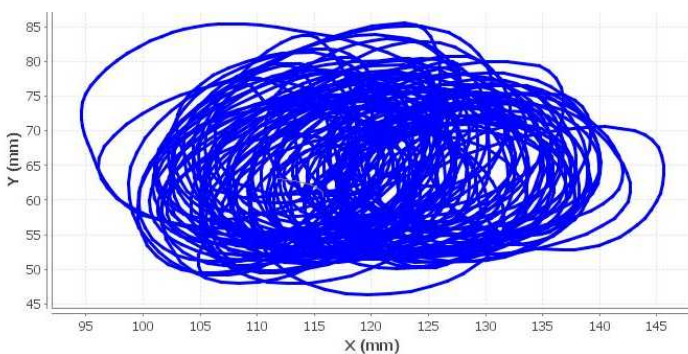


Figure n°10 Pattern 4 lors de la dernière séance de prise en charge

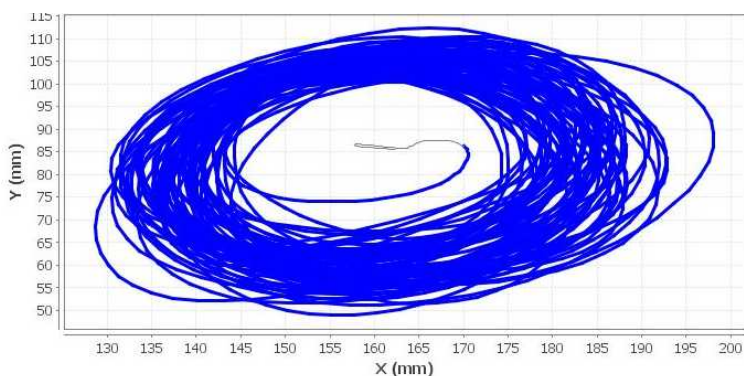


Figure n°11 Pattern 4 chez une personne âgée saine

1.4. Effet du rythme sur la stabilité du mouvement

1.4.1. Pas d'évolution de la stabilité de la phase antihoraire

A partir de l'étude des cercles réalisés sur tablette graphique dans le sens antihoraire, on ne mesure pas de baisse significative de la variabilité du mouvement au fil de la prise en charge. La variabilité oscille entre 40 et 80.

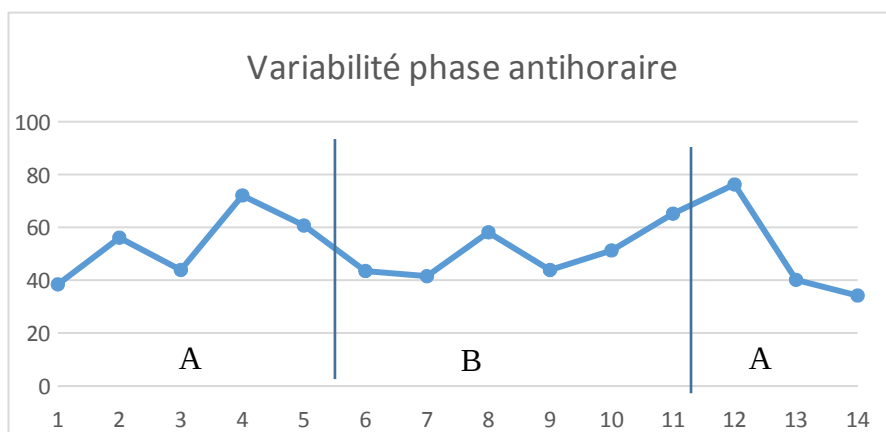


Figure n°12. Evolution de la variabilité de la phase antihoraire (écart-type) au cours des semaines

1.4.2. Evolution significative de la stabilité en phase horaire

En revanche, on observe une diminution de la variabilité du mouvement réalisé en sens horaire au fil de la prise en charge. Elle passe d'environ 65 avant la thérapie (phase A), à 25-35 en fin de prise en charge (phase B), puis elle remonte à 65 après la thérapie (seconde phase A) (figure n°13). Cela indique un effet de la prise en charge sur l'amélioration de la stabilité du mouvement en sens horaire.

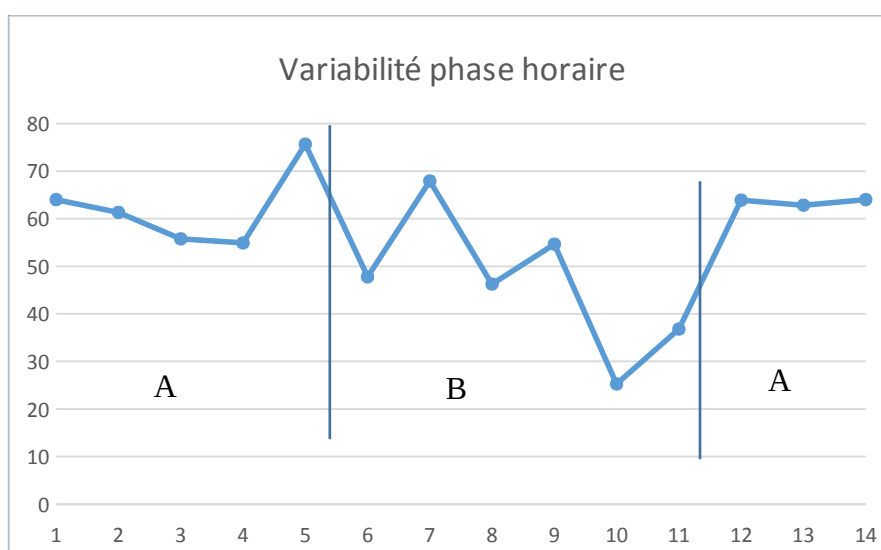
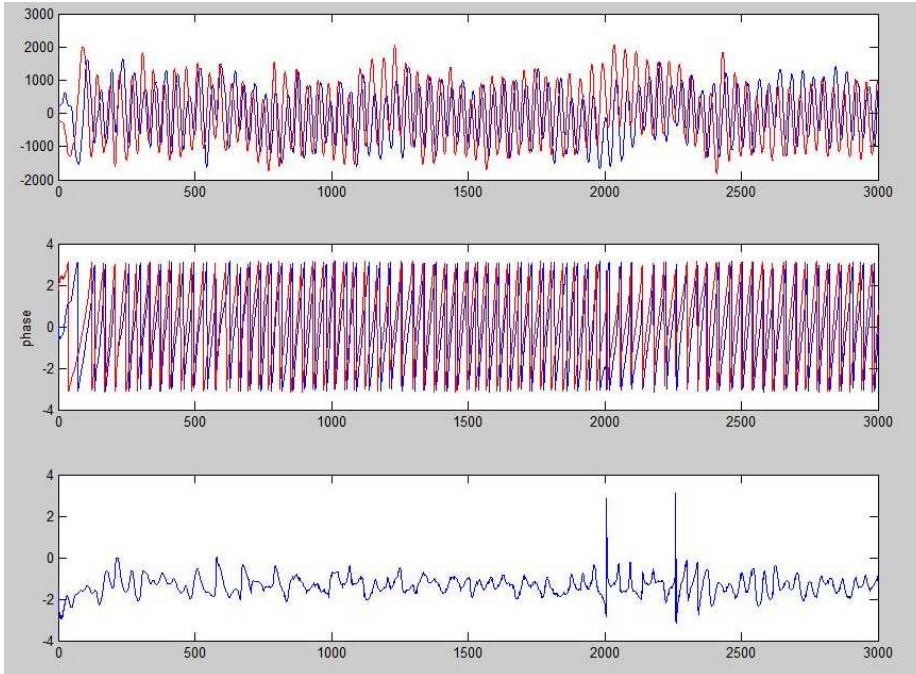


Figure n°13. Evolution de la variabilité de la phase horaire (écart-type) au cours des semaines

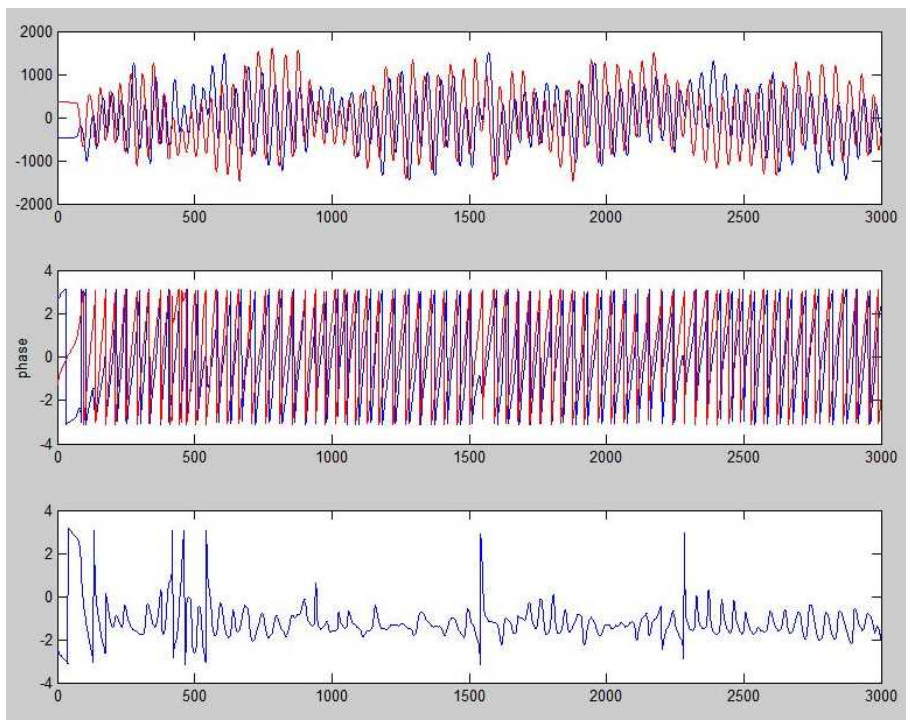
L'amélioration de la stabilité du mouvement du cercle en phase horaire correspond à la représentation graphique des courbes x et y ci-dessous. En début de prise en charge, les courbes de Jeanne étaient complètement dissociées alors qu'en fin de prise en charge on peut voir deux courbes x et y superposables (figure n°14).



Courbes correspondant aux valeurs de x et y

Rapport trigonométrique de x et y

Stabilité du rapport trigonométrique



Courbes correspondant aux valeurs de x et y

Rapport trigonométrique de x et y

Stabilité du rapport trigonométrique

Figure n° 14. Evolution de la phase horaire lors des 2 dernières séances de prise en charge

1.5. Evolution générale de la pression

On peut voir une tendance à la diminution de la pression au fil de la prise en charge (phase B) avec toutefois énormément de variabilité d'une séance à une autre. Pour les mouvements de cercle en sens horaire et antihoraire, on observe des valeurs oscillant entre 600 et 1000 en phase A initiale et en phase B. Un mois après la fin de la prise en charge (seconde phase A), la pression a nettement diminué et demeure basse aux alentours de 500. Cette tendance s'observe aussi bien pour les mouvements en phase horaire (figure n°15), que pour ceux en phase antihoraire (figure n°16), et aussi pour la tâche d'écriture (figure n°17).

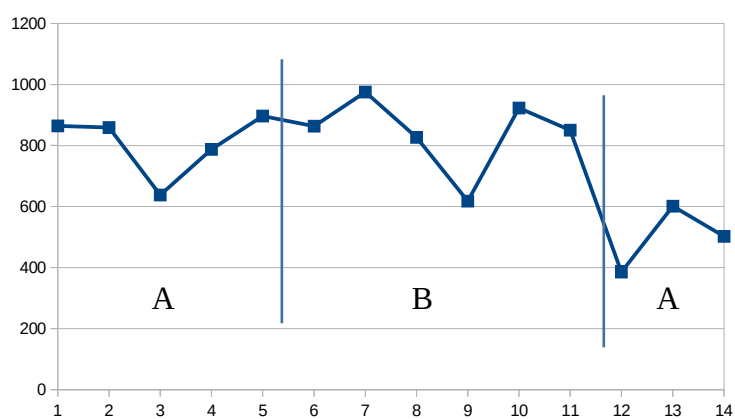


Figure n°15. Evolution de la pression moyenne des mouvements en sens horaire

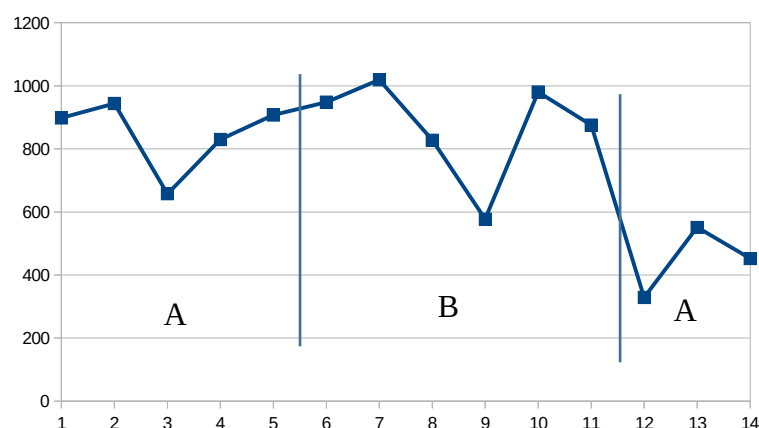


Figure n°16. Evolution de la pression moyenne des mouvements en sens antihoraire

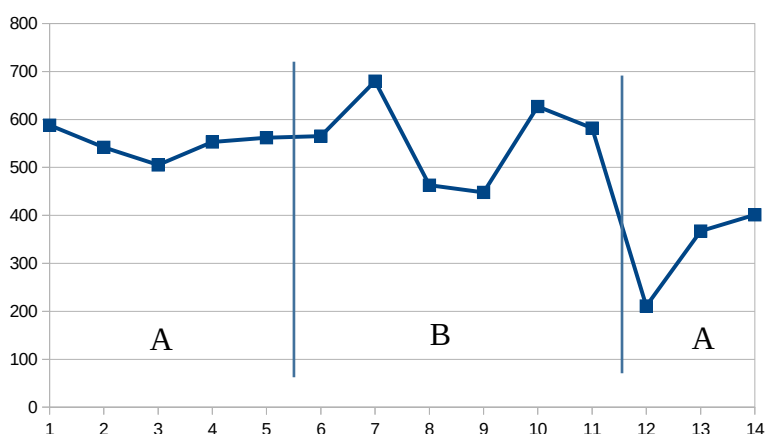


Figure n°17. Evolution de la pression moyenne des mouvements lors d'une tâche d'écriture

1.6. Evolution générale de la vitesse

Contrairement à nos attentes, on remarque une tendance à la diminution de la vitesse au fil de la prise en charge (phase B), aussi bien pour les mouvements en sens horaire (figure n°18), que pour ceux en sens antihoraire (figure n°19), mais aussi pour la tâche d'écriture (figure n°20). Un phénomène étrange et paradoxal apparaît à l'issue de la prise en charge (seconde phase A) puisque la vitesse augmente au-delà des valeurs initiales mesurées avant la prise en charge (première phase A).

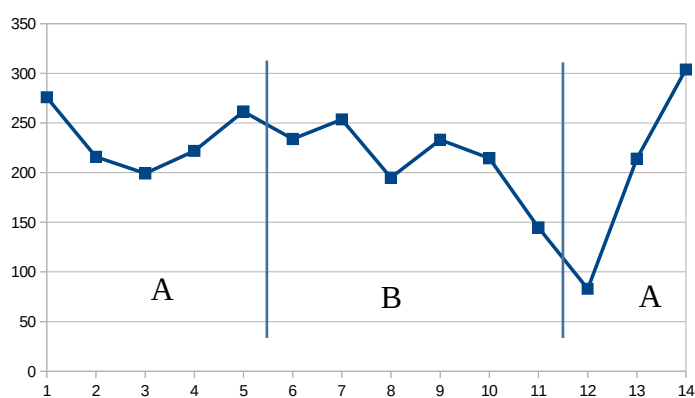


Figure n°18. Evolution de la vitesse moyenne des mouvements en sens horaire

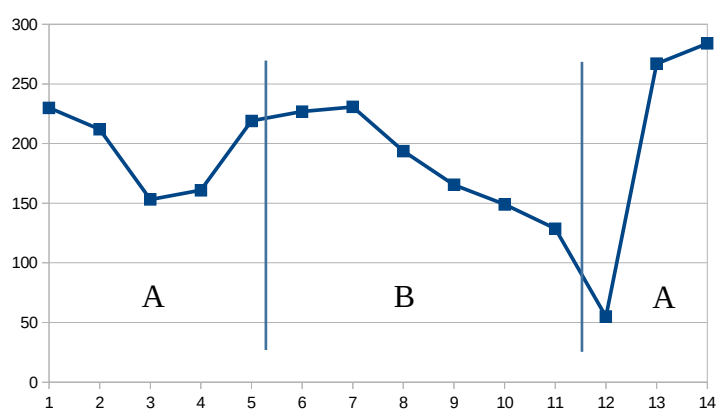


Figure n°19. Evolution de la vitesse moyenne des mouvements en sens antihoraire

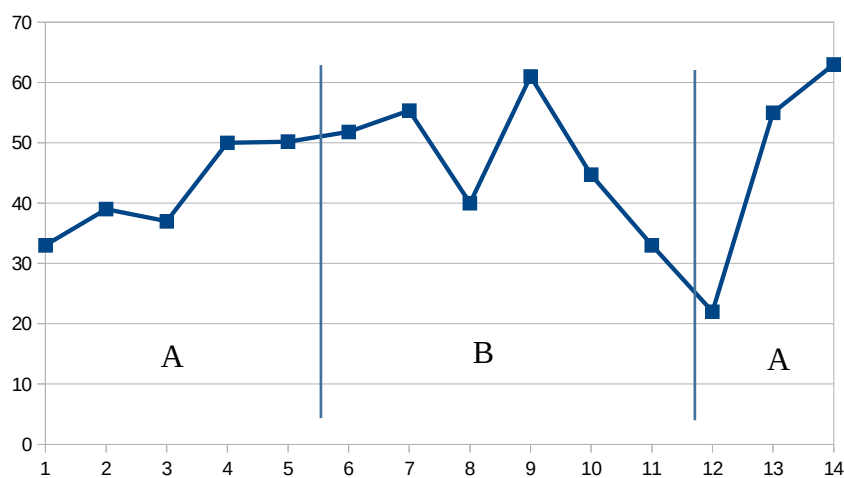


Figure n°20. Evolution de la vitesse moyenne des mouvements lors d'une tâche d'écriture

1.7. Le tempo moteur spontané

L'exécution du tempo moteur spontané sur tablette graphique a mis en évidence une accélération du rythme de Jeanne, à tel point que la machine ne pouvait plus enregistrer les données. Pour suivre l'évolution de son tempo spontané la mesure de Stambak (1951) a donc été utilisée, à savoir le nombre de secondes mis par Jeanne à frapper 21 coups. En moyenne, Jeanne met 6 secondes pour frapper 21 coups, soit 3,5 battements en une seconde, c'est à dire 3,5 Hertz. Cela correspond à un tempo moteur spontané (SMT) de 285 millisecondes ou encore à 210 battements par minute. L'exercice consistant à battre le rythme avec le pied donne les mêmes résultats. Il s'agit donc d'un phénomène général. Son tempo moteur spontané est resté relativement stable tout au long du protocole.

Schwartz et son équipe (2011) montrent que le tempo moteur spontané d'une dizaine de parkinsoniens ne diffère pas de celui de groupes contrôles et qu'il est en moyenne de 550 millisecondes. En revanche le SMT est plus variable chez les parkinsoniens que chez des contrôle. Les auteurs mettent en lien cette variabilité avec le déficit des ganglions de la base.

Comparativement aux résultats de ces parkinsoniens, le SMT de Jeanne est deux fois plus rapide. Nakamura et son équipe (1978) ont réalisé une tâche de tapping synchronisée à un son auprès de 146 parkinsoniens. Ils ont montré que 66 % d'entre eux étaient incapables de réaliser la tâche à la fréquence demandée (entre 2,5 et 5 Hertz) et qu'ils adoptaient automatiquement une fréquence de 5 à 6 Hertz, soit entre environ 170 et 200 millisecondes. Alors que le reste des parkinsoniens et le groupe contrôle étaient capables de synchroniser jusqu'à une fréquence de 7 hertz. Pour eux il s'agit d'un autre mécanisme indépendant de celui impliqué dans la tâche de synchronisation. Ils pensent à un mécanisme d'origine centrale impliquant des oscillations qui sont freinées en temps normal. A partir de 2,5 Hertz l'erreur de réponse serait si grande que les parkinsoniens exécuteraient un tempo moteur « hâté » en raison de ces oscillations.

1.8. Praxies

Certains items de l'EGP sont repassés un mois et demi après la fin de la prise en charge. Le score en motricité manuelle est équivalent en test et en retest (3,5/6). Toutefois le boutonnage de trois boutons est effectué en 29 secondes contre 38 secondes avant la prise en charge. Contrairement à la fois précédente, elle perçoit rapidement le trou et les boutons. De plus, elle boutonne les trois boutons successifs et pas un bouton sur deux. Le déboutonnage est aussi rapide que lors de la dernière évaluation (3 secondes contre 4), il s'effectue à une seule main. Les praxies idéatoires, visuoconstructives et les gestes non significatifs sont réussis. En revanche les praxies idéomotrices

sont échouées en lien avec l'impulsivité, elle ne peut s'empêcher de parler. Au niveau perceptif, elle est capable de reproduire une séquence rythmique complexe contrairement à l'évaluation précédente. La lecture demeure lente (44 secondes). Au niveau spatial, de nouveau elle échoue une épreuve de latéralité sur les deux proposées. Elle est capable cette fois de montrer dans l'ordre la suite complexe d'objets, mais au second essai et en soliloquant.

La praxie de coupage de viande a été retestée en situation non écologique avec une pâte à modeler de consistance très épaisse préalablement aplatie. Elle met 30 secondes pour la couper en deux. Ce même exercice lui avait demandé 40 secondes avant la prise en charge. D'un point de vue qualitatif il n'y a pas d'amélioration notable, le mouvement de va et vient est toujours absent.

L'épreuve des séquences motrices manuelles (Nepsy II, cf. annexe 3) montre, comme pour le test initial, des capacités uniquement pour les 4 premières séquences. La première séquence avec « les 2 poings », ainsi que la séquence « claquer les mains ensemble puis les 2 paumes sur la table » est reproduite 5 fois sans erreur mais avec toutefois accélération du rythme de production. Lorsqu'elle claque les mains ensemble on note des tremblements. Les séquences « poing » puis « paume » sont réalisées une seule fois. Elle essaie de faire le mouvement mais les doigts semblent ne pas pouvoir suivre, puis elle mélange les mouvements. Tout le reste nécessite une décomposition du mouvement et un modèle. On observe encore des persévérations de mouvement lorsque je lui demande de changer de côté.

La motricité manuelle semble s'être dégradée à l'épreuve du purdue pegboard. Elle avait pu placer 7 chevilles en 30 secondes avec la main dominante, au retest elle n'en place que 5 (-1,8 DS) et 2 avec la main gauche (- 2,46 DS) contre 5 au test initial. Lors de l'épreuve des « 2 mains », Jeanne place 2,5 paires de chevilles en retest (-2 DS) contre 3,5 en test. Comme pour le test initial, Jeanne est dans l'incapacité de réaliser l'épreuve avec les 2 mains simultanément, elle prend une tige avec sa main droite puis avec l'autre, pose d'abord la tige droite puis la gauche.

Le tapping séquentiel, opposant le pouce et les autres doigts, est réalisé en 15 secondes avec la main droite contre 25 secondes avant la prise en charge, et à la même vitesse avec la main gauche (19 secondes contre 18). A la différence de l'évaluation initiale elle enchaîne les séquences, ce qui lui fait gagner du temps sur la main droite. Cet exercice met en évidence des tremblements des doigts de la main gauche. Le tapping simple, opposant le pouce et l'index, est réalisé en 17 secondes à droite contre 20 secondes en test initial, et en 20 secondes en retest à gauche contre 28 secondes initialement. L'amplitude du mouvement est réduite à gauche.

Le test du Tinetti est équivalent avec un risque de chute élevé. Au stop when talking elle est capable de répondre sommairement à une question tout en continuant à marcher.

Le Ten meters walk est réalisé avec la canne, il montre une amélioration significative importante de la vitesse de marche. Jeanne est passée en score brute de 0,42 m/sec à 0,54 m/sec, soit une augmentation du score brut de 0,12. Parera et son équipe (2006) ont mesuré les changements significatifs au sein d'un échantillon de 100 personnes âgées d'une moyenne d'âge de 77,6 ans \pm 7,6. Ils ont montré une « standard error of measurement » (Sem) de 0,06 m/sec, avec le plus faible changement significatif à 0,05 m/sec et le changement le plus important à 0,13 m/sec. Par ailleurs, la longueur du pas de Jeanne passe de 0,34 m à 0,36 m.

En conclusion, on note une amélioration cinétique des praxies aussi bien pour les coordinations manuelles (tapping) et bimanuelles (boutonnage, coupage viande) que pour les coordinations dynamiques générales comme la marche. On ne retrouve cependant pas cette amélioration au Purdue Pegboard. On remarque aussi une capacité de double tâche pendant la marche et une meilleure attention perceptive aux rythmes complexes (reproduction de rythme à l'EGP).

2. Fluidité du geste d'un point de vue qualitatif

2.1. Amélioration de la régulation tonique

Pendant plusieurs séances, Jeanne exprime sa surprise quant au poids du sac de 22 grammes « Oh, c'est lourd ! ». Lors des deux premières séances, au démarrage de la prise en charge Jeanne est en difficulté pour réceptionner le sac. Elle a des difficultés à attraper le sac qu'elle transfère de sa main gauche vers sa main droite, comme si sa main droite croulait sous le poids du sac. Puis, au fil de la répétition des mouvements, elle parvient à s'ajuster. D'autre part, malgré la consigne de « taper » ou « claquer » le sac dans la main de l'autre, elle a tendance à lâcher le sac trop tôt.

A partir de la troisième séance, elle parvient à « claquer » le sac. Mais dès qu'un deuxième sac est ajouté la difficulté réapparaît. La manipulation simultanée des 2 sacs augmente en effet la complexité de la tâche.

Dès la quatrième séance, Mme H. ne lâche plus le sac trop tôt, elle le pose à chaque fois dans la main avec plus ou moins de force.

2.2. Amélioration des coordinations bimanuelles

La forme « rectangle » met en évidence des difficultés motrices dans le mouvement de rotation du poignet gauche. Ce mouvement suppose, pour Jeanne, de retourner sa main gauche contenant le sac lesté et de le poser en face, dans la main du thérapeute. La coordination s'effectue alors en sens horaire. Jeanne est lente pour réaliser ce mouvement. Lors de l'utilisation des 2 sacs, la

tâche est double. Les deux bras sont alors en mouvements continus et les mains ont chacune une fonction différente : une saisit et l'autre donne. La difficulté de rotation du poignet gauche est retrouvée et accentuée. Le mouvement est alors extrêmement lent allant jusqu'à l'enrayage cinétique. La synchronisation des deux mains est donc impossible. Jeanne porte automatiquement son regard vers sa main droite qui saisit le sac, puis dans un second temps elle regarde la main gauche qui donne l'autre sac.

Lors de la quatrième séance, je bouge ma main droite afin d'orienter son regard sur la main gauche qui donne. Cette modification de son attention visuelle améliore la coordination. Le mouvement de rotation du poignet gauche vers la main en face d'elle est moins lent et peut être réalisé en synchronie avec le mouvement de sa main droite qui saisit. A la cinquième séance, sans que cela ne lui soit demandé, elle effectue une partie de la séquence sans regarder ses mains, elle me regarde fixement. La synchronie des membres supérieurs est réalisée dans les deux sens. On peut supposer qu'il y a un effet d'apprentissage procédural et kinesthésique. Toutefois, les difficultés motrices d'akinésie, de lenteur, réapparaissent au bout de plusieurs séquences motrices. La fatigue peut expliquer la dégradation du mouvement.

Pour la forme « ovale », introduite à la quatrième séance, Jeanne a de grandes difficultés à aller chercher le sac dans son dos. Elle est en incapacité de mouvoir ses bras simultanément dans son dos. Elle séquence le mouvement. D'abord un bras va derrière, puis après un long moment l'autre bras vient saisir le sac dans son dos. On peut noter ici l'absence du contrôle visuel pour cette coordination. A la séance suivante, la synchronie du mouvement des deux mains dans le dos est lente mais possible en sens antihoraire, elle demeure impossible en sens horaire. En effet, dans ce sens, elle séquence toujours l'action : d'abord le bras gauche se déplace lentement puis le bras droit le rejoint. Lors de la dernière séance, on ne perçoit pas d'amélioration notable concernant la forme « ovale ».

2.3. Efficacité des facilitateurs

2.3.1. La synchronisation rythmique

Les premiers indiçages auditifs utilisés sont verbaux, avec la répétition du mot « pam », ainsi que sonore avec le bruit du claquement du sac posé dans la main. On recherche ici la synchronisation du mouvement avec l'indiçage rythmique auditif. La séance suivante, on remarque que le double indiçage vocal « Pam pam » est plus efficace, il réduit la lenteur du mouvement. On suppose alors que le premier « pam » permet la préparation du mouvement et le second « pam » l'exécution du mouvement.

Seront également testés l'accompagnement musical et l'indication par métronome. Bien qu'il ait été recherché une musique proche du tempo utilisé en séance, cela n'a pas fonctionné et déstabilisait le rythme spontané de travail. De la même manière, le métronome ne permettait pas le temps d'adaptation nécessaire au démarrage de la séquence pour trouver le rythme.

2.3.2. La représentation mentale

Jeanne compare la posture de base au fait de porter un plateau. Cette image très suggestive sera reprise tout au long de la prise en charge pour rappeler la posture de base.

2.3.3. L'orientation du regard

Lors des premières séances avec deux sacs, Jeanne est en difficulté pour coordonner de manière synchronisée ses deux mains. Elle porte automatiquement son regard vers sa main droite qui saisit. Il est effectivement naturel de porter le regard lors d'une tâche de saisie qui demande de la précision. Cherchant des solutions pour améliorer la coordination, je décide alors de bouger ma main droite dans laquelle elle doit déposer le sac afin d'attirer son regard. L'objectif est qu'elle oriente d'abord son regard vers sa main gauche qui lui pose le plus de problème, et non vers sa main droite qui saisit. Cette technique améliore la coordination, on passe de mouvements séquencés des deux mains à des mouvements synchrones.

2.4. La dépendance au contrôle visuel

Les exercices mettent en évidence la difficulté croissante en l'absence de contrôle visuel. Avec la forme « ovale », le contrôle visuel est absent pour une partie de la coordination qui se déroule dans le dos. Cette coordination travaillée sur trois séances ne montrera pas d'évolution notable. Lors de la dernière séance, est testée la complexification cognitive en mélangeant les deux formes et en les associant chacune à une couleur de sac lesté : vert pour la coordination « ovale » et jaune pour celle « rectangle ». Trois séquences sont effectuées à deux reprises et c'est un échec. Cela est beaucoup trop complexe. Au delà de la complexification cognitive, Jeanne n'a plus de repère visuel car les coordinations qu'elle doit faire ne sont plus les mêmes que celles de la personne en face d'elle. Elle fait la forme « ovale » pendant que l'autre personne fait la forme « rectangle ». Il aurait probablement fallu passer par une phase plus simple de combinaison des deux formes sans associations aux couleurs des sacs. Les deux personnes auraient ainsi continué à faire les mêmes formes en même temps, permettant ainsi à Jeanne de garder un repère visuel.

3. Autres bénéfiques

3.1. Bénéfices cognitifs

3.1.1. Apprentissage et flexibilité

Globalement, on observe chez Jeanne des capacités d'apprentissage. D'abord d'un point de vue de la flexibilité, on observe des améliorations notables. Lors des trois premières séances, on note des difficultés de repérage au démarrage du changement de sens des séquences (horaire, puis antihoraire). Jeanne a une tendance à la persévération de la séquence motrice précédente. A partir de la quatrième séance, ces difficultés disparaissent avec la forme « rectangle », il n'y a plus d'hésitation. On ne peut cependant pas savoir si ces améliorations en terme de flexibilité ont des répercussions sur d'autres tâches du quotidien. Les difficultés réapparaissent lorsqu'on introduit un nouvel enchaînement, avec la forme « ovale ».

Jeanne s'adapte positivement à la nouveauté. La répétition des mouvements améliore la réalisation des séquences motrices. Il semble s'agir d'un phénomène d'apprentissage procédural.

3.1.2. Apprentissage et mémoires

Dès la troisième séance, on peut voir chez Jeanne des capacités mnésiques procédurales et épisodiques. Elle est capable de m'indiquer avec des gestes ce que nous avons fait la dernière fois. Elle effectue des mouvements de pointage en référence au protocole de la ligne de base, ainsi que des mouvements de transferts entre ses deux mains. Elle est aussi capable de mentionner verbalement « le pointage » et « les coussins » en référence aux sacs lestés. Lors de la quatrième séance, elle rappelle spontanément le geste de pointage. De plus, elle montre le geste de cercle en référence au protocole de la ligne de base. Elle ne se souvient pas spontanément des gestes de coordinations manuelles. Toutefois, à la vue des sacs lestés, la mémoire du geste lui revient. Lors de la dernière séance, elle montre la séquence motrice complète correspondant à la forme « rectangle ». Elle ne montre pas seulement les mouvements de transferts d'une main à l'autre, mais aussi les mouvements de transferts vers l'avant comme si le thérapeute était en face. De plus, elle évoque le « pam pam pam ».

3.1.3. Apprentissage et double tâche

Lors des coordinations bimanuelles chaque main est active. Chaque main effectue des mouvements différents mais simultanés, notamment lors de l'utilisation des deux sacs. La double

tâche motrice est ainsi entraînée à chaque séance. Des gestes séquencés en début de prise en charge se sont synchronisés au fil du temps. On peut mettre cet élément en lien avec l'amélioration de la double tâche motrice et cognitive de Jeanne au test du Stop Walking When Talking à l'issue de la prise en charge.

3.2. Bénéfices relationnels

Jeanne a peu de contacts sociaux au sein de l'EHPAD, comme en dehors. C'est une personne seule. Au sein de l'EHPAD, elle a tendance à aller voir les personnes en fauteuil roulant qui lui rappellent son petit frère handicapé dont elle s'est beaucoup occupée. Souffrant d'apathie, elle a besoin d'être sollicitée pour participer aux activités. En groupe, elle est plutôt discrète. Parfois, on observe une désinhibition motrice qui se manifeste essentiellement par des gestes manuels visant à « embêter » l'autre en le touchant. C'est peut être aussi pour elle un moyen d'entrer en relation. C'est une personne joviale qui parle peu. Elle recourt plutôt aux communications non verbales, à des expressions du visage assez figées et à des gestes. En situation duelle, elle exprime souvent des affects dépressifs. Elle se plaint de son mal être, mais dit aussi devoir relativiser sa situation par rapport à d'autres. Elle raconte souvent des blagues, toujours les mêmes, et plus ou moins vulgaires.

Jeanne apprécie la relation duelle. Avant la prise en charge, elle a pu participer à des séances individuelles Snoezelen. De plus, elle est toutes les semaines sollicitée pour participer à des ateliers psychomoteurs en groupe.

La prise en charge lui est proposée et présentée comme un moyen de stimuler les coordinations des membres supérieurs et les fonctions cognitives, dans l'espoir de faciliter ses gestes au quotidien. Elle n'émet pas de réserve, et donne très vite son accord pour tenter l'expérience. En général, les séances se déroulent le lundi après-midi vers 14h30, Jeanne somnole dans son fauteuil quand j'arrive. À chaque début de séance, je prends le temps de l'écouter. À la question « comment allez-vous ? », elle exprime à plusieurs reprises sa solitude, son sentiment d'inutilité et parfois son envie d'en finir avec la vie. Elle se plaint sans cesse de son état de fatigue. Elle se sent énervée d'être dans cet état. Elle se plaint également de « perdre la tête ». Parfois, elle évoque des douleurs à la jambe gauche, aux lombaires ou des engourdissements. Après avoir été entendue, Jeanne très souvent me raconte des blagues. Puis, je l'invite à se lever du fauteuil et à s'installer à la table pour les exercices sur la tablette graphique. Jeanne souffre lors des transferts notamment pour se lever et au démarrage de la locomotion, elle grimace. Il s'en suit les exercices rythmiques de coordinations bimanuelles. Au regard de son estime de soi, fragile, un des objectifs est de la valoriser dès que possible. À tout moment elle est libre d'arrêter les exercices. Je demeure vigilante à repérer tous signes de fatigue. Lors des deux premières séances, elles n'expriment pas de

ressentis particuliers en fin de séance. À la troisième séance, elle dit qu'elle « se sent bien » en remuant les bras et les épaules. À la cinquième séance, elle réexprime se sentir bien en bougeant le haut de son corps. À la sixième séance, elle dit « on se sent mieux » toujours en bougeant les épaules et les bras, puis « ça remet les idées en place aussi », et enfin « qu'est-ce que je vais bien pouvoir faire maintenant, vous m'avez réveillée ». Malgré ses difficultés motrices et sa fatigabilité, Jeanne semble prendre du plaisir à agir et à bouger. Il m'est arrivé à plusieurs reprises d'accompagner Jeanne à l'animation de l'après-midi après la prise en charge. J'ai ainsi pu être un relais vers l'extérieur. Jeanne m'a toujours beaucoup remerciée de ma venue et n'a jamais refusé que je revienne la semaine suivante. Avant que son état de santé ne se dégrade, elle a toujours été d'accord pour effectuer les exercices proposés. L'adhésion de Jeanne aux exercices proposés repose vraisemblablement sur la relation thérapeutique qui s'est établie. La passation du questionnaire de Rosenberg sur l'estime de soi ne montre pas d'amélioration notable à l'issue de la prise en charge.

VI. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Beaucoup de recherches ont porté sur la rééducation de la marche dans la maladie de Parkinson idiopathique. Dans ce mémoire, on s'est particulièrement intéressé à celles ayant montré une amélioration des paramètres spatio-temporels de la marche grâce à un indiçage rythmique. Dans ces études, les personnes sont entraînées à synchroniser leur marche à un stimulus externe rythmique. Le stimulus auditif rythmique serait le plus efficace. Dans ce mémoire, on a souhaité étudier les effets de ce type de méthode sur des coordinations bimanuelles. Pour ce faire, une personne atteinte de la maladie de Parkinson a été entraînée à des coordinations bimanuelles. Afin d'être au plus proche des gestes du quotidien, ces coordinations sont constituées de gestes simultanés complémentaires. Les mouvements sont répétés une dizaine de fois et sont synchronisés rythmiquement à différents stimuli. Les coordinations s'effectuent à deux, il y a donc synchronisation entre les deux personnes. De plus, il y a un double indiçage auditif : un indiçage plutôt « actif » et l'autre plutôt « passif ». Dans le premier cas, il s'agit du son procuré par le mouvement. Et dans l'autre cas, il s'agit de l'indiçage verbal effectué par le thérapeute. A l'issue d'un entraînement de 6 séances, ont été mesurés les paramètres spatio-temporels des coordinations manuelles. Vitesse, pression, et variabilité du mouvement ont été mesurées sur tablette graphique avant, pendant et après la prise en charge. Les résultats ont montré une amélioration de la stabilité du mouvement en sens horaire, ainsi qu'une amélioration de la pression et de la vitesse à l'issue de la prise en charge. Voyons maintenant quelle interprétation peut-on faire de ces résultats.

- **Évaluation de la MPI par une tâche graphique**

Le mouvement consistant à dessiner un cercle en continu est impacté par la MPI. La variabilité est extrêmement élevée comparée à des personnes âgées saines et à des personnes plus jeunes. Il pourrait être intéressant d'approfondir les caractéristiques de ce mouvement à différents stades de la maladie et avec différents patients. En effet, ce mouvement pourrait être un prodrome, un signe avant coureur de la maladie, et/ou un indicateur de son évolution.

- **Amélioration de l'organisation interne des gestes à faible expertise**

Au fil de la prise en charge, on mesure une augmentation de la stabilité des mouvements de cercle en sens horaire, puis un retour aux valeurs initiales en l'absence de prise en charge. La méthode rythmique appliquée aux coordinations des membres supérieurs impacte donc positivement la stabilité du mouvement. L'amélioration est notable uniquement sur les mouvements

en sens horaire. Comment expliquer que l'amélioration soit visible en sens horaire et pas en sens antihoraire ? La notion d'expertise du mouvement est une piste. Spontanément, un enfant écrit en sens horaire. C'est le pattern le plus stable. Avec l'apprentissage de l'écriture, le pattern en sens antihoraire devient alors plus stable que celui en sens horaire. Des études ont montré qu'un pattern instable peut devenir stable de manière durable grâce à l'apprentissage (Zanone et Kelso, 1992). Finalement, les mouvements en sens antihoraires sont ceux qui sont les plus exercés et les plus entraînés tout au long de la vie. Ces patterns sont donc très stables et très rigides contrairement aux patterns en sens horaire. C'est probablement pour cette raison que la méthode rythmique a un impact sur les mouvements en sens horaire, mais aucun impact sur ceux en sens antihoraire.

On observe aussi une désorganisation du mouvement avec la MPI et notamment en sens antihoraire où plusieurs patterns coexistent. Ainsi, on peut conclure que les patterns en sens antihoraire, les plus stables, sont aussi ceux dont l'organisation interne est la plus touchée avec la MPI. Pour autant ce sont ceux pour lesquels la méthode a le moins d'impact.

On peut aussi mettre ces résultats en corrélation avec ce qui a été observé en séance. Des difficultés motrices ont été principalement mises en évidence lors du mouvement de rotation du poignet gauche en sens horaire. Ces difficultés ont augmenté en situation de double tâche. Monno, Temprado, Zanone et Laurent montrent en 2002 (cités dans Athènes et al., 2004) que les patterns les moins stables sont les plus difficiles à réaliser et qu'ils requièrent plus d'attention que les patterns les plus stables. Au cours de la prise en charge, ces difficultés se sont atténuées. La lenteur provoquée par ce mouvement a diminué. La synchronisation entre les deux mains a pu se faire. La coordination est devenue fluide.

- **Amélioration durable de la fluidité du geste**

La fluidité du mouvement s'améliore de manière généralisée et pas spécifiquement sur la tâche graphique consistant à dessiner un cercle en continu. D'une part, au fil de la prise en charge, on observe une diminution de la pression du mouvement, aussi bien en sens horaire, en sens antihoraire, que pour la tâche d'écriture. D'autre part, contrairement à nos attentes, on observe une diminution de la vitesse sur ces mêmes tâches motrices graphiques. A l'issue de la prise en charge, la pression demeure basse alors que la vitesse augmente considérablement avec des valeurs supérieures au début de prise en charge. Ces valeurs post-thérapie correspondent aux caractéristiques de la fluidité du mouvement, à savoir une pression basse et une vitesse rapide. On ne sait pas si ces résultats sont liés à un effet d'apprentissage de la tâche ou bien à la méthode. Concernant l'effet paradoxal de la vitesse, on peut se demander si le rythme de la méthode était

approprié. Des études sur le rythme et la marche ont montré que l'utilisation d'un tempo trop lent ou trop rapide par rapport au tempo spontané de la personne pouvait avoir des effets inverses à ceux attendus. Les études rapportent des effets négatifs lorsque les indices auditifs sont présentés à des taux de 20% plus lents que le rythme de la démarche préférée (Del Olmo et Cudeiro, 2005, Ebersbach et al., 1999 cités dans Nombela et al, 2013). Les fréquences du métronome (60 à 150 battements par minute, bpm) qui ne sont pas basées sur la cadence de base du patient peuvent même diminuer la longueur des pas et la vitesse de marche lorsqu'elles sont trop basses (60 ou 90 bpm) ou trop élevées (150 bpm) (del Olmo et Cudeiro, 2005, Howe et al., 2003 cités dans Nombela et al, 2013). Effectivement, concernant Jeanne, le tempo appliqué lors de la méthode était très inférieur à son tempo moteur spontané atypique « hâté ». Néanmoins, les résultats cinétiques post méthode sont positifs.

- **Des capacités d'apprentissage procédural**

Malgré les troubles cognitifs de Jeanne, des évolutions cognitives positives ont pu être constatées. La flexibilité dans le mouvement s'est améliorée au moment des changements de sens (horaire-antihoraire). Alors qu'au départ elle hésitait ou persévérait dans la séquence précédente, au fil des séances, elle a pu changer le sens de la coordination sans ni hésiter ni se tromper dans les gestes. De plus, Jeanne a manifesté une capacité grandissante à se souvenir spontanément des gestes. Elle était de plus en plus capable d'exprimer verbalement mais surtout gestuellement ce qu'on avait fait la semaine précédente. Par ailleurs, sa capacité à effectuer les séquences de la forme « rectangle » sans le contrôle visuel lors de la cinquième séance, peut aussi s'expliquer par un apprentissage procédural et une amélioration de la sensibilité proprioceptive et kinesthésique. Tous ces éléments peuvent donc être mis en lien avec un phénomène d'apprentissage procédural jusqu'à un stade d'automatisation.

- **Généralisation des bénéfices**

Les effets de cette méthode rythmique de coordinations bimanuelles se généralisent à d'autres coordinations. Tout d'abord, la stabilité du geste ainsi que la fluidité du geste sont retrouvées en tâches unimanuelles (tâche graphique du cercle et tâche d'écriture). Une amélioration de la vitesse est mesurée sur d'autres habiletés du quotidien comme le boutonnage et le coupage de viande. La qualité du geste s'est améliorée pour boutonner mais pas pour couper la viande. Il semblerait que cette amélioration de la vitesse se généralise plus globalement au corps entier. En effet, la vitesse de marche s'est significativement améliorée à l'issue de la prise en charge. Pour

vérifier la validité de ces derniers résultats, il nous aurait fallu comme pour la ligne de base, effectuer plusieurs mesures avant et après la prise en charge afin d'être certain de la stabilité des mesures réalisées à un instant « t ». En tout cas, ces résultats vont dans le sens de l'étude de Monno, Charenon, Temprado, Zanone et Laurent en 2000 (cités dans Fagard, 2001) qui ont montré que l'entraînement d'un pattern non spontané des jambes modifie le pattern spontané des bras alors même que l'entraînement n'a porté que sur les bras. Enfin, on note que la généralisation des effets de la méthode s'opèrent malgré les troubles cognitifs grandissants de Jeanne. Elle est passée d'un score au MMSE de 21/30 avant la prise en charge à celui de 18/30 six mois plus tard.

- **Limites et questionnements**

- Questionnements méthodologiques

Plusieurs questions se sont posées à l'issue de l'étude. La première a concerné le moment de la prise en charge. Des prises en charge ont été réalisées le lundi, d'autres le mardi, certaines en fin de matinée, d'autres en début d'après-midi. Y a-t-il une corrélation entre les résultats et le moment de la prise en charge ? La comparaison des résultats montre que cela n'a pas d'incidence.

Ensuite, s'est posée la question de la part de l'effet placebo dans les résultats obtenus. La relation privilégiée duelle lors de cette prise en charge peut en effet constituer un placebo. Les effets placebo dans la MPI peuvent être très forts et générer la libération de dopamine (De la Fuente-Fernandez et al., 2001 cités dans Benoit et al. 2014). À l'arrêt du protocole de prise en charge, Jeanne a continué à être suivie. Or, les résultats statistiques suggèrent une nette différence entre le moment de la prise en charge et les résultats post-thérapie. L'effet placebo n'est donc pas un facteur explicatif.

- Caractéristiques individuelles

L'efficacité du protocole dépend des caractéristiques personnelles du patient. Des études ont montré qu'indépendamment du bénéfice de l'indigage auditif, il existe des variations interindividuelles (Dalla Bella, 2015 ; Spaulding et al., 2013). Les personnes parkinsoniennes ayant des faibles capacités de synchronisation avant l'entraînement sont celles qui bénéficient le moins de la méthode (Dalla Bella, 2015). Bien que Jeanne ait bénéficié positivement de la prise en charge, il aurait pu être judicieux de tester en amont ses compétences sensori-motrices de synchronisation.

D'autre part, Jeanne souffre d'apathie et de dépression. Ce sont des facteurs limitant la rééducation (Rochester et al., 2005). En plus du dysfonctionnement exécutif, ces symptômes peuvent augmenter le déficit attentionnel et augmenter les interférences pendant l'entraînement. Or, les processus de

focalisation de l'attention et d'attention divisée sont nécessaires pour réaliser les exercices moteurs notamment en situation de double tâche motrice.

On peut également se poser la question de l'effet du traitement. Des études portant sur la marche ont cependant montré qu'il n'y avait pas d'incidence des antiparkinsoniens sur les résultats de ce type de rééducation par le rythme.

→ Questionnements conceptuels

D'un point de vue conceptuel, on peut se poser la question de la motivation pour le patient à réaliser des exercices dépourvus de finalité fonctionnelle apparente. De plus, certains pensent que la rééducation est plus efficace si elle est ciblée directement sur la tâche qui pose problème (Bleton, 2011 cité dans Durio, 2011). Par exemple, Jeanne se plaignait concrètement d'avoir des difficultés à couper sa viande. Le fait de la mettre en situation d'évaluation avant et après la prise en charge sur cette tâche a généré chez elle un stress important et la verbalisation d'un sentiment d'échec. On peut se demander si travailler pendant plusieurs séances successives le fait de couper sa viande aurait permis de meilleurs résultats avec cette personne âgée atteinte de troubles cognitifs. Pour le confirmer, il faudrait pouvoir tester cette autre méthode et comparer les résultats. L'intérêt de la méthode présentée dans cette étude permet d'évacuer le stress inhérent à une tâche complexe du quotidien. De plus, le caractère interactif de la méthode ajoute une composante ludique. Mais surtout, les bénéfices obtenus (moindre variabilité, fluidité) semblent se généraliser à d'autres tâches motrices par un processus interne impactant globalement le mouvement.

• **Perspectives**

Ce travail fournit des résultats intéressants qui mériteraient d'être approfondis. De futurs travaux pourraient élargir la recherche en utilisant un échantillon plus important et en augmentant la fréquence des séances ou la durée de l'entraînement. Les études sur la marche synchronisée proposent des entraînements à raison d'environ trois séances par semaine pendant quelques semaines (Rochester et al., 2010 ; dalla Bella et al., 2015) ou une séance hebdomadaire mais pendant plusieurs mois (Trombetti et al., 2011). Une étude à plus grande échelle permettrait aussi de mesurer les effets à plus long terme. Enfin, il serait intéressant de mesurer scientifiquement le transfert des effets (vitesse, stabilité) à des coordinations bimanuelles du quotidien, ainsi qu'aux coordinations dynamiques générales telles que la marche.

CONCLUSION

Les coordinations sont atteintes chez les parkinsoniens, à savoir la fluidité, la rapidité et la précision du mouvement. Différents mécanismes sont à l'origine de cette variabilité. Il peut s'agir d'une part, de facteurs directement liés à la maladie comme la triade symptomatologique, l'altération de la motricité automatique, les troubles dysexécutifs ou encore l'altération de processus temporels. D'autre part, les coordinations sont aussi plus ou moins impactées par le type de mouvement effectué. Les mouvements continus et asymétriques sont les plus perturbés avec la MPI, aussi bien pour des habiletés globales (locomotion) que pour des activités manuelles. L'atteinte bimanuelle impacte les gestes de la vie quotidienne.

L'entraînement et la répétition d'une tâche motrice améliorent la dite tâche motrice. Chez les parkinsoniens cela est facilité et amélioré par la synchronisation perceptivo-motrice. L'indication rythmique externe, notamment auditif, a fait ses preuves. De plus, des capacités d'apprentissage procédural demeurent, ainsi que des capacités de transfert à d'autres situations ou à d'autres tâches. La rééducation portant sur la synchronisation entre l'acte moteur et l'indication externe a été beaucoup plus étudiée au niveau de l'acte moteur de locomotion qu'au niveau des coordinations bimanuelles. C'est pourquoi nous avons souhaité étudier les effets de ce type de méthode sur des coordinations bimanuelles.

Compte tenu d'une part, du lien entre la perception sensorielle d'un rythme (notamment auditive) et le système moteur et, d'autre part, des capacités de transfert préservées chez les parkinsoniens, on a supposé que l'entraînement à des coordinations bimanuelles améliorerait la stabilité et la fluidité du geste. On a aussi pensé que ces bénéfices se généraliseraient à d'autres coordinations.

Une personne atteinte de la maladie de Parkinson a été entraînée à des coordinations bimanuelles pendant six semaines. Afin d'être au plus proche des gestes du quotidien, ces coordinations sont des gestes simultanés complémentaires. Les mouvements sont répétés et synchronisés à différents stimuli, pendant environ dix à quinze minutes. Précisons que cette personne est âgée (86 ans), qu'elle souffre de troubles cognitifs légers, de troubles dysexécutifs importants, d'apathie ainsi que d'affects dépressifs. Des mesures statistiques ont été établies à partir d'une tablette graphique. Ces mesures ont été effectuées avant la prise en charge, pendant la prise en charge et cinq semaines après.

La tâche graphique consistant à dessiner un cercle en continu met en évidence une extrême variabilité du mouvement chez la personnes parkinsonienne de l'étude comparée à d'autres personnes âgées « saines ». Cette tâche graphique pourrait être une manière d'évaluer le niveau d'altération de la motricité dans la MPI.

Au fil de la prise en charge, on mesure statistiquement une diminution de la variabilité du mouvement. Cela signifie que le mouvement s'est stabilisé. Toutefois, cet effet bénéfique n'a pas impacté tous les mouvements. Seuls les gestes à faible expertise, c'est à dire réalisés en sens horaire, bénéficient de ce gain de stabilité. Pour eux, l'écart-type a été réduit de moitié. Parallèlement, lors des coordinations bimanuelles, on a pu observer une atténuation des difficultés motrices de rotation du poignet en sens horaire. La lenteur provoquée par ce mouvement a diminué. La synchronisation entre les deux mains a pu se faire. La coordination est devenue fluide. En conclusion, la répétition de mouvements synchronisés à un indicage externe améliore la stabilité du geste chez une personne parkinsonienne, malgré ses troubles cognitifs (MMSE entre 18 et 21).

Du point de vue de la fluidité du geste, la pression s'est améliorée sur différentes tâches graphiques et a perduré à l'issue de la prise en charge. Cette amélioration est indépendante des patterns du mouvement puisqu'elle a lieu aussi bien sur les mouvements en sens horaire, en sens antihoraires et sur la tâche d'écriture. Nous observons un effet paradoxal de la vitesse que nous ne savons pas expliquer à ce jour. La vitesse diminue au fil de la prise en charge et réaugmente à l'arrêt. Peut-être ce phénomène est-il à mettre en lien avec le tempo moteur spontané « hâté » de la patiente, ou en lien avec l'utilisation d'un rythme trop lent lors des séances.

En tous cas, les effets de stabilité du geste, observés en séance lors des coordinations bimanuelles, se sont généralisés à des coordinations unimanuelles (dessin du cercle). Le gain de vitesse s'est généralisé à des coordinations bimanuelles du quotidien (boutonnage, couper la viande), ainsi qu'aux coordinations dynamiques générales comme la marche.

Les coordinations bimanuelles en situation de double tâche motrice se sont améliorées. La décomposition de chaque geste a évolué au fil des séances vers une synchronisation des deux mains. Ce résultat suggère la possibilité d'entraîner les personnes âgées atteintes de la MPI à la double tâche. Lorsqu'on sait que les chutes sont majorées en situation de double tâche chez ces personnes, il pourrait être intéressant d'approfondir cette piste de rééducation et de vérifier les capacités de généralisation à d'autres situations non expérimentales et plus écologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Aarsland, D., Bronnick, K., Williams-Gray, C., Weintraub, D., Marder, K., Kulisevsky, J., ... & Santangelo, G. (2010). Mild cognitive impairment in Parkinson disease A multicenter pooled analysis. *Neurology*, 75(12), 1062-1069.
- Adkin, A. L., Frank, J. S., & Jog, M. S. (2003). Fear of falling and postural control in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 18(5), 496-502.
- Albaret, J. M. (2005). Les troubles d'acquisition des coordinations et les dyspraxies. Évolutions des terminologies et de la démarche diagnostique. *Evolutions psychomotrices*, (70).
- Almeida, Q. J., Wishart, L. R., & Lee, T. D. (2002). *Bimanual coordination deficits with Parkinson's disease: the influence of movement speed and external cueing*. *Movement Disorders*, 17(1), 30-37.
- Athenes, S., Sallagoïty, I., Zanone, P. G., & Albaret, J. M. (2004). Evaluating the coordination dynamics of handwriting. *Human movement science*, 23(5), 621-641.
- Autret, L. (2006). Dépression et maladie de Parkinson. Communication présentée lors de la conférence pour l'Association des Parkinsoniens du Finistère. En ligne http://www.medicalistes.org/spip/IMG/pdf/Depression_et_MP.pdf
- Bella, S. D., Benoit, C. E., Farrugia, N., Schwartze, M., & Kotz, S. A. (2015). Effects of musically cued gait training in Parkinson's disease: beyond a motor benefit. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 77-85.
- Benecke, R., Rothwell, J. C., Dick, J. P. R., Day, B. L., & Marsden, C. D. (1987). Disturbance of sequential movements in patients with Parkinson's disease. *Brain*, 110(2), 361-379.
- Benoit, C. E., Dalla Bella, S., Farrugia, N., Obrig, H., Mainka, S., & Kotz, S. A. (2014). Musically cued gait-training improves both perceptual and motor timing in Parkinson's disease. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 494.
- Bond, J. M., & Morris, M. (2000). Goal-directed secondary motor tasks: their effects on gait in subjects with Parkinson disease. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(1), 110-116.
- Bonnet, A-M., Hergueta, T. (2006). *La maladie de Parkinson au jour le jour*. Paris :John Libbey.
- Bonnet, A-M., Hergueta, T., Czernecki, V. (2013). *La maladie de parkinson : au-delà des troubles*

moteurs. Paris :John Libbey.

Brown, R. G., & Jahanshahi, M. (1998). An unusual enhancement of motor performance during bimanual movement in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 64(6), 813-816.

Coull, J. T., & Nobre, A. C. (2008). Dissociating explicit timing from temporal expectation with fMRI. *Current opinion in neurobiology*, 18(2), 137-144.

De Sèze, M., Lavignolle, B., Mazaux, J. M., Schaefferbeke, T., Tison, F., & Vital, J. M. (2004). Déviations rachidiennes et maladie de Parkinson. *Revue du rhumatisme*, 71(4), 290-296.

Delgadillo-Iniguez, D., Corvol, J. C., Gély-Nargeot, M. C., & Lacomblez, L. (2006). Maladie de Parkinson: troubles psychiques et comportementaux. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement*, 4(1), 11-16.

Dirnberger, G., & Jahanshahi, M. (2013). Executive dysfunction in Parkinson's disease: a review. *Journal of neuropsychology*, 7(2), 193-224.

Dounskaia, N., Van Gemmert, A. W., Leis, B. C., & Stelmach, G. E. (2009). Biased wrist and finger coordination in Parkinsonian patients during performance of graphical tasks. *Neuropsychologia*, 47(12), 2504-2514.

Doyon, J., Bellec, P., Amsel, R., Penhune, V., Monchi, O., Carrier, J., Benali, H. (2009). Contributions of the basal ganglia and functionally related brain structures to motor learning. *Behavioural brain research*, 199(1), 61-75.

Doyon, J., Penhune, V., Ungerleider, L. G. (2003). Distinct contribution of the cortico-striatal and cortico-cerebellar systems to motor skill learning. *Neuropsychologia*, 41(3), 252-262.

Dubois, B., Pillon, B. (1996). Cognitive deficits in Parkinson's disease. *Journal of neurology*, 244(1), 2-8.

Duncan, R. P., & Earhart, G. M. (2012). Randomized controlled trial of community-based dancing to modify disease progression in Parkinson disease. *Neurorehabilitation and neural repair*, 26(2), 132-143.

Durio Mathilde (2011). *Etude de validité de l'Examen Géroto Psychomoteur sur une population atteinte de la maladie de Parkinson*. Mémoire en psychomotricité. IFP, Université Toulouse III - Paul Sabatier.

Durosoir, E. (2016). *Le timing dans le Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité (TDA/H). Etude de faisabilité d'une évaluation des fonctions temporelles chez deux enfants TDA/H selon le modèle de Coull & Nobre (2008)*. Mémoire en psychomotricité. IFP, Université Toulouse III - Paul Sabatier.

Fagard, J. *Le développement des habiletés de l'enfant. Coordination bimanuelle et latéralité*. (2001). Paris : CNRS.

Finestre, Coralie (2013) *Le syndrome de dysrégulation dopaminergique dans la maladie de Parkinson*. Thèse d'exercice en Pharmacie, Université Toulouse III - Paul Sabatier.

Fradet, L., Lee, G., Stelmach, G., & Dounskaia, N. (2009). *Joint-specific disruption of control during arm movements in Parkinson's disease*. *Experimental brain research*, 195(1), 73-87.

Gutierrez Aurélie (2015). *Les effets des traitements sur l'apprentissage procédural dans la Maladie de Parkinson*. Mémoire en psychomotricité. IFP, Université Toulouse III - Paul Sabatier.

Innocent-Mutuel, D. (2016). *Comment améliorer les processus temporels dans la maladie de parkinson ? Effets de l'apprentissage perceptivo-moteur*. Mémoire de neuropsychologie et neurosciences cliniques, Université Toulouse III-Paul Sabatier, INSERM.

Jankovic, J. (2008). Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79(4), 368-376.

Jedynak, C. P., Diarra, E., & Verny, M. (2008). Le tremblement chez les personnes âgées. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement*, 6(3), 199-208.

Kelly, V. E., Eusterbrock, A. J., & Shumway-Cook, A. (2011). A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: motor and cognitive contributions, mechanisms, and clinical implications. *Parkinson's Disease*, 2012.

Kemoun, G., & Defebvre, L. (2001). Gait disorders in Parkinson disease. Clinical description, analysis of posture, initiation of stabilized gait. *Presse medicale (Paris, France: 1983)*, 30(9), 452-459.

Konczak, J., Corcos, D. M., Horak, F., Poizner, H., Shapiro, M., Tuite, P., ... & Maschke, M. (2009). Proprioception and motor control in Parkinson's disease. *Journal of motor behavior*, 41(6), 543-552.

Li, F., Harmer, P., Fitzgerald, K., Eckstrom, E., Stock, R., Galver, J., ... & Batya, S. S. (2012). Tai chi and postural stability in patients with Parkinson's disease. *New England Journal of Medicine*,

366(6), 511-519.

Lim, I., van Wegen, E., de Goede, C., Deutekom, M., Nieuwboer, A., Willems, A., ... & Kwakkel, G. (2005). Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. *Clinical rehabilitation*, 19(7), 695-713.

Marsden, C. D. (1989). Slowness of movement in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 4(S1), S26-S37.

McKee, K. E., & Hackney, M. E. (2013). The effects of adapted tango on spatial cognition and disease severity in Parkinson's disease. *Journal of motor behavior*, 45(6), 519-529.

Mohr, B., Müller, V., Mattes, R., Rosin, R., Federmann, B., Strehl, U., ... & Birbaumer, N. (1996). Behavioral treatment of Parkinson's disease leads to improvement of motor skills and to tremor reduction. *Behavior Therapy*, 27(2), 235-255.

Morris, M. E. (2000). Movement disorders in people with Parkinson disease: a model for physical therapy. *Physical therapy*, 80(6), 578.

Muslimovic, D., Schmand, B., Speelman, J. D., & De Haan, R. J. (2007). Course of cognitive decline in Parkinson's disease: a meta-analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(06), 920-932.

Nakamura, R., Nagasaki, H., & Narabayashi, H. (1978). Disturbances of rhythm formation in patients with Parkinson's disease: part I. Characteristics of tapping response to the periodic signals. *Perceptual and motor skills*, 46(1), 63-75.

Nieuwboer, A. (2010). Evidence for motor learning in Parkinson's disease: acquisition, automaticity and retention of cued gait performance after training with external rhythmical cues. *Brain research*, 1319, 103-111.

Nombela, C., Hughes, L. E., Owen, A. M., & Grahn, J. A. (2013). Into the groove: can rhythm influence Parkinson's disease?. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(10), 2564-2570.

O'Shea, S., Morris, M. E., & Ianssek, R. (2002). Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Physical therapy*, 82(9), 888.

Perera, S., Mody, S. H., Woodman, R. C., & Studenski, S. A. (2006). Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(5), 743-749.

- Pradhan, S. D., Brewer, B. R., Carvell, G. E., Sparto, P. J., Delitto, A., & Matsuoka, Y. (2010). Assessment of fine motor control in individuals with Parkinson's disease using force tracking with a secondary cognitive task. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 34(1), 32-40.
- Proud, E. L., & Morris, M. E. (2010). Skilled hand dexterity in Parkinson's disease: effects of adding a concurrent task. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(5), 794-799.
- Rand, M. K., Smiley-Oyen, A. L., Shimansky, Y. P., Bloedel, J. R., & Stelmach, G. E. (2006). Control of aperture closure during reach-to-grasp movements in Parkinson's disease. *Experimental brain research*, 168(1-2), 131-142.
- Rascol A (1998) La maladie de Parkinson. Paris, Acanthe. Masson.
- Ringebach, S. D., Van Gemmert, A. W., Shill, H. A., & Stelmach, G. E. (2011). Auditory instructional cues benefit unimanual and bimanual drawing in Parkinson's disease patients. *Human movement science*, 30(4), 770-782.
- Rochester, L., Burn, D. J., Woods, G., Godwin, J., & Nieuwboer, A. (2009). Does auditory rhythmical cueing improve gait in people with Parkinson's disease and cognitive impairment? A feasibility study. *Movement Disorders*, 24(6), 839-845.
- Rossignol, S., & Jones, G. M. (1976). Audio-spinal influence in man studied by the H-reflex and its possible role on rhythmic movements synchronized to sound. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 41(1), 83-92.
- Sarazin, M., Deweer, B., Merkl, A., Von Poser, N., Pillon, B., & Dubois, B. (2002). Procedural learning and striatofrontal dysfunction in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 17(2), 265-273.
- Schmidt, R. A., & Debû, B. (1993). *Apprentissage moteur et performance*. Paris: Vigot.
- Schwartz, M., Keller, P. E., Patel, A. D., & Kotz, S. A. (2011). The impact of basal ganglia lesions on sensorimotor synchronization, spontaneous motor tempo, and the detection of tempo changes. *Behavioural brain research*, 216(2), 685-691.
- Seidler, R. D., Alberts, J. L., & Stelmach, G. E. (2001). Multijoint movement control in Parkinson's disease. *Experimental brain research*, 140(3), 335-344.
- Sejdić, E., Fu, Y., Pak, A., Fairley, J. A., & Chau, T. (2012). The effects of rhythmic sensory cues on the temporal dynamics of human gait. *PloS one*, 7(8), e43104.
- Smiley-Oyen, A. L., Lowry, K. A., & Emerson, Q. R. (2006). Learning and retention of movement

sequences in Parkinson's disease. *Movement disorders*, 21(8), 1078-1087.

Stambak, M. (1951). Le problème du rythme dans le développement de l'enfant et dans les dyslexies d'évolution. *Enfance*, 4(5), 480-502.

Swinnen, S. P., Lee, T. D., Verschueren, S., Serrien, D. J., & Bogaerds, H. (1997). Interlimb coordination: Learning and transfer under different feedback conditions. *Human movement science*, 16(6), 749-785.

Teulings, H. L., Contreras-Vidal, J. L., Stelmach, G. E., & Adler, C. H. (1997). Parkinsonism reduces coordination of fingers, wrist, and arm in fine motor control. *Experimental neurology*, 146(1), 159-170.

Teulings, H. L., Contreras-Vidal, J. L., Stelmach, G. E., & Adler, C. H. (2002). Adaptation of handwriting size under distorted visual feedback in patients with Parkinson's disease and elderly and young controls. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 72(3), 315-324.

Trombetti, A., Hars, M., Herrmann, F., Kressig, R., Ferrari, S., & Rizzoli, R. (2011). Prévention des chutes par une méthode d'exercice en musique (rythmique Jaques-Dalcroze). *Rev Med Suisse*, 7, 1305-10.

Verschueren, S. M. P., Swinnen, S. P., Dom, R., & De Weerd, W. (1997). Interlimb coordination in patients with Parkinson's disease: motor learning deficits and the importance of augmented information feedback. *Experimental Brain Research*, 113(3), 497-508.

Watson, G., & Leverenz, J. B. (2010). Profile of cognitive impairment in Parkinson's disease. *Brain Pathology*, 20(3), 640-645.

Wright, R. L., Spurgeon, L. C., & Elliott, M. T. (2014). Stepping to phase-perturbed metronome cues: multisensory advantage in movement synchrony but not correction. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 724.

Annexe 2 Grille d'observation des séances

Nom : Type de séance prévue:

Date, jour, heure :

Lieu : Type de séance réalisée:

Evènements particuliers : Durée :

Santé (préciser si avant séance, pendant, fin de séance)

Signes physiques observés :

Humeur :

Fait Réf à une partie du corps :

Sommeil, appétit :

Se souvient de la dernière séance : mémoire verbale :

mémoire procédurale :

mémoire perceptive :

Protocole La forme :

Nombre de sacs/balles :

Musique : avec/sans **Tempo :** L, M, R

Le sens : Horaire/AntiH/Les 2

Domaines	Difficultés	Evolution pendant protocole
Compréhension		
Attention		
Flexibilité mentale		
Double tâche		
Tremblements		
Lenteur (initiation, pendant mouvement)		
Rigidité		
Freezing		
La force		
Précision		
Rythme : synchronisation entre les 2 mains synchronisation avec indiçage extérieur		
Type de mouvements : prise pose transferts (plan frontal) (entre ses mains) transferts (plan sagittal) (avec autrui) prosupination (plan transversal)		
Articulations : doigts, poignet, coude, épaule		
Equilibre (posture : assis, debout)		
Signes de fatigue (à quel moment ?)		
Estime de soi (perception des améliorations, ou sentiment d'échecs...)		

Facilitations proposées

Posturale :

L'indiçage perceptif :

- Visuel : pointage, couleurs, contrôle visuel
- Auditif : vocal sons (simple ou double), numérique, musical, (tempo L M R)
- Kinesthésique

L'indiçage cognitif : Représentations mentales évocatrices

Renforcements :

Autres :

Expressions de Ressentis(préciser pendant ou en fin de séance)

Tonique, sensoriel, affectif, représentatif :

Niveau d'adhésion :

Commentaires :

A travailler la prochaine fois :

Annexe 3 Grille de passation de la Nepsy II – Séquences motrices manuelles

Séquences motrices manuelles

5 à 12 ans

Matériels	Départ	Règle de retour	Règle d'arrêt	Fin du subtest	Chronométrage
Manuel	5 à 7 ans : Item 1	3 à 12 ans : Si la note 5 n'est pas obtenue à l'item 3, administrer l'item 1 puis les items suivants.	Après 4 notes 0 consécutives		Présenter les séquences un peu plus rapidement qu'un mouvement par seconde. Items 3-11 et 12 : Commencer par faire la démonstration au rythme d'un mouvement par seconde, puis de deux mouvements par seconde.

Item	Description	Numéro de la séquence	Total des séquences correctes
5-7	1. poing D puis poing G	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	2. poing puis paume (main dominante)	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
3-12	3. poing puis paume (main non dominante)	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	4. claque puis paume D puis paume G	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	5. claque puis poing D puis paume G	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	6. claque puis poing G puis paume D	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	7. poing puis paume puis côté (main dominante)	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	8. poing puis paume puis côté (main non dominante)	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	9. poing D puis poing G puis paume D puis paume G	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	10. poing D puis poing G puis paume G puis paume D	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	11. claque puis poing D puis paume D puis poing G	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
	12. poing G puis côté D puis paume G puis poing D	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5

Observations comportementales

Changement de rythme

 O N

Synchronies

 O N

Persévérance

 O N

Perte d'asymétrie du mouvement

 O N

Mouvements du corps

 O N

Tape vigoureusement sur la table

 O N

MM Note Totale
(Max. = 30)



Classement centile MM

RESUME

Dans la Maladie de Parkinson Idiopathique le mouvement est beaucoup plus variable que pour des individus « sains ». Les symptômes moteurs de la maladie sont un élément d'explication, mais ce ne sont pas les seuls facteurs pouvant expliquer à la fois l'augmentation de la variabilité du geste et la diminution de sa fluidité. D'autres facteurs, tels que l'altération de la motricité automatique, le syndrome dysexécutif, l'altération des processus temporels ou encore le type de tâche motrice interviennent. La littérature nous enseigne qu'entraîner un parkinsonien à la marche, avec un indiçage rythmique, améliore les paramètres spatio-temporels de sa marche. La présente étude cherche à savoir si cette méthode est applicable aux coordinations bimanuelles et si les bénéfices se généralisent à d'autres coordinations. Durant six semaines, une personne âgée atteinte de la maladie de Parkinson avec des troubles cognitifs, a été entraînée à des coordinations bimanuelles. Ces coordinations étaient synchronisées à un indiçage rythmique auditif et visuel. Les résultats montrent une amélioration de la stabilité de certains gestes, ainsi qu'une amélioration globale de la fluidité du geste, notamment au niveau de la vitesse. De plus, les effets se généralisent à d'autres coordinations unimanuelles, bimanuelles et globales. L'entraînement à des coordinations bimanuelles, synchronisées à un indiçage rythmique, semble impacter le processus général du mouvement.

Mots clefs : maladie de Parkinson, coordinations bimanuelles, indiçage rythmique, synchronisation sensori-motrice

SUMMARY

With Parkinson's disease, movement is more variable compared to safe people. Motor symptoms explain in part variability. But it's not the only possible way to explain both increasing movement variability and decreasing fluidity. Other factors such as automatic movement disorder, dysexecutive syndrom, temporal processing deficit or the sort of motor task, are involved. Studies showed that training people with Parkinson's disease, to walk with rhythmic cueing, improved spatial and temporal parameters of the step. In the current study, we investigate if we can obtain same positive effects with bimanual coordinations and if benefits extend to other movements. During six weeks, we trained to bimanual coordinations an old person with Parkinson's disease and with cognitive disorders. The coordinations were synchronized to auditory and visual rhythmic cueing. Results show an improvement in the stability of some movements, and in the fluidity, especially speed, of the general movement. Furthermore, benefits extend to both unimanual, bimanual and global coordinations. Training to bimanual coordinations in synchronization, with rhythmic cueing, seems to change the general process of movement.

Keywords : Parkinson's disease, bimanual coordinations, rhythmic cueing, sensorimotor synchronization